



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem**  
**Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie**  
**Département de Biologie**

**UNIVERSITE**  
**Abdelhamid Ibn Badis**  
**MOSTAGANEM**

**Mémoire**  
 Présenté pour l'obtention du diplôme de  
**MASTER EN SCIENCE BIOLOGIQUE**

**Spécialité : Microbiologie Fondamentale**

Par

**BOURAHLA BENDEHIBA MANSOUR**

*Evaluation de l'activité antibactérienne, antioxydante et l'effet synergique des huiles essentielles de Myrtus communis et Artemisia herba-alba*

**Soutenu le 22/06/2024 devant le jury composé de :**

<b>Président</b>	<b>Mr Bahri.F</b>	<b>Professeur</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Encadrant</b>	<b>Mme Belhadji.k.A</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Examinateur</b>	<b>Mme Sidhom.W</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Co-encadrant</b>	<b>Melle Keddar.F</b>	<b>Doctorante</b>	<b>Université de Chlef</b>

**Année Universitaire : 2023/2024**

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à mes chers parents, dont l'amour inconditionnel et le soutien indéfectible ont été la pierre angulaire de ma réussite.*

*Votre foi en moi m'a donné la force de préserver à travers les moments les plus difficiles et d'atteindre cet accomplissement.*

*A mes sœurs, pour la présence constante, leur écoute et leurs encouragements qui m'ont apporté le réconfort et la motivation. Votre soutien affectueux m'a été d'une aide précieuse.*

*A mes adorables Feryal et Maria, qui illuminent ma vie de leurs sourires et me rappellent chaque jour la beauté de la simplicité et de la joie. Vous êtes une source constante d'inspiration et d'énergie.*

*A mon petit Zinou, dont l'innocence et la joie de vivre qui m'ont apporté des moments de bonheur pur et de détente, m'aidant à rester centre et motivé.*

*Je tiens également à dédier ce travail à Hadj Afif Belhamiti, dont le soutien, les conseils avisés et la présence bienveillante ont été d'une grande aide tout au long de ce parcours.*

*Enfin, je dédie ce mémoire à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à ma réussite. Aux amis, aux collègues, et à tous ceux qui ont partagé avec moi les moments de doute comme les moments de joie. Votre soutien et votre encouragement m'ont permis de surmonter les défis et de réaliser ce travail.*

*A vous tous, merci du fond du cœur.*

***Mansour Bourahla***

## *Remerciements*

*En tout première lieux, je remercie Allah, le dieu unique, pour être mon meilleur confident, Merci de m'avoir guidé, de m'avoir donné la volonté et la force pour surmonter toutes les difficultés lors de la réalisation de ce Modest travail.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur, Mme. BELHADJI Amel, et à la Co-promotrice Mme. KEDDAR Fayza, pour le temps qu'elles ont consacré à m'apporter les outils méthodologiques indispensables pour bien mener cette recherche.*

*Mes remerciements s'adressent également aux membres du jury, Pr BAHRI Fouad et Pr SIDHOUM Warda, d'avoir accepté d'évaluer ce travail.*

*Sans oublier Monsieur HAMOUM Hakim, chef de département de Biologie, pour son soutien indéfectible et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Enfin, que tous ceux, et ils sont nombreux, qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.*

# الملخص

في هذه الدراسة، قمنا بتقييم النشاط المضاد للميكروبات ومضادات الأكسدة في المختبر للزيوت الأساسية لنباتي الأرتيميسيا ألبا وميرتوس كومونيس. تستخدم هذه النباتات على نطاق واسع في الطب التقليدي في جميع أنحاء العالم. أظهرت النتائج أن الزيوت العطرية لنباتي *Myrtus communis* و *Artimisia herba alba* كان لها نشاط قوي مضاد للبكتيريا ضد سلالات الاختبار. وتراوحت مناطق التثبيط بين 12 و39 ملم لأرتيميسيا هيربا ألبا، و13 و26 ملم لميرتوس كومونيس، وبين 14 و39 ملم لمزيج الزيتين. بالإضافة إلى ذلك، أثبت زيت الأرتيميسيا عشبة ألبا أنه مبيد للجراثيم ضد سلالات معينة مثل الإشريكية القولونية والإشريكية الهورماتشي والإشريكية الذهبية بينما أظهر زيت ميرتوس كومونيس نشاطاً مبيداً للجراثيم ضد السلالات السريرية. وفيما يتعلق بالنشاط المضاد للأكسدة، أظهر نبات الأس قدرة مضادة للأكسدة أعلى من الأرتماسيا.

**الكلمات الدالة:** ميرتوس كومونيس، أرتيميسيا هيربا ألبا، زيوت عطرية، نشاط مضاد للميكروبات، نشاط مضاد للأكسدة

# Résumé

Dans ce travail nous avons évalué in vitro l'activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles d'*Artimisia herba alba* et *Myrtus communis*. Ces plantes sont largement utilisées en médecine traditionnelle dans le monde entier. Les résultats montrent que les huiles essentielles d'*Artimisia herba alba* et *Myrtus communis* ont une forte activité antibactérienne contre les souches testées. Les zones d'inhibition variaient entre 12 et 39 mm pour l'*Artimisia herba alba*, et de 13 et 26 mm pour *Myrtus communis*, et entre 14 et 39 mm pour le mélange des deux huiles. De plus, l'*Artimisia herba alba* s'est révélée bactéricide contre certaines souches comme *E.coli*, *E. hormachei* et *S. aureus*, tandis que *M. communis* a montré une action bactéricide contre les souches cliniques. Le mélange des deux huiles a également montré une activité bactéricide. En ce qui concerne l'activité antioxydante, le myrte a montré une capacité antioxydante plus élevée que l'*Artimisia*.

**Mots-clés** : *Myrtus communis*, *Artimisia herba alba*, huiles essentielles, activité antimicrobienne, activité antioxydante.

# Abstract

In this study, we evaluated the antimicrobial and antioxidant activity of the essential oils of *Artemisia herba alba* and *Myrtus communis* in vitro. These plants are widely used in traditional medicine worldwide. The results show that the essential oils of *Artemisia herba alba* and *Myrtus communis* have strong antibacterial activity against the tested strains. The inhibition zones ranged from 12 to 39 mm for *Artemisia herba alba*, and from 13 to 26 mm for *Myrtus communis*, and between 14 and 39 mm for the mixture of both oils. Furthermore, *Artemisia herba alba* was found to be bactericidal against certain strains such as *E. coli*, *E. hormachei*, and *S. aureus*, while *M. communis* exhibited bactericidal action against clinical strains. The combination of the two oils also showed bactericidal activity. Regarding antioxidant activity, myrtle demonstrated a higher antioxidant capacity than *Artemisia*. Keywords: *Myrtus communis*, *Artemisia herba alba*, essential oils, antimicrobial activity, antioxidant activity.

**Keywords:** *Myrtus communis*, *Artemisia herba alba*, essential oils, antimicrobial activity, antioxidant activity

# Table Des Matières

		Page
Dédicace	.....	I
Remerciements	.....	II
ملخص	.....	III
Résumé	.....	IV
Abstract	.....	V
Liste des figures	.....	VI
Liste des tableaux	.....	VII
Liste des abbreviations	.....	VIII

## *Partie bibliographique*

### **Généralités sur les plantes médicinales**

Introduction	.....	01
I.1. Les plantes médicinales	.....	03
I.2. Histoire des plantes médicinales et aromatiques	.....	03
I.3. Domaine d'application des plantes médicinales	.....	03
I.4. La cueillette et le séchage des plantes médicinales	.....	04
I.4.1. La cueillette	.....	04
I.4.2. Le séchage	.....	04
I.5. Conservation et stockage	.....	04
I.6. Mode d'utilisation des plantes médicinales	.....	05
I.7. Métabolite secondaire des plantes médicinales	.....	05
I.7.1. Définition	.....	05
I.7.2. Les principaux composés bioactifs des plantes médicinales	.....	06
I.8. Présentation de la plante <i>Artimisia herba alba</i>	.....	07
I.8.1. Description botanique	.....	07

I.8.2. Noms vernaculaire	.....	08
I.8.3. Classification (systématique)	.....	08
I.8.4. Répartition géographique	.....	09
I.8.4.1. Au niveau mondial et local	.....	09
I.8.5. Composition chimique	.....	09
I.8.6. L'huile essentielle d' <i>Artimisia herba alba</i>	.....	10
I.9. Généralités sur le genre <i>Myrtus</i>	.....	10
I.9.1. Distribution de genre « <i>Myrtus</i> » dans le monde	.....	11
I.9.2. En Algérie	.....	11
I.10. Description botanique de la plante <i>Myrtus communis</i>	.....	12
I.11. Utilisations et intérêt biologique	.....	13
I.11.1. Les huiles essentielles de <i>Myrtus communis L.</i>	.....	13

### Généralités sur les huiles essentielles

II. Les huiles essentielles	.....	14
II.1. Définition des huiles essentielles HE	.....	14
II.2. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles	.....	14
II.2.1. Propriétés chimiques	.....	14
II.2.2. Propriétés physiques	.....	15
II.3. Techniques d'extraction des huiles essentielles	.....	16
II.3.1. Distillation	.....	16
II.3.2. Hydrodistillation	.....	16
II.3.3. Entraînement à la vapeur d'eau	.....	17
II.3.4. Hydro-diffusion	.....	18
II.3.5. Extraction à froid	.....	19
II.3.6. Extraction assistée par micro-ondes	.....	20
II.3.7. Extraction par les solvants et les graisses	.....	21
II.4. Extraction par du CO <sub>2</sub> supercritique	.....	22
II.5. L'extraction par enfleurage	.....	22
II.6. Domaine d'application	.....	23
II.7. Toxicité	.....	24

### *Les infections nosocomiales*

III. Généralités sur les infections nosocomiales	.....	26
III.1.1. Les principales infections nosocomiales	.....	26
III.1.2. Mode de transmission des agents infectieux	.....	27
III.1.2.1. Une origine endogène	.....	27
III.1.2.2. Voie exogène	.....	27
III.1.3. Les facteurs de risque infectieux	.....	28
III.1.4. Pathogènes impliqués dans les infections nosocomiales	.....	29
III.1.5. Agents pathogènes cibles	.....	30
III.1.5.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	.....	30
III.1.5.2. <i>Pseudomonas auroginosa</i>	.....	31
III.1.5.3. <i>Escherichia coli</i>	.....	34
III.1.5.4. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	.....	36
III.1.5.5. <i>Enterobacter</i> sp	.....	37
III.1.6. La résistance bactérienne aux antibiotiques	.....	38
III.1.7. Mécanisme d'action des huiles essentielles	.....	39

### *Partie expérimentale*

I.1. Matériel végétale	.....	40
I.1.1. Récolte	.....	40
I.1.2. Séchage	.....	42
I.2. Huiles essentielles	.....	42
I.2.1. Procédé d'extraction	.....	42
I.2.2. Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation	.....	42
I.2.3. Détermination de rendement d'extraction	.....	43
I.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne	.....	43
I.3.1. Milieux de cultures utilisées	.....	43
I.3.2. Les souches bactériennes testées	.....	44
I. 4. Antibiogramme	.....	44
I.4.1. Méthode de diffusion en milieux gélosé (diffusion en puits)	.....	45
I.4.2. Technique	.....	46

I.5.Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI	.....	46
I.6. Détermination de la concentration minimale CMB	.....	47
I.7.Activités antioxydants	.....	49
I.8.Teste de piégeage du radical libres DPPH	.....	49
I.9.Test de frape (Pouvoir Réducteur)	.....	50

## *Résultats et discussion*

II.1.Matériel végétal	.....	51
II.2. Etude de la sensibilité à l'huile essentielle et à l'antibiotique	.....	52
II.3.Détermination des concentrations minimales inhibitrice (CMI) et bactéricide (CMB)	.....	57
II.4.Activité antioxydant	.....	62
II.5.Piégeage de radical DPPH (2.2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)	.....	62
II.5.1Détermination d'IC 50	.....	62
II.5.2Test de Frap (ferric reducing antioxidant power)	.....	64
Conclusion	.....	67
References	.....	
Annexes	.....	

# Liste Des Figures

Figure N°		Pages
Figure N° 1	<i>Artemisia herba alba</i>	07
Figure N° 2	Morphologie générale de la plante d' <i>Artemisia herba alba</i>	08
Figure N° 3	Distribution géographique d ' <i>Artemissia herba halba</i>	09
Figure N° 4	Distribution du genre <i>Myrtus</i>	12
Figure N° 5	Caractéristiques morphologiques de <i>Myrtus communis L</i>	12
Figure N° 6	Schéma du principe de la technique d'extraction par hydro-distillation	17
Figure N° 7	Schéma du principe de la technique d'extraction par entraînement à la vapeur	18
Figure N° 8	Schéma du principe de la technique d'extraction par hydro-diffusion	19
Figure N° 9	Technique d'extraction à froid	20
Figure N° 10	Schéma du principe de la technique d'extraction assisté par micro-ondes	21
Figure N° 11	Schéma du principe de la technique d'extraction par enfleurage	23
Figure N° 12	Les principales infections nosocomiales en pourcentage (%)	27
Figure N° 13	Observation microscopique de <i>Staphylococcus aureus</i>	30
Figure N° 14	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , vue au microscope électronique à balayage	32
Figure N° 15	Observation microscopique d' <i>Escherichia coli</i>	35
Figure N° 16	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	37
Figure N° 17	Mode d'action des antibiotiques	39
Figure N° 18	<i>Artemisia herba-alba</i>	40
Figure N° 19	<i>Myrtus communis</i>	40
Figure N° 20	Situation géographique de la région de Béchar montrant la station de récolte de l'Armoise blanche	41
Figure N° 21	Situation géographique de la région montrant la station de récolte de <i>Myrtus communis</i> .(Google maps).	41
Figure N° 22	Méthode extraction huile essentielle Clevenger	43
Figure N° 23	Méthode d'obtention des puits sur milieu culture solide	45
Figure N° 24	Schéma de la détermination de la CMI	48
Figure N° 25	Schéma de la détermination de la CMB	49
Figure N° 26	Equation du radical DPPH transforme en DPPHH	50

Figure № 27	Rendement d'extraction des huiles essentielle d ' <i>Artimisia herba halba</i> et <i>Myrtus communis</i>	52
Figure № 28	Aromatogramme et Antibiogramme d'E. auxiensis (clinique).	53
Figure № 29	Aromatogramme et Antibiogramme de <i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 70603	53
Figure № 30	Aromatogramme et Antibiogramme de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (clinique).	54
Figure № 31	Aromatogramme et Antibiogramme de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	54
Figure № 32	Aromatogramme et Antibiogramme d'E.coli ATCC25922	54
Figure № 33	Aromatogramme et Antibiogramme de <i>S.aureus</i> (clinique).	54
Figure № 34	Aromatogramme et Antibiogramme d'E. hormacheii (clinique).	54
Figure № 35	Aromatogramme et Antibiogramme d'E.coli (clinique)	54
Figure № 36	Concentration minimale inhibitrice des huiles essentielles d ' <i>Artimisia herba alba</i> vis-à-vis les souches testés	58
Figure № 37	Concentration minimale inhibitrice des huiles essentielles de <i>Myrtus communis</i> vis-à-vis les souches testés	58
Figure № 38	Concentration minimale inhibitrice des huiles essentielles de <i>Myrtus communis</i> et <i>Artimisia herba alba</i> vis-à-vis les souches testés.	61
Figure № 39	Teste de réduction de radical DPPH	62
Figure № 40	Pourcentage d'inhibition de DPPH en présence des huiles essentielles et acide ascorbique	63
Figure № 41	Test du pouvoir anti oxydant par réduction du fer (FRAP :ferric reducing antioxidant power	65
Figure № 42	Pouvoir réducteur des huiles essentielles <i>Myrtus communis</i> et <i>Artimisia herba alba</i> et acide ascorbique	66

# Liste Des Tableaux

Tableau N°		Page
Tableau N° 1	Noms vernaculaire d' <i>Artemisia herba alba</i> .	08
Tableau N° 2	Principaux microorganismes impliqués dans les infections nosocomiales	29
Tableau N° 3	Taxonomie de <i>Staphylococcus aureus</i>	31
Tableau N° 4	Taxonomie de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	33
Tableau N° 5	Taxonomie d' <i>Escherichia coli</i>	34
Tableau N° 6	Taxonomie de <i>Klebsiella pneumoniae</i>	36
Tableau N° 7	Taxonomie d' <i>Enterobacter sp</i>	38
Tableau N° 8	Cordonnés des plantes médicinales	40
Tableau N° 9	Milieu de culture utilisée	43
Tableau N° 10	Les souches bactériennes utilisées	44
Tableau N° 11	Contenu des puits de l'antibiogramme	46
Tableau N° 12	Rendement d'extraction en (%) d ' <i>Artemisia herba- alba</i> et <i>Myrtus Comminus</i>	51
Tableau N° 13	Résultats de l'antibiogramme des deux plantes	53
Tableau N° 14	Valeurs des paramètres antimicrobiens des huile essentielles d' <i>Artemisia herba alba</i> exprimés en %	57
Tableau N° 15	Valeurs des paramètres antimicrobiens de l'huile essentielle de <i>Myrtus communis</i> exprimés en %	59
Tableau N° 16	Valeurs des paramètres antimicrobiens de mélange huile essentielles d' <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Myrtus communis</i> exprimés en %	60
Tableau N° 17	Valeur de la concentration inhibitrice <sup>50</sup> de huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Myrtus communis</i> et de l'acide ascorbique obtenus par test de DPPH	63

Tableau № 18	Valeurs de la concentration efficace 50 de l'huile essentielle et de l'acide ascorbique	65
--------------	---	----

# Liste Des Abréviations

HE	Huile essentielle
ATCC	American Type Culture Collection
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
CMB	Concentration Minimale Bactéricide
TTC	2,3,5-diphenyltetrazolium Chloride
EDS	Eau distillée stérile
DPPH	1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
FRAP	Pouvoir antioxydant de réduction de fer (Ferric Reducing Antioxydant power )
CI50	Concentration inhibitrice 50
CE50	Concentration efficace 50
MH	Mueller-Hinton
µl	Microlitre.
%	Pourcentage.
ATB	Antibiotique.
CLSI	Clinical Laboratory Standard Institute.
DMSO	Dimethyle sulfooxide.
GN	Gélose nutritive.
Ph	Potentiel d'Hydrogène.
UFC	Unité Formant des Colonies
Mg	Milligramme.
T	Température





# *Introduction*

C'est la nature qui s'est toujours avérée être le refuge de l'homme et son sauveur de nombreuses maladies pendant une longue période. Dans le monde, les plantes ont toujours été utilisées comme médicament. Les médicaments à base des plantes sont considérés comme peu toxiques et doux par rapport aux médicaments pharmaceutiques (Dibong et *al.*, 2011).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), près des 80% de la population dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire (OMS, 2013), Ainsi de nombreuses études *in vitro* ont été réalisées par des médecins et des pharmaciens biologistes avec des résultats concluants.

L'Algérie, pays connu par ses ressources naturelles, dispose d'une flore singulièrement riche et variée. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15 % sont endémiques et appartiennent à plusieurs familles botaniques (Kahlouche-riachi, 2013) . Ces plantes sont le réservoir de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structures chimiques. Elles possèdent d'éventuelles activités biologiques et sont utilisées en médecine traditionnelle pour prévenir et guérir les maladies infectieuses (Boudjelal, 2013).

Les infections acquises à l'hôpital sont une réalité préoccupante surtout dans les services à haut risque tel que le service de chirurgie, qui recrute des patients extrêmement vulnérables à la colonisation et par conséquent à l'infection. Parmi les micro-organismes les plus incriminés dans ces infections *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* (OMS, 2017). Depuis leur apparition, les antibiotiques sont restés le moyen privilégié de lutte contre les infections bactériennes. Cependant, suite à l'utilisation anarchique, inadéquate et abusive de ces derniers en santé humaine et vétérinaire, on assiste aujourd'hui à l'émergence des bactéries multi résistantes (Toty et *al.*,2013). C'est pour cela qu'ils souhaitent prendre des mesures afin de lutter contre la résistance aux antibiotiques par des antibiotiques efficaces pour notre système de santé. Les pistes de recherche sont nombreuses mais l'exploration des ressources naturelles apparait plus prometteuse, car celles-ci constituent par leur biodiversité, la plus grande réserve des substances actives (Guinoiseau, 2010). Les huiles essentielles constituent un complexe des molécules

bioactives sont connues pour leur pouvoir inhibiteur contre les bactéries pathogènes et multi résistantes (Tasson et Nychas ,1995). Par ailleurs, L'activité antimicrobienne des huiles essentielles est connue de façon empirique depuis l'Antiquité. *Artemisia herba-alba* et *Myrtus communis* sont deux plantes médicinales ancestrales, originaires des régions méditerranéennes, dont les propriétés thérapeutiques sont largement reconnues depuis des siècles. L'Armoise blanche est appréciée pour ses effets antispasmodiques, anti-inflammatoires et antioxydants, tandis que le Myrte commun est utilisé pour ses propriétés antiseptiques, anti-inflammatoires et expectorantes. Leur longue histoire d'utilisation dans la médecine traditionnelle témoigne de leur importance dans la recherche de solutions naturelles pour la santé.

Cette étude étudie l'impact des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* et de *Myrtus communis* sur les bactéries nosocomiales résistantes, en explorant leurs propriétés antibactériennes et antioxydantes. L'objectif est d'évaluer si ces huiles peuvent combattre les infections bactériennes résistantes tout en offrant une protection contre les dommages oxydatifs. Les résultats pourraient ouvrir de nouvelles voies thérapeutiques contre les infections nosocomiales résistantes et offrir des perspectives prometteuses pour la santé.





# *Partie bibliographique*

### **I.1. Les plantes médicinales**

Une plante médicinale est une plante qui contient des composés actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies. Ce qui est intéressant c'est que certaines plantes renferment toute une gamme de substances efficaces qui peuvent avoir des actions très différentes en fonction de la façon dont elles sont préparées (Schauenberg et Paris, 2005).

Les plantes aromatiques contiennent des huiles essentielles qui diffèrent selon leur environnement et leur nature physiologique. Comme l'ont souligné Baby et Samuel (2007). Le climat joue un rôle important dans la répartition de ces plantes, en fonction de leur capacité d'adaptation, par exemple les plantes de désert, comme l'absinthe et le cèdre sont connues pour leur tolérance à la chaleur et la sécheresse. Tandis que des plantes comme la lavande et la camomille préfèrent des environnements plus tempérés (Gad, 2011).

### **I.2. Histoire des plantes médicinales et aromatiques**

Leur histoire est souvent liée à celle de l'humanité. Déjà depuis l'Égypte antique (environ quatre mille cinq cent ans avant Jésus-Christ) l'homme utilise largement des huiles balsamiques. Les onguents parfumés, les résines aromatiques, les épices et les végétaux odoriférants en rites en magie, en thérapeutique, en alimentation ainsi que dans les pratiques de la vie courante (Obsame-ongou, 2009). Les dernières décennies, la plante médicinale effectue un retour en force. L'OMS a estimé en 2007 qu'environ 80% de la population des pays en voie de développement en recourt à la médecine traditionnelle pour leur besoin de santé primaire (Elmaskaoui *et al.*, 2008).

### **I.3. Domaine d'application des plantes médicinales**

Les substrats naturels issues des végétaux ont des intérêts multiples dans l'industrie alimentaire, en cosmétologie, en dermatopharmacie et en agriculture. Parmi ces composés, on retrouve dans une grande mesure les métabolites secondaires qui se sont surtout illustrés en thérapeutique. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche explore chez les plantes des molécules actives nouvelles ou de la matière première pour la semi-synthèse (Bhorun, 1997).

L'intérêt progressif de l'utilisation des plantes médicinales dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement a connu un progrès intense, parce que les herbes

fines guérissent sans effet secondaire défavorable. Ainsi la recherche de nouvelles drogues demeure un choix normal (Mohammedi ,2013).

#### **I.4. La cueillette et le séchage des plantes médicinales**

##### **I.4.1. La cueillette**

Les propriétés des plantes dépendent essentiellement de la région de production, période et technique de cueillette. La cueillette est liée à la variation climatique et saisonnière, pour déterminer les propriétés d'une plante il est nécessaire de prendre en considération la partie utilisée, morphologie, couleur. Nature et saveur (Chemar ,2012). La cueillette des plantes s'effectue en temps sec, après le lever de soleil et à la disparation de la rosée (Chemare, 2012).

Il est essentiel de récolter les plantes dans des zones non polluées et saines, sans présence d'insectes ou de champignons nuisibles. Le timing de la récolte varie en fonction de la partie de la plante.

- Les feuilles : au printemps ou en été.
- Les fleurs lorsqu'elles commencent à s'ouvrir.
- Les fruits et les baies dès qu'ils sont mûrs.
- L'écorce : prélevée au printemps ou en automne.
- Les racines : en automne.

##### **I.4.2. Le séchage**

Le fait de séparer, couper ou détacher une partie d'un organisme végétale déclenche un certain nombre de transformation biologique dans la partie prélevée si la plante n'est pas étalée a l'air en fines couche, elle court le risque de s'abimer. En réalité sécher une plante n'est rien de plus que la débarrasser progressivement de son humidité pour assurer un bon conservation et évite la dégradation de certain consistant et la prolifération bactériennes (Blot *et al.*, 2012). Selon (Teucher *et al.*, 2005) l'idéal serait de faire sécher les plantes à l'ombre par temps chaud dans un endroit vaste et bien ventilé.

#### **I.5. Conservation et stockage**

Les plantes médicinales doivent être stockées à l'abri de la lumière, de l'air et de l'humidité, dans des contenants en porcelaine, en faïence ou en verre teinté, des boîtes sèches en verre blanc, des sacs en papier ou des caisses. Cette méthode est essentielle pour les plantes qui subissent des changements chimiques sous l'effet des rayons ultraviolets. Les plantes riches

en composés volatils et sujettes à l'oxydation doivent être conservées dans un environnement hermétique (Dupont , 2015).

### **I.6. Mode d'utilisation des plantes médicinales**

Avant d'être utilisées comme médicaments. Les plantes médicinales font l'objet de différentes préparations pour extraire leurs principes actifs, cela permet de garantir l'efficacité des médicaments à base de plantes.

### **I.7. Métabolite secondaire des plantes médicinales**

Les plantes ont une importance capitale pour la survie de l'homme et de l'écosystème. Les métabolites sont les molécules issues du métabolisme des végétaux ou d'animaux. on distingue deux classes : métabolisme primaire et métabolites secondaires. (Hartmann, 2007).

Les métabolites secondaires produits des métabolites en faible quantité. Sont d'une grande variété structurale (Hartmann, 2007).

#### **I.7.1. Définition**

Métabolisme secondaire sont des molécules organiques complexe synthétisées et accumulées en petite quantité par les plantes autotrophes (Abderrazak et Joel ,2007). Ils sont produits en faible quantité. Il existe plus de deux cent mille (200000) métabolites secondaires classés selon leur appartenance chimique (Cuendet ,1999) les métabolites secondaires jouent un rôle dans la défense contre les prédateurs et les maladies et ont un rôle multi environnement (Baharun ,1997). Ils contribuent ainsi à la survie de l'organisme dans son écosystème. Ils ont essentiellement pour rôle d'accroître la compétitivité de l'organisme qui la biosynthèse en lui conférant un avantage sur d'autres organismes (Coffi *et al.*, 2012).

#### **I.7.2. Les principaux composés bioactifs des plantes médicinales**

Les métabolites secondaires sont caractéristiques des plantes supérieures. Ils sont répartis en trois grandes familles chez les végétaux, sur la base de leurs voies de biosynthèses : les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes (Guitton,2010).

➤ Les composés phénoliques (les polyphénols) :

Les polyphénols ou les composés phénoliques sont des métabolites secondaires, d'un poids moléculaire élevé. Ils sont largement répandus chez les plantes et forment une grande classe de produits chimiques aux niveaux des tissus superficiels et sont très importants dans

la contribution à la couleur et au goût des fruits et végétaux (Ait Said, 2007). Ils comptent plus de 8000 composés différents (Middleton *et al.*, 2000).

D'après Duval (1978) et Harbonne (1994), l'expression composés phénoliques regroupe de nombreuses substances organiques de structure aromatique portant un groupement hydroxyle; la molécule mère est le phénol dont le corps cyclique et de format  $C_6H_5OH$ .

#### ➤ Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont des composés naturels présents dans les plantes. Ils ont une structure chimique qui comprend à la fois un groupe carboxyle et un groupe hydroxyle phénolique (Hamadache, 2011). Les acides phénoliques peuvent dériver principalement de l'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique.

Ils ont un groupe  $COOH$  et peuvent se trouver sous forme de glycoside ou d'esters. Ces composés sont solubles dans le solvant polaire. Les acides benzoïques et les acides cinnamiques sont parmi les principaux acides phénoliques (Bendahou *et al.* 2008).

#### ➤ Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont le groupe le plus représentatif des composés phénoliques. Largement distribués dans les feuilles, fruits, graines, écorces et d'autres parties des plantes. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux. Ils interviennent aussi dans les processus de défense contre les rayonnements UV (ultraviolet). Les herbivores, les microbes, les pollinisateurs et de signalisation et de communication (interaction légumineuse/rhizobium). Certains ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales et sont connus principalement pour leur activité antioxydante (Nacoulma, 2013).

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont : les flavones, les isoflavandiol, les aurones, les chalcones, les anthocyanines et ont tout le même squelette de base à quinze atomes de carbone qui sont arrangés à une configuration ( $C_6-C_3-C_6$ ) du diphenylpropane (Nacoulma, 2013).

#### ➤ Les tanins

Les tanins sont un groupe des polyphénols à haut poids moléculaire très répandus dans le règne végétal particulièrement dans certaines familles (fagacées, rosacées, conifères) et se trouvent dans divers organes : l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les graines, ce sont

des molécules fortement hydroxylées ayant la capacité de former des complexes insolubles (Bendahou *et al.*, 2008).

### I.8. Présentation de la plante *Artemisia herba alba*

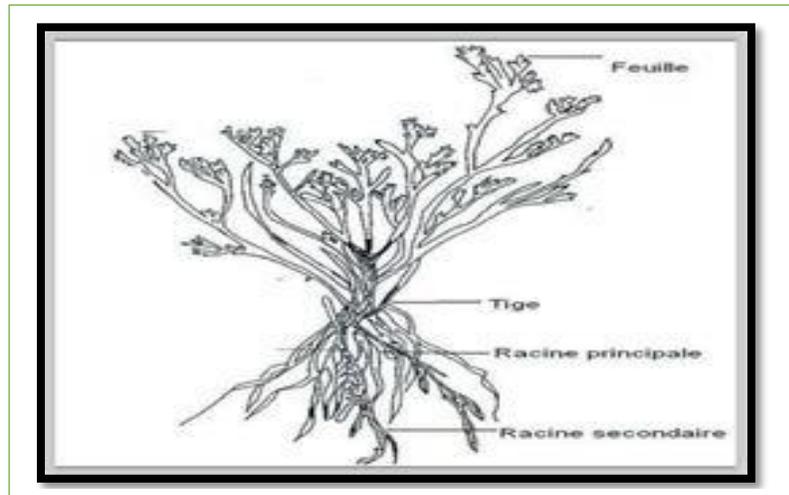
Connue depuis des millénaires, *Artemisia herba alba* (l'armoise blanche) a été décrite par l'historien grec Xénophon, dès le début de l'IV<sup>e</sup> siècle av .JC dans les steppes de la Mésopotamie. Elle a été répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Jordan Claudio de Assoy de Rio. C'est une plante essentielle fourragère, très appréciée par le bétail et surtout dans les steppes algériennes comme pâturage d'hiver (Messali, 2011). Sa croissance végétative a lieu à l'automne (feuilles de grande taille) puis de la fin de l'hiver et au printemps (feuilles plus petites). La floraison commence en juin et se développe essentiellement en fin d'été (Gharbi *et al.*, 2008). Plus de 300 différentes espèces de ce genre (figure N°01) se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, de l'Afrique du nord, ainsi que d'Asie (Proksch, 1992).



Figure N° 01 : *Artemisia herba alba* (Belghit et Harats, 2019).

#### I.8.1. Description botanique

C'est un arbuste (figure N° 01) vivace de 30 à 60 cm de haut, à petites feuilles denses et poilues sessiles avec un tronc épais et les tiges ligneuses et ramifiées. Les fleurs sont jaunes et composées, chacune de trois à huit fleurs sur chaque tige qui sont toutes hermaphrodites. Les fruits sont cendrés (Gharabi *et al.*, 2005).



**Figure N° 02 :** Morphologie générale de la plante d'*Artemisia herba alba* (Eloukili, 2013).

### I.8.2. Noms vernaculaire

**Tableau N° 01 :** Noms vernaculaire d'*Artemisia herba alba*.

Nom scientifique	<i>Artemisia herba alba</i>	Quezel et santa	1963
Nom local	En arabe : Chih	<b>Seddiek et al</b>	<b>2011</b>
	En tamazigh : Ifsi	<b>El Rhaffari</b>	<b>2008</b>
Nom en français	Armoise blanche	<b>El Rhaffari</b>	<b>2008</b>
Nom en anglais	White wormwood	<b>Abass</b>	<b>2012</b>
Nom en Italie	Assenzio romano	<b>Seddiek et al</b>	<b>2011</b>

### I.8.3. Classification (systématique)

Dans le genre *Artemisia* on compte trois espèces dans le Sahara et le steppe *Artemisia compeisiris* 1 *Artemisia herba alba* asso et *Artemisia judaica* il existe une autre espèce de *Artemisia* qui se trouve généralement au nord du pays appelée *Artemisia arborescence* (Houamel,2018) .

## I.8.4. Répartition géographique

### I.8.4.1. Au niveau mondial et local

L'espèce *Artemisia herba alba* pousse dans l'ensemble des pays du bassin méditerranéen (Nabli, 1989), (figure N° 01). C'est une plante steppique des régions irano-touraniennes, prédominante dans les steppes d'Espagne ainsi que dans le désert Sinaï (Segal et al., 1987) ce genre est absente des zones littorales nord et se raréfie dans l'entraine sud (Nabli, 1989).

En Algérie, l'armoise blanche se trouve dans la zone steppique. Elle s'étend sur une bande longue de 12000 km, allant de la frontière tunisienne jusqu'à la frontière marocaine. Elle est présente aussi dans les zones présahariennes. *A. herba alba* couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (Eloukili, 2013). Elle est très présente dans des hauts plateaux, les zones steppiques et au Sahara centrale dont le taux de recouvrement estimé entre 10 à 60%. On trouve également dans des zones proches du littoral (Bendahou, 2007).



Figure N° 03 : Distribution géographique d' *Artemisia herba alba* (Aughuirti, 2022).

## I.8.5. Composition chimique

*Artemisia herba alba* constitue un fourrage particulièrement intéressant en effet ; la plante présente un taux de cellulose beaucoup moins élevés que ne laisse préjuger son aspect (17 à 33%).

La matière sèche apporte entre 6 et 11 % de matière protéique brute dont 72% est constitué d'acides aminés .le taux de  $\beta$ -carotène varie entre 1.3 et 7 mg/kg selon les saisons (Da Silva ,2004).

La valeur énergétique de l'armoise blanche est très faible en hiver (0.2 à 0.4 uf/kg .ms).augmente rapidement au printemps (0.92 uf/kg ms) pour diminuer ont été (0.6 uf/kg ms).en automne .les pluies de septembre provoquant une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0.8uf /kg ms) (Eloukili, 2013)

*Artemisia herba alba* est une plante riche en métabolite secondaires. Parmi ces métabolites on trouve des constituant volatiles .L'huile essentielle .des constituant non volatiles tel que les flavonoïdes et sesquiterpènes lactones qui offrent une vertu médicinale .en plus des sesquiterpènes lactones et des flavonoïdes l'analyse photochimique a montré que la composition des huiles essentielles d '*Artemisia herba alba* est riche en mono terpènes. triterpènespentacyc –liques .santonines .coumarines et tanins (Mohamed *et al.*,2010).

#### **I.8.6. L'huile essentielle d'*Artemisia herba alba***

Les huiles essentielles ont une action protectrice en stimulant le système immunitaire contre les infections. Les bactéries et les virus .C'est aussi un désinfectant, face au développement des bactéries et développent de leur résistance .C'est pourquoi des antibiotiques plus puissants sont produits .Cela nous pousse à nous tourner vers les huiles essentielles comme alternative .son efficacité prouve là ou certains antibiotiques sont maintenant échoué (Valent, 1980).

#### **I.9. Généralités sur le genre *Myrtus***

Les myrtacées constituent un modèle de choix pour l'étude de l'évolution chez les angiospermes .puisque les genres sont caractérisés par un nombre important en espèce. Nous citons quelques exemples, le genre *syzygium* contient entre 1200 et 1500 espèces (Biffin *et al.*, 2010). *Eugenia* inclue approximativement 1050 espèces et *eucalyptus* environ 700 espèces (Brooker, 2000).

En Algérie la plante sauvage connue sous le nom de «al -rihan» ou «halmouche » pousse très bien dans de nombreuses régions. Sur des monticules ou des collines .Dans des zones côtières ou dans des zones plus reculées. Dans certain régions sur des monticules ou des collines .dans des zones côtières ou dans des zones plus reculées .dans certain région .Son utilisation est

recommandée pour abaisser la glycémie ainsi que pour améliorer la digestion .Cependant sont utilisation principale est conseillée pour le pour le traitement respiratoires (Zagouli et *al.*, 2012).

### **I.9.1. Distribution de genre «*Myrtus*» dans le monde**

Le myrte commun est une plante méditerranéenne qui pousse dans plusieurs régions telles que les macaroniste (madere et les accords), l’Iran et l’Afghanistan à 500 m d’altitude .plus de 15 genres et 450 espèces environ se trouvent dans les régions suivantes : l’Asie de sud-est. L’Australie du nord-est .les iles du pacifique.la Nouvelle-Calédonie et enfin la nouvelle Zélande (Migliore et *al.*, 2017).

Le *Myrte commun* évolue dans des climats subhumides, humide et per humides sur un substrat le plus souvent siliceux et calcaire .a variante chaude a tempérée .il est la seule espèce de la famille des myrtacées qui existe à l’état naturel (Wahid,2013).le myrte pousse généralement dans les zones situées entre 500 et 600m au-dessus du niveau de la mer. En particulier dans les forêt de pins et le berges des montagnes du Taurus en Turquie (Aydin et *al.*, 2007)

### **I.9.2. En Algérie**

Le *Myrte commun* s’accroît sur l’Atlas tellien et les régions côtières d’Alger et de Constantine (Quezel.et *al.*,1962) .Mais également dans les forêts du littoral (Kaddem,1990).Le myrte nivelle (*Myrtus nivellei*) qui est une espèce qui pousse au désert (Sahara).on se trouve dans le Hoggar et tassili.

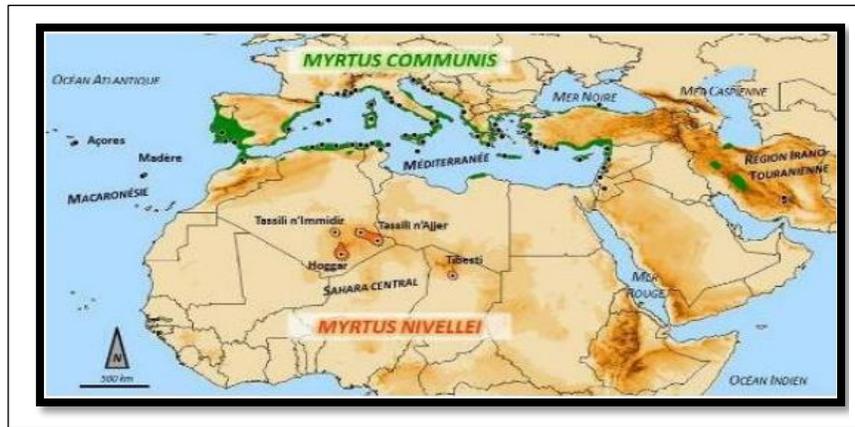


Figure № 04 : Distribution du genre *Myrtus* (Bouzabata, 2015)

### I.10. Description botanique de la plante *Myrtus communis*

#### a) Le genre de *Myrtus*

C'est un arbuste avec des feuilles en forme d'œuf (Figure 05) .Qui sont 2à3 fois plus longues que larges .les feuilles ont une nervure en forme de plume .les fleurs sont grandes. Mesurant entre 10 et 15 mm, et elles sont blanches elles ont également deux petit bractées a la base. Qui tombent rapidement .les baies sont en forme d'ovale et mesurent entre 6 et 8 mm .Les branches sont duveteuses quand elles sont jeunes (Quezel et santa 1956).

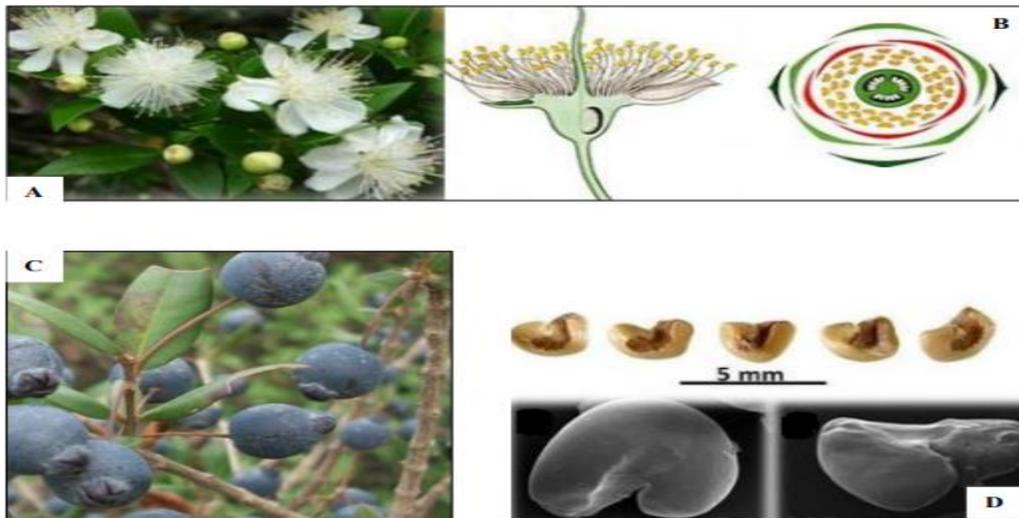


Figure № 05 : Caractéristiques morphologiques de *Myrtus communis* L  
(Bouzabata, 2015)

A: fleurs, B: digramme floral, C: fruits type bleu foncé, D: graines

### **I.11. Utilisations et intérêt biologique**

Le *Myrte commun* a une longue histoire d'utilisation traditionnelle .les feuilles sont été utilisées en infusion pour soulager les inflammations de la gorge et les douleurs abdominales (Baba-aissa,1991) .Les fruits sont également utilisés comme remède .Consommés naturellement ou une infusion .le *Myrte* est réputé pour traiter diverses affections telles que les bronchites .tuberculose pulmonaire .les rhinorrhées. Les sinusites. les diarrhées .les prostatites et les hémorroïdes (Zouhdi et al., 1997).Il est également considéré comme un élément préventif contre les maladies liées au stress oxydatif en raison de sa richesse en composés phénoliques et en huiles essentielles(Christian et al .,2005) (Davod et al.,2006).

#### **I.11.1. Les huiles essentielles de *Myrtus communis* L.**

La composition chimique de l'huile essentielle de Myrte a fait l'objet de nombreuses études. L'huile essentielle de *Myrtus communis* L. entre dans diverses spécialités pharmaceutiques telles que Myrtine inhalante solution pour inhalation par fumigation ou Nazinette du docteur Gilbert pommade nasale (Bouzabata, 2015).



# ***Les huiles essentielles***

## II. Les huiles essentielles

Les plantes de façon générale et aromatiques en particulier, se caractérisent par deux types de métabolismes : primaire fournit les constituants de base en quantité élevée. Les plus importants sont les sucres et leurs dérivés les lipides et les protéines. Le métabolisme secondaire produit des métabolites en faible quantité, mais dont les applications dans différents domaines, en particulier à intérêt pharmaceutique et cosmétique, voir nutritionnel, sont de la plus grande importance. Les huiles essentielles ou essences, font partie de ce groupe de métabolite avec les alcaloïdes et les phénols (Touil, 2018).

### II.1. Définition des huiles essentielles HE

Le terme « huile » s'explique par la propriété que présentent ces composés de se solubiliser dans les graisses et par leur caractère hydrophobe. Le terme « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante. (Anton et Lobstien ,2005 ; Bruneton, 1993).

Selon la pharmacopée européenne l'huile essentielle est un Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition (Berbelet ,2015).

Les huiles essentielles peuvent être synthétisés par tout organe végétal (fleurs, bourgeons, graines, feuilles, brindilles, écorces, herbes, bois, fruits et racines) et stockés dans des cellules sécrétoires, des cavités, des canaux trichomes glandulaires (Anton et Lobstien ,2005).

### II.2. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

#### II.2.1. Propriétés chimiques

##### ▪ L'Indice d'acide Ia

L'indice d'acide témoigne de la « fraîcheur » d'une huile essentielle et permet de vérifier sa qualité, notamment en ce qui concerne sa dégradation avec le temps durant le stockage. Cette méthode convient pour toutes les H.E, sauf pour celles qui sont riches en Lactones. L'indice d'acide correspond à la masse nécessaire d'hydroxyde de potassium KOH (en milligramme) à ajouter à un gramme d'huile, afin de neutraliser tous les acides libres se trouvant dans la prise d'essai. (AFNOR,1985).

▪ **Indice de saponification IS**

L'indice de saponification (Is) correspond à la masse d'hydroxyde de potassium KOH (exprimée en milligrammes) nécessaire pour saponifier les esters et neutraliser les acides non estérifiés contenus dans un gramme de l'huile essentielle. . (AFNOR,1985)

▪ **L'Indice d'ester Ie**

L'indice d'ester correspond à la masse en mg d'hydroxyde de potassium KOH nécessaire pour neutraliser les acides libérés par l'hydrolyse des esters en milieu basique contenus dans 1g d'huile essentielle, à l'aide du dosage en retour de l'excès de potasse par une solution (initialement titrée) d'acide chlorhydrique (Fernandez et Chemat, 2012).

### II.2.2. Propriétés physiques

Les huiles essentielles doivent répondre à des critères physiques imposés par les normes décrit par (Paris et Hurabeille, 1981 ; Bruneton, 1999 ; Ghestem et *al.*, 2001 ; Baser et Buschbauer, 2010).

- Ce sont généralement des liquides à température ambiante, d'odeur aromatique très prononcée.
- Leur consistance est huileuse mais non grasse.
- Les huiles essentielles sont volatiles, ce qui les différencie des huiles fixes.
- Leurs coloration varie de l'incolore au brun clair, à l'exception de celle d'azulène qui est bleue, celle de la cannelle qui est rougeâtre et de l'absinthe qui est verte.
- Leurs densité est en général inférieure à celle de l'eau (de 0.850 à 0.950). Cependant, il existe des exceptions telles que l'huile essentielle de cannelle et de girofle dont la densité est comprise entre 1.025-1.070 et 1.044-1.057, respectivement.
- Leur point d'ébullition varie de 160° à 240° C.
- Entraînables à la vapeur d'eau, elles sont très peu solubles dans l'eau ; elles le sont toutefois suffisamment pour communiquer à celle-ci une odeur nette (eau aromatique).
- Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvants organiques ;
- Les huiles essentielles s'oxydent facilement à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène, en même temps, leurs odeur modifie, leurs point d'ébullition augmente et leurs solubilité diminue ;

- Leurs indice de réfraction est assez élevé, par exemple : coriandre : 1.4620-1.4700 et vétiver bourbon : 1.5220-1.5300, elles sont donc douées de pouvoir rotatoire.

### II.3. Techniques d'extraction des huiles essentielles

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales (Sallé, 2004), Avant de pouvoir utiliser ou analyser les huiles essentielles, il est nécessaire de les extraire de leur matrice, les principales sont basées sur l'entraînement à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. En général, le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles), de la nature des composés physico-chimiques (les flavonoïdes ou les tanins, par exemple), du rendement en huile et de la fragilité de certains constituants des huiles à des températures élevées (Crespo *et al.*, 1991 ; Hellal, 2011).

#### II.3.1. Distillation

C'est une technique d'extraction des huiles essentielles utilisant l'entraînement des substances aromatiques grâce à la vapeur d'eau (Mann, 1987). La technique d'extraction des huiles essentielles utilisant l'entraînement des substances aromatiques grâce à la vapeur d'eau (Bruneton, 1999), signale que le principe de la distillation repose sur la propriété qu'ont les huiles essentielles d'être volatiles sous l'effet de la chaleur, l'huile est alors entraînée par la vapeur d'eau. Après condensation, l'huile essentielle se sépare du distillat par décantation. L'existence d'un azéotrope de température d'ébullition inférieure aux points d'ébullition des deux parties, l'huile et l'eau (Franchomme et Pénéol, 1990). Il existe précisément trois différents procédés utilisant ce principe : l'hydrodistillation, l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodiffusion (Piochon, 2008).

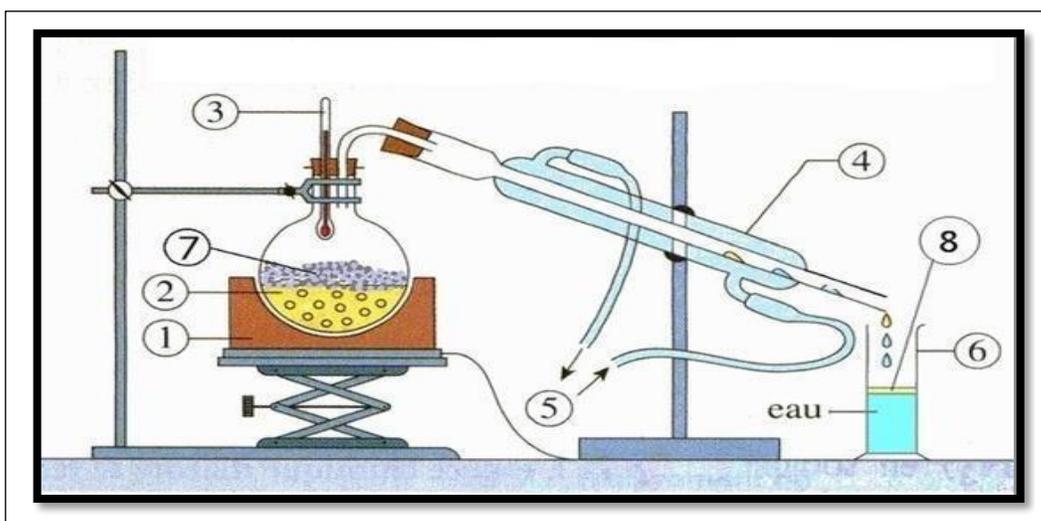
#### II.3.2. Hydrodistillation

L'hydro-distillation proprement dite, est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité (Lucchesi, 2005), Il s'agit de la méthode la plus simple (figure N° 06) et de ce fait la plus anciennement utilisée.

Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur (Figure 06). 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 exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat. Cependant, l'hydro-distillation possède des

limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques (Lucchesi, 2005 ; Elhaib, 2011; Boukhalfa, 2014). La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales.

Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotrope. La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage de la phase aqueuse obtenue lors de la décantation. La durée d'une hydro-distillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter (Lucchesi, 2005).



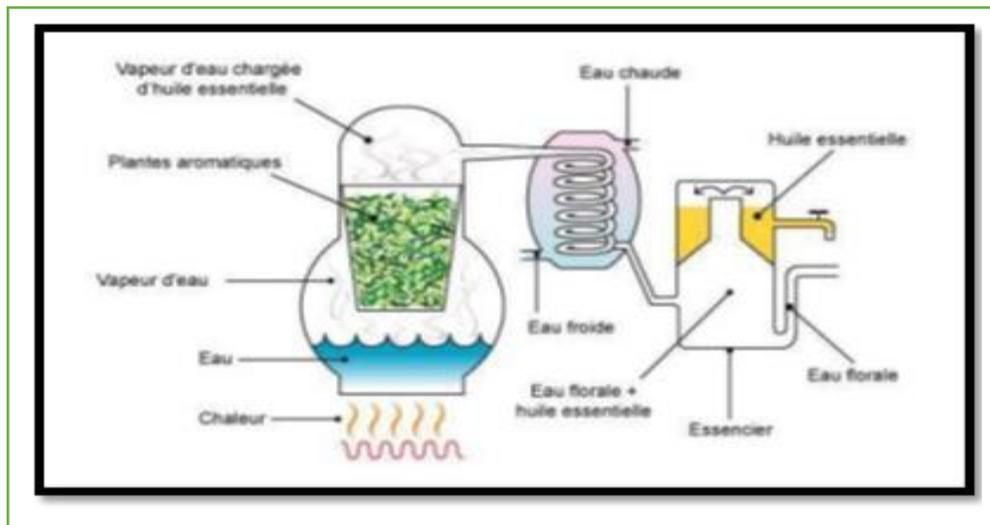
**Figure N° 06:** Schéma du principe de la technique d'extraction par hydro-distillation (Lucchesi, 2005).

1-Chauffe ballon. 2-Ballon. 3-Thermomètre. 4-Réfrigérant. 5- Entrée et sortie d'eau. 6-Erlenmeyer. 7-Matière à extraire l'essence. 8- Couche d'huile essentielles mince

### II.3.3. Entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles (figure N° 07). A la différence de l'hydro-distillation, dans cette technique le matériel végétal à traiter ne macère pas directement dans l'eau, ce dernier est placé sur une grille perforée à travers laquelle passe la vapeur d'eau. La vapeur endommage la structure des cellules végétales et libère les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant. Qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : "l'huile essentielle". Cette méthode apporte une

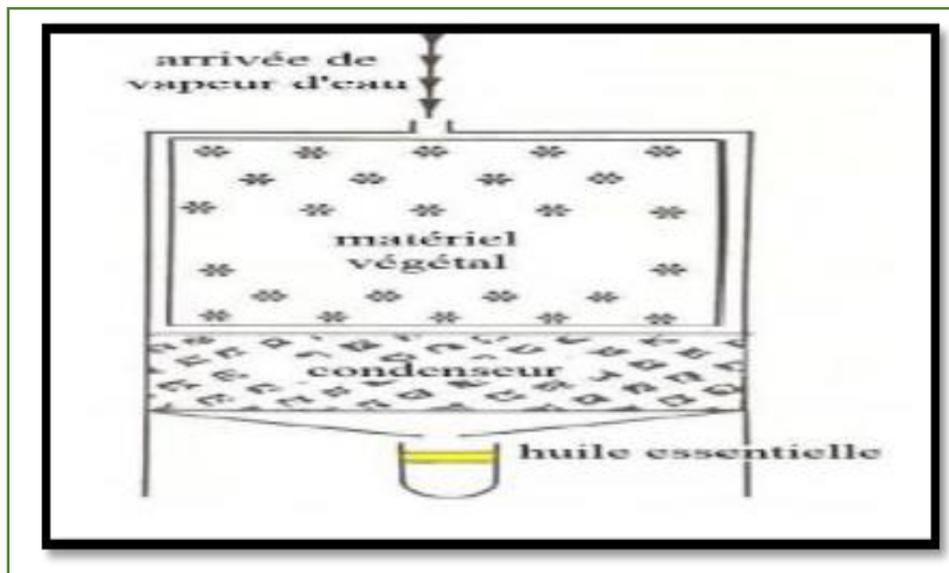
amélioration de la qualité des huiles essentielles en minimisant les altérations hydrolytiques (Bassereau *et al.*, 2007).



**Figure N° 07 :** Schéma du principe de la technique d'extraction par entraînement à la vapeur (Beghit et Harrat, 2019).

### II.3.4. Hydro-diffusion

Cette technique relativement récente consiste à faire passer du haut vers le bas et à pression réduite (0,02 – 0,15 bar), la vapeur d'eau à travers une matrice végétale. L'avantage de cette technique est traduit par l'amélioration quantitative et qualitative de l'huile essentielle (Lucchesi, 2005). (Figure N° 8).



**Figure N° 8** : Schéma du principe de la technique d'extraction par hydrodiffusion (Lucchesi, 2005).

### II.3.5. Extraction à froid

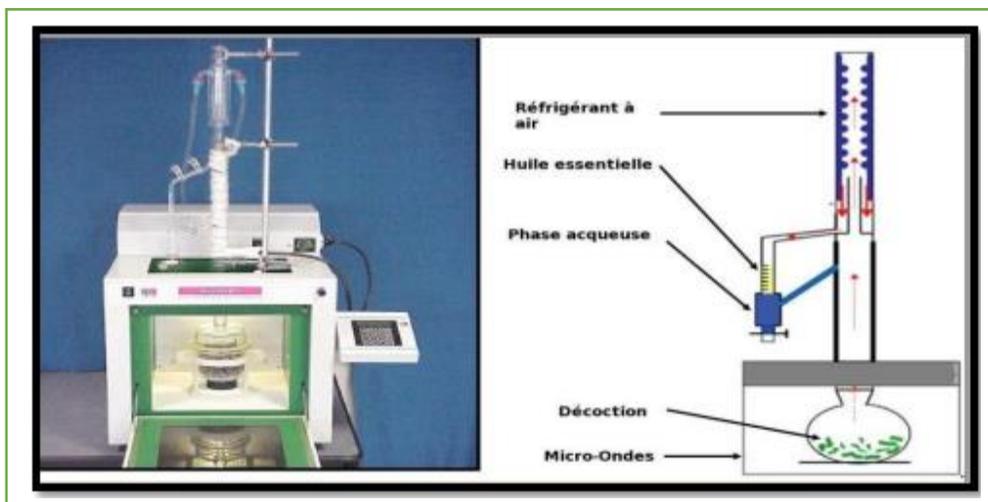
Cette méthode est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpènes et aldéhydes. C'est pourquoi, spécifiquement pour cette catégorie de matière première, est utilisé un procédé totalement différent d'une distillation classique qui est l'expression à froid. Son principe consiste à rompre mécaniquement les poches à essences. L'huile essentielle est séparée par décantation ou centrifugation. Il existe des machines qui rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau (Chaintreau et *al.*, 2003). (figure N° 08).



Figure N° 9 : Technique d'extraction à froid (Lucchesi, 2005).

### II.3.6. Extraction assistée par micro-ondes

Une nouvelle technique appelée hydro-distillation par micro-ondes est apparue au début des années 1990. Dans ce procédé, la matière végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle sans l'ajout d'un solvant organique ou d'eau. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation. Cette technique permet un gain de temps (temps d'extraction est divisé par 5 à 10) et d'énergie (température plus basse). Ce procédé est économique que les méthodes classiques telles que l'hydro-distillation ou l'entraînement à vapeur, il permet aussi un gain de temps et d'énergie L'extraction par micro-ondes de deux kilos de *Menta piperita* permet d'obtenir 1% d'huile Ce procédé est économique que les méthodes classiques telles que l'hydro-distillation ou l'entraînement à vapeur, il permet aussi un gain de temps et d'énergie (Mengal et al., 1993 ; Lucchesi et al., 2004) (figure N°10)



**Figure N° 10** : Schéma du principe de la technique d'extraction assisté par micro-ondes

### II.3.7. Extraction par les solvants et les graisses

Il s'agit d'extrait de plantes obtenues au moyen de solvants non aqueux. Ces derniers peuvent être des solvants usuels utilisés en chimie organique tels que : l'hexane, éther de pétrole, le cyclohexane, l'éthanol, le dichlorométhane et l'acétone. Le solvant choisi, en plus d'être autorisé devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière et l'oxygène, en tenant compte des paramètres techniques, économiques et des propriétés physico-chimiques du solvant, telles que : la constante diélectrique, la miscibilité avec d'autres solvants, sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination ( Hernandez, 2005).

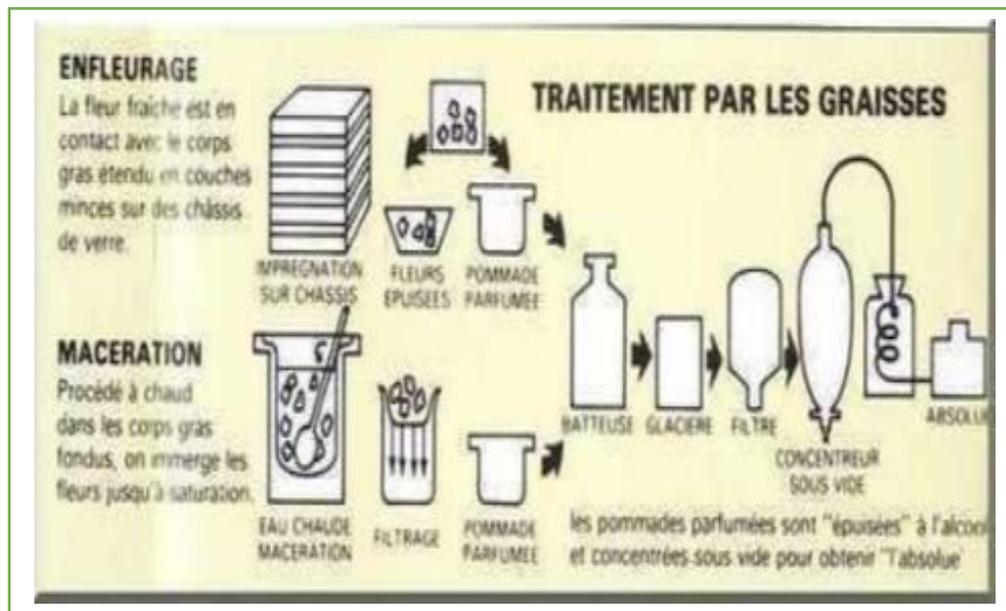
Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau, si bien que les extraits ne contiennent pas uniquement des composés volatils, mais également un bon nombre de composés non volatils tels que des cires, des pigments, des acides gras et bien d'autres (Richars et *al.*, 1992). Dans le cas des extraits à l'aide de corps gras, un lavage à l'éthanol permet l'élimination de ces composés non désirables. La solution alcoolique ainsi récoltée est refroidie jusqu'à  $-10^{\circ}\text{C}$ , pour séparer les cires végétales qui se solidifient. Après distillation de l'alcool le produit obtenu est appelé « absolu » et sa composition se rapproche de celle d'une huile essentielle (Proust 2006). L'extraction à l'aide de solvants organiques pose des problèmes de toxicité (Bruneton 1999).

#### II.4. Extraction par du CO<sub>2</sub> supercritique

L'originalité de cette technique d'extraction réside dans le type de solvant employé : le CO<sub>2</sub> supercritique. Au-delà du point critique (P=73,8 bars et T= 31,3°C), l'avantage de cette technique est de combiner les caractéristiques des gaz et des liquides pendant le processus d'extraction, de sorte que les processus de dégradation possibles tels que l'oxydation ou l'isolement sont réduits au minimum. Ceci est dû à la réduction du temps d'extraction, le CO<sub>2</sub> possède des propriétés intermédiaires entre celles des liquides et celles des gaz, ce qui lui confère un bon pouvoir d'extraction, et qui est plus facilement modulable en jouant sur les conditions de température et de pression. Le dioxyde de carbone est employé principalement comme un fluide supercritique parce que c'est un solvant sain, non-combustible, peu coûteux, inodore, sans couleur, insipide, non toxique, et aisément disponible. Sa viscosité basse lui permet de pénétrer la matrice pour atteindre le matériel à extraire, et sa basse chaleur latente d'évaporation est un moyen élevé de volatilité qui peut être facilement enlevé sans laisser un résidu de solvant (Pellerin, 1991).

#### II.5. L'extraction par enfleurage

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Il consiste à déposer des pétales de fleurs fraîches sur des plaques de verre recouvertes de minces couches de graisse (graisse animale type saindoux). Selon les espèces, l'absorption des huiles essentielles des pétales par le gras peut prendre de 24 heures (Jasmin) à 72 heures (Tubéreuse). Les pétales sont éliminées et remplacées par des pétales fraîches jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous vide (Belaiche, 1979 ; France Ida, 1996). Dans cette technique on peut distinguer, un procédé qui se fait à froid par diffusion des arômes vers le corps gras, il s'agit d'une extraction par enfleurage ou la saturation si par contre, il se pratique à chaud par immersion des organes végétaux dans le corps gras, les graisses étant fondues au bain-marie (50°C – 70°C), il s'agit alors d'une digestion (Besombes, 2008 ; Cordero et al., 2007). (Figure N°11),



**Figure N° 11** : Schéma du principe de la technique d'extraction par enfleurage (Lucchesi et *al.*, 2004).

## II-6- Domaine d'application

Traditionnellement, les huiles essentielles sont présentes dans le processus de fabrication de nombreux produits finis destinés aux consommateurs. Les huiles essentielles peuvent avoir d'intéressantes applications dans différents secteurs : elles sont utilisées dans l'agroalimentaire pour aromatiser la nourriture, dans l'industrie de la parfumerie, cosmétique et de la savonnerie.

On les utilise aussi dans la fabrication des adhésifs (colle, scotch ...), dans l'industrie automobile, dans la préparation des sprays insecticides. L'homéopathie et l'aromathérapie sont des exemples courants d'usage d'huiles essentielles en médecine douce (Bakkali et *al.*, 2008).

### ▪ Parfums et cosmétiques :

Dans le domaine des parfums et cosmétiques, les huiles essentielles sont employées en tant qu'agents conservateurs grâce à leurs propriétés antimicrobiennes qui permettent d'augmenter la durée de conservation du produit. Cependant, c'est surtout pour leurs caractéristiques odorantes en raison de leur forte volatilité et du fait qu'elles ne laissent pas de

trace grasse, qu'elles sont utilisées, notamment dans la formulation de parfums, de produits d'entretien personnels ou ménagers domestiques ou industriels (Aburjai et Natsheh, 2003).

- **En agroalimentaire**

Les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires. Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour augmenter la durée de vie des aliments, sont également connus pour leurs activités antioxydantes et antimicrobiennes sur plusieurs bactéries responsables de la pollution des aliments et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaire et ce d'autant plus qu'ils sont pour la plupart, classés généralement comme additifs alimentaires par la Food and Drug Administration (Burt, 2004 ; Sipailiene et *al.*, 2006). Elles sont utilisées en tant que pesticides car elles ne sont pas toxiques pour les plantes et sont facilement dégradables et efficace contre les moisissures responsables des denrées alimentaires lors de leurs stockages (Fillatre, 2011).

- **Traitement des infections**

Les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles peuvent avoir d'intéressantes applications dans différents secteurs. Elles sont largement utilisées en traitement des infections d'origine bactérienne, fongique ou virale. En effet, les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques, ce qui leur donne une place parmi les moyens thérapeutiques pour guérir, atténuer ou prévenir les maladies et les infections, notamment les infections respiratoires (Fillatre, 2011).

- **Désinfection de l'air**

Les huiles essentielles sont composées d'un grand nombre de molécules volatiles. En diffusion dans l'atmosphère, ou diluées dans les produits de nettoyage, elles désinfectent, désodorisent et parfument agréablement et naturellement l'air en éliminant 90% du pouvoir bactérien. Cette pratique est utile en particulier dans le milieu hospitalier (Bakalli et *al.*, 2008).

## **II.7. Toxicité**

De nombreux ouvrages font référence à la toxicité de nombreux produit sur le marché, la plupart du temps, sous le terme de toxicité sont décrite des données expérimentales accumulées en vue d'évaluer le risque que présente leur emploi (Bruneton, 1999).

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Certaines d'entre elles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau, en raison de leur pouvoir irritant (les huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde) ou photo-toxique (huiles de citrus contenant des furacoumarines), d'autres ont un effet neurotoxique (les cétones comme l' $\alpha$ -thujone). La toxicité des huiles essentielles est assez mal connue. La plupart du temps, sous le terme de toxicité sont décrites des données expérimentales accumulées en vue d'évaluer le risque que représente leur emploi (Guba, 2001).



***Les Infections***  
***nosocomiales***

### **III. Généralités sur les infections nosocomiales**

Les infections nosocomiales (IN) prennent véritablement de plus en plus d'ampleurs, qu'elles sont devenues aujourd'hui un vrai problème de santé publique. D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), Définir une IN n'est pas toujours aisé, les critères de définition différent selon qu'ils sont destinés au diagnostic et au traitement, ou alors qu'ils vont être utilisés dans le cadre de la surveillance épidémiologique (Comité technique des infections nosocomiales, 1999).

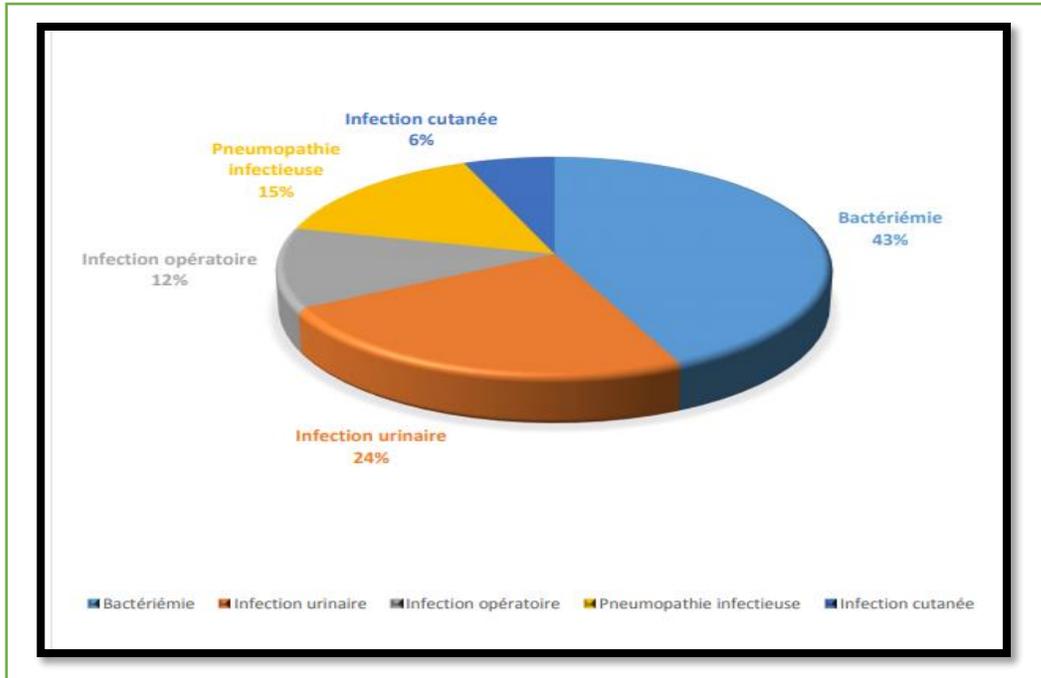
Une infection est de type nosocomial (IN) lorsqu'elle se déclare plus de 48 heures après l'admission d'un patient dans une unité de soins. De même, toute infection du site opératoire qui se révèle dans les 30 jours suivant une intervention chirurgicale est à priori nosocomiale, ce délai est porté à un an pour les infections survenant en cas de mise en place de matériel prothétique (prothèse articulaire, matériel métallique de fixation ou de suture) ou d'un implant (Chabni et *al.*, 2019; Popi, 2003) .

Les IN les plus fréquemment rencontrées sont les infection des voies urinaires (IVU), les infection du site opératoire, les infections respiratoires, et les septicémies parmi lesquelles l'infection urinaire est la plus répandue, avec une prévalence d'environ 40 % (Rahimi-Bashar et *al.*, 2018). Pour développer une infection nosocomiale, il faut que trois éléments soient réunis : un agent infectieux ; un mode de transmission ; un sujet réceptif (Berche et *al.*, 1988).

Parmi les facteurs qui favorisent la survenue d'infections nosocomiales, les gestes invasifs qui créent des brèches dans le revêtement cutanéomuqueux, la mise en place de matériel étranger qui permet la formation de biofilms, la pathologie sous-jacente qui peut affaiblir les mécanismes de défense de l'hôte, la proximité d'autres malades infectés, le non-respect des mesures d'hygiène par le personnel en contact avec les malades (Nauciel et Vildé, 2005). Ou encore la mobilité des patients (fréquemment transférés entre d'un établissement ou service à l'autre) (Berche et *al.*, 1988).

#### **III.1.1. Les principales infections nosocomiales**

Les infections nosocomiales les plus fréquemment rencontrées sont illustrées dans la figure №12. (Al-Hajje et *al.*, 2012 ; Le Loir et Gantier, 2009).



**Figure N° 12 :** Les principales infections nosocomiales en pourcentage (%)  
(Al-Hajje et *al.*, 2012 ; Le Loir et Gantier, 2009).

### **III.1.2. Mode de transmission des agents infectieux**

#### **III.1.2.1. Une origine endogène :**

Le malade s'infecte avec sa propre flore à la faveur d'un acte invasif (porte d'entrée) et/ou à raison d'une fragilité particulière. Cette flore est constituée des microorganismes abrités par le corps de ce patient, et peut être d'origine digestive, respiratoire, ou urogénitale (Horan et *al.*, 2008; Phaneuf, 2010).

#### **III.1.2.2. Voie exogène**

Elle est due à des microorganismes abrités par l'environnement de proximité du patient au cours de l'hospitalisation

#### **a) Hétéro-infection**

L'agent infectieux est transmis d'un malade à l'autre provoquant une infection dite croisée ou hétéro-infection. Il est rarement transmis par contact direct ou par voie aérienne.

Le plus souvent, l'infection est manuportée ou transmise par le matériel d'exploration ou de soins. C'est le mode de contamination majeur lors de nombreuses épidémies et probablement

le plus sensible aux mesures prophylactiques traditionnelles (hygiène des mains, procédures de désinfection et de stérilisation, sécurité de l'environnement) (Hygis, 1998).

### **b) Xéno-infection**

C'est une infection qui sévit sous forme endémique ou épidémique dans la population extrahospitalière. Les agents infectieux sont importés à l'hôpital par le malade, le personnel soignant, les visiteurs qui en sont atteints ou qui sont en phase d'incubation. Ils se transmettent par voie aérienne, par contact direct ou indirect et trouvent à l'hôpital des victimes particulièrement réceptives et des conditions de transmission facilitées (Berche *et al.*, 1991 ; Hygis, 1998).

### **c) Exo-infection**

Cette infection est liée à des avaries techniques (stérilisation inefficace, filtre à air non stérile, eau polluée). Les matériaux à usage paramédical ou domestique sont utilisés auprès des malades ils sont susceptibles d'être contaminés et peuvent ainsi provoquer des infections nosocomiales souvent épidémiques (Berche *et al.*, 1991).

### **III.1.3. Les facteurs de risque infectieux**

Les infections nosocomiales ont une grande probabilité de survenue dans un certain nombre de circonstances parfaitement définies. Au premier rang de ces facteurs de risque infectieux figure l'affaiblissement de défenses immunitaires (immunodépression). Cet affaiblissement peut être dû à des facteurs d'ordres physiologiques, tels que : l'âge (nouveau-né, vieillards), la grossesse ou la malnutrition (Epelboin et Macey, 2008).

L'état de la flore microbienne chez les personnes hospitalisées est également un facteur de risque important. Cette flore est souvent profondément altérée chez des patients pour de nombreuses raisons, incluant : malnutrition, diabète et toxicomanie (héroïne, alcool). Toutefois, c'est surtout l'utilisation intensive des antibiotiques à large spectre sur les populations hospitalisées qui est à l'origine de la sélection de bactéries souvent résistantes à de nombreux antibiotiques habituels. Ainsi, les malades acquièrent une nouvelle flore par la sélection d'espèces bactériennes et résistantes à partir de leur flore endogène ou à partir de leurs environnements par l'intermédiaire des soins de l'infirmier qui leur sont prodigués. L'hospitalisation prolongée et l'acte invasif (chirurgie, endoscopie, sondage vésicale, cathétérisme...etc.) (Berche *et al.*, 1989 ;Merzougui *et al.*, 2018).

**III.1.4. Pathogènes impliqués dans les infections nosocomiales**

Les bactéries incriminées dans les infections nosocomiales sont non seulement les pathogènes classiques, mais aussi les germes opportunistes possédant à priori un faible potentiel pathogène, qui dans certaines conditions notamment un état fragilisé du patient, induisent à des conséquences cliniques majeures. Par ordre décroissant de fréquence, les germes responsables des infections nosocomiales selon Epelboin et Macey, 2008 sont :

(*Escherichia coli* : 20 %, *Staphylococcus aureus* : 15 %, *Pseudomonas aeruginosa* : 10 %, *Entérocoques*, *Proteus mirabilis*). 60 % des bactéries sont des bacilles à Gram négatif, 30 % sont des cocci à Gram positif. Ces germes ont la particularité d’être multi résistants aux antibiotiques suite à la pression exercée par l’antibiothérapie largement dispensée dans établissement de santé (Tableau № 02) (Epelboin et Macey, 2008).

**Tableau № 02** : Principaux microorganismes impliqués dans les infections nosocomiales (Alfandari, 1997).

Microorganismes	Proportion(%)	Mode de transmission
Bacille Gram négatif	53	Contact manuportage
Cocci Gram positif	33	
<i>Esherichia coli</i>	21	
<i>Staphylococcus aureus</i>	16	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	11	
<i>Enterococcus spp</i>	8	
<i>Candida albicans</i>	2.7	
<i>Morganelle spp</i>	1.1	

Les infections virales nosocomiales sont moins bien connues que les bactériennes. Elles ont des cibles particulières : Enfants (le virus respiratoire syncytial VRS, *Rotavirus*, *Enterovirus*). L’hépatite B et C, HIV (transfusions, dialyse, injections), Cytomégalo virus (les immunodéprimés), virus de la grippe ; certains parasites tels que *Giardia lamblia* et *Sarcoptes scabies* peuvent également se transmettre facilement chez l’adulte et l’enfant (Angoué, 2020 ; OMS, 2008 ; Pilly, 2016).



- **Classification**

**Tableau N° 03 :** Taxonomie de *Staphylococcus aureus* (Touhami, 2017).

Règne	Bacteria
Division	<i>Firmicutes</i>
Classe	<i>Bacilli</i>
Ordre	<i>Bacillales</i>
Famille	<i>Staphylococcaceae</i>
Genre	<i>Staphylococcus</i>
Espèce	<i>aureus</i>

- **Pouvoir pathogène**

*Staphylococcus aureus* est un pathogène opportuniste qui peut causer diverses maladies chez les humains, allant des affections qui évoluent spontanément vers la guérison à des pathologies mortelles (Murray *et al.*, 2003). Cette bactérie est une des principales causes de toxi-infections alimentaires, résultant de la consommation d'aliments contaminés par des entérotoxines (Le loir *et al.*, 2003). L'intoxication alimentaire par les staphylocoques se caractérise par une apparition brutale de nausées, vomissements, douleurs abdominales, crampes et de diarrhée. Les symptômes disparaissent habituellement après 24 heures (Murray *et al.*, 2003, Le Loir *et al.*, 2003).

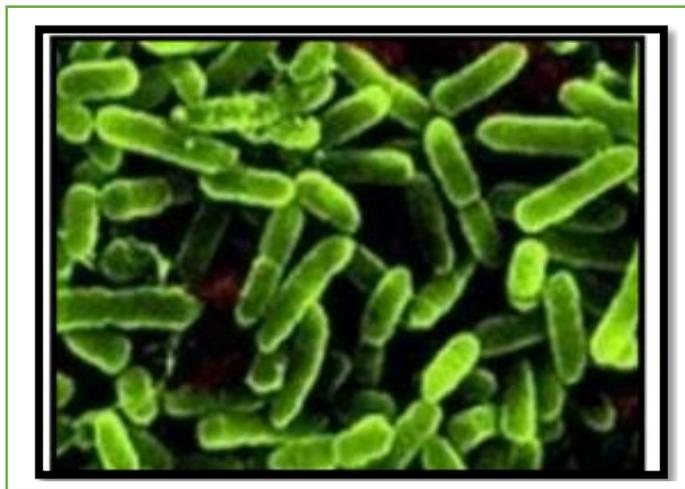
### **III.1.5.2. *Pseudomonas aeruginosa***

*Pseudomonas aeruginosa* occupe une position centrale dans la problématique actuelle des infections nosocomiales (IN). Ce bacille à Gram négatif ubiquitaire est responsable de 10% à 15 % de l'ensemble des infections nosocomiales. Il constitue l'espèce type la plus importante du genre *Pseudomonas*, et représente à lui seul 90% des bactéries de ce groupe isolées en clinique humaine (Mesaros *et al.*, 2007 ; Barbier et Wolff, 2010 ; Mérens *et al.*, 2013 ; Pokra *et al.*, 2016), une fréquence supérieure étant rapportée chez certaines catégories de patients à haut risque : pathologies broncho-pulmonaires chroniques (notamment la mucoviscidose), immunodépression (neutropénie, syndrome d'immunodéficience acquise), grands brûlés,

patients hospitalisés en réanimation (Richards et *al.*, 1999 ; Emerson et *al.*, 2010 ; Barbier et Wolff, 2010).

- **Caractère bactériologique**

La *Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie gram-négative du genre *Pseudomonas*. Les souches de cette espèce sont constituées de bacilles de 0,5 à 0,8 µm de diamètre sur 1,5 à 3,0 µm de longueur, se présentant de manière isolée ou groupée par deux ou en courtes chaînes, très mobiles grâce à une flagelle polaire : ciliature monotriche, dépourvue de spores et de capsules (Figure № 14). Elles apparaissent la plupart du temps isolées ou en diplobacilles (Schachter, 1999).



**Figure № 14 :** *Pseudomonas aeruginosa*, vue au microscope électronique à balayage

Le bacille pyocyanique c'est une bactérie hautement versatile dotée d'une grande adaptabilité nutritionnelle et métabolique, il peut utiliser les sucres simples et complexes d'alcools et d'acides aminés comme seule source de carbone. Par conséquent, elle peut être isolée en culture sur des milieux ordinaires ou sur des milieux rendus sélectifs par addition d'inhibiteur, tel que le cétrimide. Cependant, la survie de la bactérie est observée dans des conditions anaérobies, expliquée par sa capacité à métaboliser l'arginine (Vander et *al.*, 1984) et le pyruvate (Eschbach et *al.*, 2004) ou par utilisation des nitrates comme accepteur final d'électrons (Filiatrault et *al.*, 2005). *P. aeruginosa* est capable de se développer dans un spectre de températures compris entre 4 et 42°C ; sa température optimale de croissance se situe entre 30 et 37°C.

- **Classification**

*Pseudomonas aeruginosa* est l'espèce type du genre *Pseudomonas*. Sa taxonomie est présentée dans le (Tableau № 04).

**Tableau № 04:** Taxonomie de *Pseudomonas aeruginosa* (Singleton, 2004).

<b>Règne</b>	<i>Bacteria</i>
<b>Embranchement</b>	<i>Prokaryota</i>
<b>Division</b>	<i>Proteobacteria</i>
<b>Classe</b>	<i>Gammaproteobacteria</i>
<b>Ordre</b>	<i>Pseudomonadales</i>
<b>Famille</b>	<i>Pseudomonadaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Pseudomonas</i>
<b>Espèce</b>	<i>aeruginosa</i>

- **Habitat**

Germe ubiquitaire, vivant dans les sols et en milieu humide (évier, robinets et bouchons), fréquent en milieu hospitalier, entraînant l'apparition de véritables souches d'hôpital. Il peut survivre dans de l'eau distillée ou salée, voire se développer dans certaines solutions antiseptiques ou antibiotiques. L'exploration instrumentale lors d'exams médicaux (cathéter veineux, sondes, endoscopies) favorise la pénétration de ce germe dans l'organisme (Fauchère et al., 2002, Prescott et al., 2010).

- **Les diverses infections nosocomiales liées à *Pseudomonas aeruginosa***

*Pseudomonas aeruginosa* se place parmi les agents étiologiques majeurs dans les infections nosocomiales. L'incidence des infections nosocomiales à *Pseudomonas aeruginosa* est variable en fonction du site de l'infection, allant de 5,7 % pour les infections sur cathéters, à 15,3 % pour les infections pulmonaires (Elyajouri, 2012).

*P. aeruginosa* est le deuxième microorganisme en cause après *E. coli*. Il a été démontré que cette bactérie était associée à des infections du tractus urinaire compliquées, dans certaines prostatites. Dans la plupart des cas de cette infection, la formation de biofilm liée à l'instrumentation du système urinaire (la sonde), ainsi que l'antibiothérapie préalable constitue les principales causes. Il est à noter que la prévalence de la résistance aux antibiotiques est augmentée chez les personnes ayant des infections urinaires à répétitions (Haond et al., 1996)

### **III.1.4.3. *Escherichia coli***

C'est en 1885 que Theodore Escherich, un pédiatre allemand, a identifié pour la première fois la bactérie *Escherichia coli* (*E.coli*) dans des selles de nourrissons, qu'il appela *Bacterium coli commune* (Kaper et al, 2004). Depuis ce temps, *E. coli* est devenue la bactérie la mieux connue et la plus étudiée, sa découverte précoce et sa culture aisée (division cellulaire toutes les 20 minutes à 37C°) en font un outil d'étude pratique. (Donnenberg, 2002).

*Escherichia coli* est un type de coliforme fécal faisant partie des bactéries trouvées dans les intestins d'humains et d'animaux à sang chaud

- **Habitat**

*Escherichia coli* est un commensal du tube digestif de l'homme et de nombreux animaux. Il à lui représente seul la plus grande partie de la flore bactérienne aérobie de l'intestin (espèce aérobie dominante). Ce germe se rencontre aussi au niveau de diverses muqueuses (Touhami, 2017).

- **Classification**

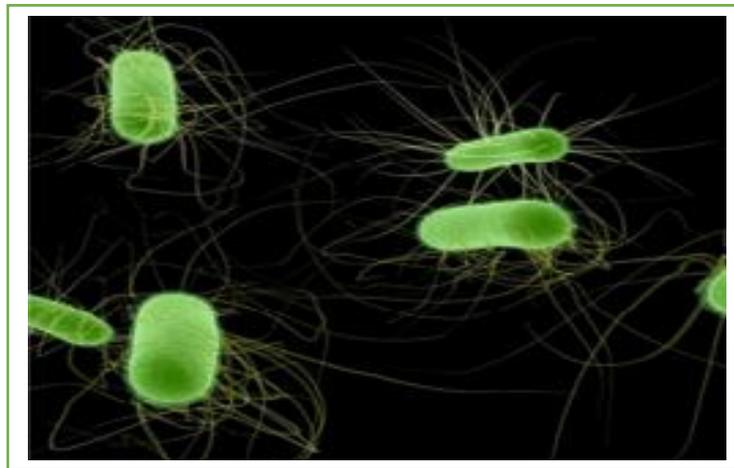
**Tableau N° 05 :** Taxonomie de *Escherichia coli* (Donnenberg, 2002).

<b>Règne</b>	<i>Bacteria</i>
<b>Embranchement</b>	<i>Proteobacteria</i>
<b>Classe</b>	<i>Gamma Proteobacteria</i>
<b>Ordre</b>	<i>Enterobacteriales</i>
<b>Famille</b>	<i>Enterobacteriaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Escherichia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Escherichia coli (E.coli)</i>

- **Caractère bactériologique**

*Escherichia coli* *E. coli* est un bacille, donc de forme cylindrique (bâtonnets) ou coccobacillaire, gram négatif uniformément coloré, non sporulé, de 2µm à 3µm de long sur 0.7µm de large. Il se présente soit seul ou groupé le plus souvent par deux (diplobacilles), très rarement ils sont rencontrés en amas. Ils sont mobiles grâce à une ciliature péritriche, radiorésistant de la famille des Enterobacteriaceae, (Figure № 15). Les bactéries se développent sur gélose MacConkey (les colonies, rouges ou incolores, atteignent un diamètre de 2 à 3 mm). Elles peuvent croître dans des conditions aérobies ou anaérobies (Farmer et *al.*, 2007).

Elle se développe en 24 heures à 37C° sur les milieux gélosés en donnant des colonies rondes, lisses, à bords réguliers, de 2 à 3 mm de diamètre, non pigmentées. Sur les milieux lactosés, les colonies sont généralement lactose positif. Sur gélose au sang, elles peuvent être hémolytiques (Avril et *al.*, 2000).



**Figure № 15 :** Observation microscopique d'*Escherichia coli* (Touhami,2017).

- **Pouvoir pathogène**

*E. coli* est une espèce commensale qui interagit avec son hôte dans une relation mutualiste. Cependant, *E.coli* peut également être un pathogène opportuniste ou un pathogène obligatoire du fait de l'expression de facteurs de virulence spécifiques *Escherichia coli* peut provoquer plusieurs types d'infections, il se manifeste par une gastroentérite, mais peut également provoquer des infections de plaies péritonites et des voies urinaires, des méningites et

l'insuffisance rénale (Donnenberg et *al.*, 1992). *Escherichia coli* est aussi la cause fréquente de diarrhée du voyageur, qui peut se produire après avoir ingéré ou bu des aliments et de l'eau contaminés. Elles sont classiquement séparées en deux groupes : les *E. coli* pathogènes intestinaux (InPEC) responsables de gastro-entérites et les *E. coli* pathogènes extra-intestinaux (ExPEC) responsables d'infections urinaires, de péritonites, de pneumonies nosocomiales, de méningites ou encore de sepsis. Sur la base des modes d'interaction hôte/bactérie et des signes cliniques de l'infection, les souches sont classées en « pathovars » ou « pathotypes » qui regroupent des souches de sérotypes spécifiques (Croxen et Finlay, 2010).

#### III.1.4.4. *Klebsiella pneumoniae*

Le genre *Klebsiella* a été nommé par Trevisan en 1887 pour honorer Klebs Edwin, un microbiologiste Allemand du 19ème siècle. L'espèce type est *Klebsiella pneumoniae*, connue autre fois sous le nom de pneumobacille de Friedlander. Ce dernier avait décrit cette bactérie dans les poumons d'un patient décédé d'une pneumonie (Touhami, 2017).

- **Classification**

**Tableau N° 06 :** Taxonomie de *Klebsiella pneumoniae* (Touhami,2017).

Règne	Bactéria
Embranchement	Protéobactéria
Classe	Gamma Proteobacteria
Ordre	Enterobacteriales
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	<i>Klebsiella</i>
Espèce	<i>Klebsiella pneumoniae</i>

- **Caractères bactériologiques**

Les bactéries appartenant à l'espèce *Klebsiella pneumoniae* sont des bacilles à Gram négatif, immobiles, diplobacilles généralement capsulées, non sporulées, anaérobies facultatifs. *K. pneumoniae* se développe en aéro-anaérobiose. Sur les milieux classiques d'isolement pour entérobactérie (Drigalski, Hektoen, Mac Conkey, EMB) après une incubation de 18 à 24 h à 30

ou à 37 °C, les colonies sont d'un diamètre de 3 à 4 mm, ronde, lisses, lactose positives, bombées, brillantes, muqueuses, parfois filantes à l'anse de platine (Figure № 16).



**Figure № 16 :** *Klebsiella pneumoniae* (Gallagher, 2019).

- **Habitat**

*K. pneumoniae* est une espèce ubiquitaire, et fréquemment isolée dans l'environnement à partir d'échantillons de sol, d'eaux de surface, d'eaux usées, de végétaux , et de muqueuses des mammifères, en particulier de la flore fécale. Chez l'homme, cette espèce végète sur la peau, les muqueuses, les voies respiratoires supérieures et elle est isolée des selles chez 30 % des individus. Pour ce qui est des infections nosocomiales, le tube digestif des patients hospitalisés et les mains du personnel sont les deux sources principales. (Baerwolf et *al.*, 2002).

- **Pouvoir pathogène**

Certaines souches de *K. pneumoniae* agissent comme des pathogènes opportunistes, infectant les patients gravement malades et immunodéprimés. Ces *K. pneumoniae* sont une cause fréquente d'infections associées aux soins de santé, notamment la pneumonie, les infections des voies urinaires et les infections de la circulation sanguine. (Martin et Bachman, 2018).

#### **III.1.4.4. *Enterobacter sp***

Caractère bactériologique *Enterobacter* est un genre de bactérie appartenant à la classe des Gamma proteobacteria et à la famille des Enterobacteriaceae. Il s'agit d'un bacille à

coloration de Gram négatif, chimiohétérotrophe, anaérobies facultatifs mesurant 0,6 à 1 µm de diamètre et 1,2 à 3 µm de longueur ; il se déplace grâce à un flagelle péritriche (Hart *et al.*, 2006) . Leur température optimale de croissance est de 30 °C. Quatre-vingts pour cent des bacilles sont encapsulés.

- **Habitat**

L'habitat est l'intestin de l'homme et des animaux, l'enterobacter est aussi trouvé dans les selles, les eaux d'égouts, le sol et les produits laitiers. (Russo *et al.*, 2008).

- **Classification**

**Tableau N° 06 :** Taxonomie de *Enterobacter sp* (Russo *et al.*, 2008).

Règne	Bacteria
Division	Proteobacteria
Classe	Gamma proteobacteria
Ordre	Enterobacteriales
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	<i>Enterobacter</i>

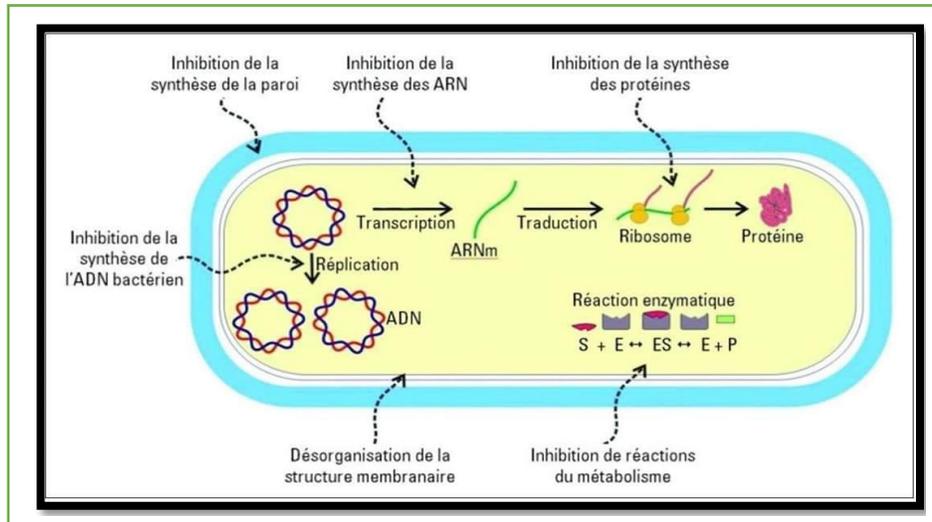
- **Pouvoir pathogène**

Les espèces du genre *Enterobacter* peuvent causer de nombreux types d'infections, y compris les abcès cérébraux, pneumonie, méningite, et des infections de la cavité abdominale (Farmer *et al.* 2007, Russo *et al.*, 2008). De plus, des espèces du genre *Enterobacter* ont été observées dans des infections post-opératoires liées aux dispositifs comme des prothèses biliaires (Russo *et al.*, 2008).

### III.1.5. La résistance bactérienne aux antibiotiques

Pourquoi y a-t-il des bactéries qui ne sont pas affectées par certains antibiotiques. Dans certains cas, une bactérie résiste parce qu'elle est dépourvue de la structure qui constitue la cible de l'antibiotique. La résistance peut aussi être due au fait que la cellule empêche l'antibiotique d'atteindre sa cible (Figure N°17). Chez beaucoup de bactéries Gram-négative, la membrane externe est imperméable à certain antibiotique, et chez les bactéries Gram positives aussi bien

que Gram-négatives, la membrane cytoplasmique peut constituer une barrière. (Singleton, 2004).



**Figure N° 17 :** Mode d'action des antibiotiques (Nyaledome Ablavi, 2016).

### **III.1.6. Mécanisme d'action des huiles essentielles**

Le mode d'action des huiles essentielles sur les cellules bactériennes n'est pas clairement élucidé (Kalemba et *al.*, 2003). Compte-tenu de la diversité des molécules présentes dans les huiles, il est probable que l'activité antibactérienne ne soit pas attribuée à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire (Dorman et *al.*, 2000). La principale caractéristique des molécules présentes dans les huiles essentielles est leur hydrophobicité, qui leur permet de traverser facilement la bicouche phospholipidique de la membrane cellulaire en altérant sa perméabilité et en entraînant des fuites d'ions et de composés intracellulaires (Carson et *al.*, 2002). De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des huiles essentielles sur les bactéries comme la perturbation de la membrane cytoplasmique et celle de la perturbation de la force motrice de proton ainsi que la coagulation du contenu protéique des cellules (Sartoratto et *al.*, 2004, Oussala et *al.*, 2006, Bekhechi et *al.*, 2008).



# **Partie expérimentale**

## I.1. Matériel végétale

### I.1.1. Récolte

L'espèce de *Artimisia herba alba* (Figure N° 18) a été récolté dans la période de sa végétation, en mois de décembre dans la région de Meridja à Bechar. C'est une région caractérisée par un climat désertique, alors que l'espèce de *Myrtus communis* (Figure N° 19) a été prise de la région de Ténès (Chlef).

**Tableau N° 08** : Cordonnés des plantes médicinales

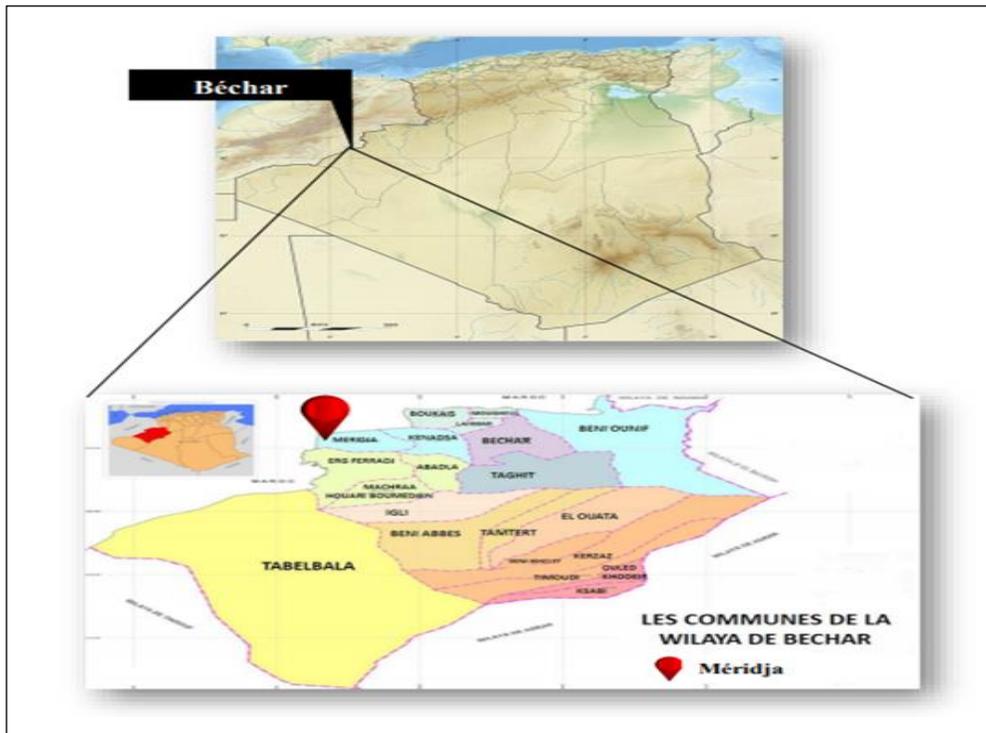
Espèce végétale	Région	Cordonnées géographique
<i>Artimisia herba alba</i> Asso	Meridja (Bechar)	Altitude : 31.512m, longitude : 2°35'370 O, Latitude : 31°30'43.8N
<i>Myrtus communis</i>	Ténès ( Chlef )	Altitude : 27 m longitude : 36°30'44 O, Latitude : 1 18 16 E



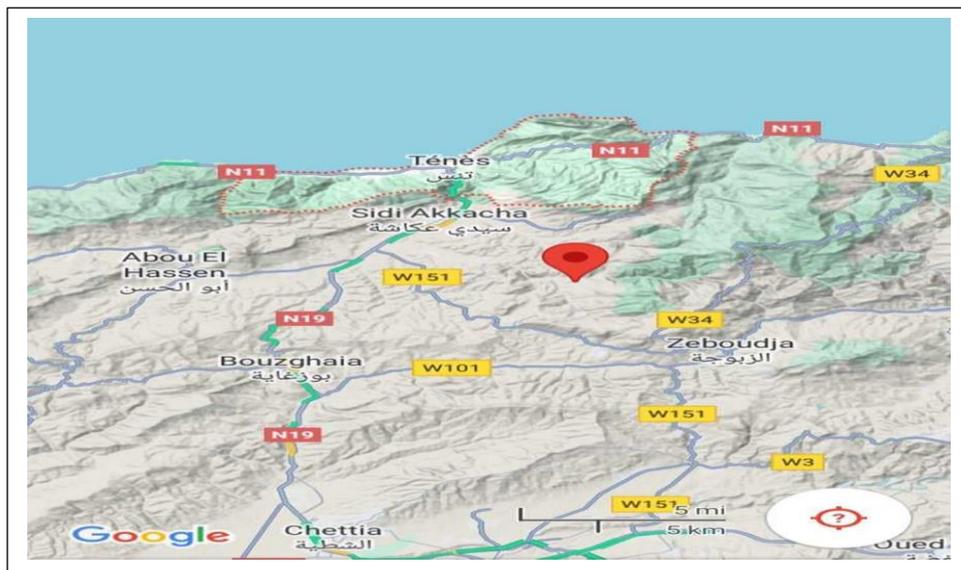
**Figure N°18:** *Artimisia herba alba* Asso  
(Original,2024)



**Figure N°19:** *Myrtus communis*.  
(Original,2024)



**Figure № 20 :** Situation géographique de la région de Béchar montrant la station de récolte de l'Armoise blanche.



**Figure № 21 :** Situation géographique de la région montrant la station de récolte de *Myrtus communis*.(Google maps).

### **I.1.2. Séchage**

Afin de préserver les molécules et éviter l'oxydation des polyphénols. La partie aérienne d'*Artemisia herba alba* et *Myrtus communis*, sont soigneusement rincées puis sèches à l'air libre et à l'ombre pendant une période de 15 jours cette méthode permet de maintenir l'intégrité des composés actifs présentes dans ces plantes médicinales. C'est une étape importante pour assurer leur efficacité et leur qualité (Bendif hamadi, 2017).

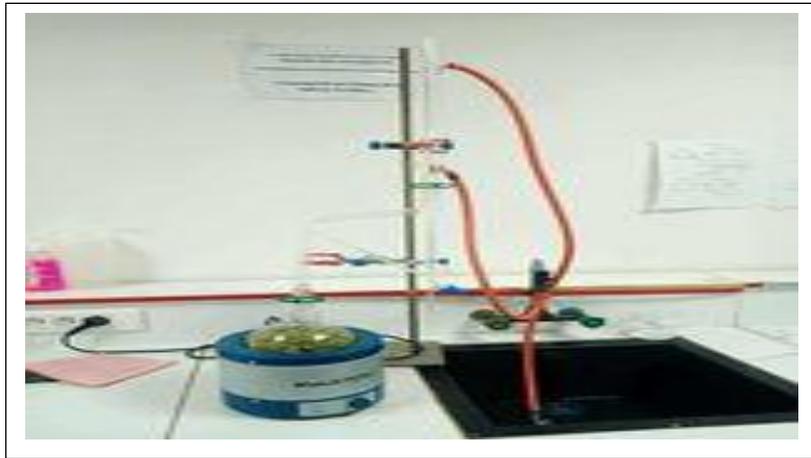
## **I.2. Huiles essentielles**

### **I.2.1. Procédé d'extraction**

L'extraction des huiles essentielles est le processus de récupération des composés aromatiques et thérapeutiques des plantes. Il existe plusieurs méthodes pour extraire ces huiles, telles que la distillation à la vapeur, la pression à froid, et bien d'autres encore. Chaque méthode présente ses avantages et est utilisée en fonction des plantes et des composés recherchés. Dans cette étude, la méthode d'hydrodistillation a été choisie en utilisant un appareil de type Clevenger.

### **I.2.2. Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation**

La distillation est en effet la méthode la plus couramment utilisée pour extraire les composés aromatiques volatils des plantes. Dans le cas spécifique de *Artemisia herba alba* et du *Myrtus communis*, l'huile essentielle de la partie aérienne de ces plantes a été extraite par hydro-distillation en utilisant un appareil de type Clevenger. Cette méthode (Figure N° 22) implique d'immerger directement la matière végétale dans un ballon rempli d'eau distillée, de chauffer le mélange pendant quelques heures, puis de condenser les vapeurs pour obtenir l'huile qui se sépare ensuite de l'eau par différence de densité. L'huile essentielle obtenue est ensuite conservée au réfrigérateur à une température de 4°C dans un tube en verre opaque et fermé hermétiquement à l'obscurité afin de la préserver de l'air et de la lumière jusqu'à son utilisation. Il est important de stocker cette huile essentielle dans des conditions appropriées pour éviter son oxydation. (Abdelli et al., 2017).



**Figure N° 22 :** Méthode extraction huile essentielle Clevenger (Original 2024).

### I.2.2. Détermination de rendement d'extraction

Le rendement d'extraction (%) est calculé par la formule ci-dessous :

$$R (\%) = M' / M \times 100$$

R : rendement d'extraction en pourcentage

M ' : masse de l'extrait sec ou huile essentielle en gramme.

M : masse de la matière végétale en gramme.

### I.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne

#### I.3.1. Milieux de cultures utilisées

Les différents milieux de cultures utilisés dans ce présent travail pour la réalisation des différentes analyses microbiologiques sont illustrés dans le tableau N°9. (Annexe 1)

**Tableau N° 9 :** Milieu de culture utilisée

Milieux de culture liquide	Milieux de culture solide
Bouillon nutritif (B.N)	Gélose nutritive (GN)
Bouillon Mueller Hinton (B. MH)	Gélose Mueller Hinton (MH)

### I.3. Les souches bactériennes testées

Pour démontrer les propriétés antibactériennes d'huile essentielle, sept souches microbiennes ont été testées lors de cette étude, quatre souches cliniques et trois souches de référence (Tableau N°10).

**Tableau N°10** : Les souches bactériennes utilisées

Nom de la Bactérie	Code	Type	Famille	Source	Infection
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	Gram négatif	<i>Enterobacteriaceae</i>	Boussena et al., 2022	Prostatite, infection de la vésicule biliaire, infection après une appendicite et diverticule, infection des plaies, infection des escarres, infection des pieds chez les personnes diabétiques, pneumonie, méningite chez les nouveau-nés, infection de la circulation sanguine.
<i>Escherichia coli</i>	Clinique	Gram négatif	<i>Enterobacteriaceae</i>		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853	Gram négatif	<i>Pseudomonadaceae</i>		Des infections de voie respiratoire, des infections urinaires, des infections cutanées, des infections oculaires et infections sanguines.
<i>Enterobacter hormachei</i>	clinique	Gram Négatif	<i>Enterobacteriaceae</i>	Boussena et al., 2024	Des infections respiratoires, des infections de plaies.

<i>Enterobacter aerogenes</i>	Clinique	Gram négatif	<i>Enterobacteriaceae</i>	Boussena et <i>al.</i> , 2024	Infection des voies urinaires, respiratoires, des plaies et des bactériémies, surtout chez les patients hospitalisés et immunodéprimés.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Clinique	Gram positifs	<i>Staphylococcaceae</i>	Boussena et <i>al.</i> , 2024	Infection courantes, infection des plaies, infection respiratoire comme la pneumonie

#### I. 4. Antibiogramme

L'antibiogramme permet de déterminer la sensibilité des bactéries à différents antibiotiques cela aide les médecins à choisir le meilleur traitement pour combattre une infection bactérienne. C'est un outil essentiel pour lutter contre l'anti-bio résistance et assurer des soins de qualité aux patients.

#### I.4. Méthode de diffusion en milieu gélosé (diffusion en puits)

La méthode utilisée est celle de diffusion en puits sur gélose telle que décrite par Berghe et Vlietinck (1991). Figure N° 23

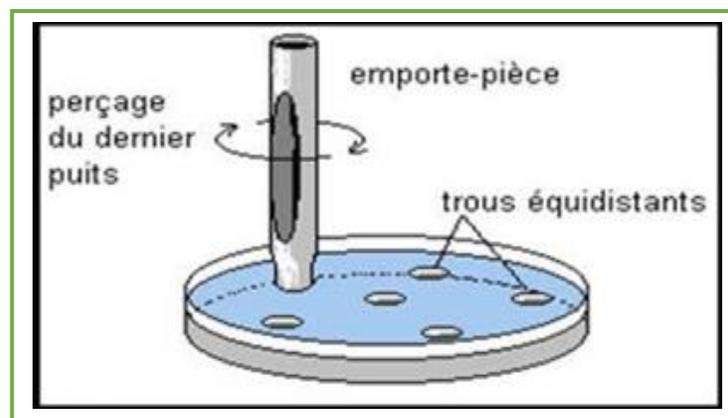


Figure N° 23 : Méthode d'obtention des puits sur milieu culture solide (Univ lion,2013)

### I.4.1. Technique

Le milieu gélose Muller Hinton est versé dans une boîte de Pétri avec une épaisseur de 8 mm. Après inoculation par écouvillonnage d'une dilution d'un microorganisme à tester réalisée selon une échelle de MacFerland, des puits (Tableau N° 11) de 6 mm de diamètre sont réalisés de manière concentrique sur les milieux. Ensuite, 0,1 ml à la concentration 5mg/ml sont placés dans chaque puit au centre, après une pré-diffusion de 45 minutes à température ambiante. Les souches sont incubées à 37°C. (Annexe 2) La lecture se fait en mesurant le diamètre sur le fond de la boîte de Pétri fermée. Les résultats obtenus sont comparés aux valeurs critiques figurant dans les tables de lecture correspondantes pour classer la bactérie comme sensible (S), résistante (R) ou intermédiaire (I).

**Tableau N° 11 :** Contenu des puits de l'antibiogramme

Puis	Puits 1	Puits 2	Puits 3	Puits 4	Puits 5
Le contenu	Huile essentielle de <i>Myrtus</i> dilué en DMSO	Huile essentielle de <i>Artemisia herba alba</i> diluer en DMSO	Mélange des huiles essentielles ( Les onguent parfumées <i>herba alba</i> et <i>Myrtus communis</i> )	Antibiotique	DMSO (témoin)

### I.5. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI

La CMI (concentration minimale inhibitrice) est une mesure utilisée pour déterminer la plus faible concentration d'une substance qui inhibe toute croissance visible à l'œil nu après une période de culture. Pour évaluer les CMI des huiles des plantes étudiées, nous avons opté pour la technique de la micro dilution en milieu liquide dans des microplaques à 96 puits. Cette (Figure N° 24) méthode nous permet d'obtenir des résultats précis et reproductibles.

L'huile essentielle est tout d'abord préparée par émulsion dans le solvant DMSO afin de disperser les composés et d'améliorer leur contact avec les germes à tester. La concentration de

solution mère est de 5mg/ml. Des dilutions obtenues ensuite par progression géométrique à raison d'obtenir les dilutions suivantes : 1/2,1/4 ,1/8,1/16,1/32,1/64, selon CLSI (Clinical et Laboratory standards Institute ,2008). Dans cette technique, des microplaques à fond rond (96 puits) sont utilisées où, on dépose 100µl de bouillons nutritifs dans chaque puit à partir de la deuxième ligne de la microplaque. Ensuite 200µl d'huile essentielle de concentration (5 µl /ml) à tester sont introduite dans le premier puit. A partir de ce dernier, 100µl d'HE est prélevé puis dépose dans le deuxième puit et ainsi de suite jusqu'au 6<sup>ème</sup> puits, où les 100ul restants sont rejetés. Par conséquent, nous obtenons une dilution de 1/2 dans chaque puit. Le dernier puits représente le témoin (le puit n°7 contient uniquement le bouillon nutritif plus l'inoculum). Enfin, 10 microlitres de l'inoculum (10 µl de la souche 10<sup>6</sup> UFC/ml) sont ajoutés à chaque puit. Les microplaques sont incubé à 37°C pendant 24 heures.

La lecture des résultats se fait à l'œil nue par observation du changement de la couleur en rouge à cause de l'ajout de l'indicateur TTC (Annexe 4) (concentration de 0.04mg/ml) et par comparaison avec le témoin.

#### **I.6. Détermination de la concentration minimale CMB**

Le contenu des puits qui ne présente aucun changement de la couleur, a servie à ensemençer sur milieu gélose nutritif GN par des stries de 5 cm de long à l'aide d'une anse. Les boites Pétri est ensuite incubée a 37C pendant 24 heures (Oussou et *al.*, 2004).

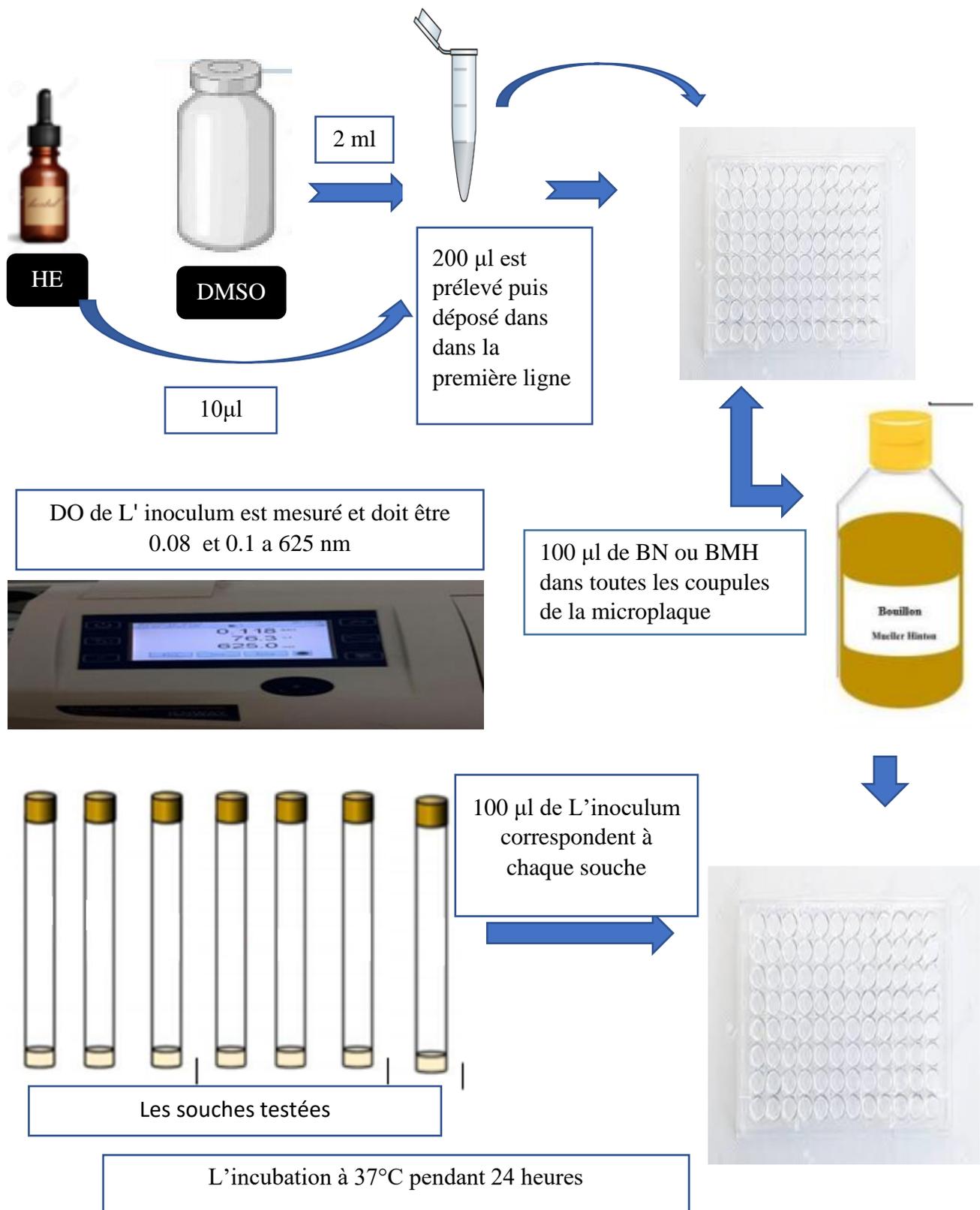
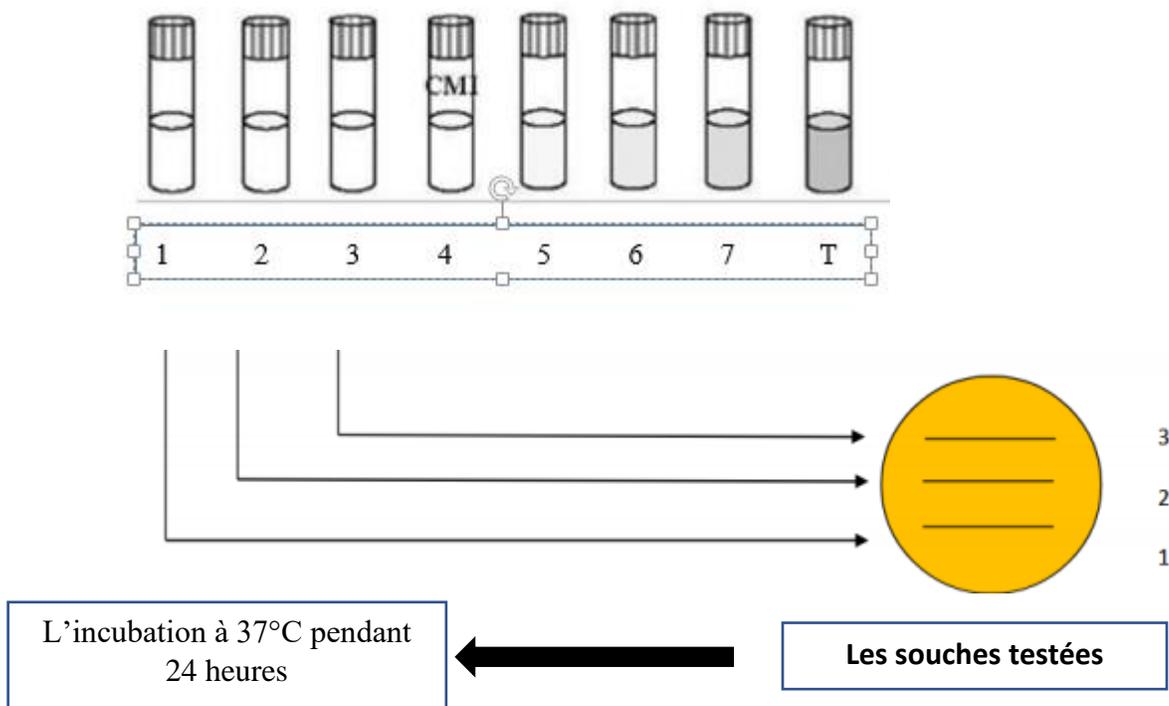


Figure N° 24 : Schéma de la détermination de la CMI



**Figure N° 25:** Schéma de la détermination de la CMB

### I.7. Activités antioxydants :

Les huiles essentielles contiennent des composés naturels qui peuvent aider à combattre les radicaux libres, qui sont des molécules instables pouvant endommager les cellules. Ces composés, tels que les phénols et les terpènes, agissent en neutralisant les radicaux libres et en protégeant ainsi les cellules contre les dommages oxydatifs c'est une propriété intéressante des huiles essentielles qui contribue à leur potentiel bénéfique pour la santé.

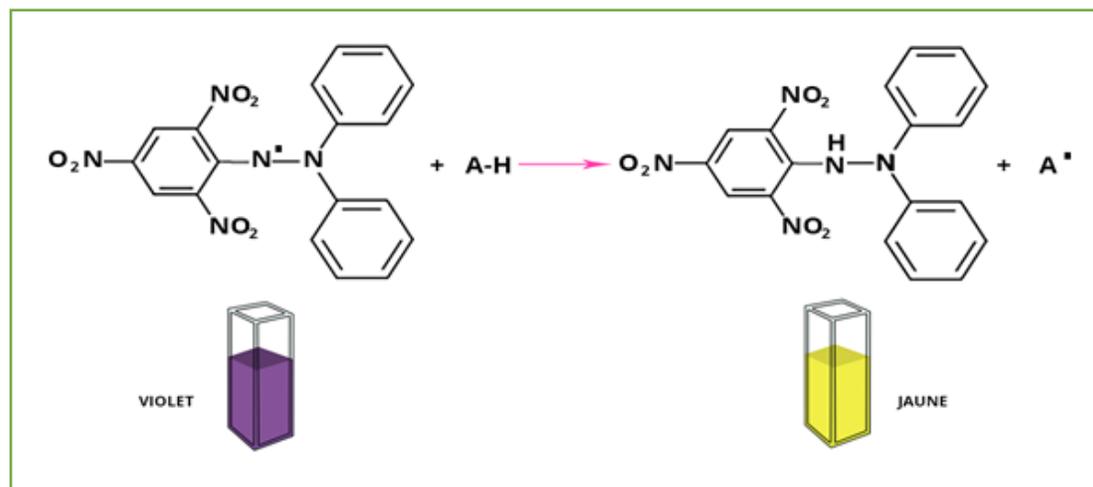
### I.8. Teste de piégeage des radicaux libres DPPH

L'activité du balayage du radical DPPH (Figure N° 26) : a été mesurée selon le protocole décrit par Lopes –lutz *et al.* (2008), Ou 150 microlitres de chacune des solutions méthanoïque des HE testées (430.1) microlitre huile essentielle et diluer a 2 ml méthanol) a différentes concentrations sont mélangées avec 2850 microlitres d'une solution méthanoïque de DPPH (24 mg DPPH a 100 ml solvant méthanol). (Annexe 3)

Après une période d'incubation de 30 minutes à la température de laboratoire, l'absorbance est lue à 515 nm.

Le contrôle positif est présente par la solution d'acide ascorbique préparé à différentes concentrations dans les mêmes conditions de l'échantillon. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition (I%) :

$$I\% = (A_{\text{contrôle}} - A_{\text{extrait}}) / A_{\text{contrôle}}$$



**Figure N° 26 :** Equation du radical DPPH transforme en DPPHH (Massaro *et al.*, 2016)

### I.9. Test de frappe (Pouvoir Réducteur)

Cette méthode consiste à évaluer l'aptitude de l'échantillon à donner un électron pour convertir le Fe<sup>3+</sup> en Fe<sup>2+</sup>, cette forme est quantifiée par la mesure de la couleur bleu de la complexe (Blue de Pruss Fe<sub>4</sub> [Fe (CN)<sub>6</sub>]<sub>3</sub>) qui absorbe à 700 nm, une absorbance élevée indique que l'échantillon possède un grand pouvoir réducteur (Barros *et al.*, 2007). Ce test est effectué selon la méthode de Parasad *et al.* (2009). Brièvement, 1,25 ml du tampon phosphate (0,2M, pH = 6,6) et 1,25 ml de 1% de potassium ferricyanide [K<sub>3</sub>Fe] sont ajoutés à 50 µl des différentes concentrations des échantillons. Après 20 min d'incubation à 50 °C, 1,25 ml d'une solution aqueuse de TCA à 10% sont ajoutés au milieu réactionnel. Après 10 min de centrifugation à 3000 rpm, 1,25 ml d'eau distillée et 250 µl de 0,1% FeCl<sub>3</sub> sont ajoutés à 1,25 ml du surnageant, puis l'absorbance est déterminée à 700 nm contre un blanc contenant tous les réactifs en absence de l'échantillon. Les résultats sont exprimés en concentration effective à 50% (CE<sub>50</sub>) qui traduit la concentration d'antioxydant nécessaire pour l'obtention de 0,5 d'absorbance.



# *Résultats et discussions*

### I.1. Matériel végétal

Après 3 heures d'extraction par hydro-distillation à partir de 300g de matière végétale sèche, on a obtenu une certaine quantité huile essentielle .le rendement de l'extraction a été calculé en fonction de la masse du matière végétale traité en utilisant la formule suivant (Vagi et *al.*,2005).

$$R = (MHE / MVS) 100$$

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau n°12

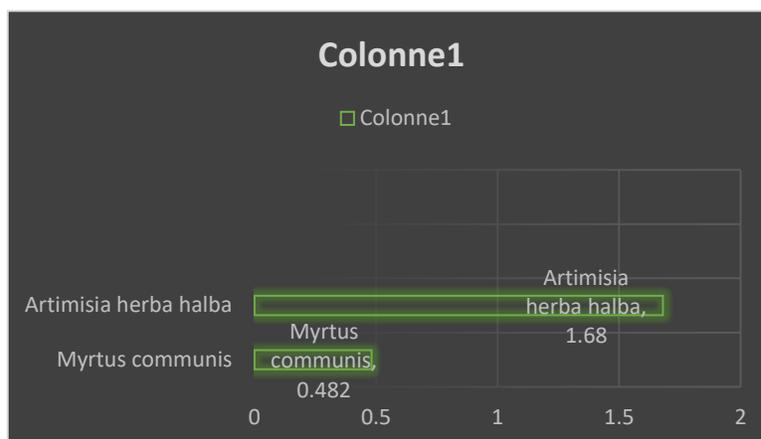
**Tableau N°12** : Rendement d'extraction en (%) d '*Artimisia herba- alba* et *Myrtus Comminus*

Rendement/plante	<i>Artimisia herba alba</i>	<i>Myrtus communis</i>
Essai 1	1.65%	0.456%
Essai 2	1.6%	0.482%
Essai 3	1.8%	0.51%
Moyenne	1.68%	0.482%

Le rendement en huile essentielle d'*artimisia herba alba* et de *Myrtus communis* (Figure 27) sont 1.68% et 0.482% respectivement. Le rendement en huile essentielle d'*Artimisia herba alba* est supérieure à celui de *Myrtus communis*. Goudjil *et al.*,2016 et Bertella *et al.*, (2018) a obtenu un rendement inferieure de 0.6%.0.54% a wilaya Batna , Djelfa respectivement, et la quantité de huile essentielle dans notre plante est presque pareille à celle rapportée par Benmeddour *et al.*,(2019) avec l'espèce de Biskra, qui était de 1.93%.

En revanche, le rendement d'huile essentielle obtenu avec *Myrtus communis* sont 0.482%. Les résultats concordant avec littérature. Bouzabata (2013) a montré que huile essentielle de *Myrtus communis* il variait de 0.2 à 1.2 %pour 100g de matière sèche, qui récolte pendant les mois de mai et juin 2009, dans trois région situées Ain Barbare, forêt domaniale et Djebel Zitouna.

Par ailleurs, Achouri et Belilet ont observé des rendement très variables allant de 0.31% à 0.88% Qui récolte a cinq stations (Benikhellad , Nedroma ,Beniouarsous et Ain kebira) de willaya de Tlemcen durant le mois de février et mars 2018.



**Figure № 27 :** Rendement d'extraction des huiles essentielle d '*Artimisia herba halba* et *Myrtus communis*

Il important de souligner que le rendement et la composition chimique de l'huile essentielle dépendent de divers facteurs tels que l'espèce, le lieu et la période de récolte, la pratique agricole et la méthode extraction, comme mentionné par Lahlou (2004).

### I.2. Etude de la sensibilité à l'huile essentielle et à l'antibiotique

L'antibiogramme est un test *in vitro* de sensibilités d'un germe à un ou plusieurs antibiotiques et huile essentielle par la technique de diffusion sur milieux gélose

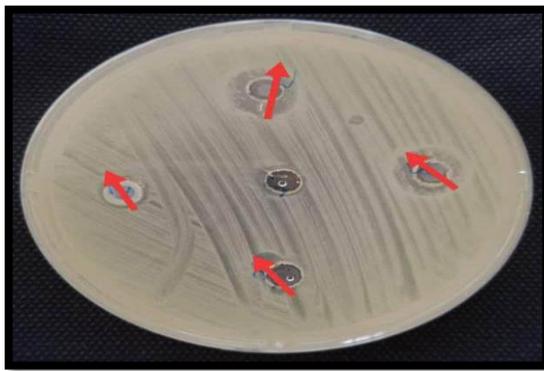
La sensibilité des bactéries se manifeste par la formation d'une zone claire autour de puits .le tableau n°13 présente les mesures en millimètres des zones d'inhibition observées pour les divers microorganismes analyses.

Selon Ponce *et al.*, (2003), la sensibilités des microorganisme a été classe par le diamètre des halos d'inhibitions comme suit : non sensible (-) pour les diamètres mois que 8 mm ; sensibles (+) pour les diamètres de 9 à 14 mm ; très sensible (++) pour les diamètres de 15 à 19 mm et extrêmement sensible (+++) pour les diamètres plus de 20mm .

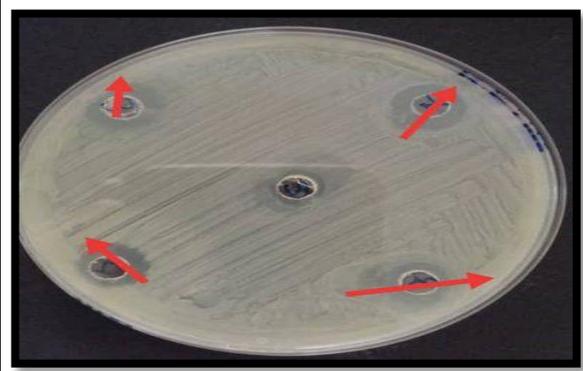
**Tableaux №13** : Résultats de l'antibiogramme des deux plantes, les zones d'inhibition en mm

souches extraits	Souche clinique					Souche de référence		
	<i>E.coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. Hormaechei</i>	<i>E. auxiensis</i>	<i>S.aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>P.aeruginosa</i>
<i>Myrtus communis</i>	18	-	20	15	25	26	13	26
<i>Artimisia herba alba</i>	23	-	17	39	26	20	12	30
<i>Myrtus +artimisia herba alba</i>	26	-	25	39	24	15	14	26
Antibiotique (ciprofloxacine)	25	-	28	30	39	30	30	39
DMSO (témoin)	-	-	-	-	-	-	-	-

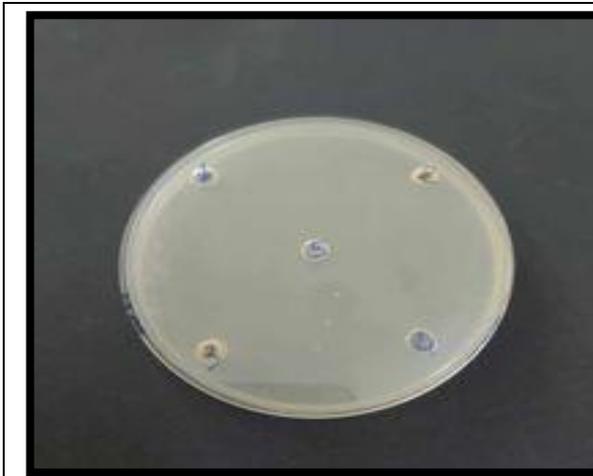
On a constaté d'après les résultats illustrés dans le tableau que les souches testées ont montré différents degrés de sensibilités à la plupart des puces (huile et antibiotique), les diamètres des zones d'inhibition enregistrées varient entre 13 et 39 mm.



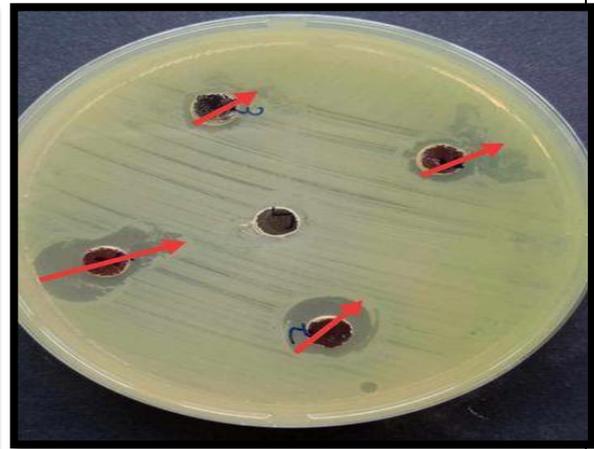
**Figure№ 28** : Aromatoگرامme et Antibioگرامme d'*E. auxiensis* (clinique).



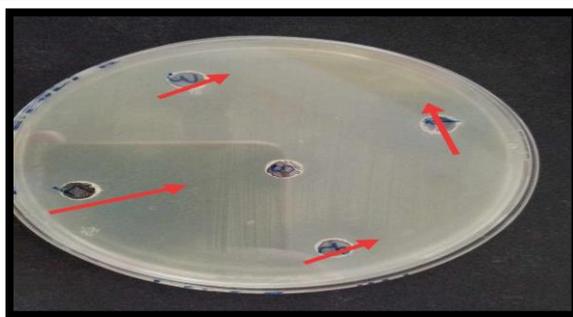
**Figure№ 29** : Aromatoگرامme et Antibioگرامme de *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603



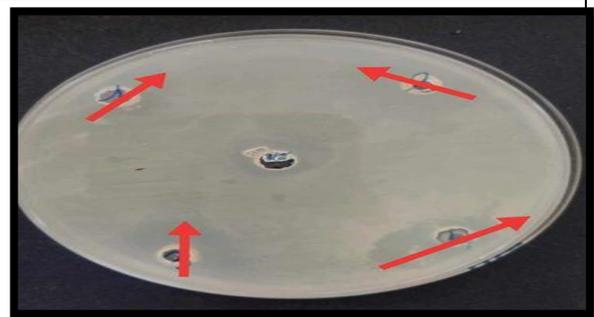
**Figure№ 30 :** Aromatogramme et Antibiogramme de *Pseudomonas aeruginosa* (clinique).



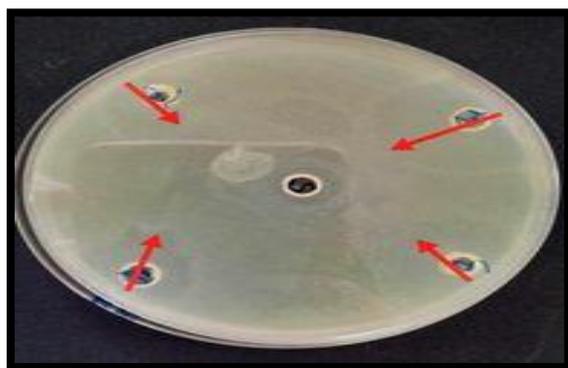
**Figure№ 31 :** Aromatogramme et Antibiogramme de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853



**Figure№ 32 :** Aromatogramme et Antibiogramme d'*E.coli* ATCC25922



**Figure№ 33 :** Aromatogramme et Antibiogramme de *S.aureus* (clinique).



**Figure№ 34 :** Aromatogramme et Antibiogramme d'*E. hormacheii* (clinique).



**Figure№ 35 :** Aromatogramme et Antibiogramme d'*E.coli* (clinique).

En revanche, les résultats de tableau précédent indiquent que l'huile essentielle de *Myrtus communis* a montré une forte activité inhibitrice contre les souches testées, avec des diamètres de zone d'inhibition allant de 15 à 26 mm. En se basant sur ces mesures, les souches bactériennes ont été classées en fonction de leur sensibilité à huile essentielle testée. La plus large zone d'inhibition a été observée chez *Pseudomonas aeruginosa* (clinique), *E.coli* (clinique) et *Staphylococcus aureus*, ce qui les classe comme les souches les plus sensibles à huile essentielle de *Myrtus communis* (26mm). D'autre part, *E.coli* (clinique), *Enterobacter hormacheii* et *auxiensis* ont montré une sensibilité intermédiaire 15. 18. 20mm respectivement, tandis que *Klebsiella* s'est révélée être la plus résistante avec un diamètre d'inhibition de 13mm.

Ce qui concerne la bactérie *P. aeruginosa* (clinique), il est important de noter qu'aucune zone inhibition n'a pas été observée, ce qui indique une absence d'activité inhibitrice d'huile essentielle d'*Artimisia herba alba* contre cette souche.

Les résultats indiquent que les souches *E.coli*, *Enterobacter hormacheii*, *Enterobacter auxiensis*, *Staphylococcus aureus* et *E.coli* (ATCC 25922) ont montré une sensibilité à l'huile essentielle de *Artimisia herba alba*, avec des zones d'inhibition allant de 17mm à 39mm. En revanche, *pseudmenas aeruginosa* (clinique) et *Klebsiella* (ATCC 70603) ont montré une résistance à huile essentielle, avec des zones d'inhibition de 0 mm et 12mm respectivement.

Le mélange d *Artimisia herba alba* et *Myrtus communis* a montré une sensibilité contre les souche *E.coli*, *Enterobacter auxiensis* et *hormacheii* et *Staphylococcus aurieus* avec des zones d'inhibition allant de 24mm a 39mm, il a montré une résistance contre *Pseudomonas aeruginosa* avec une zone d'inhibition de 0mm. Les souches de référence *E. coli*, *Klebsiella* et *Pseudomonas aeruginosa* ont montré des zones d'inhibition de 15mm, 14mm et 26mm respectivement.

L'antibiotique Ciprofloxacine semble être efficace contre *E.coli*, *Enterobacter hormacheii*, *Enterobacter auxiensis* et *Staphylococcus aureus*, avec d'inhibition allant de 25mm a 39 mm.

Cependant, il montre une résistance contre *Pseudomonas aeuriginosa* avec une zone d'inhibition de 0mm. Les souches de référence *E.coli*, *Klebsiella* et *Pseudomonans aeruginosa* ont également entre 30 et 39mm.

D'après l'étude de Ponce et *al.*,(2003), les résultats indiquent que huile essentielle d'*Artimisia herba alba* a une action antibactérienne sur la plus part des souches testes a l'exception de *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) qui lui est résistant.

Nos résultats sont cohérents avec les recherche menées par Bouzidi (2016), Lmeloune et *al.*,(2010) et Boudjelal (2013) ont tous confirme l'efficacité des huile essentielles d'*Artimisia herba alba* contre staphylococcus aureus (gram positifs),montrant une forte activité antimicrobienne .

Nos résultat concordant avec ceux de la littérature .on observe des zones d'inhibition pour *E.coli* et *Enterobacter hormacheii* et *auxieus*, ce qui rejoint les résultats de Goudjil et *al.*(2016). Cependant, comme mentionne par Zouari et *al.*,(2010) et confirmé Par Maghraui et Zahaf (2017), l'huile essentielle d '*Artimisia herba alba* ne semble pas totalement active contre *P.aeruginosa* , ce qui correspond à nos propre résultats.

Les résultats montrant une activité de huile d '*Artimisia herba alba* contre *Klebsiella pneumoniae*, avec une zone d'inhibition de 12mm, on observe une différence par rapport à l'étude de Dakrout et *al.*,(2010) qui a utilisé une huile extraire de feuille d '*Artimisia herba alba* du sud de Tunisie et na pas trouve d'activité contre cette bactérie.

D'autre part, Lmelouane et *al.*,(2010) ont mis en évidence une activité antibactérienne d'huile *Artimisia herba alba* de l'Ouest du Maroc avec une zone d'inhibition de 16mm contre *K. pneumoniae* .

Les résultats obtenu montre que l'huile essentielle de *Myrtus communis* a une forte activité inhibitrice contre les bactéries gram + : *Staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition important aller jusqu'à 26mm. Et l'analyse de résultat de *Myrtus communis* possède aussi un effet inhibiteur sur les bactéries gram négatifs : *E.coli* *Enterobacter hormachei* et *auxiensis* *Pseudomonas auriginosa* , *Klebsiella* des zones entre (18 et 26mm).

Zalika (1988) et Hussein (1990) on observe une résistance plus forte des bactéries gram négatifs par rapport aux bactéries a gram+ , ce qui va à l'encontre des résultats de Farbood et *al.*,(1976) Farag et *al.*,(1989), Jay (1996), Marino et *al.*,(1999),Inouye et *al.*,(2001) qui ont constaté que les bactéries a gram positifs sont généralement plus sensibles aux huile essentielles que les bactéries a gram négatif.

Nos résultats vont dans le même sens que celle de Chebaibi et *al.*, (2016) concernant huile essentielle de *Myrtus communis* du Maroc, montrant son effet inhibiteur sur les bactérie

gram+ et gram- .De plus, il est important de noter le mode d'action des huiles est étroitement lié à la structure de la paroi des bactéries , comme l'a mis en évidence Berche (2003).

Et pour le l'antibiotique nous constatons d'après les résultat obtenus dans cette étude que les souche est totalement sensible aux antibiotique testes appartenant aux groupe des fleuroquinoles (ciprofloxacine) des travaux de (Tripathi *et al.*, 2011) et Abdeli (2017) confirme nos résultats .

### I.3. Détermination des concentrations minimales inhibitrice (CMI) et bactéricide (CMB)

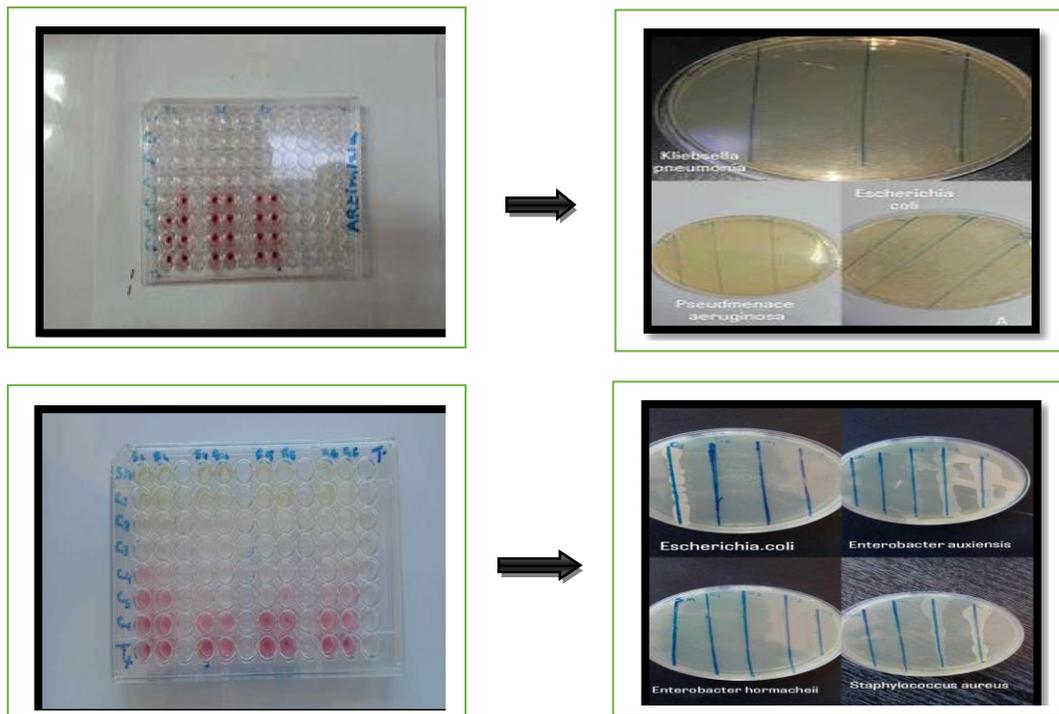
Les concentrations minimales inhibitrice et bactéricide d'huile essentielles d'*Artimisia herba alba* (figure N°36) et de *Myrtus communis* (figure N° 37) ont été testée sa des concentrations allant de 5µl à 0.07 µl. Les résultats obtenus sont présentes dans le tableau N°14 et N° 15 respectivement. Il est intéressant de noter que ces deux huiles essentielles ont montré une activité importante sur les sept souches testées, bien que la sensibilité des microorganismes varie .les valeurs indiquent que toutes les sept souches sont inhibées à une concentration de 5µl.

**Tableau N° 14** : les CMI, CMB et CMB/CMI ainsi le pouvoir bactérien de l'huile essentielle d'*Artimisia herba alba*.

Souche	CMI	CMB	CMB/CMI	Activité
<i>E. coli</i> (S2)	0.6	1.2	2	Bactéricide
<i>E. Hormachei</i> (S4)	0.3	0.3	1	Bactéricide
<i>E. auxisieux</i> (S5)	0.3	2.5	8	Bactériostatique
<i>S. aurieus</i> (S6)	0.3	0.3	1	Bactéricide
<i>E. coli</i> ATCC 25922	0.6	5	8	Bactériostatique
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 70603	0.6	5	8	Bactériostatique
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	0.6	5	8	Bactériostatique

CMI : concentration minimale inhibitrice

CMB : concentration minimale bactéricide



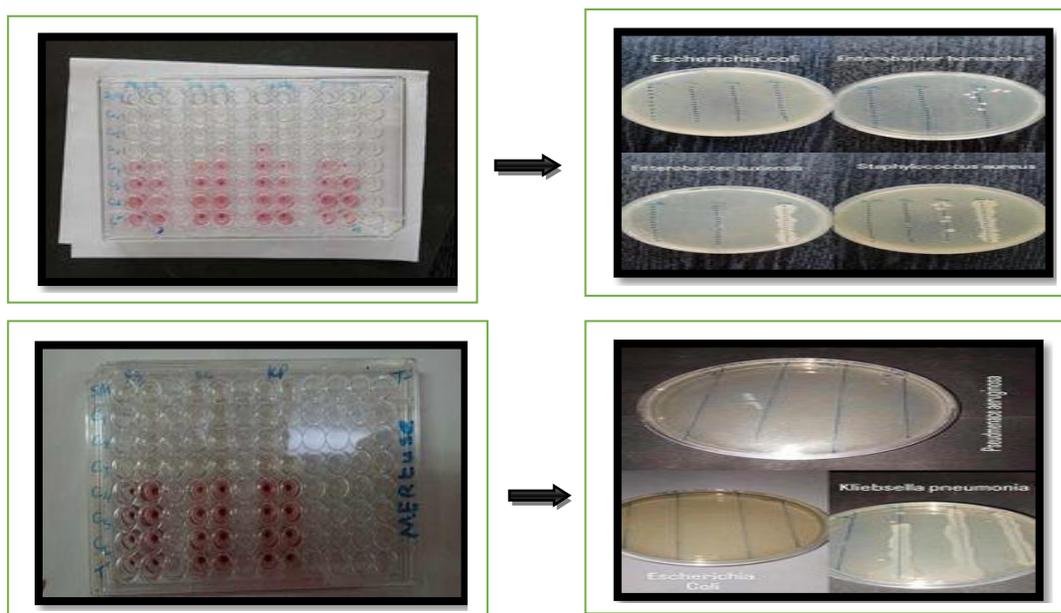
**Figure N° 36:** Concentration minimale inhibitrice des huiles essentielles *d'Artemisia herba alba* vis-à-vis les souches testées. (Original, 2024)

D'après Marmonier en 1990, si le rapport d'activité CMB/CMI d'une substance antimicrobienne est inférieur ou égal à 4 elle est considérée bactéricide, et si le rapport est entre 8 et 16, elle est qualifiée de bactériostatique. Les résultats indiquent que l'huile essentielle *d'Artemisia herba alba* a montré des propriétés bactéricides contre *E. coli*, *E. hormachei* et *S. aureus* avec un rapport de CMB/CMI de 2, 1 et 1 respectivement. Elles sont bactériostatiques contre *E. auxiensis* avec un rapport de 8. Pour les souches de référence *E. coli*, *K. pneumoniae* et *Pseudomonas aeruginosa*, elles sont bactériostatiques avec un rapport égale à 8

**Tableau N° 15** : les CMI, CMB et CMB/CMI ainsi le pouvoir bactérien de l'huile essentielle de *Myrtus communis*.

Souche	CMI	CMB	Rapport CMI/CMB	Activité
<i>Escherichia coli</i> (s2)	0.6	0.6	1	Bactéricide
<i>Enterobacter hormachei</i> (s4)	1.2	2.5	2	Bactéricide
<i>Enterobacter auxiensis</i> (s5)	1.2	2.5	2	Bactéricide
<i>Staphylococcus aureus</i> (s6)	0.6	2.5	4	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	0.6	5	8	Bactériostatique
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 70603	0.6	5	8	Bactériostatique
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	0.6	5	8	Bactériostatique

Les résultats obtenus de CMI et CMB mentionné dans le tableau N°15, montrent que l'huile essentielle de *Myrtus communis* est très efficace contre les bactéries *E. coli*, *Entérobactér hormachei*, *Entérobactér auxiensis* et *staphylococcus aureus* avec un effet bactéricide. Et pour les souches de référence, elle agit de manière bactériostatique sur *E.coli*, *klebsiella* et *Pseudmenace aeruginosa*. (figure N° 37). Les résultats concordent avec ceux de Chebaibi et al., (2016).



**Figure № 37 :** Concentration minimale inhibitrice des huiles essentielles de *Myrtus communis* vis-à-vis les souches testés (Original, 2024).

Les résultats obtenus (tableau №15) montrent que l'huile essentielle de *Myrtus communis* est super efficace contre les bactéries *E.coli*, *Entérobactér hormachei*, *Entérobactér auxiensis* et *staphylococcus aureus* avec un rapport de 1. 2. 2. 4. Et pour les souches de référence ,elle agit de manière bactériostatique sur *E.coli klebsiella* et *Pseudmenace aeruginosa* avec un rapport de 8 . Les résultats (figure № 37) concordent avec ceux de Chebaibi et *al.*, (2016).

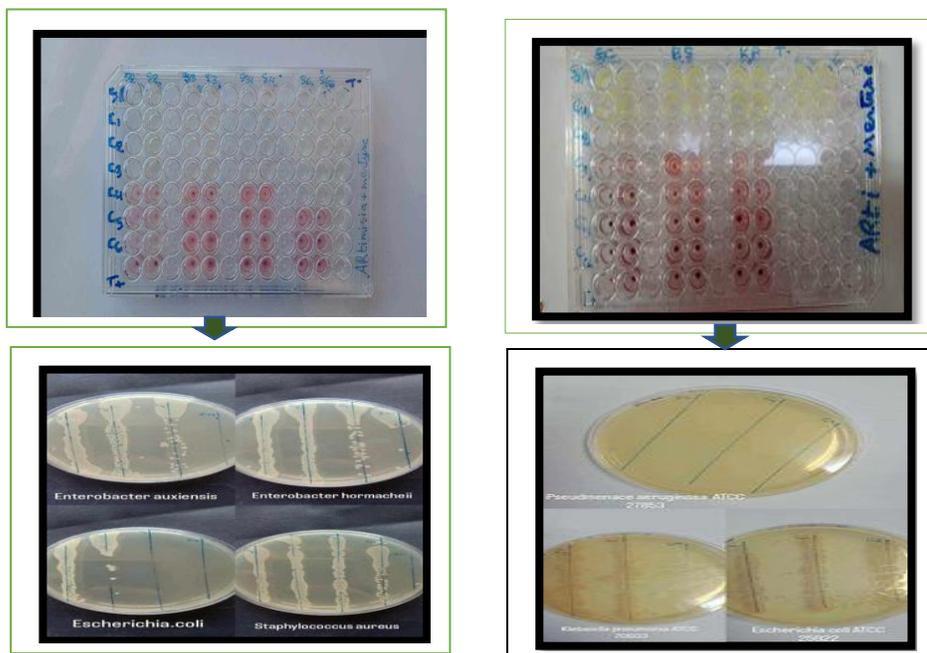
**Tableau №16 :** les CMI, CMB et CMB/CMI ainsi le pouvoir bactérien de l'huile essentielle d'*Artimisia herba alba* et *Myrtus communis*.

Souche	CMI	CMB	CMB/CMI	Activité
<i>Escherichia coli</i> (s2)	0.6	2.5	4	Bactéricide
<i>Enterobacter hormachei</i> (s4)	0.6	5	8	Bactériostatique
<i>Enterobacter auxiensis</i> (s5)	0.6	5	8	Bactériostatique

<i>Staphylococcus aureus</i> (s6)	0.3	5	16	Bactériostatique
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 70603	1.2	5	4	Bactéricide
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.2	5	4	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i>	1.2	5	4	Bactéricide

Les résultats des concentrations minimale inhibitrice(CMI) et bactéricides(CMB) sur différents souches bactériennes montrent que l'huile essentielle de *Myrtus communis* et *Artimisia herba alba* a une action bactéricide pour *E. coli*, par contre pour *Enterobacter hormacheii* et *Enterobacter auxieus*, l'effet est bactériostatique, en revanche, sur *Staphylococcus aureus*, l'action est également bactériostatique. En comparaison, *Klebsiella pneumoniae* et *Pseudomonas aeruginosa* ainsi que *E.coli* sont bactéricides. (tableau N° 16).

Les résultats obtenus dans l'étude, montrant une activité bactériostatique pour les souches cliniques et bactéricide pour celles de référence. Ceci est en accord avec les résultats de l'étude de Smith et al. qui ont également observé des réponses variées des souches bactériennes aux huiles essentielles testées (figure N° 38).



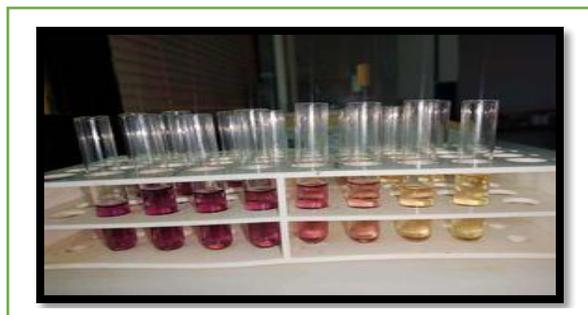
**Figure N° 38** : Concentration minimale inhibitrice des huiles essentielles de *Myrtus communis* et *Artimisia herba alba* vis-à-vis les souches testés. (Original, 2024)

#### I.4. Activité antioxydant

L'effet antioxydants de l'huile essentielle d'armoise blanche et *Myrtus communis* en utilisant de méthode complémentaires : le piégeage des radicaux libres DPPH et la réduction de fer Frap. Ces méthodes permettent d'avoir une version plus complète des propriétés antioxydants de ces huiles essentielles.

##### I.4.1. Piégeage de radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

Dans le test de DPPH avec les huile essentielle d '*Artimisia herba alba* et de *Myrtus communis*, On observe comment ces huile peuvent agir contre les radicaux libre. Le DPPH, qui un compose violet, réagit avec les molécules anti radicalaires présent dans les huile essentielle et change la couleur du DPPH change, cela indique que les composés de l'huile essentielle ont neutralise les radicaux libres. En mesurant la diminution de l'intensité de la couleur de DPPH, on peut évaluer l'efficacité de l'huile essentielle comme antioxydants. Pour l'acide ascorbique il est utilisé comme standard. Les résultats obtenu sont illustres dans les figure N° 36) Et les valeurs d'IC50 sont présentes dans les tableaux N 17 Et figure N 37



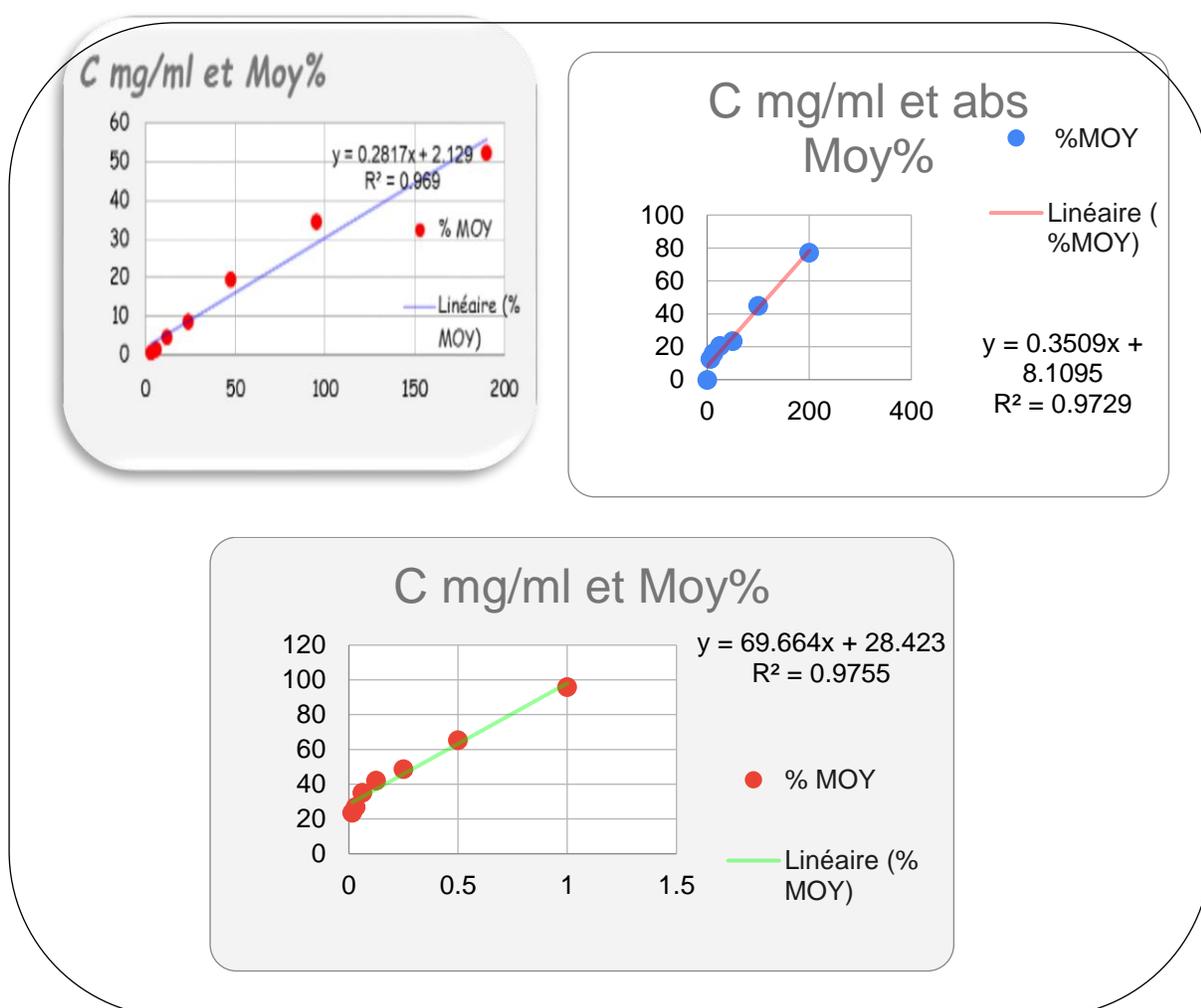
**Figure N° 39** : Teste de réduction de radical DPPH (Original, 2024)

##### I.4.1.1. Détermination d'IC 50

Le taux d'absorption est inversement lie a la capacité antioxydant Dun compose, car il exprime la quantité d'antioxydants requise pour diminuer la concentration de radical libre de 50%. Plus la valeur d'IC50 et basse, plus l'activité antioxydants et grand .les paramètre de calcul de l'activité antioxydant sont résumes dans le Tableau N° 17.

**Tableau N° 17 :** Valeur de la concentration inhibitrice 50 d'huile essentielle *Artimisia herba alba* et *Myrtus communis* et de l'acide ascorbique obtenus par test de DPPH

Huile essentielle	<i>Artimisia herba alba</i>	<i>Myrtus communis</i>	Acide ascorbique
<b>IC 50</b>	169.39+-2.03 mg/ml	119.3802+-8.49 mg/ml	0.22+-0.002 mg/ml



**Figure N° 40 :** Pourcentage d'inhibition de DPPH en présence des huiles essentielles et acide ascorbique (Original, 2024).

Les résultats des tests DPPH (figure N° 40), montrant que l'huile essentielle de *Myrtus communis* présente un IC50  $119.3802 \pm 8.49$  mg/ml, est son maximum 70% par rapport à l'huile essentielle de *Artimisia herba alba* IC50 est de  $169.39 \pm 2.03$  mg/ml, est un taux inhibition de 53%.

En comparaison avec l'acide ascorbique, nous pouvons constater que l'HE de *Myrtus communis* est celui qui possède l'activité antioxydant la plus élevée car il a une IC50 plus faible (IC50  $119.3802 \pm 8.49$  mg/ml)

Il est admis que la dominance des composés non phénoliques dans l'huile essentielle de *Artimisia herba alba* peut être liée à leur faible pouvoir antioxydants. Il est intéressant de noter que la dominance des composés non phénoliques dans les huiles essentielles de *Artimisia herba alba* peut être associée à leur faible pouvoir antioxydants. Ces résultats sont en ligne avec les études antérieures menées par Akrouf et al., (2010) et Mighri et al., (2010). De plus des conclusions similaires ont été observées avec d'autres espèces de *Artimisia* telles que *Absinthium*, *A. longifolia*, qui sont également riches en composés non phénoliques (Lopes-lutz et al., 2008). Cependant, Andrade et al., (2013) ont souligné que la faible activité antioxydante peut être due aux terpènes hydrocarbonés, qui ne peuvent pas transférer un atome d'hydrogène au DPPH en raison de leur faible solubilité dans les solvants utilisés pour le test tel que le méthanol ou l'éthanol.

#### **I.6. Test de Frap (ferric reducing antioxidant power)**

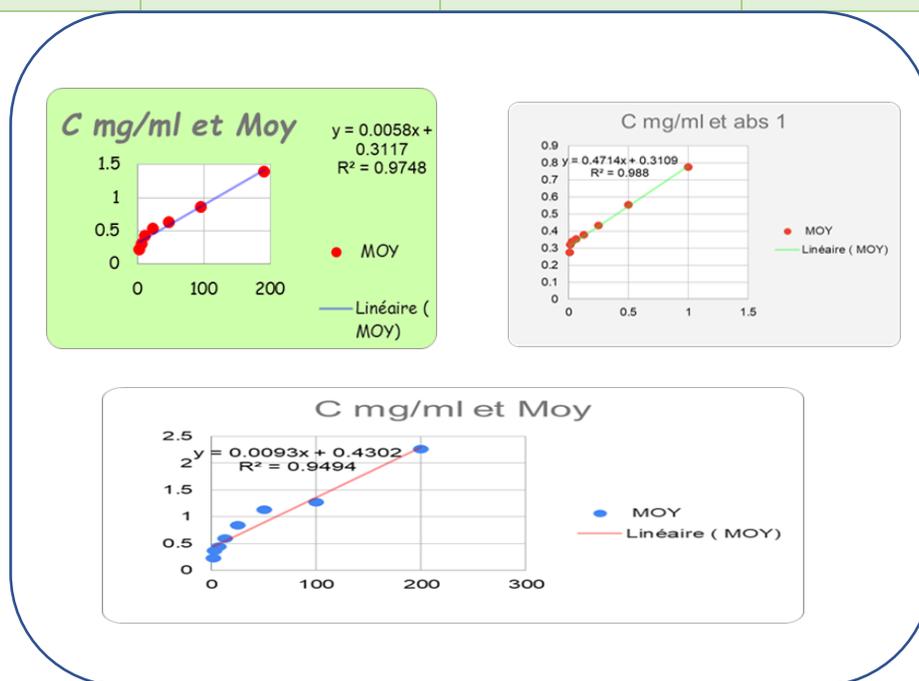
Dans ce test, on peut voir l'effet antioxydant de l'huile essentielle à travers le changement de la couleur de milieu (figure N° 41). Ce changement est dû à la réduction du fer ferrique ( $Fe^{3+}$ ) en fer ferreux ( $Fe^{2+}$ ). L'intensité de la couleur est mesurée en DO, et cette intensité est directement liée au pouvoir antioxydant des différentes huiles testées. Les résultats sont présentés dans le tableau 18 et la figure N° 42.



**Figure N° 41** : Test du pouvoir anti oxydant par réduction du fer (FRAP :ferric reducing antioxidant power )(Original,2024).

**Tableaux N° 18** : Valeurs de la concentration efficace 50 de l'huile essentielle et de l'acide ascorbique

Huile essentielle	<i>Artimisia herba alba</i>	<i>Myrtus communis</i>	Acide ascorbique
<b>CE50</b>	31.91+-20.70	7.50+-5.0029	0.40+-0.07



**Figure N° 42** : Pouvoir réducteur des huiles essentielles *Myrtus communis* et *Artimisia herba alba* et acide ascorbique

Les résultats des tests de Frap comparant l'*Artemisia herba alba*, le *Myrtus communis* et l'acide ascorbique en tant que témoin ont révélé que (tableau n° 18) : Pour l'*Artemisia*, le CE50 est de  $31.91 \pm 20.70$ , avec la plus grande valeur d'absorbance à 1.39, correspondant à une concentration de 190 mg/ml, tandis que la plus petite valeur d'absorbance est de 0.213, avec une concentration de 2.96 mg/ml. Pour l'huile essentielle de myrte, la CE50 est de  $7.5 \pm 5.0029$ , avec la plus grande valeur d'absorbance à 2.25 à une concentration de 200 mg/ml, et la plus petite valeur d'absorbance est de 0.233, avec une concentration de 1.56 mg/ml. Enfin, pour l'acide ascorbique, la CE50 est de  $0.4 \pm 0.07$ , avec la plus grande valeur d'absorbance à une concentration de 1 mg/ml, soit une absorbance de 0.775, et la plus petite valeur de concentration est de 0.0078 mg/ml, avec une absorbance de 0.2735. Ces données permettent de comparer l'activité antioxydante des différentes substances testées.

Rabetat et Nur Faraniza (2013) ont noté que des valeurs élevées dans le test FRAP indiquent des capacités élevées. En comparant les CE50 de l'*Artemisia herba alba* et du *Myrtus communis* dans le test FRAP, on remarque que le *Myrtus* présente une capacité légèrement supérieure à celle d'*Artemisia* dans cette étude.

# Conclusion

En Algérie, la médecine traditionnelle reste largement pratiquée, notamment grâce à l'utilisation des plantes médicinales qui offrent des bienfaits thérapeutiques significatifs. Cette étude vise à déterminer les activités biologiques des huiles essentielles d'*Artimisia herba alba*, qui pousse dans le sud de l'Algérie, et de *Myrtus communis*, qui pousse dans le nord du pays.

Pour commencer, l'extraction par hydrodistillation des huiles essentielles de la partie aérienne de *Myrtus communis* a produit un rendement de 0,482 % tandis que celui de l'armoise blanche s'est élevé à 1,68 %.

L'activité antibactérienne a été évaluée sur cinq souches bactériennes cliniques : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter hormaechei*, *Enterobacter cloacae*, et *Staphylococcus aureus*, ainsi que sur trois souches de référence : *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 70603 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Cette évaluation a été réalisée selon la méthode de la diffusion en puits. Les résultats ont révélé une sensibilité de ces souches aux huiles essentielles d'*Artimisia herba alba*, avec des zones d'inhibition allant de 12 à 39 mm, aux huiles de *Myrtus Communis*, avec des zones d'inhibition entre 13 et 26 mm, et au mélange des deux, avec des zones d'inhibition de 14 à 39 mm. Les tests d'activité antibactérienne ont démontré que les huiles essentielles d'*Artimisia herba alba* et de *Myrtus communis*, ainsi que leur combinaison, présentent une forte capacité inhibitrice contre les souches testées.

Les huiles essentielles d'*Artimisia herba alba* et de *Myrtus communis* ont démontré des effets prometteurs contre les bactéries nosocomiales. *Artimisia herba alba* s'est avérée bactéricide contre *E. coli*, *Enterobacter hormaechei* et *Staphylococcus aureus*, tandis que *Myrtus communis* a montré une action bactéricide contre les souches cliniques. Le mélange des deux huiles a également présenté une activité bactéricide contre certaines souches.

En outre, lors des essais de l'activité antioxydants, le Myrte a révélé une capacité antioxydante plus élevée que celle d'*Artimisia* mais moins élevée que celle de l'acide

ascorbique. Enfin, dans le test FRAP, Myrtus a présenté une CE50 de  $7,50 \pm 5,0029$ , inférieur à celle d'Artemisia qui était de  $12,11 \pm 5,65$ .

Les huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* et de *Myrtus communis* ont démontré des effets prometteurs contre les infections nosocomiales. *Artemisia herba alba* s'est avérée bactéricide contre *E. coli*, *Enterobacter hormaechei* et *Staphylococcus aureus*, tandis que *Myrtus communis* a montré une activité bactéricide sur les souches cliniques. Le mélange des deux huiles a également présenté une activité bactéricide contre certaines souches.

De plus, les tests d'antioxydants ont révélé que Myrtus avait une capacité antioxydante supérieure à celle d'Artemisia, bien qu'elle soit inférieure à celle de l'acide ascorbique. Dans le test FRAP, Myrtus a démontré une CE50 de  $7,50 \pm 5,0029$ , plus bas que celle d'Artemisia qui était de  $12,11 \pm 5,65$ .

Ces résultats suggèrent qu'il serait pertinent de poursuivre la recherche sur l'utilisation des huiles essentielles comme alternatives naturelles aux antibiotiques pour lutter contre les infections nosocomiales. Ils confirment également scientifiquement l'efficacité des utilisations traditionnelles de ces deux plantes et soulignent l'importance de leur exploitation future.

# Annexes

## **Annexe N°1 : Composition des milieux de culture**

### **1/ Mueller Hinton Agar (MHA)**

Extrait de viande.....3g

Hydrolisat acide de caséine .... 17.5g

Amidon ..... 1.5g

Agar..... 16g

Eau distillée..... 1000ml

PH=7.3

### **2/ Bouillon nutritif (BN)**

Peptone ..... 10g

Extrait de viande ..... 5g

Chlorure de sodium ..... 5g

Eau distille .....1000 ml

PH =7.2

### **3/ Gélose nutritive (GN)**

Peptone .....10g

Extrait de viande .....3g

Extrait de levure ..... 3g

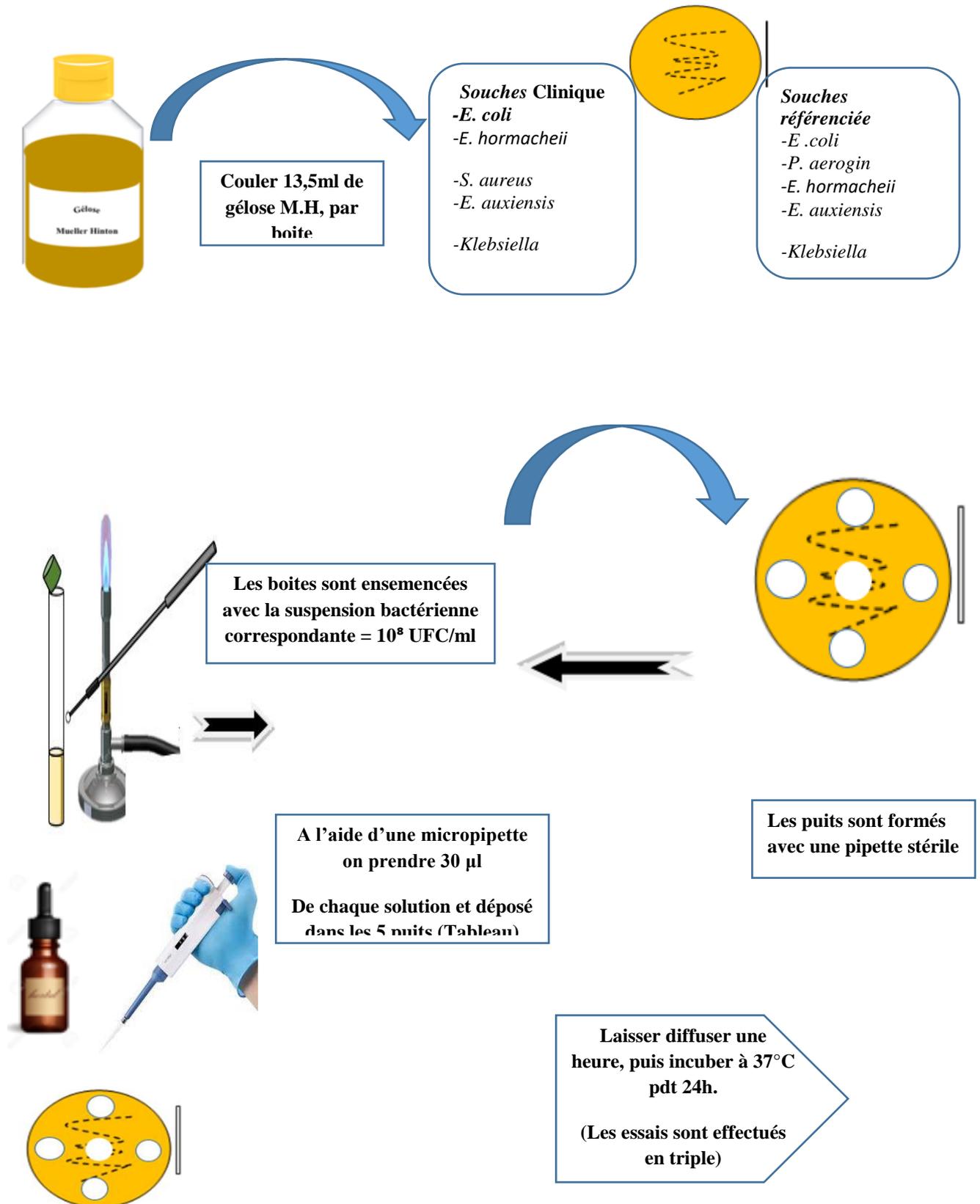
Chlorure de sodium .....5g

Agar ..... 18g

Eau distillée ..... 1000 ml

PH =7.3

Annexe N 02 : organigramme d'aromatogramme (Méthode des puits)



**Annexe N°3 : Préparation de solution DPPH 0.1mm**

- 1- 22.2 mg dans 1000 ml.
- 2- 1.9 mg dans 100 ml.



**Annexe N°4 : Solution stérile de T.T.C.**

Formule chlorure de 2-3-5-triphenyl -2H-tetrazolium +Eau distillée

La concentration de T.T.C varie selon les formules

Conservation : Les tubes se conservent entre 2 et 8°C et a l'obscurité jusqu'a la date d'expiration indiquée sur l'emballage. Le TTC est photo labile et devient jaune sous l'effet de la lumière.

# Liste Des Références

---

## ~A~

- ✚ Abdelli, W., Bahri, F., Romane, A., Höferl, M., Wanner, J., Schmidt, E., et Jirovetz, L., 2017,
- ✚ Aburjai T., Natsheh F.M, 2003, Plants Used in Cosmetics. *Phytotherapy Research*, 17(9), 987-1000p.
- ✚ Achouri, M .,& Belilet H, 2010, propriétés thérapeutiques des huiles essentielles d'origine méditerranéenne . *Journal of Essential Oil Research*, 22(3), 345-359.
- ✚ Akrouf, A., Jani, H. E., Amouri, S., et Neffati, M. (2010). screening of antiradical and alba Asso. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(10), 871-880.
- ✚ Angoué T, 2020, Prévalence des Infections nosocomiales dans 10 services du CH d Point G. Thèse de Doctorat, Université de Bamako, Mali, 147p.
- ✚ Avril J., Carlet J, 1998, Les infections nosocomiales et leur prévention. Paris, Ellipses, p 687
- ✚ Andrade, M. A., das Graças Cardoso, M., de Andrade, J., Silva, L. F., Teixeira, M. L., Valério Resende, J. M., da Silva Figueiredo, A. C., et Barroso, J. G. (2013). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils from *Cinnamodendron dinisii Schwacke and Siparuna guianensis Aublet*. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 2(4), 384–397.

## ~B~

- ✚ Baba Aïssa F, 1999, Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident", Librairie Moderne Rouiba, EDAS, Alger, 368p.
- ✚ Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M, 2008, Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475p.

- ✚ Barbier F., Wolff M, 2010, Multirésistance chez *Pseudomonas aeruginosa* vers l'impasse thérapeutique, *medecine /sciences*, 26 ,960-8p.
- ✚ Baser K.H.C., Buchbauer G, 2010, Handbook of essential oils: Science, technology, and applications. CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. Boca Raton. New York, 994p
- ✚ Bassereau M., Chaintreau A., Druperrex S., Joulain D., Leïjs P.,Loesing, 2007,OGC-MS quantification of suspected volatile allergens in fragrances. Data treatment strategies and method performances. *J Agric Food Chem.* 55, 25-31
- ✚ Bahorun P. (1997). Substances naturelles actives, la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentiel. Food and Agricultural Research Council, Mauritius, Amas. 83-85p
- ✚ Becker K., Harmsen D., Mellmann A., Meier C., Schumann P., Peters G, 2004, Development and evaluation of a quality-controlled ribosomal sequence database for 16S ribosomal DNA-based identification of *Staphylococcus species*. *Journal of Clinical Microbiology.* 42, 4988-4995.
- ✚ Bekhechi C., Attk- Bekkara F., Abdelouhib T, 2008, Composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algerie. *Phytotherapie.* 6, 153-159.
- ✚ Belaiche P, 1979, Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1, 10p
- ✚ Benmeddour, T., Zeraib, A., Laouer, H., et Lahmar, Z. (2019). Chemical Composition and Antifungal Activity of the Essential Oils of Algerian *Vitex agnus-castus* and *Artemisia herba-alba*. *Asian Journal of Applied Sciences*, 12(3), 114–122
- ✚ Bendahou M., Muselli A., Grignon-Dubois M., Benyoucef M., Desjobert J.M. Bernardini A.F. & Costa J, 2008, Antimicrobial activity and chemical composition of (*Origanum glandulosum* Desf.) essential oil and extract obtained by microwave extraction: comparison with hydrodistillation. *Food Chem*, 106:132–39p
- ✚ Bendif H, 2017, Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques *Lamiaceae*: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. etamp; Reut.) Greuter etamp; *Burdet* et *Rosmarinus eriocalyx* Jord etamp; *Fourr.* Thèse de Doctorat. Ecole normale supérieure de kouba-alger. Alger,199p.
- ✚ Berche P., Gallard J.L., Simonnet M, 1988, Les infections nosocomiales d'origine bactérienne et leurs préventions. In: *Les bactéries des infections humaines*, Flammarion, Paris, 64,74p.

- ✚ Berche P., Dupont M., & Lefevre S, 2003, Les huiles Essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leur utilisation dans la lutte contre les infections. *Revue scientifique* ,25 (4), 123-130.
- ✚ Bertella A., Benlahcen K., Abouamama S., Pinto D. C. G. A., Maamar K., Kihal M., et Silva A. M. S, 2018, *Artemisia herba-alba* Asso. Essential oil antibacterial activity and acute toxicity. *Industrial Crops and Products*, 116, 137–143.
- ✚ Bhorun, A. (1997). *Les plantes et leurs applications médicales* (p. 123). Éditions Scientifiques, Paris.
- ✚ Boujelal A, 2013, Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba, 95p
- ✚ Boukhalfa M, 2014, Etude de l'activité antioxydante (test d'ABTS) des huiles essentielles et pédologie *Haloxylon Scoparium pomel* (remth) de la région de Naâma. Mémoire de master, Université Abou Bekr Belkaid- Tlemcen, 42p.
- ✚ Bouzbata A, 2015, Contribution à l'étude d'un plante médicinale et aromatique *Myrtus communis* . Thèse de doctorat Science pharmaceutique .faculte de médecine .Université badji mokhtar, Annaba, Algérie 250p
- ✚ Bouzidi N, 2016, Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « *Artemisia herba alba* Asso ». Thèse de Doctorat en Sciences de la Vie, Université Mustapha Stambouli, Mascara, 462p.

~C~

- ✚ Carson. F., Hammer K, Riley T, 2006, *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil: A Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(1), 50–62.
- ✚ Chabni, N., Metri, A., Moussouni, A., Fatmi, A., Azzaoui, H., Otmani, S., Smahi, S., et Meguenni, K, 2019, Place de l'infection nosocomiale dans la morbi-mortalité néonatale "hôpital mère enfant Tlemcen Algérie". *Libanese Science Journal*, 20(3) 503–523

- ✚ Chebaibi, A., Marouf, Z., Rhazi-Filali, F., Fahim, M., et Ed-Dra, A. (2016). Évaluation du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc. *Phytothérapie*, 14(6), 355–362..
- ✚ Chemat S., Cherfouh R., Brahim Y., Meklati Y., Belanteur K, 2012, Composition and Microbial activity of thyme (*Thymus algeriensis genuinus*) essential oil. *Journal of Essential Oil Research*. 24, 5-11.
- ✚ Crespo M.E., Jiménez J., Navarro C, 1991, Special methods for the essential oils of the genus *Thymus*. In: *Modern Methods of Plant Analysis* (Edited by H.F. Linskens and J.F. Jackson), New series, Essential oils and waxes, pp 41-46, Vol 12, Springer Verlag, Berlin.

~D~

- ✚ Donnenberg M, 2002, *Escherichia coli* Virulence Mechanisms of a Versatile Pathogen. Elsevier. 21-26p.
- ✚ Dupont, J. (2015). Conservation des plantes médicinales. Éditions Botaniques, Lyon, pp. 123-135.

~E~

- ✚ El Haib A, 2011, Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse de doctorat, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 157p
- ✚ Elyajouri A, 2012, Infections à *Pseudomonas aeruginosa* : Actualités. Thèse de doctorat, Université Mohammed v-Rabat, 173p.
- ✚ Emerson J., McNamara S., Buccat AM, 2010, Changes in cystic fibrosis sputum microbiology in the United States between 1995 and 2008. *PediatrPulmonol*, 45 :
- ✚ Epelboin L., Macey J, 2009, Maladies infectieuses et transmissibles, Elsevier Masson,
- ✚ Eschbach M., Schreiber K., Trunk K., Buer J., Jahn D., Schobert M, 2004, Longterm anaerobic survival of the opportunistic pathogen *Pseudomonas aeruginosa* via pyruvate fermentation. *Journal of Bacteriology*, 186 (14), 4596-4604p.

~F~

- ✚ Farbood M.I., Macneil J.H., et Ostovar K, 1976, Effects of rosemary spice extractive on growth of microorganisms in meats. Journal of milk and food technology, Vol.39,pp: 675-679.
- ✚ Fasquelle R, 1974, Eléments de bactériologie médicale. 9 ème édition, Flammarion, Paris, 36p.27-28
- ✚ Filiatrault MJ ., Wagner VE ., Bushnell D., Haidaris CG., Iglewski BH, 2005, Effect of anaerobiosis and nitrate on gene expression in *Pseudomonas aeruginosa*. Infection and Immunity, 73(6), 3764-3772 p.
- ✚ Fillatre Y, 2011, Produits phytosanitaires, Développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem. Thèse de doctorat. Université d'Angers, France, 288p.
- ✚ Franchomme P., Pénoel D, 1990, L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Edition Roger Jallois, Limoges, France, 445p
- ✚ Frag R.S., Daw Z.Y.,Hewedi F.M. et El-Baroty G. S. A.,1989. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils.Journal of food protection,Vol.52, pp:665-7

### ~G~

- ✚ Goudjil M., Ladjel S., Bencheikh S., Hammoya F., Zighmi S., et Mehani M ,2016,Bioactivity of *Artemisia herba alba* essential oil against plant pathogenic fungi . Der pharma chemica, 8 (3), 46-52.
- ✚ Gad, H. (2011). Les plantes médicinales et leurs environnements. Éditions Botaniques, Lyon, pp. 45-67.
- ✚ Guinoiseau E., Luciani A., Rossi PG, Quilichini Y., Ternengo S., Bradesi P., Berti L. 2010 , Effets cellulaires induits par les huiles essentielles d'*Inula graveolens* et de *Santolina corsica* sur *Staphylococcus aureus* . EJCMIID.; 29 : 873-879. [ PubMed

### ~H~

- ✚ Haond C.,Tisoo T.,Allaouchiche B, 1996, Infection nosocomiale en réanimation une année de surveillance portant sur 248 patients de réanimation chirurgicale. Med. Mal. Inf, 26 : 1150- 4p.

- ✚ Hamadache N, 2011, Criblage des extraits phénoliques d'origine végétale doués d'activité antibactérienne : recherche des inhibiteurs naturels de  $\beta$ -lactamases. Mémoire de magistère, Université A/Mira de Bejaia (UAMB), 100p
- ✚ Hartmann, T. (2007). From waste products to ecochemicals: Fifty years' research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*, 68(22), 2831–2846.
- ✚ Hellal Z, 2011, Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des *Citrus*. Application sur la *Sardina pilchardus*. Mémoire de magister, Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 120p.
- ✚ Hernandez-ochoa L., R, 2005, Substitution de solvants et matières actives de synthèse par combiné « Solvant/Actif » d'origine végétale. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechniques de Toulouse, France, 209p
- ✚ Horan TC., Andrus M, Dudeck M A, 2008, CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting. *American Journal of Infection Control*, 36(5), 309–332.
- ✚ Hussein A.M.S., 1990. Antimicrobial and antifungal activity of some libyan aromatic plants. *Plants media*, 644-649.
- ✚ Hygis N, 1998, Hygiène hospitalière. Presses Universitaires de Lyon, France, 666p. OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2013, Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023, Genève, Suisse, 72p.

~I~

- ✚ Imelouane B., Tahri M., Ankit M., Khdid K., Ahmandi H., Dubois J., Elbanchiri A, 2010, The essential oil of eastern Moroccan *Rosmarinus officinalis*: chemical composition, in-vitro antimicrobial and antioxydant activities. *Rev. Microbiol. Ind. San et environn*, 4(2), 120-141p.  
     Imelouane, B., Bachiri, A. E., Ankit, M., Khedid, K., Wathelet, J. P., et Amhamdi, H. (2010). Essential oil composition and antimicrobial activity of *Artemisia herba-alba* Asso grown in morocco. *Banat's Journal of Biotechnology*, (2), 48-55.
- ✚ Inouye S.K., Foreman M.D., Mion L.C., Katz K.H., Cooney L.M.Jr, 2001, Nurses' recognition of delirium and its symptoms: comparison of nurse and researcher ratings. *Arch Intern Med*, 161(20), 2467-2473p.

## ~J~

- ✚ Jay .J.M, 1996, Microorganisme in fresh cultivees. Edition Spora.INRA.France.225p.

## ~H~

- ✚ Houamel S. 2018. Les steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) dans l'Est Algérien : répartition actuelle, biodiversité, dynamique et conditions de durabilité. Thèse de Doctorat, Université de Biskra, Algérie. p : 140.

## ~k~

- ✚ Kahlouche-Riachi F., Djerrou Z., Ghoribi L., Djaalab I., Mansour-Djaalab H., Bensari C., Hamdi-Pacha Y, 2015, Chemical Characterization and Antibacterial Activity of Phases Obtained from Extracts of *Artemisia herba alba*, *Marrubiumvulgare*and *Pinuspinaster*, International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research,7(2),270-274p.

## ~L~

- ✚ Lahlou M, 2004, Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*, 18(6), 435-448p.
- ✚ Le Loir Y., Gantier M, 2009, *Staphylococcus aureus*. Lavoisier, Tec et Doc, 283p.
- ✚ Elmaskaui, M., Dupont, J., & Martin, P. (2008). La médecine traditionnelle dans les pays en développement. Éditions Médicales, Paris, pp. 45-67
- ✚ Lucchesi M.E, 2005, Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat, Université de la Réunion, France, 146p.
- ✚ Lopes-Lutz D., Alviano D. S., Alviano C. S., et Kolodziejczyk P. P, 2008, Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils. *Phytochemistry*, 69(8), 1732–1738.

~M~

- ✚ Maghraoui S., ZAHAF D., 2018, Etude de l'extraction et l'activité biologique des huiles essentielles d'*Artemisia «chih»* en Algérie ,Mémoire de master de l'Université de jillalibounama a khmismiliana.. P:67.
- ✚ Marino M., Bersani C., Comi G, 1999. Antimicrobial activity of essential oil of *Thymus vulgaris* L.measured using a boimpedometric method .J.Food protect,62:1017-1023
- ✚ Marino M., Bersani C., & Comi G, 1999, Impedance measurement in evaluating antimicrobials activity of essentials oils . Journal of Agricultural and food chemistry,47(10), 3951-3954.
- ✚ Mohammedi, A. (2013). Les herbes médicinales et leurs bienfaits. Éditions de la Santé, Paris, pp. 88-102.
- ✚ Marmonier A.A, 1990, Technique de diffusion en gélose : Méthode des disques. , Techniques usuelles, 237-244p.
- ✚ Martin M., Bachman A, 2018, Colonization, Infection, and the Accessory Genome of *Klebsiella pneumoniae*. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 08,1-15
- ✚ Mengal P., Behn Dm Bellido M, 1993, extraction of essential oil by microwave. Parfums Cosmet Aromes. 114, 66–67.
- ✚ Mérens A., J.P., Bargues L.,Cavallo JD, 2013, Infections à *Pseudomonas aeruginosa*. EMC- Maladies infectieuses, 10(1) ,1-18p.
- ✚ Mesaros N., Nordmann P., Plesiat P., Roussel M., Jakobs F, 2007, *Pseudomonas aeruginosa* : resistance et option thérapeutiques à l'aube du deuxième millénaire, Douvain médical, 126(8), 305-316p.
- ✚ Middleton, E., Kandaswami, C., et Theoharides, T. C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. Pharmacological Reviews, 52(4), 673–751
- ✚ Mohamed A., El-Sayed M., Hegazy M.E., Helaly S.E., Esmail, A.M., Magdi H., Mohamed N. S, 2010, Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*. Records of Natural Products, 4(1), 25p
- ✚ Murray P., Baron E., Jorgensen J., Landry M., faller M, 2003, Manual of Clinical Herdon VA, Microbiology(8th ed.). United States of America : American Society for Microbiology.

- ✚ Murray P., Baron R., Jorgensen J., Landry M., Pfaller M ,Yolken R, 2003, Manual of Clinical Microbiology (8th ed.). Herdon VA, United States of America: American Society for Microbiology.

## ~N~

- ✚ Nyaledome-Ablavi I, 2016, *Pseudomonas aeruginosa*, épidémiologie en état actuel des résistances à l'hôpital militaire d'instruction Mohammed v. Thèse de doctorat, Université Mohammed v-Rabat, 116p.
- ✚ Nabli M. A, 1989. Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes, Eléments de botanique et de phytoécologie. Flore tunisienne, Faculté des sciences, Laboratoire de botanique fondamentale et appliquée, Tome I, Ed. MAB, Tunis, 247p
- ✚ Nakayama K, Ishida Y, Ohtsuka M, Kawato H, Yoshida K, Yokomizo Y, Ohta T, Hoshino K, Otani T, Kurosaka Y, Yoshida K, Ishida H, Lee VJ, Renau TE, Watkins WJ (2003b) MexAB– OprM specific efflux pump inhibitors in *Pseudomonas aeruginosa*. Part 2: achieving activity in vivo through the use of alternative scaffolds. *Bioorg. Med. Chem. Lett*13: 4205-420

## ~O~

- ✚ Oughuirti N,2022, Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles et/ou des extraits d'*Artemisia herba-alba* et de *Capparis spinosa* de la région de Béchar, Thèse de doctorat, Université abd el hamid ebn badis ,Mostaganem ,147p
- ✚ OMS, 2010, Organisation mondiale de la santé, 2010, Pourquoi un Défi mondial sur les infections nosocomiales.
- ✚ Oussala M., Caillet S., Saucier L., Lacroix M, 2006, Aantimicrobial effect of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat science*. 2006. 73, 236-244.

- ✚ Oussou K.R., Kanko C., Guessennd K.N., Yolou S., Koukoua G., Dosso M., N'guessan Y.T., Figueredo G., Chalchat J.-C, 2004, Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois plantes de Côte d'Ivoire. C. R. Chimie, 7(10-11), 1081-1086p.

~P~

- ✚ Paris R.P, 1967, Moyses, H.Matière médicale. Masson, Paris.
- ✚ Phaneuf M, 2010, Les infections nosocomiales-Agir ensemble pour des milieux cliniques sains et sécuritaires. 26.
- ✚ Pilly E., Pilly E, 2016, Collège des universitaires de maladies infectieuses et tropicales (France). Maladies infectieuses et tropicales. 25ème édition. Paris : Alinéa Plus ; 2015. 648 p.
- ✚ Piochon M, 2008, Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et héli-synthèse. Mémoire de Master, Université du Québec à Chicoutimi, Canada, 200p.
- ✚ Pokra M., Pundir S., Dileep K., Harsha R., Jyoti R and Pushpa M, 2016, Prevalence of *Pseudomonas aeruginosa* and its Antibiotic Susceptibility Pattern to Restraint Hospital Acquired Infection, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 5(9), 73-83 p.
- ✚ Ponce A ., Fritz R ., del valle C., & Roura ,2003, Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. LWT-Food Science and technology, 36(7),679-684.
- ✚ Popi, 2003, Maladies infectieuses. Paris : CMIT, 185-224
- ✚ Proust B,2006. Petite Géométrie des Parfums. Éditions du Seuil. Paris., p, 126.

~Q~

- ✚ Quezel, P., and Santa S, 1963, Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. 2 Tomes, Editions CNRS, Paris, 1170p.

~R~

- ✚ Rahimi-Bashar F., Karami P., Khaledi A., Dehghan A., Seifrabie A., et Hedayat Yaghoobi M, 2018, Evaluation of the Prevalence of Nosocomial Infection in Different

Wards of Be 'sat Hospital of Hamedan . Avicenna Journal of clinical Microbiology and infection, 5(2), 31-35

- ✚ Rabeta, M.S., Nur Faraniza,R.,2013, Total phenolic content and ferric reducing antioxidant power of the leaves and fruits of *Garcinia atrovirdis* and *Cynometra cauliflora*, International Food Research Journal 20(4):1691-1696.
- ✚ Richard H, 1992, Epices et aromates. Edition Dec & Doc, Lavoisier, Collection science et technique alimentaire, Paris, 339p.
- ✚ Richards MJ., Edwards JR., Culver DH., Gaynes RP, 1999, Nosocomial infections in medical intensive care units in the United States. National nosocomial infections surveillance system, Crit Care Med, 27: 887-92p.
- ✚ Russo T., Johnson J., 2008. Diseases Caused by Gram-Negative Enteric Bacilli. In Fauci, A. S.; Fauci, A. (Eds.), Harrison's principles of internal medicine 17th ed.,New York: McGraw-Hill Medical Pub.

~S~

- ✚ Sartoratto A., Machado A.,Delarmelina C., Figueira G,2004, Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. Braz J Microbiol, 35, 275–280.
- ✚ Schlempher V, 1996, Antispasmodic effects of hydroalcoholic extract of *Marrubium vulgare* Science and Technology, 2(1), 29-39.
- ✚ Smith, J., Johnson, R., & Wang, L.(2019). Antibacterial activity of essential oils against multi-drug resistant bacterial strains. Journal of medical Microbiology ,68(4), 567-576
- ✚ Spendlove J., Fannin K F, 1983, Source significance and control of indoor microbial Aerosols. Human health aspects, Public Health Reports, 98 (3), 229 p.

~T~

- ✚ Tassou C C, Nychas G J E,1995,Antimicrobial activity of the essential oil of mastic gum (*Pistacia Lentiscus* Var Chia) on gram positive and gram negative Bacteria in both and in model food system. Int. Biodeterior.Biodegrad., 36, 411-420
- ✚ touil s,2018, variation de la composition chimique et la bioactivite des huiles essentielles et des polyphenols d'artemisia herba alba et d'artemisia campestris de la region de djelfa, thèse de doctorat, universite saad dahlab de blida,107p

- ✚ Tripathi P., Banerjee G., Saxena S., Gupta SM., Ramteke PW, 2011, Antibiotic resistance pattern of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from patients of lower respiratory tract infection. *African Journal of Microbiology Research*, 5(19), 2955- 2959p.
- ✚ Toty AA., Guessennnd N., Bahi C., Kra A.M., Otokore D., Dosso M, 2013, Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tronc de *Harungana madagas cariensis* sur la croissance de souches multi-résistantes *Bulletin de la société Royale des Siences de Liège*, 82: 12-21p

~V~

- ✚ Vagi E., Simándi B., Suhajda Á.,Hethelyi E., & Lugasi A ,2005, Essential oil composition and antimicrobial activity of *Origanum majorana L.*
- ✚ Vander W.C., Pierard A., Kley-Raymann M., Haas D, 1984, *Pseudomonas aeruginosa* mutants affected in anaerobic growth on arginine: evidence for a fourgene cluster encoding the arginine deiminase pathway. *Journal of Bacteriology*, 160(3), 928-934p
- ✚ Yashphe J., Feuerstein I., Barel S., Segal R, 1987, The antibacterial and antispasmodic activity of *Artemisia herba-alba* Asso. II. Examination of essential oils from various chemotypes. *International Journal of Crude Drug Research*, 25(2), 89-96p

~Z~

- ✚ Zalika L.L.,1988. Spices and herb, their antimicrobial evaluation and its determination. *J.Food Nutr*, 9:97-118.
- ✚ Zouari S., Zouari N., Fakhfakh N., Bougatef A., et Ayadi M,2010, Chemical composition and biological activities of a new essential oil chemotype of Tunisian *Artemisia herba Alba* Asso. *Journal of medicinal plants Research*, 4(10), 871-880.

