



République Algérienne Démocratique Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université Echahid Cheikh Labri Tébessi-Tébessa



Faculté des Sciences Exactes et Science de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Science de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Biologiques

Option: Microbiologie Appliquée

Thème:

**Etude phytochimique et évaluation in vitro de l'activité
antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba
alba* (Armoise blanche) de la région de Tébessa**

Présenté par:

M^{elle} Dakhli Chirihene

M^{elle} Redjel Nourhene

M^{elle} Labidi Aicha

Devant le jury:

Dr.Boubida Hayette	Prof	Université de Tébessa	Présidente
Dr.Fenghour Hind	MCA	Université de Tébessa	Promotrice
Dr.Sghir Hanene	MCB	Université de Tébessa	Examinatrice

Année universitaire: 2022/2023



République Algérienne Démocratique Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université Echahid Cheikh Labri Tébessi-Tébessa



Faculté des Sciences Exactes et Science de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Science de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Biologiques

Option: Microbiologie Appliquée

Thème:

**Etude phytochimique et évaluation in vitro de l'activité
antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba
alba* (Armoise blanche) de la région de Tébessa**

Présenté par:

M^{elle} Dakhli Chirihene

M^{elle} Redjel Nourhene

M^{elle} Labidi Aicha

Devant le jury:

Dr.Boubida Hayette	Prof	Université de Tébessa	Présidente
Dr.Fenghour Hind	MCA	Université de Tébessa	Promotrice
Dr.Sghir Hanene	MCB	Université de Tébessa	Examinatrice

Année universitaire: 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Au Nom de Dieu le Très Miséricordieux, le Tout Miséricordieux,

Avant tout propos, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donnée la capacité et la volonté jusqu'au bout pour réaliser ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrante,

Dr. Fenghour Hind pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigoureuse scientifique, sa disponibilité, ses précieux conseils, la confiance qu'elle nous a accordé et pour son suivi régulier à l'élaboration de ce travail.

Nos vifs remerciements à tous les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail :

A Pr. Boubida Hayette, pour l'intérêt qu'il avait bien voulu porter à ce travail, pour son aide et pour avoir fait l'honneur de présider ce jury.

A Dr. Seghir Hanene, pour accepter d'examiner notre travail et de l'enrichir par ses propositions.

Nous souhaiterons également remercier nos enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie pendant les cinq années de notre parcours et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

Aïcha, Chirihene, Nourhene.



Dédicace



*Tout d'abord, je tiens à remercier **DIEU**, de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Je dédie ce travail à ma famille **Labidi, Bouarroudj** et aux personnes les plus chères au monde mes chers parents.*

*Ma chère mère, **Samira**. Tu es mon confort et mon bonheur, je crois que le bon dieu m'aime lorsqu'il m'a offert une maman comme toi ; J'ai suivi tes conseils et tu as dirigé mon navire vers la réussite ; Crois-moi si je te dis que je n'arriverai jamais sans tes prières, ta fidélité et bien sûr ton amour. Tu as mis dans mon âme l'espoir, dans mon cœur la Tranquillité et dans mon esprit la diligence et la persévérance.*

*Mon cher père, **Mohammed**. Décédé trop tôt, qui m'a toujours poussé et motivé durant mes études. J'espère que cet humble geste soit comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour lui, puisse Dieu le tout puissant l'accueillir en son Vaste paradis. Ce travail est fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*À mes jolies sœurs : **Cheyma** et **Batoul**.*

*A mon frère : **Salah**.*

*Sans oublier mes amies : **Rihab, Donia, Chaima, Nadjette** à tous ceux qui m'ont connue.*

*Spécial dédicace à mon encadrante **Dr. Fenghour Hind** Pour les conseils, la présence et la patience. A mes chères trinômes **Chirihene, Nourhene**, aux bons moments que nous avons passé ensemble qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce travail, ceux qui m'ont appuyé et encouragé à effectuer ce travail de recherche.*

À toute la promotion master 2 microbiologie appliqué 2023.

A tous les personnes qui m'encouragent toujours aux moments difficiles.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit Possible

Ficha



Dédicace



Tous D'abord, je tiens à remercier « **DIEU** » le tout puissant de m'avoir donné la foi, la capacité et la patience pour arriver à ce point.

J'ai un grand plaisir et immense joie de dédier ce modeste travail :

*A ma chère mère **Latra**, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous consenti pour mon instruction et mon bien –être.*

*À mon très cher père **Amar**, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices pour nous voir grandir en baigner dans la réussite et de privations pour m'aider à avancer dans la vie, très compréhensible. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de to, ses conseils, ses encouragements, espérant ces rêves exempts.*

*Mes chers frères **Mohamed, Nour Eddine, Sofiane, Hamza**, qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité. Et mon petit neveu **Fatih**.*

*Mes chères sœurs **Saida, Nabila, Sonya** qui ont toujours été présentes pour moi.*

*À mon chère Encadrante **Dr. Fenghour Hind**, merci pour votre patience, Vos efforts intenses, et votre disponibilité permanente.*

*A mes chères trinômes **Aicha, Nourhene**, aux bons moments que nous avons passé ensemble qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce travail, ceux qui m'ont appuyé et encouragé à effectuer ce travail de recherche et pour leur compréhension, gentillesse, et patience envers.*

*Je la dédie aussi à la meilleure mes chères amie et compagne de ma vie **Sourour Zoghlam** pour son soutien moral, et pour tous les sentiments d'affection.*

*A ma chères amies, **Hanene Dziri, Assia, Sara**.*

*Tous mes amis de la promotion de **Master 2 Microbiologie Appliquée 2023** pour tous les bons moments passés et à venir.*

Chirihene



Dédicace



Avant tout, je remercie **Allah** qui m'a éclairé mon chemin et d'aboutir aumoment que j'ai l'attenduJe dédie mon modeste travail :

A mon père

Vous êtes pour moi un exemple, pour votre loyauté, votre rigueur, votre servitude, etvotre humilité. Que de sacrifice n'avez-vous pas consenti pour faire de vos enfants, des modèles. Merci PAPA, pour tout, je vous en serais toujours reconnaissant etdéfendrais avec honneur les valeurs que vous avez épousées.

A ma mère

Maman, les mots me manquent pour exprimer ma gratitude. Tout ce que j'emploieraissera faible mais sache que pour nous vous avez toujours agit en une mère exemplaireet vous nous avez prodigué le respect, l'amour et la bonté. Ce travail est le fruit, leabeur de l'assistance et d'énormes sacrifices consentis pour vos enfants. Maman, qu'**ALLAH** puisse vous apportez santé, bonheur, et longévité.

A ma grand-mère

Ma deuxième Maman, tu es mon confort et mon bonheur, je crois que le bon dieu m'aimelorsqu'il m'a offert une maman comme toi ; J'ai suivi tes conseils et tu as dirigé monnavire vers la réussite ; Crois-moi si je te dis que je n'arriverai jamais sans tesprières, ta fidélité et bien sûr ton amour. Tu as mis dans mon âme l'espoir, dans moncœur la tranquillité et dans mon esprit la diligence et la persévérance.

À toute ma famille, oncles, Hichem, Moufida, Faten, nadjiba qui et toujours participé à me donner du courage et de la volonté.

Mes très chères sœurs **Bouchra** et **Marwa** pour leur tendresse, leurs complicité.

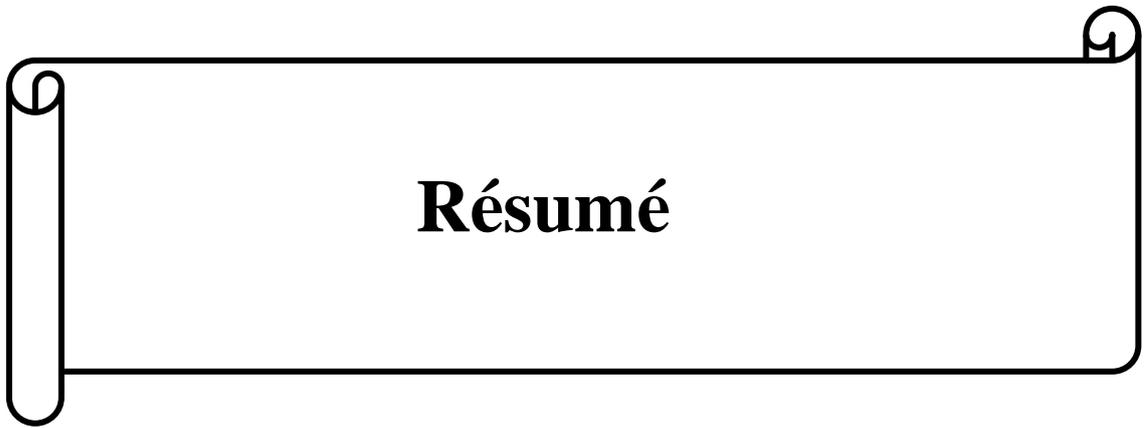
À Mon encadrante **Dr.Fenghour Hind**, Pour le conseille, la présence, et la patience.

A mes chères trinômes **Aicha** et **Chirihene**pour tous les sentiments et les moments qu'on a partagés.

A tous mes proches, a mes ami(e)s. Je vous souhaite tout le succès et le bonheur. Atout ceux qui m'ont aidée afin de réaliser ce travail.

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment. À toute personne que je connais de près ou de loin, a toute la promotion **Master 2 Microbiologie appliquée 2023**.

Nourhene



Résumé

Résumé

Artemisia herba alba, également connue sous le nom d'armoïse blanche, est une plante herbacée de la famille des Asteraceae. Il est originaire des régions arides d'Afrique du Nord. *Artemisia herba alba* a été largement utilisé dans les zones de médecine traditionnelle où il pousse naturellement. L'extrait de cette plante a montré des propriétés médicinales potentielles, y compris antimicrobienne, effets anti-inflammatoires et de lutte antiparasitaire. L'objectif de cette étude est de réaliser un dépistage phytochimique et d'évaluer l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* de la région de Thlidjène wilaya de Tébessa. L'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* a été obtenu par macération au méthanol. Le rendement de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* a été estimé à 46,53 %. Le dépistage phytochimique a révélé la présence de certains groupes chimiques notamment les Flavonoïdes et les Saponines et l'absence des Alcaloïdes, Tanins, Terpènes et Stéroïdes et des Quinones. L'activité antibactérienne a été déterminée sur cinq souches bactériennes *K. pneumoniae*, *S. marcescens*, *E. coli*, *S. aureus* et *S. epidermidis*, selon la méthode de diffusion des disques. Les résultats ont montré que l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* a une forte activité contre les cinq souches bactériennes, avec une zone d'inhibition de 15.36 à 21.46 mm. L'étude quantitative de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* avec les souches bactériennes testées a montré une variabilité des diamètres des zones d'inhibition exprimés par l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* vis-à-vis des souches bactériennes testées. La concentration minimale inhibitrice de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* sur *K. pneumoniae*, *S. marcescens*, *E. coli* est de 25 mg/mL et de 12.5 mg/mL pour *S. aureus* et *S. epidermidis*. Tandis que le résultat enregistré pour *K. pneumoniae*, *E. coli* et *S. marcescens* a montré une CMB a des valeurs allant de 25mg/mL et de 12.5mg/mL pour *S. aureus*, *S. epidermidis*. L'extrait méthanolique a un effet bactéricide sur les souches bactériennes testées, ce qui confirme que la plante *A. herba alba* est doué de propriété antibactérienne et antimicrobienne.

Mots clés

Artemisia herba alba, extrait méthanolique, screening phytochimique, activité antibactérienne.

Abstract

Artemisia herba alba, also known as white mugwort, is a herbaceous plant of the Asteraceae family. It is native to the arid regions of North Africa. *Artemisia herba alba* has been widely used in traditional medicine areas where it grows naturally. The extract of this plant has shown potential medicinal properties, including antimicrobial, anti-inflammatory and pest control effects. The objective of this study is to carry out a phytochemical screening and to evaluate the antibacterial activity of the methanolic extract of *Artemisia herba alba* from the region of Thlidjéne state of Tébessa. The methanolic extract of *Artemisia herba alba* was obtained by maceration with methanol. The yield of the methanolic extract of *Artemisia herba alba* was estimated at 46.53%. Phytochemical screening revealed the presence of certain chemical groups including Flavonoids and Saponins and the absence of Alkaloids, Tannins, Terpenes, Steroids and Quinones. Antibacterial activity was determined on five bacterial strains *K. pneumoniae*, *S. marcescens*, *E. coli*, *S. aureus* and *S. epidermidis*, according to the disc diffusion method. The results showed that the methanol extract of *Artemisia herba alba* has strong activity against all five bacterial strains, with an inhibition zone of 15.36 to 21.46 mm. The quantitative study of the methanolic extract of *Artemisia herba alba* with the bacterial strains tested showed variability in the diameters of the inhibition zones expressed by the methanolic extract of *Artemisia herba alba* vis-à-vis the bacterial strains tested. The minimum inhibitory concentration of the methanolic extract of *Artemisia herba alba* on *K. pneumoniae*, *S. marcescens*, *E. coli* is 25 mg/mL and 12.5 mg/mL for *S. aureus* and *S. epidermidis*. While the results recorded for *K. pneumoniae*, *E. coli* and *S. marcescens* showed a MBC has values ranging from 25mg/mL and 12.5mg/mL for *S. aureus*, *S. epidermidis*. The methanolic extract has a bactericidal effect on the bacterial strains tested, which confirms that, the plant *A. herba alba* is endowed with antibacterial and antimicrobial properties.

Keywords

Artemisia herba alba, methanolic extract, phytochemical screening, antibacterial activity.

Artemisia herba alba، المعروف أيضا باسم الشيح الأبيض، هو نبات عشبي من عائلة Asteraceae. موطنها المناطق القاحلة في شمال إفريقيا. يستخدم *Artemisia herba alba* على نطاق واسع في مجالات الطب التقليدي حيث ينمو بشكل طبيعي. أظهر مستخلص هذا النبات خصائص طبية محتملة، بما في ذلك التأثيرات المضادة للميكروبات والمضادة للالتهابات. الهدف من هذه الدراسة هو إجراء فحص كيميائي نباتي وتقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلص الميثانول ل *Artemisia herba alba* من منطقة تليجان في ولاية تبسة. تم الحصول على مستخلص الميثانول ل *Artemisia herba alba* عن طريق النقع مع الميثانول. قدر محصول مستخلص الميثانول من *Artemisia herba alba* بنسبة 46.53%. كشف الفحص الكيميائي النباتي عن وجود مجموعات كيميائية معينة بما في ذلك Flavonoïdes و Saponines و Tanins و Stéroïdes, Terpènes و Quinones. تم تحديد النشاط المضاد للبكتيريا على خمس سلالات بكتيرية *S. epidermidis* و *S. aureus* و *E. coli* و *S. marcescens* و *K. pneumoniae*. وفقا لطريقة انتشار القرص أظهرت النتائج أن مستخلص الميثانول ل *Artemisia herba alba* له نشاط قوي ضد جميع السلالات البكتيرية الخمس، مع منطقة تثبيط من 15.36 إلى 21.46 ملم. أظهرت الدراسة الكمية لمستخلص الميثانول ل *A. herba alba* مع السلالات البكتيرية المختبرة تباينا في أقطار مناطق التثبيط التي يعبر عنها مستخلص الميثانول ل *Artemisia herba alba* مقابل السلالات البكتيرية التي تم اختبارها. الحد الأدنى للتركيز المثبط لمستخلص الميثانول ل *Artemisia herba alba* على *K. Pneumoniae* و *S. marscences* و *E. coli* هو 25 مجم / مل و 12.5 مجم / مل *S. epidermidis* و *S. aureus*. في حين أظهرت النتائج المسجلة ل *K. pneumoniae* و *E. coli* و *S. marcescens* أن CMB له قيم تتراوح بين 25 مجم / مل و 12.5 مجم / مل ل *S. aureus*، *S. epidermidis*. مستخلص الميثانول له تأثير مبيد للجراثيم على السلالات البكتيرية التي تم اختبارها، مما يؤكد أن نبات *A. herba alba* يتمتع بخصائص مضادة للبكتيريا ومضادة للميكروبات.

الكلمات الرئيسية

Artemisia herba alba، مستخلص الميثانول، فحص كيميائي نباتي، نشاط مضاد للبكتيريا.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Classification d' <i>Artemisia herba-alba</i>	05
02	Quelques classes des Flavonoïdes	09
03	Les coordonnées géographiques de la récolte de la plante	15
04	Caractéristiques des souches bactériennes testées	24
05	Les milieux de culture utilisée	24
06	Sensibilité des souches microbiennes en fonction des zones d'inhibition.	30
07	Rendement d'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i>	32
08	Comparaison de rendement d'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i> dans différentes régions de l'Algérie	32
09	Criblage phytochimique d' <i>Artemisia herba alba</i>	33
10	Aspect microscopique et macroscopique sur milieux sélectif des souches bactériennes testées	36
11	Effet antibactérien de l'extrait méthanolique pure de l' <i>Artemisia herba alba</i> sur les souches bactériennes testées	37
12	Effet antibactérien de l'extrait méthanolique diluée de l' <i>Artemisia herba alba</i> sur les souches bactériennes testées	39
13	CMI et CMB de l'EM d' <i>Artemisia herba alba</i> sur les souches bactériennes testées	41

Liste des figures

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	<i>Artemisia herba alba</i> de la région de Thlidjéne wilaya de Tébessa	04
02	Structure de base des Flavonoïdes	08
03	Structure de Tannins hydrolysables	11
04	Structure de Tannins condensés	11
05	Structure des quelques Alcaloïdes	12
06	Structure des différents Terpènes	13
07	Structure des Saponines	14
08	Localisation du site de prélèvement de l' <i>Artemisia herba alba</i>	16
09	<i>Artemisia herba alba</i> pendant le séchage	17
10	Broyage de la plante <i>Artemisia herba alba</i> après le séchage	17
11	Macération de l'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i>	18
12	Filtration de l'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i>	19
13	Evaporation de l'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i>	19
14	Diagramme des différentes étapes de la préparation de l'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i>	20
15	Préparation de la solution mère	25
16	Préparation de l'inoculum	26
17	Etape de préparations des disques	26
18	Gélose Mueller Hinton stérile coulée dans des boîtes de pétri	27
19	Ensemencement sur milieu MH	27
20	Dépôt des disques sur milieu solide	28
21	Imprégnation des disques	29
22	Préparation des dilutions	30
23	Distribution expérimentale de la microplaque pour les cinq souches testées pour la détermination de la CMI	40

Liste des annexes

Liste des annexes

Annexe	Titre
01	Matériel de laboratoire et les produits et réactifs et solvant utilisé.
02	Composition des réactifs utilisés pour le screening phytochimique de plante.
03	Examen microscopique par coloration de Gram.
04	Les milieux de culture.
05	Repiquage des souches bactériennes.
06	Préparation de la solution 0.5 Mac Farland.
07	Mesure les diamètres des zones inhibitions.
08	Etude qualitative et quantitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique pure et dilutions d' <i>Artemisia herba alba</i> .
09	Détermination de la concentration minimale bactéricide CMB de l'EM d'A. <i>herba alba</i> .

Liste des abréviations

Liste des abréviations

A.herba alba: *Artemisia herba alba*.

BMH: Bouillon Muller Hinton

CMI: Concentration Minimale Inhibitrice

CMB: Concentration Minimale Bactéricide

DO:DensitéOptique

DHHD:Déhydrohexahydroxydiphénique

D: Diamètre

DMSO:Dimethylsulfoxyde

EP: Ether de pétrole

EM: Extrait méthanolique

FeCl₃: Trichlorure de fer

GN: Gélose Nutritive

g : gramme

G- : Gram négatif

G+ : Gram positif

HCL: Acide Chlorhydrique

HHDP : Acide hexahydroxydiphénique

H₂SO₄ : Acide sulfurique

HCDS : Haut Commissariat au Developpement de la Steppe

K.pneumoniae: *Klebsiella pneumoniae*.

MH: Muller Hinton

MG: milligramme

Liste des abréviations

mL: millilitre

mm: millimètre

min : minute

Na OH: Hydroxyde de sodium

R: Rendement

s : seconde

S: sensibilité

S.marcescens : Serratia marcescens

S.aureus : Staphylococcus aureus

S. epidermidis : Staphylococcus epidermidis

TCA: Acide trichloracétique

UFC: Unité Formant Colonie

v/v : Volume sur volume

µL: Micro litre

%: Pourcentage

± : plus ou moins

Table des matières

Table des matières

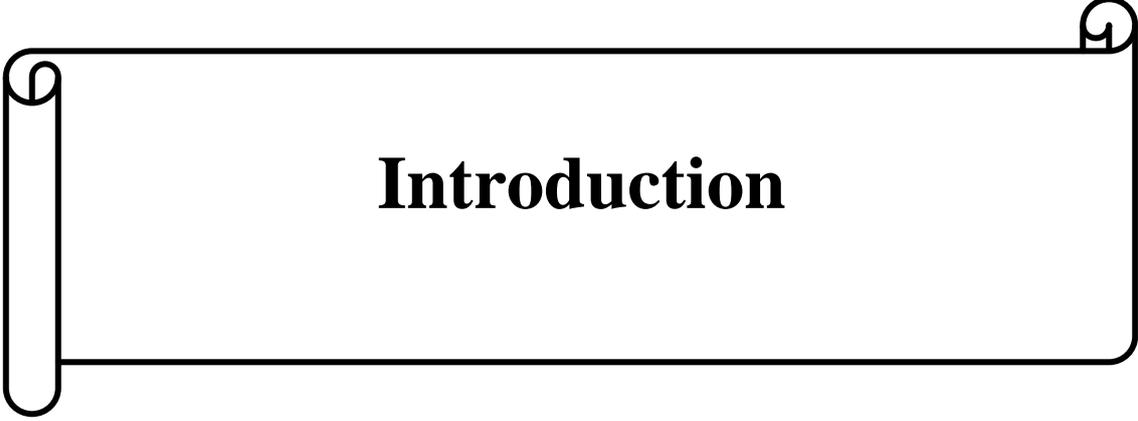
Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
ملخص	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des annexes	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction	01
Partie I: Partiebibliographique	
Chapitre I: Présentation de la plante étudiée « <i>Artemisia herba alba</i> »	
I. Généralité sur l' <i>Artemisia herba alba</i>	03
1. L'espèce <i>Artemisia herba alba</i>	03
1.1. Nomenclature	03
1.1.1. Nom scientifique	03
1.1.2. Noms vernaculaires	03
1.2. Description botanique	04
1.2.1. Partie aérienne	04
2.2.2. Partie souterraine ou racine	04
2.3. Classification de la plante	05
2.4. Les espèces algériennes du genre <i>Artemisia</i>	05
2.5. Composition chimique	06
2.6. Intérêt thérapeutiques et d'autre utilisation d' <i>Artemisia herba alba</i>	06
2.7. Toxicités	07
Chapitre II: Les métabolites secondaire	
I. Les métabolites secondaires	08
1. Les Flavonoïdes	08
1.1. Classification	09
2. Les Tanins	10
2.1. Tanins hydrolysables	10
2.2. Tanins condensés	11
3. Les Alcaloïdes	12
4. Les Terpènes et Stéroïdes	12
5. Les Quinones	13
6. Les Saponines	13
II. Les intérêts des métabolites secondaires	14
Partie II: Partie expérimentale	
Chapitre I: Matériel et méthode	
Objectif de travail	15
I. Matériel et méthode	15
1. Matériel	15
1.1. Matériel végétal	15

Table des matières

2.Méthode	17
2.1. Séchage de la plante <i>Artemisia herba alba</i>	17
2.2. Broyage de la plante <i>Artemisia herba alba</i>	17
II.Etude phytochimique d' <i>Artemisia herba alba</i>	18
1. Préparation de l'extrait méthanolique d'A. <i>herba alba</i>	18
1.1. Macération	18
1.2.Filtration	18
1.3.Evaporation	19
2. Détermination du rendement de l'extrait méthanolique	21
3. Screening phytochimique	21
3.1. Les Flavonoïdes et leucoanthocyanes	21
3.2. Les Alcaloïdes	22
3.3. Les Saponines	22
3.4. Les Tanins	22
3.4.1. Les Tanins catéchiques	22
3.4.2. Les Tanins galliques	22
3.5. Les Terpènes et Stéroïdes	23
3.6. Les Quinones	23
4. Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i>	23
4.1. Matériels	23
4.1.1.Matériels biologiques	23
4.2.Méthode	24
4.2.1. Confirmation de la pureté des souches bactériennes testées	24
4.2.2. Les milieux de culture	24
4.2.3. Repiquage des souches bactériennes	25
4.3. Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i>	25
4.3.1. Etude qualitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique pure d' <i>Artemisia herba alba</i> par la méthode d'Aromatogramme	29
4.3.2. Etude quantitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i> aux différentes dilutions	29
4.3.3. Expressions des resultants	29
4.3.4 Détermination de la CMI de l'extraite méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i> par la méthode de microplaque	30
4.3.5. Détermination de la concentration minimale bactéricide CMB	31
Chapitre II: Résultats et discussion	
1. Rendement de l'extrait méthanolique	32
2. Criblage phytochimique	32
3. Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d' <i>Artemisia herba alba</i>	35
3.1. Confirmation de la pureté des souches bactériennes testées	35
3.2. Etude qualitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique pure d' <i>Artemisia herba alba</i> par la méthode d'Aromatogramme	37
3.3. Etude quantitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique	38

Table des matières

d' <i>Artemisia herba alba</i> aux différentes dilutions	
3.4. Détermination de la CMI et la CMB de l'EM d'A. <i>herba alba</i>	39
Conclusion et perspectives	42
Référence bibliographique	
Annexes	



Introduction

Introduction

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité pour soulager et guérir les maladies humaines. En fait, leurs propriétés thérapeutiques sont dues à la présence de centaines, voire de milliers de composés naturels bioactifs appelés: les métabolites secondaires **(Boudjouref, 2011)**.

Le continent africain est doté d'une biodiversité parmi les plantes riches dans le monde avec un nombre très élevé de plantes utilisées comme agents thérapeutiques. De nombreuses substances naturelles différentes ont été identifiées et beaucoup d'entre elles se sont utilisées dans la médecine traditionnelle pour le traitement et la prévention des maladies **(Boudjouref et al., 2018)**. L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée et parmi ses plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve le genre *Artemisia* ; largement distribué surtout dans les régions semi arides ; dont de nombreuses espèces sont utilisées en médecine traditionnelle en raison de leur richesse en molécules bioactives douées d'activités thérapeutiques.

L'armoise blanche ou *Artemisia herba alba* est l'une des dix espèces du genre *Artemisia* les plus connues en Algérie. Cette plante est largement utilisée par la population algérienne pour traiter les troubles digestifs, les ulcères, les brûlures, les infections respiratoires ainsi que les infections urinaires et génitales.

Plusieurs espèces d'Armoise ont été étudiées pour leurs effets antioxydants et antimicrobiens avec une attention particulière attribuée aux huiles essentielles. Cependant, peu de recherches se sont intéressées aux effets biologiques des extraits méthanolique d'*Artemisia herba alba*.

Le choix de notre plante s'est basé sur leur utilisation fréquente dans nos traditions locales culinaires et médicinales, afin de revaloriser et redécouvrir notre patrimoine national. Dans cette optique, la présente étude vise à étudier les activités biologiques à savoir l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* de la région de Tébessa.

Notre manuscrit s'articule autour de deux parties :

La première partie englobe une recherche bibliographique sur répartie en 2 chapitres. Le premier chapitre concerne la description botanique générale, la classification, la composition chimique et l'intérêt thérapeutique et la toxicité de la plante étudié *Artemisia herba alba*.

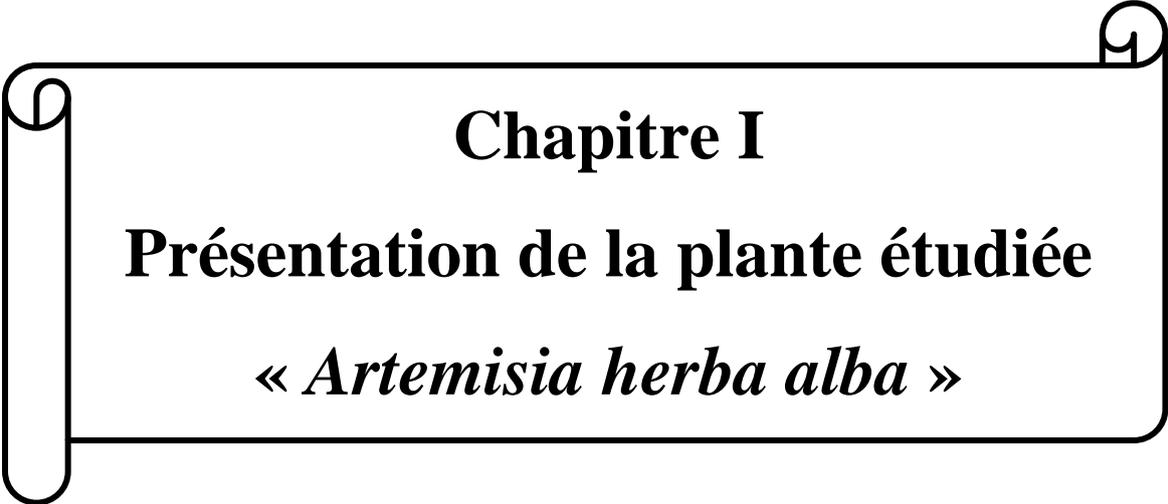
Introduction

Le deuxième chapitre donne un aperçu sur les métabolites secondaires. La deuxième partie, en premier chapitre présente le matériel et les méthodes utilisées pour l'extraction de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*, les méthodes utilisées pour le criblage phytochimique et pour l'évaluation de l'activité antibactérienne. Le deuxième chapitre abordera les différents résultats obtenus et la discussion de chaque expérimentation de notre travail.

En fin, notre recherche est filialisée par une conclusion générale avec quelques perspectives.



Partie I
Partie bibliographique



Chapitre I

Présentation de la plante étudiée

« *Artemisia herba alba* »

I. Généralité sur l'*Artemisia herba alba*

Pendant des milliers d'années, les historiens grecs ont décrit l'armoise blanche Xénophon au début du IV^e siècle av. J.-C., dans les steppes de Mésopotamie. Elle fut ensuite répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Claudio de Asso y Del Rio. C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail, elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent (Eloukili, 2013).

L'*Artemisia herba alba*, ou désignée comme armoise blanche en arabe « Chih » est une espèce steppique de la famille des *Asteraceae* et comprend environ 400 espèces l'on trouve dans toute la moitié du monde (Houamel, 2018). Pousse généralement en touffes de tailles réduites. C'est une plante aux usages divers. Elle se caractérise par de riches huiles essentielles, les différentes compositions conduisent à la définition de plusieurs types chimiques ; sa grande valeur nutritive et son rôle écologique très important dans la prévention de l'érosion et de la désertification (Bouzi, 2016).

Artemisia herba alba est une plante médicinale et aromatique utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle algérienne. Elle est largement connue en Algérie et abondante dans les hauts plateaux (Bouzi, 2016). Elle est généralement considérée comme riche en substances médicinales et nutritives, qui ont des effets biologiques importants (Eloukili, 2013).

1. L'espèce *Artemisia herba alba*

1.1. Nomenclature

1.1.1. Nom scientifique

Elle est connue sous plusieurs noms : *Artemisia herba-alba* Asso, *Artemisia inculta* Del (Quezel et Santa, 1963), *Seriphidium herba-alba* (Asso) Soják (Belhattabe et al., 2014).

1.1.2. Noms vernaculaires

Les principales appellations de l'armoise blanche sont :

- **Nom en arabe:** Chih (Bouzi, 2016 ; Seddiek et al., 2011).
- **Nom tamazight:** Ifsi (El Rhaffari, 2008).

- **Noms en anglais:** Desertwormwood ou white wormwood (Abass, 2012; Bertella, 2019; Seddiek *et al.*, 2011).
- **Noms en français:** Armoise blanche (El Rhaffari, 2008), thym des steppes, absinthe des steppes (Houamel, 2018).
- **Nom en Italie:** Assenzio romano (Seddiek *et al.*, 2011).

1.2. Description botanique

L'espèce *d'Artemisia herba alba* Asso est une plante herbacée, vivace, de couleur verdâtre-argenté, de 30 - 60 cm de long (Chaabna, 2014).

1.2.1. Partie aérienne

- **Les tiges:** rigides et dressées, très feuillées avec une couche épaisse, la touffe des tiges est plus importante selon la pluviométrie.
- **Les feuilles:** sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté, divisées en languettes fines, blanches et laineuses (Lamari, 2018).
- **Les fleurs:** sont groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre, de couleur jaune à rougeâtre (Bezza *et al.*, 2010).

2.2.2. Partie souterraine ou racine

Elle se présente sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol tel un pivot. La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 centimètres et ne se ramifie qu'à cette profondeur (Bechiri *et al.*, 2018).



Figure 01: *Artemisia herba alba* de la région de Thlidjène wilaya de Tébessa (Photos personnelles, 2023).

La récolte de la plante été au cours de la période de floraison qui dépend de la région et qui s'étale du mois d'avril jusqu'à septembre (**Ghanmi et al., 2010**).

2.3. Classification de la plante

La classification de l'*Artemisia herba alba* la plus utilisée dans la systématique du genre *Artemisia* est celle donnée par (**Houamel, 2018**) et que nous pouvons résumer comme suit dans le tableau 01.

Tableau 01: Classification d'*Artemisia herba-alba* (**Houamel, 2018**).

Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots
Sous classe	Asteridées
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Sous famille	Astéracées
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso

2.4. Les espèces algériennes du genre *Artemisia*

L'*Artemisia herba alba* présente une vaste répartition géographique couvrant environ 4 millions d'hectares et se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables. Elle se trouve sur les dayas, les dépressions et les secteurs plus ou moins humide. Elle constitue un moyen de lutte contre l'érosion et la désertification (**Ayad et al., 2013**).

En Algérie, connue sous le nom de « Chih » ou encore semen-contrà de barbarie, couvre près de six millions d'hectares dans les larges steppes des plateaux (**Bourass, 2010**) et le désert du sahara (**Bertella, 2019**). Les prairies, qui se présentent sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (**kaouane et Chabane, 2018**), poilus et espacés (**Eloukili, 2013**). Plus d'une dizaine d'espèces ont été déterminées en Algérie. Certaines sont rares et disséminées en hautes montagnes.

2.5. Composition chimique

L'*Artemisia herba alba* est un genre productif dans la recherche de nouveaux composés biologiquement actifs, les investigations ont montré que ce genre est riche en sesquiterpènes, mono terpènes, flavonoïdes et coumarines (**Khiredine, 2013**).

Les flavonoïdes détectés dans *Artemisia herba-alba* montrent une grande variation structurelle, allant de la plus commune des glycosides, de flavones et de flavanols aux plus insolites flavonoïdes hautement méthyles.

Dans des études réalisées sur les feuilles d'*Artemisia herba alba*, huit composés de flavonoïdes O- et C-glycosides ont été isolés et identifiés (**Mansour, 2015**).

L'examen des parties aériennes d'*Artemisia herba alba* recueillies au Liban, ont conduit à l'isolement des deux flavonoïdes ; hispiduline et cirsilineol. Une nouvelle flavone, 5,4'-dihydroxy-6, 7,3 ' 6, 7,3' trimethoxyflavone, a été isolé à partir de l'extrait non glycosidique des parties aériennes d'*Artemisia herba alba* (**Mohamed et al., 2010**).

Des études ont montré que dans l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* recueillie en Algérie, les mono terpènes sont les principaux composants, essentiellement le camphre, les α - β et - thuyones, les dérivés du 1,8-ciné olé et du chrysanthényle (**Dorman et Deans, 2000**).

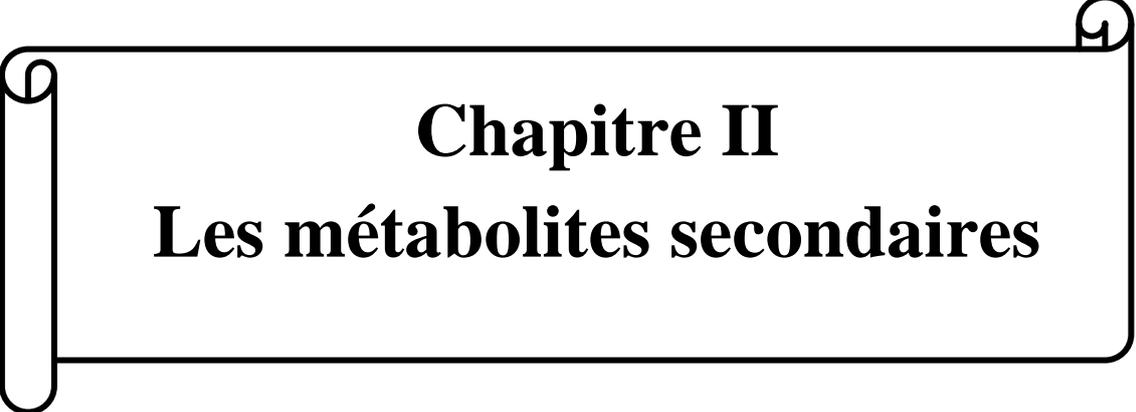
2.6. Intérêt thérapeutiques et d'autre utilisation d'*Artemisia herba alba*

D'après (**Bezza, 2010**) L'*Artemisia herba alba* à une histoire thérapeutique très diversifiée et connue depuis longtemps dans la médication traditionnelle. Elle est utilisée pour traiter les troubles inflammatoires (rhume, toux, bronchite, diarrhée), les maladies infectieuses (maladies de la peau, gale, syphilis) et autres (diabète, névralgies) (**Abu-Darwishet al., 2015**). Plusieurs études scientifiques ont également démontré l'efficacité de l'*Artemisia herba alba* en tant qu'agent antidiabétique, antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, anti malarien et antihémorragique (**Boudjelal, 2013**).

En alimentation, l'armoise blanche est considérée comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café. Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg (**Eloukili, 2013**).

2.7. Toxicités

L'armoise blanche est peu broutée au printemps, elle est comme légèrement toxique à cette époque. A forte dose, l'armoise est abortive, neurotoxique et hémorragique. Lathuyone constitue la substance toxique et bioactive dans l'armoise et la forme la plus toxique est l'alpha-thuyone. Elle a des effets convulsifs (Aouadhi, 2010).



Chapitre II
Les métabolites secondaires

I. Les métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes de grande diversité structurales synthétisées par les plantes autotrophes (**Boudjouref, 2011**), qui sont présentes dans diverses parties de la plante mais réparties en fonction de leur rôle défensif. Cette distribution varie d'une plante à l'autre (**Parisi et al., 2014**).

Plusieurs métabolites secondaires ont été isolés à partir d'*Artemisia herba alba* Asso, dont les sesquiterpènes lactones (**Mohamed et al., 2010**), les Flavonoïdes (**Kundan et al., 2011**), les Tanins (**Mohamed et al., 2010**). Et en mono terpène, tri terpènespenta cycliques, santonines, coumarine.

1. Les Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires des plantes. Ils sont l'un des plus grands de polyphénols naturels. Ce sont des substances colorées et sont responsables de la coloration de nombreux fruits, légumes, fleurs, le pollen, les fruits, les graines, le bois (**Badaoui et al., 2013**). Ils se répartissent en plusieurs classes telles que : flavones, aurones, flavononeschalcones, flavonols, isoflavonoïdes, flavononols, flavanols, flavanes, anthocyanines et anthocyanidines (**Péroumal, 2014**).

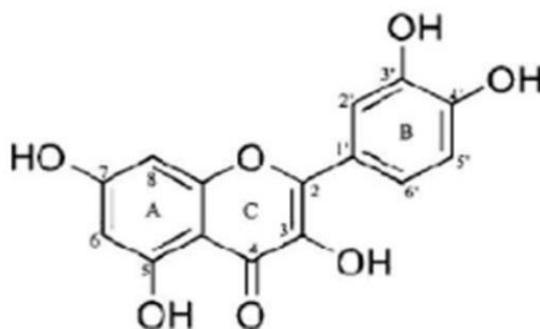
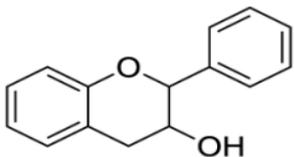
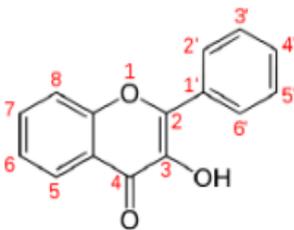
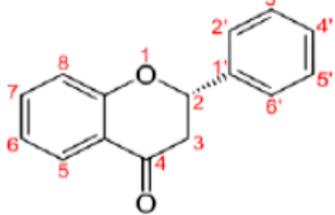
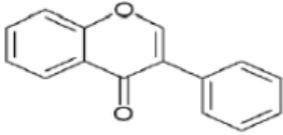
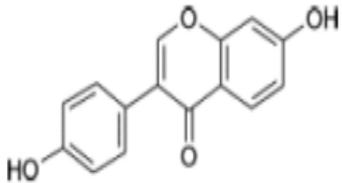


Figure 02: Structure de base des flavonoïdes (**Bessaond, 2015**).

1.1. Classification

Tableau 02: Quelques classes des flavonoïdes (Bellebcir, 2008).

Classe	Formule	Source	Propriétés
Flavanols		Raisins, Thé, cacao.	Antioxydants naturels anticancéreuses
Flavonols		Oignon, pomme, brocoli, fruits rouges.	Antihistaminique, anti-inflammatoire et antioxydante. Isorhamnétine: Propriétés antioxydante.
Flavanones		Les Agrumes : orange, citron, pamplemousse, mandarine, orange amère.	Neutralisation des radicaux libres. Amélioration de l'absorption de la vitamine C. La prévention des cancers de la peau.
Isoflavones		Soja.	Phytoestrogéniques. Source de phytoestrogènes.
Anthocyanes		Myrtille, mûre, raisin noir, aubergine, prune.	La lutte contre le vieillissement cellulaire en améliorant l'élasticité et la densité de la peau. Présente comme des couleurs brillant dans les fruits et les légumes. Antiseptiques urinaire.

2. Les Tanins

Le terme tanin provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour (tanner) les peaux d'animaux, autrement dit pour transformer une peau en cuir (**Hopkins *et al.*, 2003**).

Les tanins sont des substances poly phénoliques à haut poids moléculaire très répandu dans le règne végétal particulièrement dans certaines familles (Fagacée, rosacées, conifères), présent dans divers organes: l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les graines. Ce sont des molécules hautement hydroxylées qui associées à des protéines, aux glucides et aux enzymes digestives qui réduisent ainsi la digestibilité des aliments. Par conséquent, ils peuvent être attachés à d'autres polymères tels que la cellulose et aux éléments minéraux (**Alkurd *et al.*, 2010**). Ils sont des macromolécules qui se divisent selon leur structure, en deux groupes différents selon leur structure, les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**Brunet, 2008**).

2.1. Tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des Esters – ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable de molécules d'acide – phénol, le sucre qui existant c'est le glucose. Acide phénol est soit acide gallique dans le cas des tanins galliques, ou soit l'acide HHDP et ses dérivés d'oxydation DHHDP dans le cas des tanins classiquement dénommés tanins gallique (**Bruneton, 2009**).

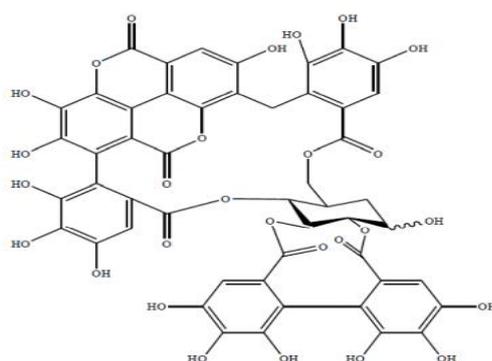


Figure 03: Structure de Tanins hydrolysables (**Collin et Crouzet, 2011**).

2.2. Tanins condensés

Les tanins condensés, également connus sous le nom de proanthocyanidines, sont des composés de dimère, des oligomères et des polymères de catéchine qui sont liés entre eux par des liaisons entre le carbone quatre et le carbone huit (ou le carbone six), sont responsables du caractère astringent des fruits et des boissons. Ils diffèrent fondamentalement des tanins hydrolysables car ils ne possèdent pas de sucres dans leur molécule et leur structure, mais est voisine de celle des flavonoïdes (**Manach *et al.*, 2004**). Les polymères des tanins condensés se composent sous l'action d'acide ou d'enzymes, ils sont constitués généralement de 2 à 50 unités monomériques (**Vermessis *et al.*, 2006**).

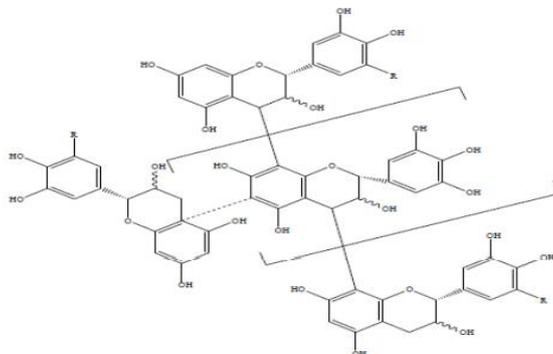


Figure 04: Structure de Tanins condensés (**Dykes *et al.*, 2006**).

3. Les Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés azotés complexes qui sont de nature basique, présentant généralement de puissants effets physiologiques. Celui-ci très actifs, dotés d'une action spécifique médicaments (**Zerrouak *et al.*, 2019**). Les alcaloïdes sont généralement classés en (**Kebiliz, 2016**).

- **Alcaloïdes vrais:** Les alcaloïdes vrais contiennent ordinairement un azote hétérocyclique dans leurs structures qui dérivent des acides aminés.
- **Pseudo- alcaloïdes:** Les pseudo-alcaloïdes présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais mais ce ne sont pas des dérivés des acides aminés.
- **Proto- alcaloïdes:** Les proto-alcaloïdes sont des amines simples dont l'atome d'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique mais forme plutôt des groupements

aminés latéraux. Ils sont bio synthétisés à partir des acides aminés.

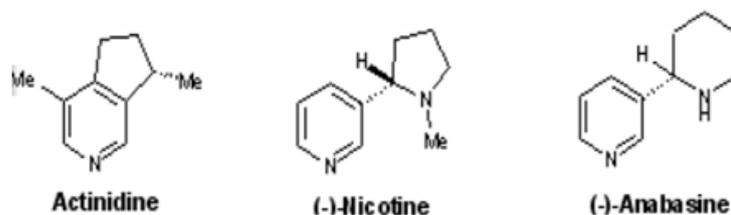


Figure 05: Structure des quelques alcaloïdes (Kebiliz, 2016).

4. Les Terpènes et Stéroïdes

Les terpènes sont classés dans la catégorie des métabolites secondaires. Leur classification est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène (à 5 atomes de carbone) (Harkati, 2011). On distingue: les monoterpènes en C 10, les sesquiterpènes en C15, les diterpènes en C 20, les triterpènes en C30 et tétraterpènes en C 40 (Rahmani, 2017).

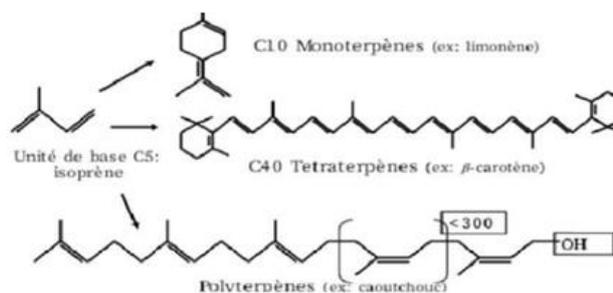


Figure 06: Structure des différents terpènes (Kahlouche, 2013).

5. Les Quinones

Les quinones sont des noyaux aromatiques avec deux substitutions cétones. Ce sont des substances colorées et brillantes, en général rouges, jaunes ou oranges et possédant deux fonctions cétones. Elles sont responsables de la réaction de brunissement dans les fruits et végétaux coupés ou lésés. En plus de fournir une source de radicaux libres stables, les quinones sont connues pour se complexer de manière irréversible avec les nucléophiles des acides aminés dans les protéines. Par conséquent, les quinones inactivent les protéines et altèrent leur fonction (Arif *et al.*, 2009). On trouve les quinones dans les végétaux, les champignons et les bactéries. Les organismes animaux contiennent également des quinones, comme par exemple la

vitamine K qui est impliquée dans la coagulation du sang. Les quinones sont utilisées dans les colorants, les médicaments et dans les fongicides (Kansole, 2009).

6. Les Saponines

Le nom saponine dérive du mot latin « sapo », qui signifie savon, car ces composés peuvent former une mousse persistante une fois agités avec de l'eau. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou à plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires explique leur aspect moussant en solution aqueuse. Les saponines sont des métabolites secondaires hétérosidique présents dans de nombreuses plantes et quelques organismes marins ou ils auraient un rôle de défense contre des agents pathogènes (champignons, bactéries) (Kone, 2009).

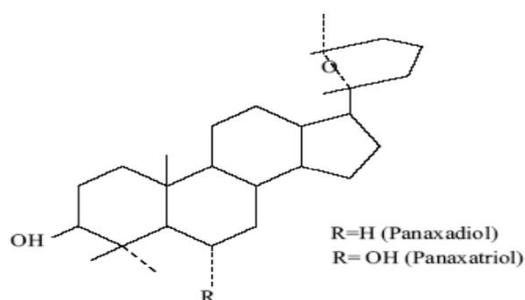
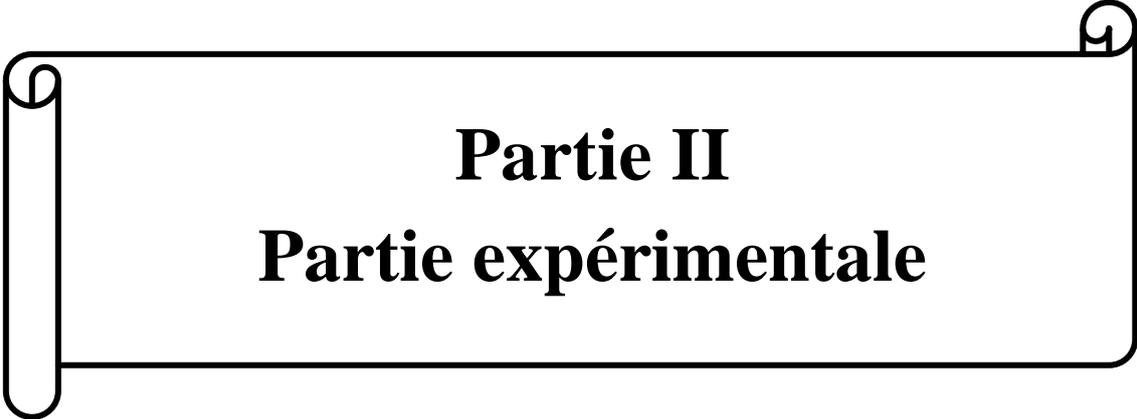


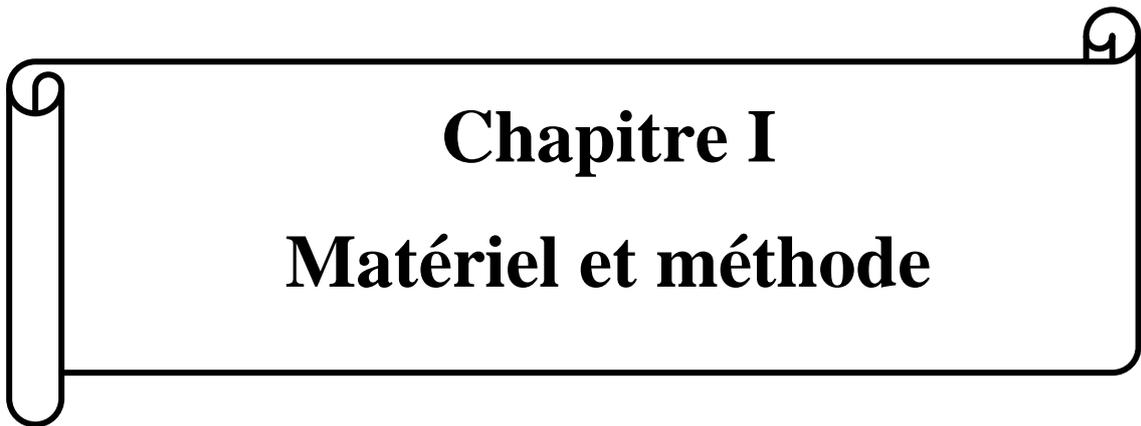
Figure 07: Structure des saponines (Packer, 2001).

II. Les intérêts des métabolites secondaires

Les composants phénoliques sont des molécules biologiquement actives, ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, anti radicalaires, antimicrobiens (Zoughlache, 2008), antioxydant (Schroeter et al., 2002) et cosmétique (Ghasemzadeh et al., 2011).



Partie II
Partie expérimentale

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and a small circular flourish at the top right corner.

Chapitre I
Matériel et méthode

Objectif de travail

L'ensemble de ce travail a été effectué au sein du laboratoire de microbiologie du département de biologie appliquée de la faculté des sciences exacte et science de la nature et de la vie, de l'université Echahid Chikh Larbi Tébessi-Tébessa- du mois de février 2023 jusqu'au 11 mai 2023. Le but de ce travail consiste à réaliser un extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*, et déterminer le rendement de la plante, faire un screening phyto-chimique de la plante afin de déterminer les métabolites secondaires et évalué l'activité antibactériennes de cet extrait sur différentes souches cliniques provenant de différents infections : *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumoniae*, et l'évaluation de la CMI et CMB et déterminer le pouvoir bactéricide ou bactériostatique de l'extrait méthanolique de l'*Artemisia herba alba*. Les souches bactériennes testés sont des souches pathogènes clinique proviennent du l'hôpital Bouguerra Boularas de Bekkaria et de laboratoire d'analyse médicale privé de Hannibal et Elite labm de Tébessa.

I. Matériel et méthode

1. Matériel (Annexe 01)

1.1. Matériel végétal

L'espèce *Artemisia herba-alba* Asso a été récoltée le matin le : 13 février 2023 de la région de Thlidjéne (Sud de la willaya de Tébessa). Les coordonnées géographiques de la station pastorale (HCDS) sont représentées dans le tableau 03.

Tableau 03: Les coordonnés géographiques de la récolte de la plante.

Nom scientifique	Région	Coordonnées géographiques	Date de récolte
<i>Artemisia herba alba</i>	Commune de Thlidjéne	007°44'51 "E 35°04'35 " N 995 Altitude	13 février 2023

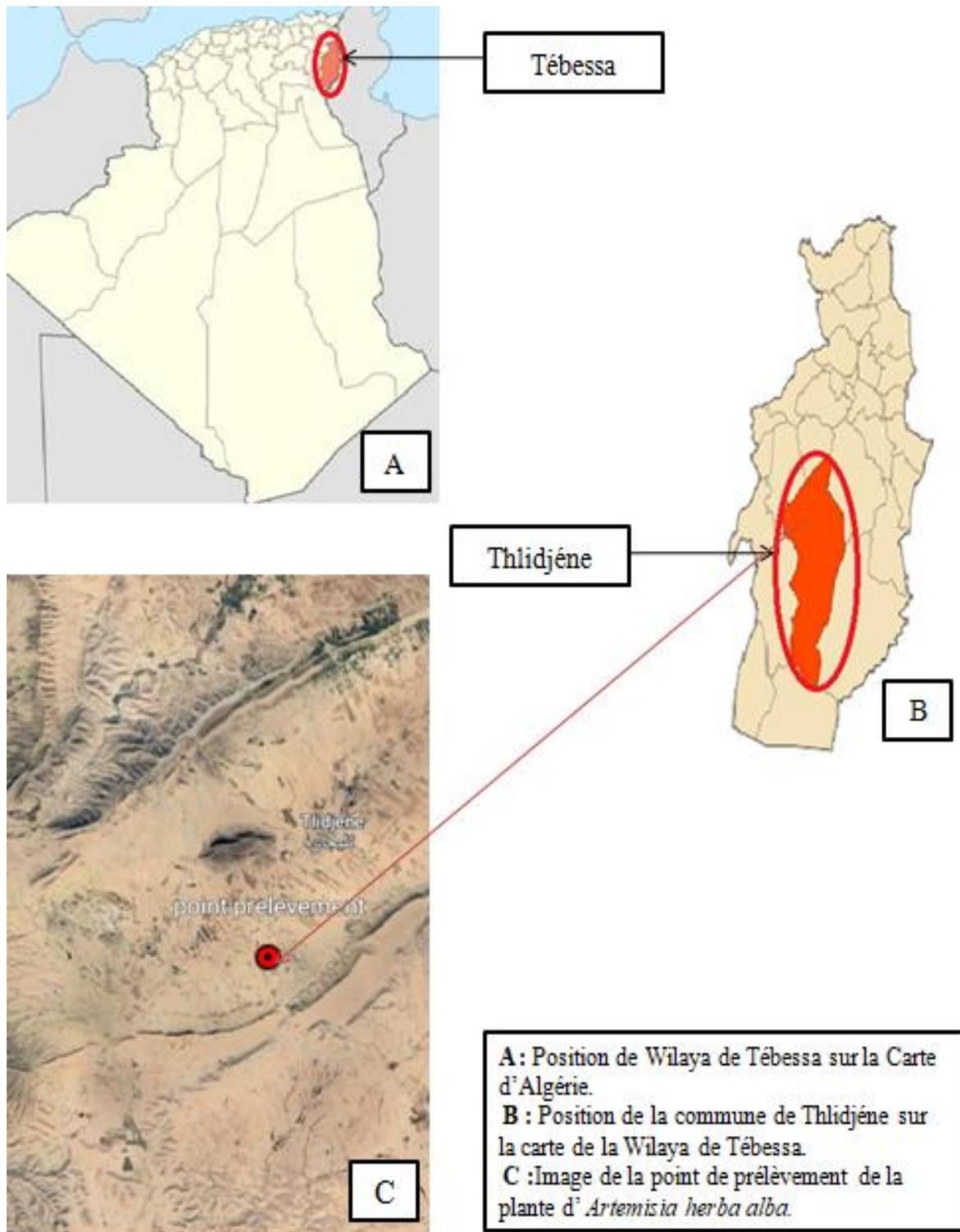


Figure 08: Localisation du site de prélèvement de l'*Artemisia herba alba* (Google maps, 2023).

2. Méthode

2.1. Séchage de la plante *Artemisia herba alba*

Le matériel végétal lavé et mis à sécher à l'ombre dans un endroit sec à l'abri du soleil, aéré et à une température ambiante qui ne dépassent pas 40°C pendant 2 semaines.



Figure 09: *Artemisia herba alba* pendant le séchage (Photos personnelles, 2023).

2.2. Broyage de la plante *Artemisia herba alba*

Après le séchage, on l'a mis dans un moulin électrique pour être broyé pendant 20 minutes pour obtenir la poudre de couleur vert foncé ensuite conservée dans des boîtes hermétiques en verre, pour qu'elle soit utilisée ultérieurement pour l'extraction.



Figure 10: Broyage de la plante *Artemisia herba alba* après le séchage (Photos personnelles, 2023).

II. Etude phytochimique d'*Artemisia herba alba*

Afin de mettre en évidence les principaux métabolites secondaires d'*Artemisia herba alba*, plusieurs réactions de caractérisation ont été réalisées sur un extrait brut qui a été préparé à partir de la partie aérienne.

1. Préparation de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*

Nous avons opté pour le protocole décrit par (Romani *et al.*, 2006) avec quelques modifications.

1.1. Macération

L'extrait totale est obtenu par la macération de 60 g de la poudre d'*Artemisia herba alba* avec 500ml de la solution d'extraction méthanol/eau (80/20 v/v) dans un erlenmeyer enrobé par un papier aluminium puis laissés agités à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 40 minutes à température ambiante.



Figure 11: Macération de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*

(Photos personnelles, 2023).

1.2. Filtration

Après la macération, la solution d'*Artemisia herba alba* est filtrée à l'aide du papier filtre n°1 (Mahmoudi *et al.*, 2012). Après filtration, le résidu de la macération précédente a été repris par 500 ml de la solution et laissé sous agitation pendant 24h. Après la 2^{ème} macération, la solution de la plante est filtrée à l'aide de papier filtre n°1.



Figure 12: Filtration de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*

(Photo personnelle, 2023).

1.3. Evaporation

Dans un ballon à col rodé, la solution de l'extrait méthanolique de la 1^{ère} macération et la 2^{ème} macération d'*A. herba alba* été évaporée à l'aide d'un rota vapeur de type Büchi –R210 à 44°C-60°C jusqu'au l'évaporation totale du solvant (Aneja et Joshi, 2010 ; Diabate *et al*, 2009). L'EM concentrés est mis à sécher dans l'étuve à 45°C jusqu'à séchage complet. Après grattage de l'extrait sec est mis dans des tubes Eppendorf et conservés à une température de +4°C afin d'être utilisé plus tard (Mahmoudi *et al*, 2013).



Figure 13: Evaporation de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*

(Photos personnelles, 2023).

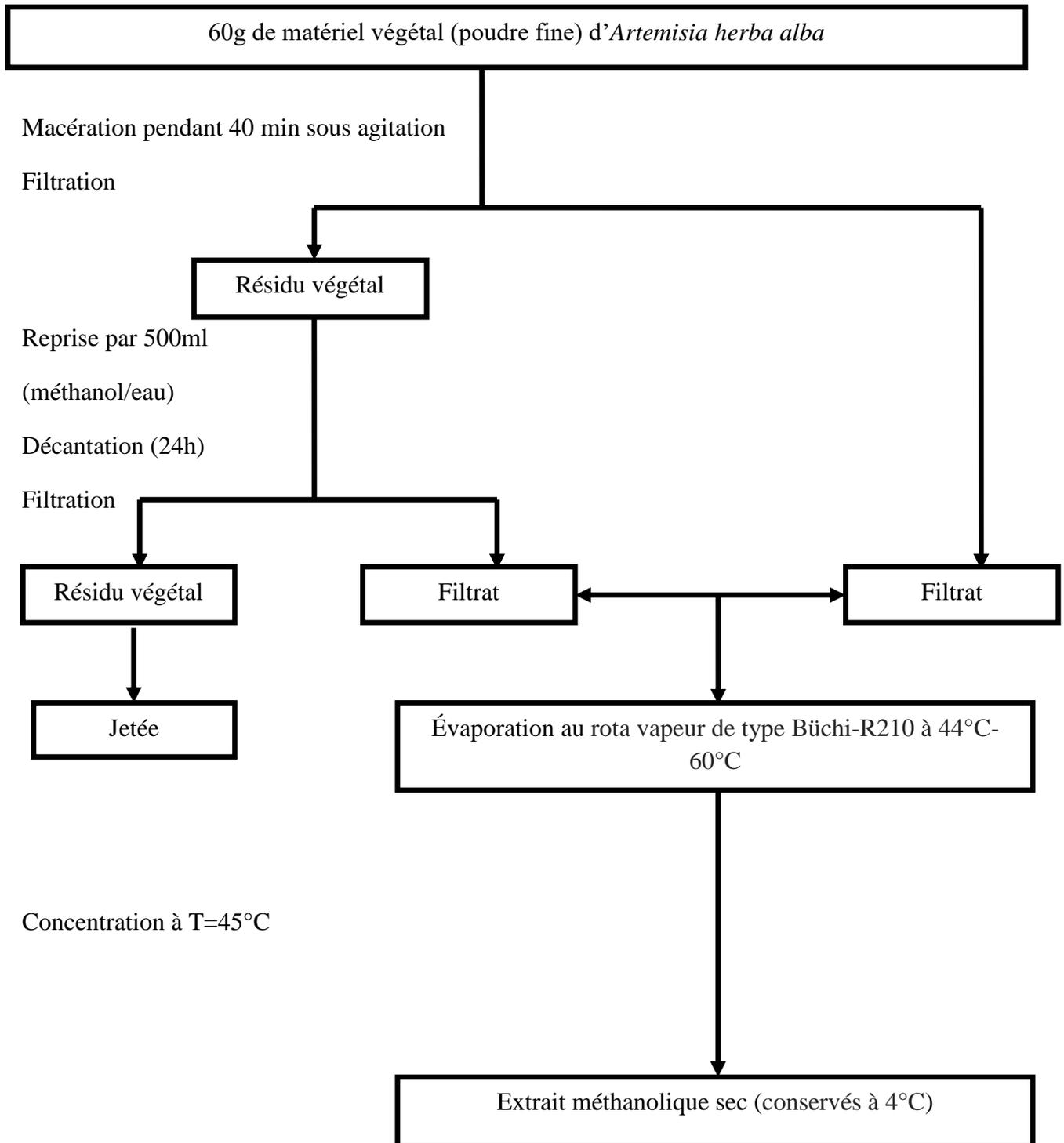


Figure 14: Diagramme des différentes étapes de la préparation de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*.

2. Détermination du rendement de l'extrait méthanolique

Le rendement de l'extrait méthanolique est le rapport entre le poids de l'extrait sec et le poids de la plante en poudre utilisée (**Cheurfa et al., 2013**).

Le rendement est exprimé en pourcentage, calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = Ps / Pp \times 100$$

R : rendement de l'extraction en pourcentage.

Ps : Poids de l'extrait sec en gramme.

Pp : poids de la poudre en gramm.

3. Screening phytochimique

Ce terme screening, correspond à une technique de «criblage», c'est-à-dire la recherche systématique des produits naturels.

Le criblage phytochimique permet de déterminer les différents groupes chimiques, contenus dans un organe végétal. Ce sont des réactions physicochimiques qui permettent d'identifier la présence des substances chimiques (**Zitouni, 2017**). Le principe de cette technique est basé sur soit la formation de complexes insolubles en utilisant les réactions de précipitation, soit sur la formation de complexes colorés en utilisant des réactions de coloration (**Badiaga, 2012**).

Les groupes phytochimiques sont nombreux, mais on peut citer les principaux : les alcaloïdes, les poly phénols (flavonoïdes, anthocyanes, tannins), les saponosides, les stéroïdes, les coumarines, les stérols, les terpènes (**Remiche et al., 2020**).(Annexe 02).

3.1. Les Flavonoïdes et leuco anthocyanes

5g de matériel végétal infusées dans 50 mL d'eau distillée bouillante pendant 30min. Après filtration, prélever 2 mL de filtrat à additionner respectivement à l'infusé contenu dans les 3 tubes à essai, 1ml de NaOH, 1 mL d'eau distillée et 1 mL de HCL concentré et quelques copeaux de magnésium (**Dohou et al., 2003 ; Luhata et al., 2008**). La présence des flavonoïdes est confirmée par l'apparition de la couleur rouge ou orange (**Karumi et al., 2004**), rose orange

ou violacée (N'Guessan, 2009). L'apparition d'une coloration rouge (rouge cerise) est caractéristique de leur présence de leuco anthocyanes.

3.2. Les Alcaloïdes

Prendre 200mg de poudre de matériel végétal on ajoute 10mL de H₂SO₄ 10% agitation pendant 2 min, puis filtré par le papier filtre, 2 mL de filtrat et placer dans un tube à essai. L'ajout d'un volume traité par le réactif de Mayer, et l'autre par le réactif de Wagner. La formation d'un précipité blanc ou brun rougeâtre révèle la présence des alcaloïdes (Majobet *al.*, 2003 ;Vijayet *al.*, 2013).

3.3. Les Saponines

5g de la poudre de matériel végétal a été macéré avec 50mL d'eau distillée pendant 30min. Après refroidissement, filtrer et prélever 5 mL du décocté et les introduire dans un tube à essai et ajouté 5mL de l'acide sulfurique dilué, le tout est agité avec énergie en position horizontale pendant 15s. Puis, le mélange est laissé au repos pendant 15min. La persistance de la mousse au moins 1cm pendant 15min indique la présence des saponines (Kalla, 2012 ; N'Guessan *et al.*, 2009).

3.4. Les Tanins

3.4.1. Les Tanins catéchiques

5 g de matériel végétal placés infusées dans 50 mL d'eau distillée bouillante pendant 30min, puis filtré par la bande a gaz. On place 2mL de filtrat et ajouter quelques gouttes de FeCl₃ à 1%, permet de détecter la présence ou l'absence des tanins. L'apparition d'une couleur bleu verdâtre en présence de tanins catéchiques (Douhou *et al.*, 2003 ;Karumi *et al.*, 2004; Trease *et Evans*, 1987).

3.4.2. Les Tanins galliques

5 g de poudre de matériel végétal placés infusées dans 50 mL d'eau distillée bouillante pendant 30 min, puis filtré par la bande a gaz. 2 mL de filtrat et placer dans un tube à essai saturé en acétate de sodium et y ajouté quelques gouttes de chlorure ferrique FeCl₃ dilué. La formation d'un précipité indique la présence des tanins galliques (Douhou *et al.*, 2003 ;Karumi *et al.*, 2004; Trease *et Evans*, 1987).

3.5. Les Terpènes et Stéroïdes

5g de poudre de matériel végétal ont été macérés dans 100 mL d'éther de pétrole pendant 24 heures, filtrés puis évaporés au bain de sable à température (0 à 90 C). Le résidu est trituré à chaud dans 1 mL de chloroforme et 1mL d'anhydride acétique. Nous avons ajouté 0,5 mL de H₂SO₄ concentré. L'apparition, à l'interphase, d'un anneau pourpre et violet, virant au bleu puis au vert se stabilise au bout de 30 minutes, indique une réaction positive la présence des stéroïdes (**Harborne, 1998**). On ajout quelques gouttes de l'acide trichloracétique, la formation d'un anneau marron-rouge à l'interphase indique la présence des terpanoïdes (**Khan, 2011**).

3.6. Les Quinones

5g de poudre de matériel végétal a été humecter par quelques gouttes de HCL et 10 mL d'éther de pétrole. On mis le mélange macéré pendant une heure dans un Erlen Meyer. Après filtration, 2 mL de filtrat sont agités avec 2 mL de NaOH à 10 %. La coloration rouge virant au violet apparait en présence des quinones (**Dohou et al., 2003 ; Luhata et al.,2008; Oloyede, 2005**).

4. Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique de l'*Artemisia herba alba*

4.1. Matériels

4.1.1. Matériels biologiques

- **Critères de sélection des souches bactériennes testées**

Le choix des souches est basé sur l'effet phytothérapeutique de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* sur des différentes infections.

- **Les souches bactériennes testées**

Pour mettre en évidence la capacité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*, cinq souches bactériennes pathogènes pour l'homme ont été testées lors de cette étude. Le choix de ces souches a été porté sur la base de leur importance dans le domaine clinique d'une part (Infections...etc.). Des bactéries à Gram positif G⁺ (*Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus epidermidis*) et des bactéries à Gram négatif G⁻ (*Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*).

Tableau 04: Caractéristiques des souches bactériennes testées.

Souches bactériennes	Gram	Durée d'incubation	Température d'incubation	Nature de prélèvements	Provenance
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram+	18-24H	36±1°C	Pus	Laboratoire d'analyse médicale privé Elit L'abm (Tébessa).
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Gram+	18-24H	36±1°C	Infection Urinaire	Laboratoire centrale d'analyse De l'hôpital Bouguerra Boularas (Commune de bekkaria, Tébessa).
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Gram-	18-24H	36±1°C	Infection Urinaire	
<i>Serratia marcescens</i>	Gram-	18-24H	36±1°C	Infection Urinaire	Laboratoire d'analyse médicale privé d'Hannibal (Tébessa).
<i>Escherichia coli</i>	Gram-	18-24H	36±1°C	Infection Urinaire	

4.2. Méthode

4.2.1. Confirmation de la pureté des souches bactériennes testées

Pour chacune des souches un pré-enrichissement a été effectué sur le milieu d'isolement sélectif puis une coloration de Gram. (Annexe 03).

4.2.2. Les milieux de culture

Tableau 05: Les milieux de culture utilisée. (Annexe 04).

Milieux de culture	Application
Gélose nutritive (GN)	Repiquage des souches bactériennes
Bouillon nutritif (BN)	
Milieu Mueller-Hinton (MH)	Antibiogramme
Gélose Chapman	Identification et purification des souches bactériennes
Gélose Hektoen	

4.2.3. Repiquage des souches bactériennes

Cette manipulation implique un travail dans des conditions stériles, le repiquage se fait par le prélèvement d'une souche bactérienne à l'aide d'une anse de platine stérile et l'ensemencement de la souche sur un milieu gélosé (incubation à 37°C pendant 24h) (**Ahmed et al., 2012**). (Annexe 05).

4.3. Evaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique de l'*Artemisia herba alba*

L'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique a été évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélosé (aromatogramme) (**Migheri et al., 2010**) celle-ci nous a permis d'évaluer la sensibilité des souches et déterminer la concentration la plus faible de l'extrait pour inhiber la croissance des souches bactériennes testées.

▪ Préparation de la solution mère

1g de l'EM d'*A. herba alba* a été pesé et mélangé avec 1mL de Diméthylsulfoxyde (DMSO) jusqu'à dissolution de l'EM d'*Artemisia herba alba*, la solution mère est prête à être utilisée.



Figure 15: Préparation de la solution mère (**Photos personnelles ,2023**).

▪ Préparation de l'inoculum

A partir d'une culture jeune et pure, des colonies bien isolées, ont été prélevées à l'aide d'une anse ou pipette pasteur ; puis déchargées dans 10mL d'eau physiologique stérile, la suspension a été homogénéisée à l'aide du vortex (**Rahal et al., 2005**). Pour standardisation, de telle sorte que l'inoculum sera ajusté à une turbidité standard de 0,5 Mc Farland à l'aide d'un spectrophotomètre, ce qui correspond à une densité optique DO entre 0,08 à 0,13 une longueur

d'onde de 625 nm. La concentration finale de l'inoculum sera approximativement de l'ordre de $1,5 \times 10^8$ UFC/mL (Athamena *et al.*, 2010 ;Kablan *et al.*, 2008 ; Kuete *et al.*, 2010). (Annexe 06).

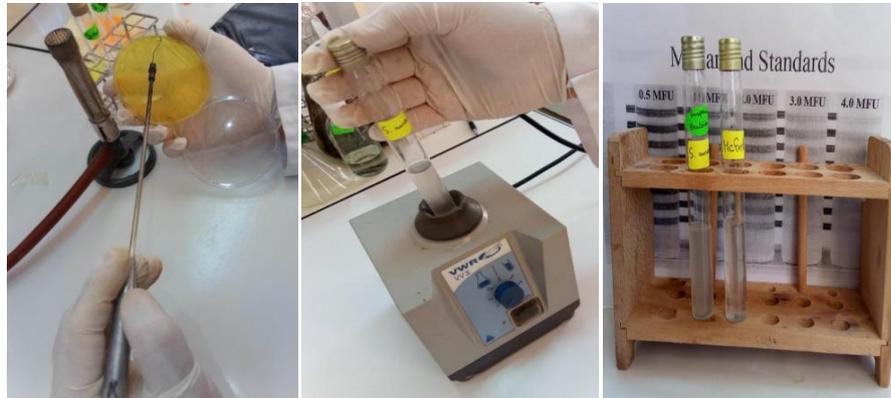


Figure 16: Préparation de l'inoculum (Photos personnelles, 2023).

▪ Préparation des disques

Le papier de wattman N°01 est coupé en disque de 6mm diamètre. Les disques préparés sont placés dans un flacon en verre, et autoclave a une température de 120°C pendant 20 minute, pour éviter tous risques de contamination au germe exogène (Goumni *et al.*, 2013).



Figure17: Etape de préparations des disques (Photo personnelle, 2023).

▪ Ensemencement

La gélose Muller Hinton (MH) stérile a été coulée dans des boites de pétrie stériles. L'épaisseur de la gélose est de 4 mm répartie uniformément dans les boites, puis laissées refroidir à température ambiante du laboratoire avant leur emploi.



Figure 18: Gélose Mueller Hinton stérile coulée dans des boîtes de pétri

(Photos personnelles ,2023).

L'ensemencement est effectué par écouvillonnage, il consiste à tromper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne des souches testées *K.pneumoniae*, *S.aureus*, *E. coli*, *S.epidermidis*, *Serratia*. L'essorer à l'intérieur du tube puis le frotter surtout la surface gélosée de façon à avoir des stries serrées. Cette opération est effectuée à trois reprises en tournant la boîte à environ 60° après chaque application pour obtenir une distribution homogène de l'inoculum. Les boîtes ainsi préparées ont été mises à sécher à température ambiante.



Figure 19: Ensemencement sur milieu MH (Photo personnelle, 2023).

▪ Dépôt des disques

Des disques de papier wattman (6mm) sont disposés à égale distance les uns des autres de telle façon à éviter le chevauchement des zones d'inhibitions sur MH préalablement ensemencée. Une légère pression sera exercée sur chaque disque afin d'obtenir une bonne adhérence.

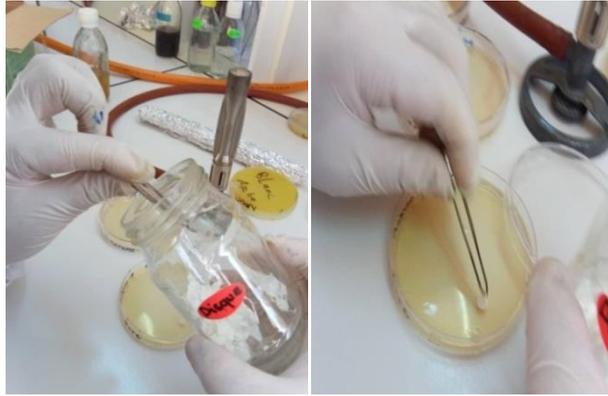


Figure 20: Dépôt des disques sur milieu solide (Photos personnelles, 2023).

4.3.1. Etude qualitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique pure d'*Artemisia herba alba* par la méthode d'Aromatogramme

A l'aide d'une micropipette on imbibe le premier disque par 5 μ L et le deuxième disque par 10 μ L et le troisième 15 μ L et le dernière par 20 μ L par l'extrait méthanolique pure d'*A herba alba*. Et un disque imprégné par le DMSO (témoin négatif).

Elles sont laissées pendant 15 min à température ambiante sur la paillasse, pour une pré-incubation, ensuite elles sont incubées dans une étuve à 37°C pour une durée de 24 heures (Belaidi, 2012).



Figure 21: Imprégnation des disques (Photos personnelles, 2023).

Après l'incubation l'effet de l'extrait se traduit par l'apparition autour de disque d'une zone circulaire transparente correspondant à l'absence de la croissance. Plus le diamètre de cette zone est grand plus la souche est sensible (Choi *et al.*, 2006).

4.3.2. Etude quantitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* aux différentes dilutions

La gamme de dilutions a été obtenue à partir de la solution mère préalablement préparé selon la méthode de dilution de deux en deux 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, dans les cinq tubes Eppendorf qui correspondent aux dilution 1/2 jusqu'à 1/32, 10 μ L de DMSO et 10 μ L de l'extrait méthanolique brut ont été déposés dans le premier tube qui correspondent à la dilution 1/2, les mêmes étapes ont été répétées jusqu'à l'obtention de la dernière solution à dilution 1/32.



Figure 22: Préparation des dilutions (Photos personnelles, 2023).

4.3.3. Expressions des résultats

Les résultats expérimentaux sont exprimés par une CMI qui détermine la concentration minimale inhibitrice (absence de la croissance bactérienne), obtenus par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour des disques à l'aide d'un pied à coulisse en (mm). Et exprimés selon la moyenne des valeurs obtenues \pm l'écart type (SD).

La sensibilité des bactéries envers les différents composés est classée selon les diamètres des halos d'inhibition mentionnée dans le tableau 06.

Tableau 06: Sensibilité des souches microbiennes en fonction des zones d'inhibition
(Mouas *et al.*, 2017).

Sensibilité	Symbole	Zone d'inhibition
Non sensible ou résistante	-	Diamètre < 8mm
Sensible	+	Diamètre compris entre 9 à 14 mm
Très sensible	++	Diamètre compris entre 15 à 19 mm
Extrêmement sensible	+++	Diamètre > 20 mm

4.3.4. Détermination de la CMI de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* par la méthode de microplaque

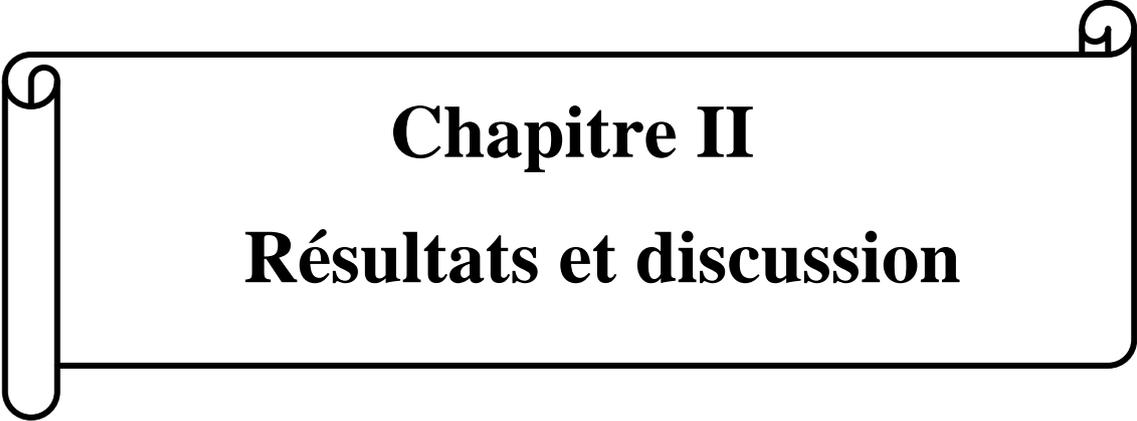
Nous avons opté pour le protocole par (Ganfou et Coll, 2019) et apporté quelques modifications.

La concentration minimale inhibitrice (CMI) est définie comme étant la concentration la plus faible (exprimée en microgrammes / mL) capable d'inhiber la croissance des bactéries testées (Hacini *et al.*, 2017). La détermination des CMI vis-à-vis les souches bactériennes est réalisée par la technique de micro-dilution en milieu liquide à l'aide de microplaque à 96 puits. La solution mère de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* a été préparée en dehors de la microplaque dans le DMSO. Un volume de 100 µL de milieu BMH a été déposé dans tous les puits de la microplaque. 100 µL de la solution initiale de l'EM d'*A. herba alba*, a été ajouté dans le premier puits. Après mélange, 100 µL du mélange ont été prélevés et dilués dans le puits suivant et ainsi de suite de sorte à obtenir une gamme des dilutions de deux en deux. Ensuite, 10 µL de la suspension bactérienne ajustée à 0.5 Mac Farland ont été ajoutés dans chaque puits. Chaque ligne est réservée pour une seule souche bactérienne, la 6^{ème} ligne sert pour le contrôle positif contenant BMH et l'inoculum, alors que la 7^{ème} ligne sert pour le contrôle négatif (Extrait et BMH). La microplaque a été recouverte et incubée à 37 °C pendant 24 heures.

4.3.5. Détermination de la concentration minimale bactéricide CMB

La concentration minimale bactéricide est correspond à la plus faible concentration de l'extrait qui produit une réduction de 99.9% de l'inoculum microbien initial (**Skandamis *et al.*, 2001**). A l'aide d'une anse de platine, les contenus des cupules dans lesquels aucun trouble n'a été observé ont été prélevés et ensemencés sur gélose MH en commençant par la cupule de la CMI. L'ensemencement a été fait par stries parallèles à la surface de la boîte. Les boîtes ont été incubées à l'étuve à 37°C pendant 24h (**Toty *et al.*, 2013**). Les stries avec aucune croissance microbienne représentent la CMB. En se référant au rapport CMB/CMI, l'effet antimicrobien peut être jugé comme suit :

- Rapport CMB/CMI <4 : effet bactéricide.
- Rapport CMB/CMI >4 : effet bactériostatique (**Sbayou *et al.*, 2014**).

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and a small circular flourish at the top right corner.

Chapitre II

Résultats et discussion

1. Rendement de l'extrait méthanolique

Les valeurs de rendement obtenu sont représentées dans le tableau 07.

Tableau 07: Rendement de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*.

Poids de la poudre en gramme (g)	Poids de l'EM sec en gramme (g)	Rendement de l'EM (%)	Couleur de l'EM
60	27.92	46.53	Vert foncé

Tableau 08: Comparaison du rendement de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* avec celui dans différentes région de l'Algérie.

Les regions	Rendement (%)	Référence
Hammamet (Tébessa)	11.45	(Djaballah <i>et al.</i> , 2016).
Khenchla	14.83	(Bounaas <i>et al.</i> , 2022).
Mila	24.3	(Bendas <i>et al.</i> , 2022).
d'elM'hir(Bordj bouarreridj)	24.8	(Benmammar <i>et al.</i> , 2021).

Selon la bibliographie consultée, la différence entre les rendements des extraits peut être due à différents facteurs environnementaux, les conditions climatiques (notamment le type de climat, l'altitude, le taux d'exposition au soleil), stade de croissance de la plante, le moment de la récolte (Béjaoui *et al.*, 2013). Ainsi que l'espèce végétale, les propriétés génétique de l'organe étudié, les conditions de séchage, le contenu de chaque espèce en métabolites et les méthodes d'extraction appliquées (Lee *et al.*, 2003 ; Zbadi *et al.*, 2018).

2. Criblage phytochimique

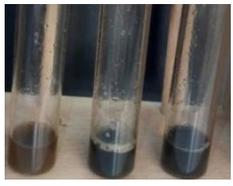
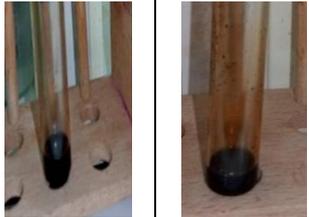
L'analyse phytochimique réalisée a permis de remarquer la présence des grands groupes chimiques : flavonoïdes, terpénoïdes, saponosides, tannins et alcaloïdes dans l'extrait d'*Artemisia herba alba*.

Selon leur intensité de couleur, les réactions qui se produisent sont classées de : négative (-) jusqu'à franchement positive (+++). Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques (Ababsa et Boukaous, 2018).

Le tableau ci-dessous représentent les différents tests de caractérisation de quelques

métabolites secondaires dans les feuilles d'*Artemisia herba alba*.

Tableau 09: Criblage phytochimique d'*Artemisia herba alba*.

Les composés chimique		Présence/Absence dans la plante	Couleur ou autre indicateur de présence /absence	Par rapport au témoin
Flavonoïdes		+	Jaune rougeâtre (Flavone).	
Alcaloïdes		-	Aucune précipitation blanc ou brun rougeâtre.	
Saponines		+	Mousse persistante.	
Tanins	Galliques	-	Absence Apparition d'un teint bleu noire intense.	
	Catéchiques	-	Absence de précipitat orange	
Terpène et stéroïde		-	Absence du couleur violet qui vire en bleu.	

Quinones	-	Absence couleur violet.	
----------	---	-------------------------	---

(+): Présence. (-) : Absence.

Les résultats sont représentés dans le tableau 09, montrent la présence des Flavonoïdes, Saponines, et l'absence des Alcaloïdes, Terpène et Stéroïde, Tanins gallique et catéchique et les Quinones.

L'*Artemisia herba alba* contient les flavonoïdes, en forte quantité, ce résultat d'analyse phytochimique s'accordent avec ceux trouvés chez (**Boudjelal, 2013 ; Kahlouche et al., 2015 ; Khireddine, 2013**). Par contre (**Zerouak et al., 2019**) a marqué une absence totale des flavonoïdes dans la même espèce de plante dans la région de Hammam Knif Khenchla.

L'*Artemisia herba albana* contient pas les alcaloïdes ce résultat est le même obtenue par (**Ababsa et Boukaous, 2018 ; Gseryra, 2011**). Contrairement aux résultats de (**Benani, 2012**) qui a montré une présence des alcaloïdes dans l'*Artemisia herba alba*.

Les saponines présentes dans l'*Artemisia herba alba*, ce résultat est similaire à celui déterminé par (**Brahim, 2014 ; Benani, 2012 ; Boudjelal, 2013 ; Dif et al., 2016 ; Gasem et al., 2019**). Contrairement (**Ababsa et Boukaous, 2018**) qui ont marqué l'absence des Saponines dans *Artemisia herba alba* dans wilaya de Constantine.

L'*Artemisia herba alba* ne contient pas les Tanins catéchiques, les Tanins gallique. Ces résultat sont similaire à celui trouvées dans les travaux cités respectivement chez (**Belghitet al., 2019 ; Ouguirti, 2022**).

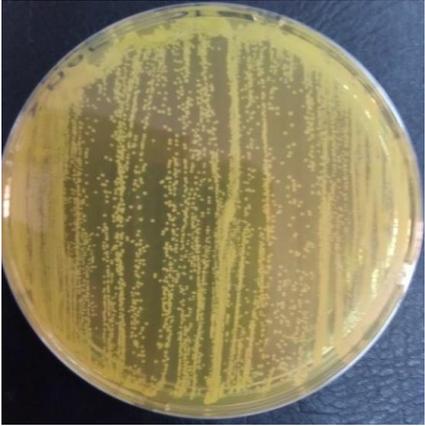
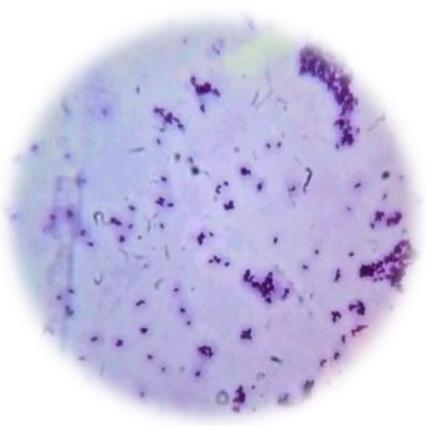
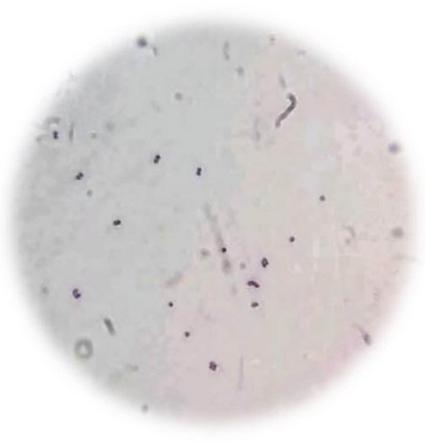
L'*Artemisia herba albana* contient pas des Terpène et Stéroïdes et des Quinones dans l'*A. herba alba*. Contrairement aux résultat de (**Bendese et al., 2022 ; Benchetouhet al., 2022 ; Bendese et al., 2022 ; Zerouak et Hadji, 2019**) qui a montrés la présence des Terpénoïde, Stéroïdes et les Quinones.

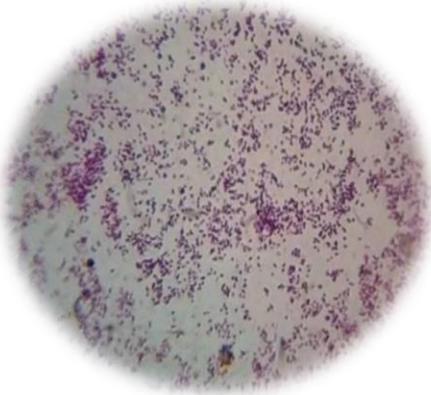
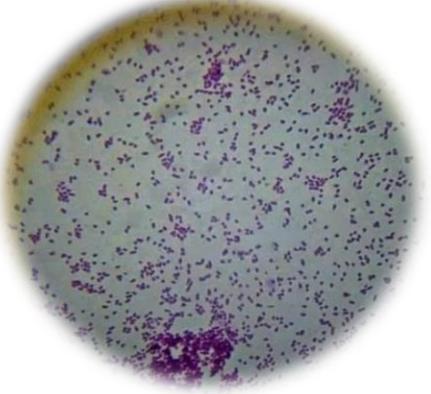
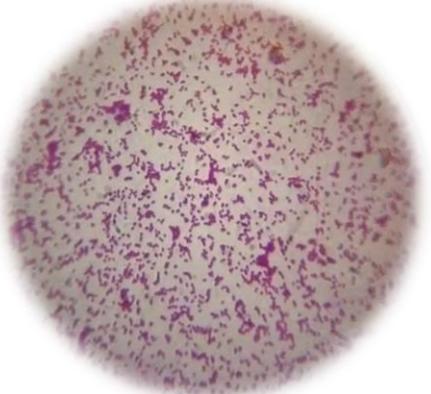
3. Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*

3.1. Confirmation de la pureté des souches bactériennes testées

Les résultats de la vérification de la pureté des souches bactériennes sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10: Aspect microscopique et macroscopique sur milieux sélectif des souches bactériennes testées (Photos personnelles, 2023).

Souches bactériennes	Aspects macroscopiques sur milieu sélectif.	Aspect microscopique après coloration de Gram
<i>Staphylococcus aureus</i>		
<i>Staphylococcus epidermidis</i>		

<p><i>Serratia marcessens</i></p>		
<p><i>Escherichia coli</i></p>		
<p><i>Klebsiella pneumoniae</i></p>		

3.2. Etude qualitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique pure d'*Artemisia herba alba* par la méthode d'Aromatogramme

L'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* a été réalisée, in vitro, sur des souches bactériennes provenant des différentes infections. Les résultats des diamètres des zones d'inhibitions sont présentés dans le tableau 11. (Tableau 02, Annexes 07).

Tableau 11: Effet antibactérien de l'extrait méthanolique pure de l'*Artemisia herba alba* sur les Souches bactériennes testées.

Les souches bactériennes		Diamètre des zones d'inhibition de l'EM pure d' <i>Artemisia herba alba</i> mm								Témoin négative
		5µL		10µL		15µL		20µL		DMSO
G+	<i>S. aureus</i>	8.64±0.53	-	12.06±0.66	+	15.85±0.46	++	20.46±0.38	+++	0
	<i>S.epidermidis</i>	9.13±0.09	+	13.16±0.36	+	16.35±0.46	++	21.46±0.18	+++	0
G-	<i>S.marcescens</i>	6.52±0.29	-	11.60±0.19	+	14.45±0.06	+	15.36±0.33	++	0
	<i>E. coli</i>	8.52±0.14	-	12.53±0.38	+	14.84±0.11	+	16.91±0.83	++	0
	<i>K.pneumoniae</i>	7.41±0.18	-	11.95±0.08	+	14.70±0.18	+	17.62±0.19	++	0

(+) : Sensible, (++) : Très sensible, (+++) : Extrêmement sensible, (-) : Résistante.

Pour 5µL de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*, les diamètres d'inhibition étaient faibles pour les cinq souches bactériennes, avec des valeurs entre 6.52±0.29 à 9.13±0.09 mm, *S. marcescens* est la souche la plus résistante avec un diamètre de 6.52±0.29mm. Par contre *S. epidermidis* est non sensibles avec un diamètre d'inhibition de 9.13±0.09mm.

Pour 10µL de l'EM, les diamètres d'inhibition étaient moyens pour les cinq souches bactériennes, avec des valeurs entre 11.60±0.19 et 13.16±0.36mm. En effet la souche *S.marcessens* toujours la souche la plus résistante avec un diamètre de 11.60±0.19 mm. Alors que la souche de *S. epidermidis* a gardé sa sensibilité avec un diamètre d'inhibition de 13.16±0.36 mm.

Pour 15 μ L de l'EM, a montré une zone d'inhibition pour toutes les cinq souches bactériennes, avec des diamètres entre de 14.45 \pm 0.06 à 16.35 \pm 0.46 mm. En effet la souche *S. marcessens* est la souche la plus résistante avec un diamètre de 14.45 \pm 0.06. Alors que la souche *S. epidermidis* est très sensible avec un diamètre d'inhibition de 16.35 \pm 0.46 mm.

Pour 20 μ L de l'EM, a montré une augmentation de tous les diamètres qui allait de 15.36 \pm 0.33 à 21.46 \pm 0.18 mm. En effet la souche *S. marcessens* est toujours la souche moins sensible avec un diamètre de 15.36 \pm 0.33 mm. Alors que la souche *S. epidermidis* est extrêmement sensible avec un diamètre d'inhibition de 21,46 \pm 0,18 mm. (Figure 24, Annexe 08).

Les travaux portés par **(Boudjelal, 2013)**, montré que l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* a présenté une activité antibactérienne plus importante que ceux trouvés dans notre étude. Concernant *E. coli* avec 5 μ L et 10 μ L d'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* a montrés des diamètres des zones d'inhibition 13 \pm 0.6, 18 \pm 0.7mm.

L'effet de l'extrait méthanolique d'*A. herba alba* sur la souche *S. aureus* est le plus important avec un halo de 20.46 \pm 0.38 mm de diamètre pour l'extrait concentré, ces résultat est supérieur à celui trouvé par **(Ayad et al., 2022)** .

L'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* de notre région d'étude agit sur les bactéries à Gram + que à Gram - . L'hypersensibilité de ces souches qui peut s'expliqué par la structure de leur paroi en particulier l'absence de la membrane externe **(Balentine et al., 2006)**.

3.3. Etude quantitative de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* aux différentes dilutions

L'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* avec les souches bactériennes testées, est mentionnée dans le tableau 12. (Tableau 02, Annexe 07).

Tableau 12: Effet antibactérien de l'extrait méthanolique de *Artemisia herba alba* sur les souches bactériennes testées.

Les souches bactériennes	Diamètre des zones d'inhibition de l'EM diluée d' <i>Artemisia herba alba</i> mm										Temoi négative	
	10 mg/mL	5mg/mL	2.5 mg/mL	1.25mg/mL	0.625mg/mL						DMSO	
G +	<i>S. aureus</i>	18.53±0.31	+	16.33±0.17	+	13.25±0.13	+	9.36±0.32	+	9.43±0.29	+	0
	<i>S.epidermidis</i>	16.47±0.26	+	14.70±0.18	+	11.08±0.03	+	9.47±0.23	+	9.42±0.27	+	0
G -	<i>S.marcescens</i>	13.79±0.23	+	11.28±0.13	+	10.06±0.02	+	9.26±0.13	+	9.21±0.11	+	0
	<i>E. coli</i>	14.05±1.68	+	10.05±0.02	+	8.94±0.09	-	7.40±0.62	-	7.38±0.62	-	0
	<i>K.pneumoniae</i>	12.58±0.12	+	10.12±0.04	+	9.50±0.16	+	7.61±0.25	-	7.59±0.24	-	0

A la lecture des résultats obtenus dans le tableau 12, on marqué une variabilité des diamètres des zones d'inhibition exprimés par l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* vis-à-vis des souches bactériennes testées. Ce qui indique que les souches microbiennes réagissent différemment avec l'extrait testé.

L'extrait méthanolique d'*A herba alba* est doué de propriétés antibactériennes très importantes vis-à-vis les bactéries à Gram+ et à Gram-.

S. aureus et *S. epidermidis* ont été les plus sensibles à l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* correspondant à 1.25mg/mL avec le diamètre 9.36±0.32 mm ; 9.47±0.23 mm, tandis que les résultats de *S. marcescens*, *K. pneumoniae*, plus sensibles à l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* correspondant à 1.25mg/mL avec les diamètres 9.26±0.13 mm ; 7.61±0.25 mm. Cet extrait a montré une activité moins importante pour *E. coli* avec le diamètre 7.40±0.62 mm. (Figure 24, Annexe 08).

3.4. Détermination de la CMI et la CMB de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*

Le test de diffusion en milieu gélosé permet de sélectionner l'extrait qui donne plus d'activité pour chaque souche testé, ainsi de se rapprocher aux concentrations d'autre essai microbiologique complémentaire qui sert à la détermination de la CMI, et CMB. (Figure 25,26, Annexe 09).

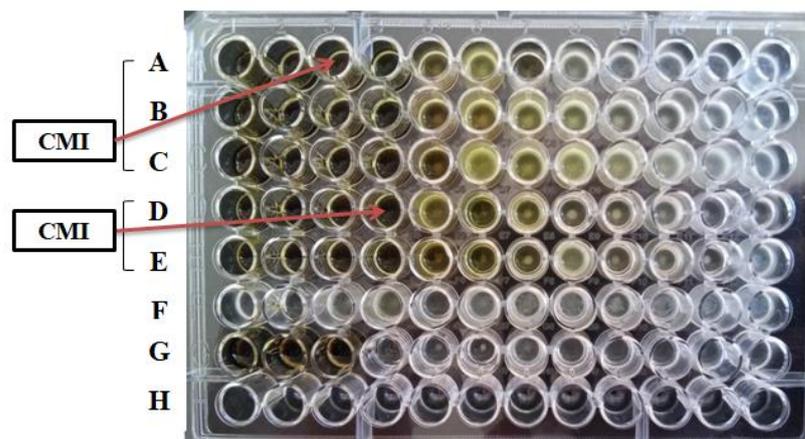


Figure 23: Distribution expérimentale de la microplaque pour les cinq souches testées pour la détermination de la CMI.

A: *K. pneumoniae*, **B:** *S. marcescens*, **C:** *E. coli*, **D:** *S. aureus* **E:** *S. epidermidis*, **F:** contrôle positif (L'inoculum +bouillon), **G:** contrôle négatif (Extrait +bouillon), **H:** Vide.

Les résultats des CMI et CMB des cinq souches bactériennes sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13: CMI et CMB de l'EM d'*Artemisia herba alba* sur les souches bactériennes testées.

Les souches bactériennes	EM d' <i>Artemisia herba alba</i> mg/mL		Rapport CMI /CMB	Activité Antibacterienne
	CMI	CMB		
<i>S. aureus</i>	12.5	12.5	1	Bactéricide
<i>S. epidermidis</i>	12.5	12.5	1	Bactéricide
<i>S. marcescens</i>	25	25	1	Bactéricide
<i>E. coli</i>	25	25	1	Bactéricide
<i>K. pneumoniae</i>	25	25	1	Bactéricide

Après 24 heures d'incubation de la microplaque a été observé d'un aspect clair dans certains puits, dans d'autres un dépôt, et un trouble indiquant une croissance bactérienne.

Concernant les bactéries à Gram + (*S. aureus* et *S. epidermidis*) testé, la CMI déterminé est égale 12.5mg /mL. Nos résultat son supérieurs ceux trouvés par (**Abdelah et al., 2007**) qui a montre une CMI égale à 8mg /mL.

Alors que pour *E. coli*, la CMI est égale à 16mg /mL par (**Abdelah et al. 2007**) est inférieur à nos résultats. Il existe plusieurs facteurs influençant la détermination de l'activité antimicrobienne (**Tagnaout et al., 2016**). En effet, la variabilité des résultats de l'activité antibactériennes de l'extrait méthanolique de plante peut dépendre de la méthode de préparation des extraits et de la nature du solvant utilisé (**Zhang et al ., 2018**). Il faut noter que plus la valeur de la concentration minimale inhibitrice est faible plus l'activité antimicrobienne de l'extrait est significative (**Famuyide et al., 2019**). L'effet est considéré bactéricide si le rapport CMB/CMI est inférieur à 4, et il est considéré comme bactériostatique si ce rapport est supérieur à 4 (**Sbayou et al., 2014**).

Les résultats montrent que l'extrait a manifesté des propriétés actives. L'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* exercé un effet bactéricide (rapport CMI/CMB=1) en vers les souches bactériennes testées *S.aureus* et *S.epidermidis* et *E.coli*, *K.pneumonie* et *S.marcescens*. Toutefois, (**Ouguirti, 2022**) a constaté que l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* présente un potentiel bactéricide plus intense que nos résultats.



Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Les plantes médicinales représentent une source fiable et majoritaire de molécules actives. L'usage des plantes médicinales dans le domaine de la santé est très accentué grâce aux thérapeutiques qu'elles procurent. L'objectif assigné par cette étude s'inscrit dans le cadre de la contribution à la caractérisation phytochimique, et évaluation *in vitro* de l'activité antibactérienne sur quelque souche bactérienne.

Dans ce travail le screening phytochimique de l'extrait a été réalisé pour identifier les principaux métabolites secondaires existants dans la plante étudiée. Les tests phytochimiques réalisés par les réactions de caractérisation ont permis de mettre en évidence la présence des flavonoïdes, des saponines dans la partie aérienne d'*A.herba-alba*. Ces constituants sont connus de par leurs diverses propriétés biologiques pouvant être utilisé comme remèdes en médecine traditionnelle.

L'extraction de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* par Rota vapeur a donné un rendement de **46,53%**. L'évaluation de l'activité antibactérienne de l'EM d'*Artemisia herba alba* vis-à-vis des 5 souches bactériennes, de ces études ont a montré que l'EM est capable d'inhiber complètement la croissance bactérienne à la concentration 20 µL.

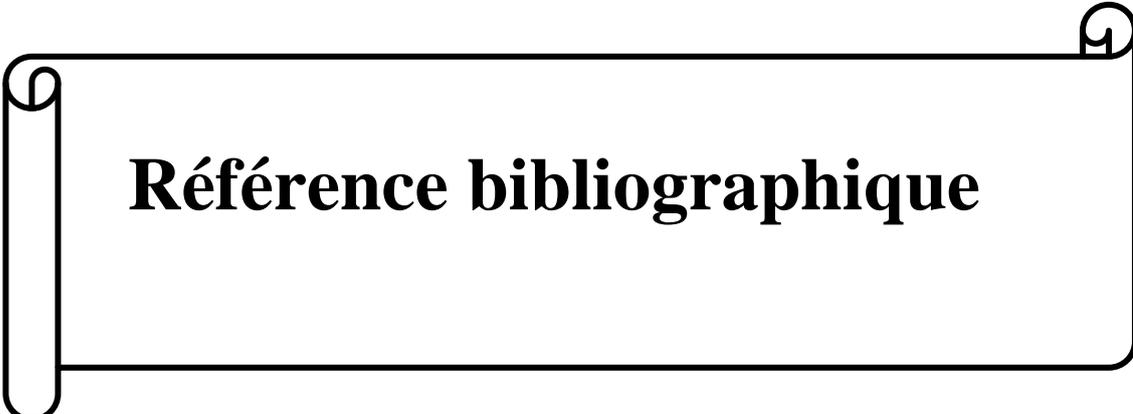
L'ensemble des résultats obtenus au cours de notre étude, indique que l'EM d'*A.herba alba* a exercé un grand pouvoir antibactérien vis-à-vis les bactéries à Gram+ (*S.aureus*, *S.epidermidis*), avec une zone d'inhibition pour les diamètres de 20,46±0,38 à 21,46±0,18 mm. Tandis que la sensibilité des bactéries à Gram – (*K. pneumoniae*, *E.coli* et *S.marcescens*), plus importantes à l'extrait méthanolique avec des valeurs des zones d'inhibitions allant de 17,62±0,19 mm, 16,91±0,83mm, 15,36±0,33mm.

La méthode de la microplaque a permis de déterminer les CMI. En effet les valeurs de CMI et CMB sont identique pour les 2 souches bactériennes *S. aureus*, *S. epidermidis* avec une valeur de 12,5mg/mL. Les résultats de CMI et CMB pour *K.pneumoniae*, *E.coli* et *S.marcescens*, sont identiques pour les 3souches testés et sont égal 25mg/mL.

L'ensemble de ces résultats obtenus *in vitro* ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement actives.

En perspectives, il serait intéressant d'élargir le champ d'application de cet extrait sur une large gamme de bactéries aussi bien à Gram+ que à Gram –, ainsi que sur des souches fongiques pour évaluer le pouvoir antifongique de cet extrait.

Egalement, il est souhaitable d'étudier le pouvoir antioxydant pour pouvoir approfondir l'utilisation de l'extrait méthanolique d'*A. herba alba* dans l'industrie alimentaire comme conservateur ainsi qu'en industrie pharmaceutique comme remède naturel contre les infections microbiennes.



Référence bibliographique

-A-

Ababsa, N., Boukaous, H. (2018). Etude phytochimique et activités biologiques de l'extrait méthanolique d' *Artemisia herba alba* (Mémoire de master, Université de frères Mentouri de Constantine).

Abass, O. A. (2012). Therapeutic effect of *Artemisia herba-alba* aqueous extract added to classical therapy of acquired hyperlipidemia. *Iraqi Journal of community Medicine*, 25(4) ,320-323.

AbdelahBogdadi, H. A., Kokoska, L., Havlik, J., Kloucek, P., Rada, V., Vorisek, K. (2007). In vitro. Antimicrobial activity of some Libyan medicinal plant extracts. *Pharmaceutical Biology*, 45(5), 386-391.

Abdelli, W. (2017). Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperusphoenicea* et de *Thymus vulgaris* (Thèse de Doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem).

Abu-Darwish, M. S., Cabral, C., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Cruz, M. T., Efferth, T., Salgueiro, L. (2015). *Artemisia herba-alba* essential oil from Buseirah (South Jordan): Chemical characterization and assessment of safe antifungal and anti-inflammatory doses. *Journal of ethnopharmacology*, 174, 153-160.

Al-Khazraji, S. M., Al-Shamaony, L. A., &Twaij, H. A. (1993). Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba alba*. I. Effect of different parts and influence of the solvent on hypoglycaemic activity. *Journal of ethnopharmacology*, 40(3), 163-166.

Aouadhi, S. (2010). Atlas de risques de la phytothérapie traditionnelle à l'étude de 57 plantes recommandées par les herboristes (Mémoire de master, Université de Badji Mokhtar-Annaba).

Arif, T., Bhosale, J D., Kumar ,N ., Mandal, T K., Bendre, R S., Lavekar, S ., Dabur, R. (2009). Natural productsantifungal agents derived from plants. *J Asian Nat Prod Res.* 11(7), 626 – 638

Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., Khebri, S. (2010). Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminumcuminum* L. *Lebanese science journal*, 11(1), 69-81.

-B-

Badaoui, F., Douaouria, M ., Haiahem, I. (2013).Analyse phytochimique et activité antibactérienned'extraits bruts de *Satureja calamintha* L. et *Artemisia herba alba* L(Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945Guelma).

Bechiri, S., Tahar, S. (2018). Etude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* de la région d'El Kantara (wilaya de Biskra) et de *Mentha - pulegium* de la foret de Mesra (wilaya de Mostaganem)(Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem).

Références bibliographiques

- Belaidi, E. (2012).** Etude de l'activité antibactérienne des extraits de *Berberis Punicagranatum* (L.) vis-à-vis de souches bactériennes multirésistantes aux antibiotiques isolées du CHU de Tlemcen (Mémoire de Master, Université de Aboubekr Belkaid, Tlemcen).
- Bellebcir, L. (2008).** Etude des composés phénoliques en tant que marqueurs de biodiversité chez les céréales (Mémoire de Magiste, Université Mentouri de Constantine).
- Belhattab, R., Amor, L., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Figueiredo, A. C. (2014).** Essential oil from *Artemisia herba-alba* Assogrown wild in Algeria: Variability assessment and comparison with an updated literature survey. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(2), 243-251.
- Belghit, H., Benharrats, K. (2019).** Effet des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* sur la croissance de *Staphylococcus aureus* résistante à la méticilline (Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem).
- Bellebcir, L. (2008).** Etude des composés phénoliques en tant que marqueurs de biodiversité chez les céréales (Mémoire de Magiste, Université Mentouri de Constantine).
- Bezza, L., Mannarino, A., Fattarsi, K., Mikail, C., Abou, L., Hadji-Minaglou, F., & Kaloustian, J. (2010).** Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*, 8(5), 277-281.
- Benani, S. (2014).** Etude phytochimique et activités biologiques des extraits d'*Artemisia herba alba* (Armoise blanche) de la région d'Ain Safra (Tlemcen) (Mémoire de master, Université Saad Dahleb de Blida).
- Benchettouh, B., Chikouche, H., Djamila, H. (2022).** Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits et de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* (Mémoire de Master, Université mohamedboudiaf-M'sila).
- Bendas, L., Fekraoui, F., Ouranadeur, M. (2022).** Etudes chimiques et biologiques d'*Artemisia herba alba*, *Origanum vulgare* L. et un composé synthétique (Mémoire de master, Universitaire Abdelhafid Boussouf).
- Benjilali, B., Richard, H. (1980).** Etude de quelques peuplements d'Armoise blanche du Maroc (*Artemisia herba alba*). *Rivista Italiana E.P.P.O.S.* 62 : 69-74.
- Benmammar, R., Lazizi, N. (2021).** Contribution à l'étude physico-chimique, phytochimique et évaluation des propriétés antioxydantes d'*Artemisia Herba alba* (Mémoire de master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahim, Borj bouarrerid).
- Bentabet, N., Boucherit-Otmani, Z., Boucherit, K. (2014).** Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de béchar en algérie. *Phytothérapie* 12, 364– 371.
- Béjaoui, A., Chaabane, H., Jemli, M., Boulila, A., & Boussaid, M. (2013).** Composition de l'huile essentielle et activité antibactérienne d'*Origanum vulgare* subsp. *Glandulosum* Desf. À différents stades phénologiques. *Journal of Medicinal Food*, 16 (12), 1115-1120.
- Brahim, M. (2014).** Etude in vitro de l'effet allostériques des extraits aqueux des quelques plantes spontanées sur la croissance de quelques moisissures associées aux céréales (Mémoire de master, Université kasdimerbah Ouargla).
- Bertella, A. (2019).** Etude de l'activité antimicrobienne et anti oxydante des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*, *Artemisia campestris* et *Rosmaunistournefortu* (Thèse de doctorat, Université Ahmed Ben Bella Oran).
- Boudjelal, A. (2013).** Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajugaiva*, *Artemisia herba alba*, *Marrubium*

Références bibliographiques

vulgaire) de la région de Msila Algérie (Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar Annaba).

Boudjouref, M. (2011). Etude de l'activité antioxydante et Antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris L* (Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas Setif).

Boudjouref, M., Belhattab, R., Bouteghrine, S. (2018). Antioxidant Activity and Phenolic Content of *Artemisia Campestris* from Two Regions of Algeria, *World Journal of Environmental Biosciences*, Vol 7, Issue 2:61-66.

Bounaas, S., Chouarfa, Y. (2022). Etude du pouvoir antioxydant d'*Artemisia Herba alba*. (Mémoire de master, Université de frères Mentouri de Constantine).

Bourass, B. (2010). Mise en évidence d'une relation entre la biomasse aérienne (biomasse totale, biomasse aérienne des feuilles et pousses tendres) et certains caractères mesurables de l'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) sur les parcours de Talsint (Mémoire de master, Université moulay ismail, maroc).

Bouzi, N. (2016). Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoïse blanche «*Artemisia herba alba*» (Thèse de doctorat, Université Mustapha Stambouli de Mascara).

Brunet, S. (2008) . Analyse des mécanismes d'action antiparasitaire de plantes riches en substances polyphénoliques sur les nématodes du tube digestifs des ruminants (Thèse de doctorat, Université de Toulouse).

Bruneton J. (2009). pharmacognosie , phytochimie et plantes médicinales. 4^{ème} Ed Tec ,Doc ,Paris .494 .

-C-

Chaabna, N. (2014). Activité anticoccidienne des extraits d'*Artemisia herba alba* (Mémoire de magister, Université Ferhat Abbas Sétif).

Choi, YM, Noh, DO, Cho, SY, Suh, HJ, Kim, KM et Kim, JM (2006). Activités antioxydantes et antimicrobiennes de la propolis de plusieurs régions de Corée. *LWT-Food Science and Technology*, 39 (7) ,756-761.

Collin, S., & Crouzet, J. (2011). *Polyphénols et procédés: transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire*. Lavoisier.

-D-

Dif, M. M., Toumi, F. B., Boukaaza, H., Mokaddem, F., Benyahia, M., & Bouazza, S. (2018). Phenolic content and antioxidant activity of *Artemisia herba-alba*, A medicinal plant from Algerian arid zone. *Phytothérapie*, 16(2), 91-95.

Djaballah, B., Talbi, A. (2016). Etude de certaines activités biologiques des composés phénoliques extraits à partir d'*Artemisia herba alba* de la région de Tébessa (Mémoire de master , Université Echahid Cheikh Larbi Tebessi, Tébessa).

Djemai, M.S. (2009) . Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus L* (Mémoire de magister, Université -El Hadj Lakhder, Batna).

Dohou, R., Yamni, K., Tahrouch, S., Hassani, L. I., Badoc, A., Gmira, N. (2003). Screening phytochimique d'une endémique iberomarocaine, *Thymelaealythroides*. *Bulletin-Société de Pharmacie de Bordeaux*, 142(1/4), 61-78.

Références bibliographiques

Dorman, H. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88(2), 308-316.

Dykes, L., Rooney, L. W. (2006). Sorghum and millet phenols and antioxidants. *Journal of Cereal Science*, 44(3), 236-251.

-E-

Eloukili, M. (2013). Valeur nutritive de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) comparée à l'unité fourragère de l'orge (Mémoire de master, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen).

El Rhaffari, L. (2008). Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes. Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia, Equipe Environnement et Santé. (MOVIMONDO), 11.

-F-

Famuyide, I. M., Aro, A. O., Fasina, F. O., Eloff, J. N., & McGaw, L. J. (2019). Antibacterial and antibiofilm activity of acetone leaf extracts of nine under-investigated south African *Eugenia* and *Syzygium* (Myrtaceae) species and their selectivity indices. *BMC complementary and alternative medicine*, 19(1), 1-13.

-G-

Gacem, M. A., Telli, A., Gacem, H., & Ould-El-Hadj-Khelil, A. (2019). Phytochemical screening, antifungal and antioxidant activities of three medicinal plants from Algerian steppe and Sahara (preliminary screening studies). *SN Applied Sciences*, 1(12), 1-13.

Ganfou, H., Houvohehou, J. P., Assanhou, A. G., Bankole, H. S., & Gbenou, J. (2019). Activité antibactérienne de l'extrait éthanolique et des fractions de *Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. Et Perr. (Combretaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 643-651.

Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A., Isamili, M. R., Houti, H., El Monfalouti, H., ... & Charrouf, Z. (2010). Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guerçif (Maroc oriental). *Phytothérapie*, 8(5), 295-301.

Ghasemzadeh, A. & Ghasemzadeh, N. (2011). Flavonoids and phenolic acids: Role and biochemical activity in plants and human. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(31) : 6697-6703.

Goumni, Z., Salhi, A. (2013). Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite de la plante *Laurus nobilis* L. (Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah, Ouargla).

Gseyra, N. (2011). Étude phytochimique de deux espèces pastorales. Ed. Eue s, France. 160.

-H-

Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical Methods* London Chapman and Halls. 91.

Hellal, B., Ayad, N., Ayache, A., Cherif, K., & Hellal, T. (2014). Biomasse et taux de recouvrement de l'armoise blanche des parcours steppiques du sud de la préfecture de Tlemcen. *Revue Ecologie-Environnement*, 10, 71-74.

Hopkins, W. G. (2003). "Physiologie végétale, 2ème édition", Ed. de Boeck Université, 268-280.

Références bibliographiques

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 Mohamed Kheider-Biskra).

-K-

Kablan, B. J., Adiko, M., & Abrogoua, D. P. (2008). Évaluation in vitro de l'activité antimicrobienne de *Kalanchoecrenata* et de *Manotes longiflora* utilisées dans les ophtalmies en Côte d'Ivoire. *Phytothérapie*, 6(5), 282-288.

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*, *Marrubium vulgare* and *Pinus pinaster*. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res*, 7, 270-274.

Kahlouche, R. (2013). Evaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie (Thèse de doctorat, Université Constantine 1).

Kansole, M. M. R. (2009). Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia opposita* Vahl et *Orthosiphon pallidus* Royle ex Benth. Mémoire pour obtenir un diplôme Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso.

Karumi, Y. (2004). Identification of Active Principles of *M. balsamina* (Balsam Apple) Leaf Extract Y. Karumi," PA. Onyeyili and "VO Ogugbuaja. *Journal of Medical Sciences*, 4(3), 179-182.

Khan, A. M., Qureshi, R. A., Ullah, F., Gilani, S. A., Nosheen, A., Sahreen, S., ... & Murad, W. (2011). Phytochemical analysis of selected medicinal plants of Margalla Hills and surroundings. *Journal of medicinal plants research*, 5(25), 6017-6023.

Kheyar, N., Meridja, D., & Belhamel, K. (2014). Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Laurus nobilis* de la région de Bejaia. *Algerian Journal of Natural Products*, 2(1), 18-26.

Khir Eddine, H. (2013). Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie (Mémoire de magistère, Université D'Ahmed Bougara-Boumerdes).

Kone, D. (2009). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes extraction, identification d'alcaloïdes-caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydant (Thèse de Doctorat. France, Université Paul Verlaine de Metz –UPVM).

Kuete V., Dongfack M. D., Mbaveng A.T., Lallemand M. C., Van-Dufat H. T., Wansi J. D., Wandji J. (2010). Antimicrobial activity of the methanol extract and compounds from the stem bark of *Drypetestessmanniana*. *Chinese journal of integrative medicine*, 16(4), 337-343.

of integrative medicine, 16, 337-343.

Références bibliographiques

Kundan, S-B., Anupam, S. (2011). The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *Pharmaceutical Biology.*, 49 (1), 101-109.

-L-

Lakhdar, L. (2015). Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles Marocaines sur *Aggregatibacter Actinomycetemcomitans* : Etude in vitro (Thèse de doctorat, Université Mohammed V de Rabat).

Lamari, I. (2018). Effet de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba Asso*) sur les performances zootechniques et la glycémie chez le poulet de chair (Thèse de doctorat, Université Ibn Khaldoun Tiaret).

-M-

Madjida, O. (2022). Etudes chimiques et biologiques d'*Artemisia herba alba*, *Origanum vulgare* L. et un composé synthétique (Thèse de Doctorate, Université Abdalhafid Boussouf-Mila).

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rénésy, C. (2004). bioavailability. *the American journal of chemical nutrition*, 79(5), 727 – 747.

Mansour, S. (2015). Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisia absinthium* L, *Artemisia herba alba Asso* et *Hypericum scabroides*- Etude in vivo. (Thèse de Doctorat, Université Mohamed Boudiaf Oran).

Majob, F., Kamalnehad, M., Ghaderi, N., & Vahidi, P. H. (2003). Phytochemical screening of some species of Iranian plants. *Iranian J Pharma Res*, 2, 77-82.

Mighri, H., Hajlaoui, H., Akrouf, A., Najjaa, H., & Neffati, M. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. *Comptes Rendus Chimie*, 13(3), 380-386.

Mohamed, A. E. H. H., El-Sayed, M., Hegazy, M. E., Helaly, S. E., Esmail, A. M., & Mohamed, N. S. (2010). Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*. *Records of Natural Products*, 4(1).1-25.

Mouas, Y., Benrebiha, F. Z., & Chaouia, C. (2017). Évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique Romarin *Rosmarinus officinalis* L. *Revue Agrobiologia*, 7(1), 363-370.

Mourad, B., Rachid, B., & Sihem, B. (2018). Antioxidant activity and phenolic content of *Artemisia campestris* from two regions of Algeria. *World Journal of Environmental Biosciences*, 7(2), 61-66.

Moussa, A., Nouredine, D., Abdelmelek, M., & Saad, A. (2012). Antibacterial activity of various honey types of Algeria against Pathogenic Gram-Negative Bacilli: *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(3), 211-214.

-N-

N'Guessan, K., Kadja, B., Zirihi, G., Traoré, D., & Aké-Assi, L. (2009). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6(1).

-O-

Ouguirti, 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 Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem).

Oloyede, O. I. (2005). Chemical profile of unripe pulp of *Carica papaya*. *Pakistan journal of nutrition*, 4(6), 379-381.

-P-

Packer, L. (2001). Flavonoids and other polyphenols. Ed Academic Press, California, 483.

Parisi, O. I., Puoci, F., Restuccia, D., Farina, G., Iemma, F., & Picci, N. (2014). Polyphenols and their formulations: different strategies to overcome the drawbacks associated with their poor stability and bioavailability. In *Polyphenols in human health and disease* (pp. 29-45). Academic Press.

Péroumal, A. (2014). Caractérisation des fruits et de la pulpe de six accessions de *Mammea americana*: Aptitude à la transformation des fruits et caractérisation des composés phénoliques de la pulpe (Thèse de doctorate, Université des Antilles-et de la Guyane).

-R-

Rahal et al. (2005). Standardisation de l'antibiogramme en médecine humaine à l'échelle nationale .selon les recommandations de L'OMS. 4ème édition. 7-8.

-S-

Sbayou, H., Ababou, B., Boukachabine, K., Manresa, A., Zerouali, K., & Amghar, S. (2014). Chemical composition and antibacterial activity of *Artemisia herba-alba* and *Mentha pulegium* essential oils. *Journal of Life Sciences*, 8(1). 35-41.

Schroeter, H., Boyd, C., Spencer, J. P., Williams, R. J., Cadenas, E., & Rice-Evans, C. (2002). MAPK signaling in neurodegeneration: influences of flavonoids and of nitric oxide. *Neurobiology of aging*, 23(5), 861-880.

Seddiek, S. A., Ali, M. M., Khater, H. F., & El-Shorbagy, M. M. (2011). Anthelmintic activity of the white wormwood, *Artemisia herba-alba* against *Heterakis gallinarum* infecting turkey poults. *J Med Plants Res*, 5(16), 3946-3957.

Skandamis, P., Fasseas, K., et Nychas, G.-J. (2001). Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *Escherichia coli* O157: H7. *Italian Journal of Food Science*, 13, 65-75.

-T-

Références bibliographiques

Tagnaout, I., Zerkani, H., Mahjoubi, M., Bourakhouadar, M., Alistiqsa, F., Bouzoubaa, A., & Zair, T. (2016). Phytochemical study, antibacterial and antioxidant activities of extracts of *Capparis spinosa* L. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(12), 1993-2006.

Tilaoui, M., Ait Mouse, H., Jaafari, A., & Zyad, A. (2015). Comparative phytochemical analysis of essential oils from different biological parts of *Artemisia herba alba* and their cytotoxic effect on cancer cells. *PloS one*, 10(7), e0131799

Toty, A. A., Guessennd, N., Bahi, C., KRA, A. K. M., Tokore, D. A., & Dosso, M. (2013). Évaluation in-vitro de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tronc de *Harunganamadagascariensis* sur la croissance de souches multi-résistantes. *Bulletin de la société royale des sciences de Liège*, 82, 12-21.

Trease E .et Evans w.c.,(1987). Pharmacognosie,Biliaire tindall .London 13 th Ed.

-V-

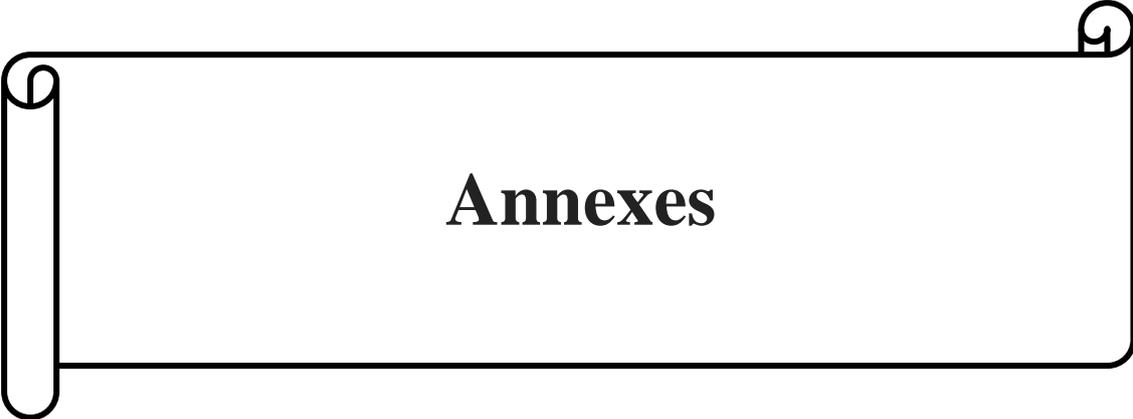
Vermerris, W., Nicholson, R. (2006). Phenolic Compounds and Their Effects on Human Health. In *Phenolic Compound Biochemistry*, Springer, Dordrecht, 235-255.

Vijay, P., Nivedita, B. A., & Bellundagi, A. (2013). Ethanobotany and qualitative phytochemical analysis of some Indian medicinal plants. *Int J ChemPharmSci*, 4, 59-63.

-Z-

Zerrouak, K., Hadji, N. (2019). Contribution à l'étude phytochimique et biologique de l'espèce *Artemisia herba alba* de la région de khenchela (Mémoire de diplôme de Master Académique, Université Mohamed Boudiaf-M'sila).

Zhang, H., & Ma, Z. F. (2018). Phytochemical and pharmacological properties of *Capparis spinosa* as a medicinal plant. *Nutrients*, 10(2), 116.



Annexes

Annexes

Annexe 01

Matériel de laboratoire et les produits et réactifs et solvant utilisé

Tableau 01: Matériel de laboratoire et les produits et réactifs et solvant utilisés.

Verreries	Appareillage	Petit matériels	Produits et réactifs	Solvant et solutes
<ul style="list-style-type: none"> -Erlenmeyer -Eprouvette de 1000ml -Pipettes gradué de 1ml et de 10ml -Pipettes Pasteurs -Flacons en verre -Ballon à col rodé -Entonnoir -Tubes à essai -Béchers gradués - Boîtes hermétique en verre -Lames et lamelles 	<ul style="list-style-type: none"> -Balance électronique (Scout pro 600g) -Balance a précision (KERN) -Appareil rota vapeur de type Büchi-R210 -Réfrigérateur -Etuve (memmert et ...) -Spectrophotomètre (UniLine 9300) -Agitateur magnétique (LabTa) -Bain marie -Microscope optique (OPTIKA) -Vortex (VWR) -Autoclave -Moulin électrique -Plaque chauffante agitative (IKA RH basic 2) - Bain de sable (WITEG CAT D 7813 stufen) 	<ul style="list-style-type: none"> -Papier filtre -Papier aluminium -Papier absorbant -Bande gaz -Micropipette (5µl-50µl) -Anse de platine - Bec bunsen -Disque de papier Whatmann°1 de 6mm de diamètre -Pince -Ecouillons stériles -Fond noire -Pied a coulisse -Barreaux magnétique -Spatule - Portoir -Embouts (blanc et jaune) - Tube Eppendorf -Coolereppendrof -Cuve spectrophotométriques -Perforateurdisque 	<ul style="list-style-type: none"> -Violet de gentiane -Lugol -Alcool -Fushine -BaCl2 - Acidesulfurique (H2SO4) -Diméthylsulfoxide (DMSO) - Pipettes enverre -Hydroxyde de sodium NaOH - Acide Chlorohydrique (HCL) -Acide acétique -Trichlorure de fer (FeCl3) -Acide trichloracétique (TCA) -Réactif de Mayer -Réactif de Wagner -coupeaux de Magnésium 	<ul style="list-style-type: none"> -Méthanol -L'eau distillée stérile -Ether de petrol (EP) -Chloroforme

Annexe 02

Composition des réactifs utilisés pour le screening phytochimique de plante

I. Préparation de la solution d'hydroxyde de sodium NaOH 1/10

Dissoudre 0,2 g de NaOH dans 50 mL d'eau distillée.

1. Réactif de Mayer

Chlorure Mercure.....0.136 g

Iodure de potassium.....0.5 g

Eau distillée.....10 mL

2. Réactif de Wagner

Iodure de potassium.....0.2 g

Iode.....0.127 g

Eau distillée.....10 mL

II. Préparation solution de chlorure ferrique FeCl₃ à 1%

Dissoudre 0.1 g chlorure ferrique dans 10 mL d'eau distillée.

III. Préparation Acide trichloracétique TCA

Dissoudre 0.5g Acide trichloracétique dans 20 mL d'eau distillée.

Annexe 03

Examen microscopique par coloration de Gram

I-Objectif

Il permet l'étude microscopique des bactéries mortes après fixation et coloration. La coloration de Gram permet de différencier des bactéries dites Gram + de bactéries dites Gram-.

Cette méthode permet d'observer :

- La morphologie des bactéries.
- Le mode de groupement.
- La couleur : gram + ou -.
- La densité ou proportion de chaque microorganisme en cas de mélange.

II-Technique

1. Faire un frottis

- Nettoyer une lame à l'alcool.
- On dépose une goutte d'eau physiologique stérile sur la lame.
- Toucher une colonie à l'aide d'une anse de platine stérile pour prélever des bactéries .il n'est pas nécessaire de prendre beaucoup de bactéries. .
- Étaler sur 1 à 2 cm par un mouvement circulaire en partant du centre de la lame.
- Laisser sécher à l'air.

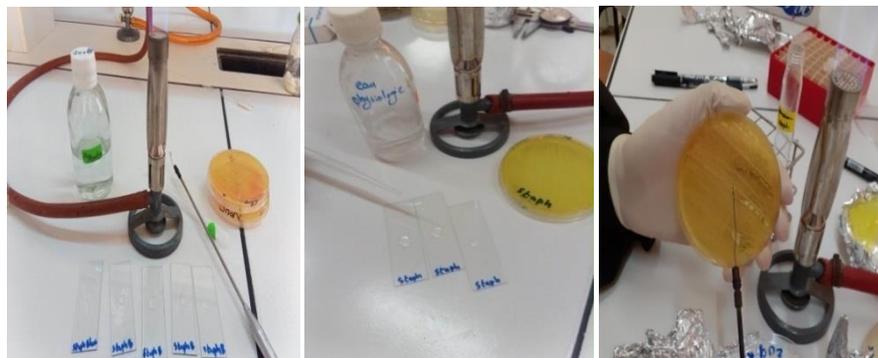


Figure 01: Faire un frottis (photos personnelles, 2023).

2. Fixation

Passer 3 fois la lame dans la petite flamme (veilleuse) du bec Bunsen pour fixer l'échantillon à la chaleur.



Figure 02: Fixation par la chaleur (Photos personnelles, 2023).

3. Coloration

Cette coloration est une coloration complexe qui permet de différencier les bactéries d'après leur forme et leur affinité pour les colorants. La coloration permet de distinguer les bactéries Gram + des Gram – grâce à leurs différences de nature de paroi. Les bactéries à Gram négatif ont une paroi plus fine et riche en lipides, alors que les bactéries Gram positifs ont une paroi épaisse et pauvre en lipide.



Figure 03: Produits de la coloration de Gram (Photo personnel, 2023).

3.1. Réalisation de la coloration

Voici succinctement les différentes étapes de cette coloration.

3.1.1. Coloration au violet de gentiane

-Déposer quelques gouttes de solution de violet de gentiane (cristal violet) sur le frottis fixé

-Laisser agir 1 minute.

-Rincer à l'eau déminéralisée.



Figure 04: Coloration avec le violet de gentiane (Photos personnelles, 2023).

3 .1. 2. Mordantage au lugol

-Déposer quelques gouttes de solution de lugol sur le frottis fixé.

-Laisser agir 1 minute.

-Rincer brièvement à l'eau déminéralisée.



Figure 05:Coloration avec le lugol (Photos personnelles,2023).

3.1.3. Décoloration rapide à l'alcool à 95°

-Verser goutte à goutte l'alcool sur la lame, et surveiller la décoloration 15 secondes. Le filet doit être clair à la fin de la décoloration.

-Rincer à l'eau déminéralisée.



Figure 06: Décoloration avec l'alcool à 95° (Photos personnelles, 2023).

3.1.4.Recoloration à la fuschine

-Déposer quelques gouttes de fuschine sur le frottis fixé.

-Laisser agir de 1 minute.

-Rincer à l'eau déminéralisée.

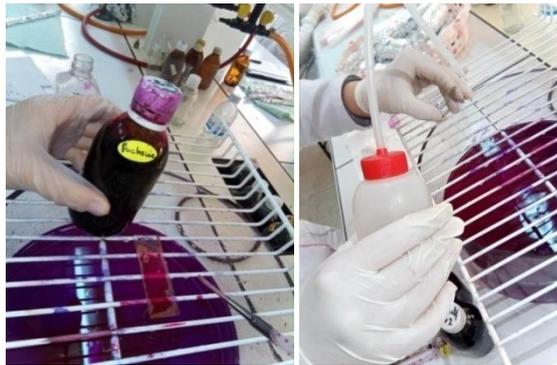


Figure 07:Recoloration avec la fuschine (Photos personnelles ,2023) .

3.1.5. Egoutter entre 2 morceaux de papier-filtre et laisser sécher

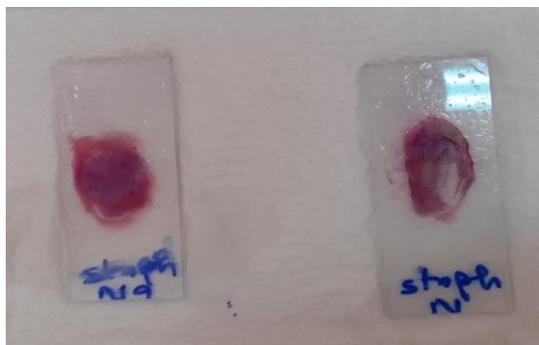


Figure 08:Séchage des lames (Photo personnelle ,2023).

4 .Mise au point

-Repérer les bactéries à l'objectif x40.

-Déposer une goutte d'huile à immersion sur le frottis

-Faire la mise au point en forte luminosité (condensateur levé et diaphragme ouvert) objectif **x100**. Se placer dans un endroit où la répartition des bactéries est homogène et la coloration nette Eliminer les lames dans le bocal déchets non infectieux.



Figure 09:Examination à l'immersion et l'observation microscopique

(Photos personnelles ,2023).

5. Observations

On peut noter la morphologie des bactéries et la coloration de celles-ci : les bactéries violettes sont dites **Gram positives**, celles qui sont roses sont dites **Gram négatives**. On peut également noter l'homogénéité de coloration de la bactérie.

Annexe 04

Les milieux de culture

1 .Milieux de culture solide

1.1 .Gélose nutritive

Composition

Extrait de viande de bœuf.....	5 à 10g
Peptone.....	10g
Chlorure de sodium.....	5g
Agar.....	15g
Eau distillée.....	1000mL

Préparation

Après dissolution de tous les ingrédients dans l'eau distillée, ajuster le pH à 7,4 et stériliser à 120°C pendant 20 min.



Figure 10: Préparation de gélose nutritive (Photos personnelles, 2023).

1.2 .Gélose Chapman

Composition

Extrait de viande.....	1g
Extrait de levure.....	3g

Annexes

Tryptone.....	5g
Peptone bactériologique.....	10g
Chlorure de sodium.....	70g
Mannitol.....	0,025g
Agar.....	15g

Préparation

Après dissolution de tous les ingrédients dans l'eau distillée, ajuster le pH à 7,4 et stériliser à l'autoclave 20min à 120°C.

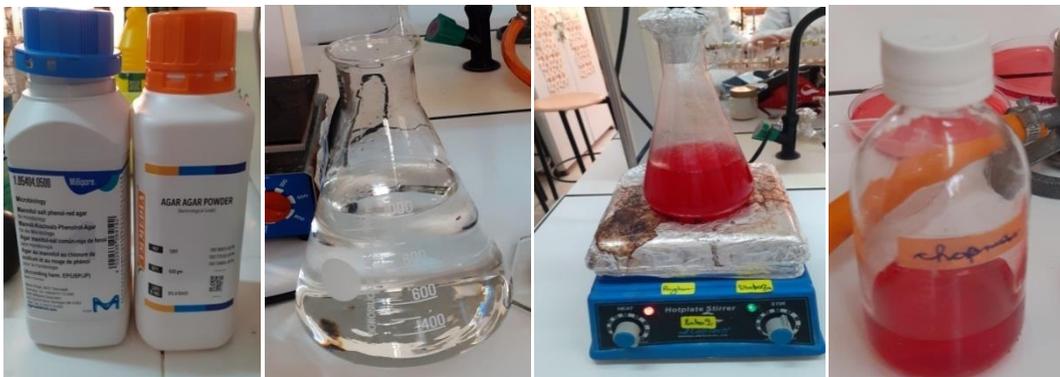


Figure 11: Préparation de gélose Chapman (Photos personnelles, 2023).

1.3 .Gélose Mueller Hinton

Composition

Infusion de viande de bœuf.....	4g
Hydrolysat acide de caséine	17,5g
Amidon de maïs.....	1,5g
Agar	12g

Préparation

Après dissolution de tous les ingrédients dans l'eau distillée, ajuster le pH à 7,3 et stériliser à l'autoclave 15 min à 121°C.



Figure 12: Gélose Mueller Hinton (MH) (Photo personnel, 2023).

2 .Milieux de culture liqui

2.1 .Bouillon nutritif

Composition

Peptone	10g
Chlorure de Sodium.....	5g
Extrait de bœuf.....	5 à 10g
Eau distillée.....	100ml

Préparation

Après dissolution de tous les ingrédients dans l'eau distillée, ajuster le pH à 7,3 et stériliser à l'autoclave 15 min à 121°C.



Figure 13: Préparation de bouillon nutritif (Photos personnelles, 2023).

2.2. Préparation de l'eau physiologique

Composition

Chlorure de sodium9g

Eau distillée1000g

Préparation

Après dissolution de chlorure de sodium dans l'eau distillée, ajuster le pH et stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 30min.



Figure 14: Préparation de l'eau physiologique (Photos personnelles ,2023).

Annexe 05

Repiquage des souches bactériennes

1. *Staphylococcus epidermidis*



Figure 15: Repiquage de *Staphylococcus epidermidis* (Photos personnelles, 2023).

2. *Staphylococcus aureus*

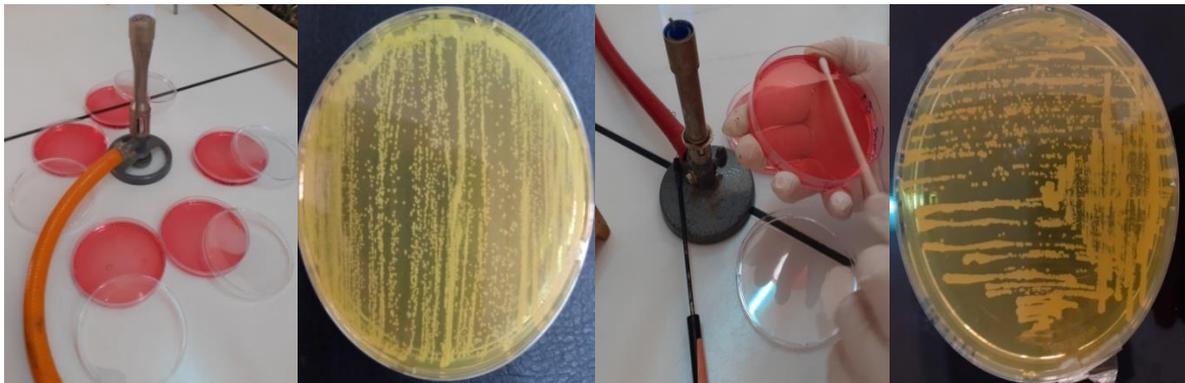


Figure 16: Repiquage de *Staphylococcus aureus* (Photos personnelles, 2023) .

3. *Escherichia coli*

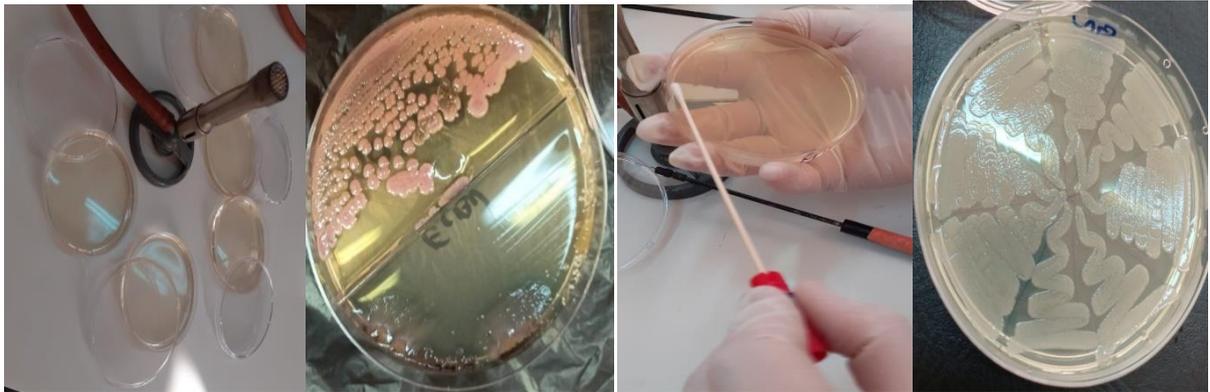


Figure 17: Repiquage d'*Escherichia coli* (Photo personnelles, 2023).

4. *Serratiamarcescens*



Figure 18: Repiquage de *Serratia marcescens* (Photos personnelles, 2023).

5. *Klebseilla pneumoniae*



Figure 19: Repiquage de *Klebseilla pneumoniae* (Photos personnelles, 2023).

6. *Escherichia coli* et *Serratia marcescens*



Figure 20: Repiquage d'*Escherichia coli* et *Serratia marcescens* sur milieu Hektoen

(Photos personnelles, 2023).

Annexe 06

Préparation de la solution 0.5 Mac Farland

Mc Farland standard

Mc Farland c'est une solution chimique de chlorure de baryum et l'acide sulfurique la réaction de deux solutions chimiques résulte la production précipitation.

Les normes McFarland sont utilisées comme référence pour ajuster la turbidité des suspensions bactériennes pour que le nombre de bactéries se situe dans une gamme de concentrations donnée afin de normaliser les tests microbiens.

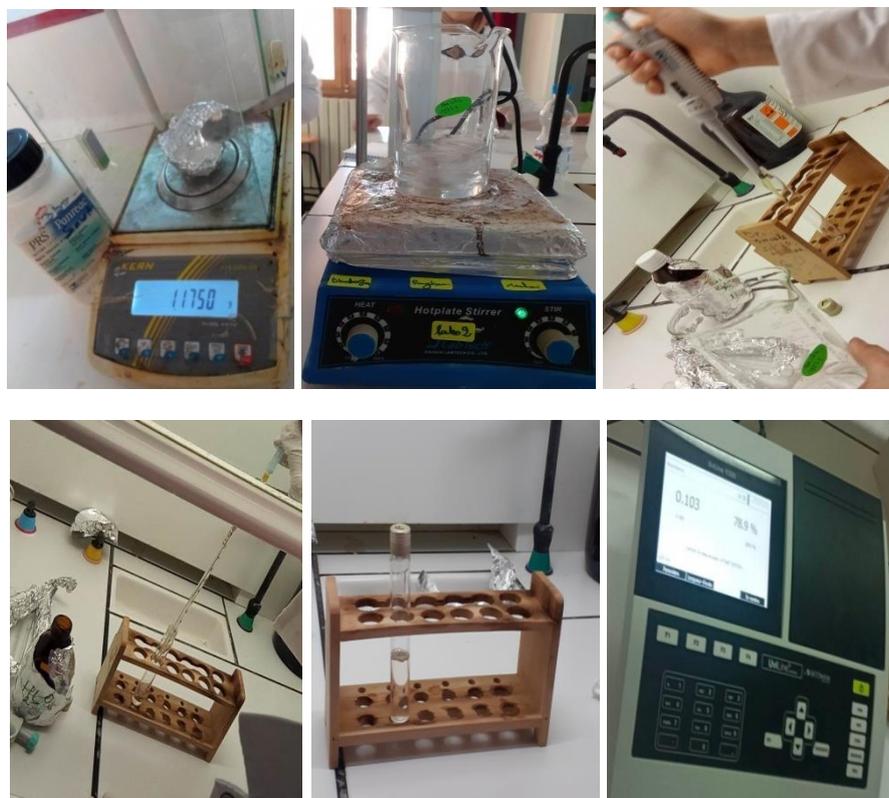


Figure 21: Préparation standard de Mc Farland (Photos personnelles, 2023).

Annexe 07:

Mesure les diamètres des zones inhibitions

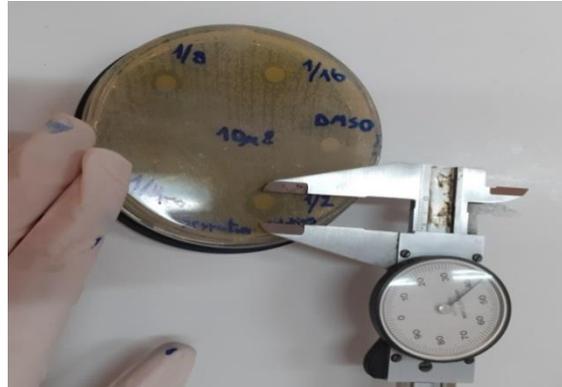
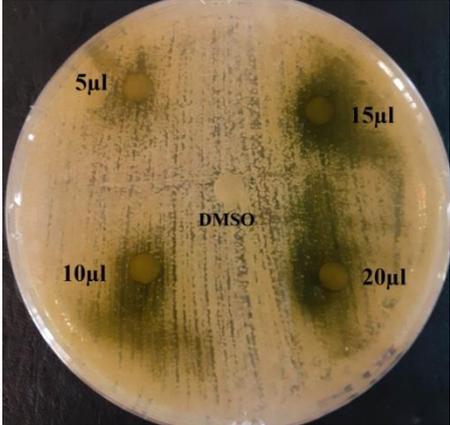
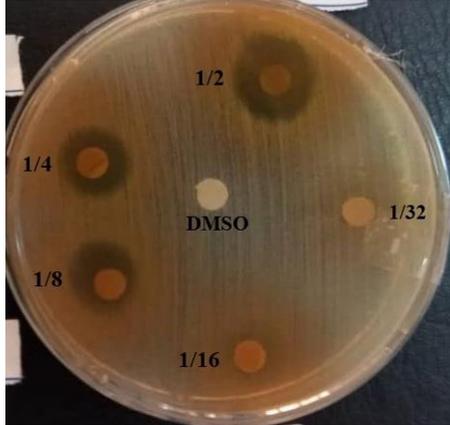
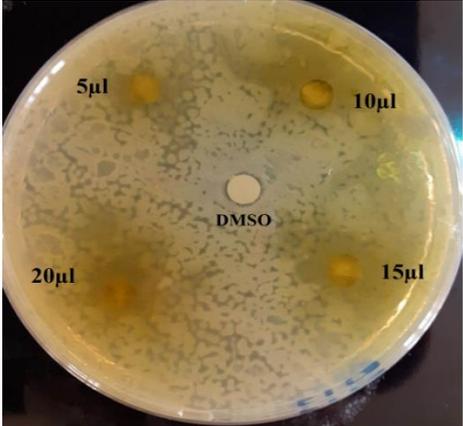
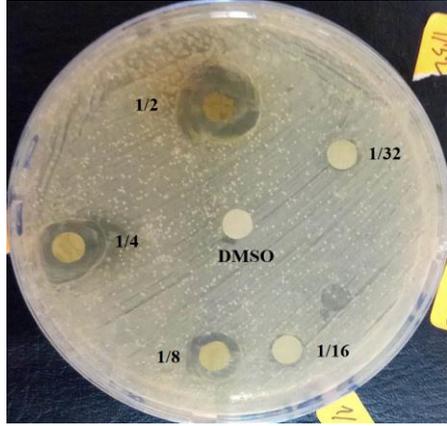
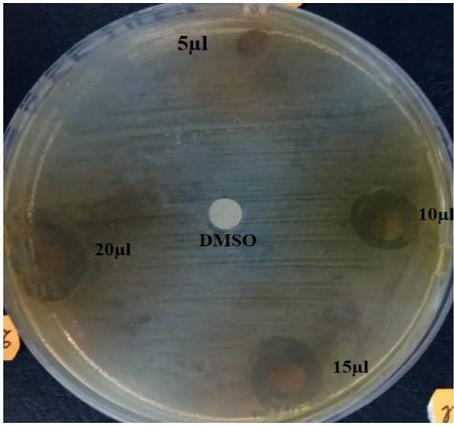
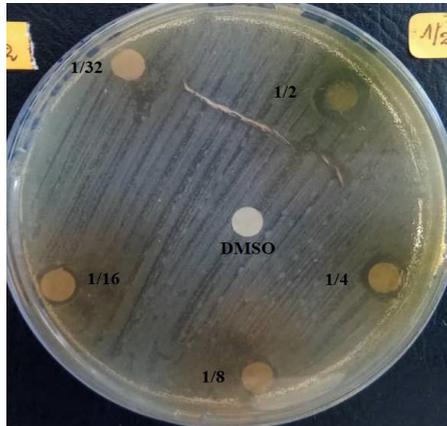


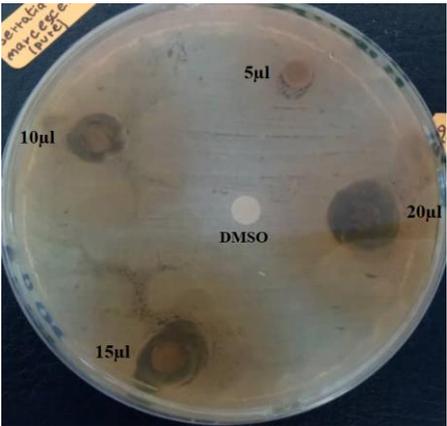
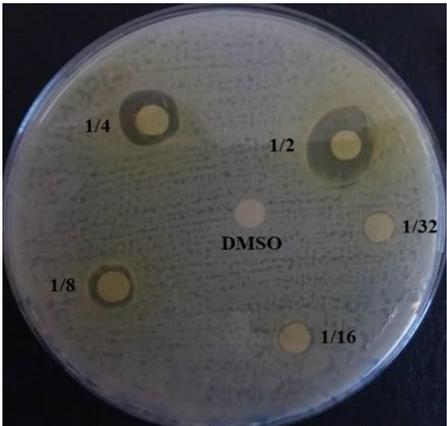
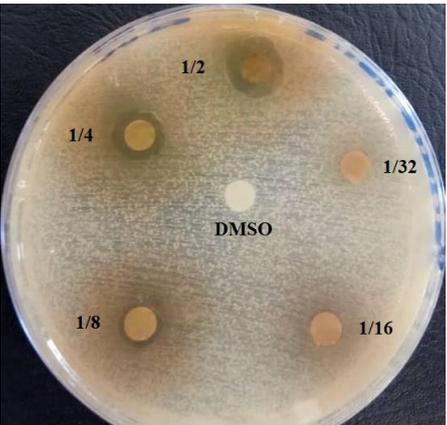
Figure 22: Pied à coulisse pour mesurer le diamètre des zones inhibitions.

Annexes

Tableau 02: L'effet antibactérien de l'EM d'*Artemisia herba alba* sur les souches bactériennes testées (Photos personnelles, 2023).

	
<p>L'effet de l'EM pure d'<i>A.herba alba</i> sur <i>S.aureus</i>.</p>	<p>L'effet de l'EM diluée d'<i>A.herba alba</i> sur <i>S.aureus</i>.</p>
	
<p>L'effet de l'EM pure d'<i>A.herba alba</i> sur <i>S.epidermidis</i>.</p>	<p>L'effet de l'EM diluée d'<i>A. herba alba</i> sur <i>S. epidermidis</i>.</p>
	
<p>L'effet de l'EM pure d'<i>A.herba alba</i> sur <i>K. pneumoniae</i>.</p>	<p>L'effet de l'EM diluée d'<i>A.herba alba</i> sur <i>K.pneumoniae</i>.</p>

Annexes

	
<p>L'effet de l'EM pure d'<i>A. herba alba</i> sur <i>S. marcescens</i>.</p>	<p>L'effet de l'EM diluée d'<i>A. herba alba</i> sur <i>S. marcescens</i>.</p>
	
<p>L'effet de l'EM pure d'<i>A. herba alba</i> sur <i>E. coli</i>.</p>	<p>L'effet de l'EM diluée d'<i>A. herba alba</i> sur <i>E. coli</i>.</p>

Annexe 08

Résultats de l'étude qualitative et qualitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba*.

1. Résultats de l'étude qualitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique pure d'*Artemisia herba alba* par la méthode d'Aromatogramme

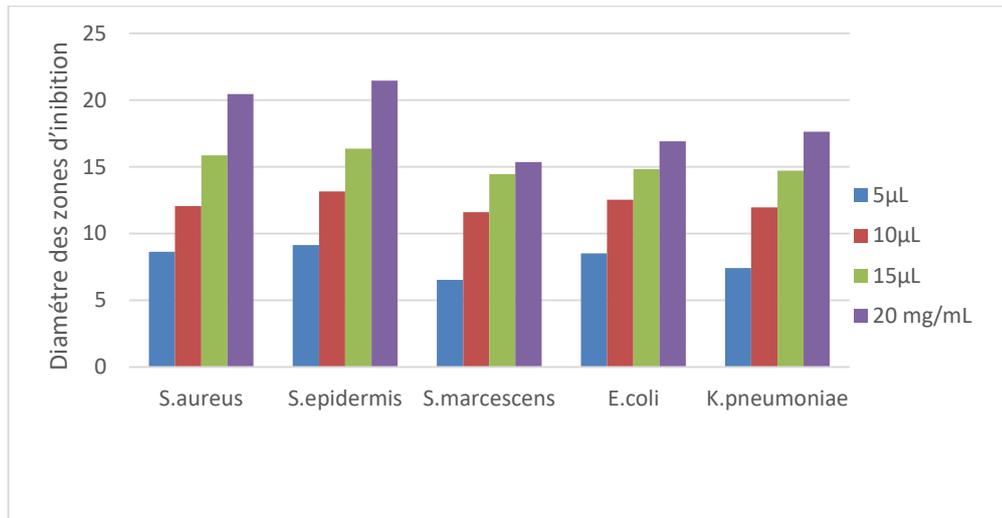


Figure 23: Histogramme du diamètre des zones d'inhibition de l'extrait méthanolique pure d'*Artemisia herba alba* sur les souches bactériennes testées.

2. Résultats de l'étude quantitative de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*A herba alba* aux différentes dilutions

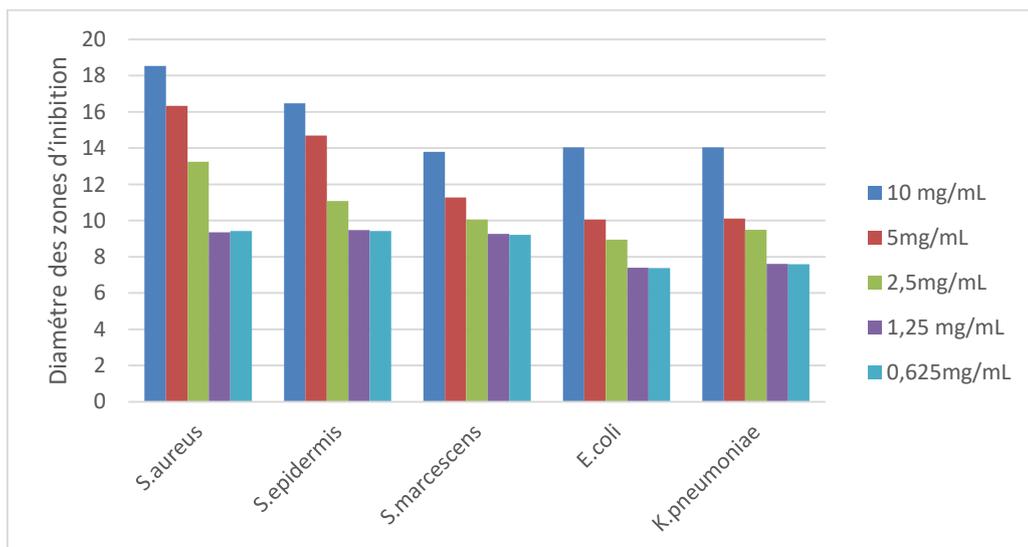
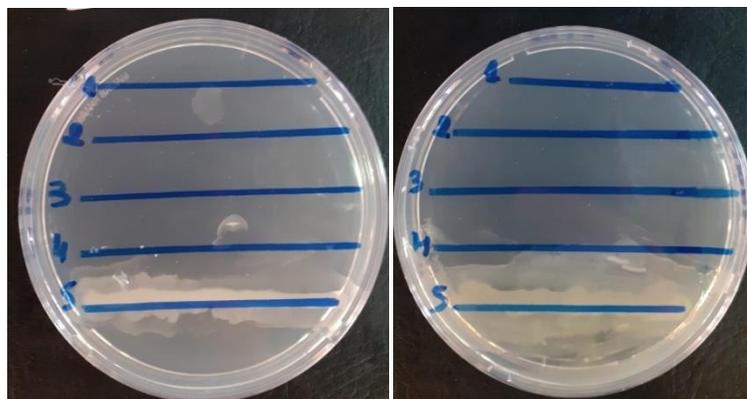


Figure24: Histogramme du diamètre des zones d'inhibition de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* sur les souches bactériennes testées.

Annexe 09

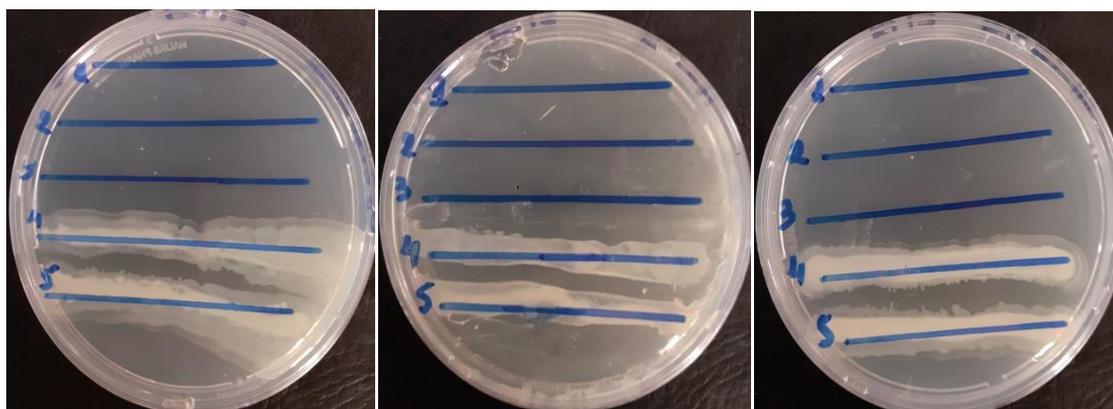
Détermination de la concentration minimale bactéricide CMB de l'EM d'*Artemisia herba alba*



S. aureus

S. epidermidis

Figure 25: CMB de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* sur *S. aureus*, *S. epidermidis* (Photos personnelles, 2023).



S. marcescens

E. coli

K. pneumoniae

Figure 26: CMB de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* sur *S. marcescens*, *E. coli*, *K. pneumoniae* (Photos personnelles, 2023).