République Algérienne Démocratique et populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement supérieure et de la recherche scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université Ziane Achour-Djelfa
جامعة زيان عاشور الجلفة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
كلية علوم الطبيعة والحياة
Département Agrovétérinaire
قسم العلوم الفلاحية والبيطرة

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master en sciences alimentaires

Spécialité : agro-alimentaire et contrôle de qualité

Thème :

Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne des extraits de quelques plantes aromatiques et médicinales

Présenté par:

Sediri Saber Ayoub

Kehileche Maroua

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme CHENOUF A.	**MAA**	**Université Djelfa**
Promotrice: KHEMKHAM A.	**MCB**	**Université Djelfa**
Examinatrice : Mme TOUIL S.	**MCB**	**Université Djelfa**

Année Universitaire : 2024/2025

Remerciement

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à Madame Khemkham Aicha, notre directrice de mémoire, pour son encadrement attentif, ses conseils judicieux et son soutien constant tout au long de ce travail. Sa rigueur scientifique, sa disponibilité et son engagement ont grandement contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Nous adressons également nos sincères remerciements à les Docteurs membres du jury, pour avoir accepté d'évaluer ce travail

Enfin, nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents bien-aimés, pour leur amour inconditionnel, leur soutien sans faille et leurs prières silencieuses qui m'ont accompagné tout au long de ce parcours.

À mes frères : Mohamed, Khalile, Oussama et mes Sœurs — votre présence, vos encouragements et vos sourires ont été une source constante de force.

À mes amis chers : Oussama, Ali, Moussa, Mokhtar, Oussama, Yassine, Issam, lahsen, Islam — merci pour les moments partagés, pour votre amitié sincère et votre soutien dans les

À mes collègues et camarades de route : Ahmed, Chihab , Maroua, Samah et Khadija — votre bienveillance, votre entraide et votre esprit d'équipe ont enrichi cette expérience de manière inestimable.

Merci à vous tous, du fond du cœur. Ce travail est aussi le vôtre.

Saber ayoub

Dédicace

Avec l’aide de dieu le tout puissant clément et miséricordieux

, j’ai pu accomplir ce travail

Je dédie:

Mon père: Tu es parti trop tôt, mais ton amour, ta force et tes valeurs continuent de me guider chaque jour. Ce diplôme, je te le dédie du fond
du cœur.
J'espère que, là où tu es, tu es fier de moi comme je suis fière d'être ta fille.
Repose en paix, Papa.
Ma mère qui entoure d’amour, d’affection qui fait tout
pour ma réussite, Que dieu le garde.

- A mes chers frères: Ali, Mohamed, Hocine.
- A mes chères sœurs :Hafsa ,Nadjet, Fatiha.
- A mes très chers neveux: Imad,Adel,Riyad,Sadjid ,zahra , Nour et Farah
- A mon binôme Saber pour sa patience et mes collègues Khadîdja et Samah

Maroua

Sommaire

Dédicace.....

Liste des abréviations .....

Liste des figures.....

Liste des tableaux.....

Introduction 1

Partie I: synthèse bibliographique

Chapitre I: Généralités sur les espèces étudiées

I.1.Plantes aromatiques et médicinales:.....4

I.2.Famille des Astéracées:.....4

I.3.Artemisia herba alba 5

I.3.1.Description botanique:.....5

I.3.2.Classification:.....5

I.3.3.Répartition géographique:.....6

I.3.4.Composition chimique 6

I.3.5.Utilisation d'Artemisia herba alba :.....7

I.4.Artemisia campestris: 7

I.4.1.Description botanique: 7

I.4.2 Classification:.....8

I.4.3.Répartition géographique:.....8

I.4.4.Composition chimique : 9

I.4.5.Utilisation d'Artemisia campestris: 9

I.5.Famille des Lamiacées: *9*

I.6.Teucrium polium: *10*

I.6.1.Description botanique: *10*

I.6.1.Classification: *11*

I.6.3.Répartition géographique: *11*

I.6.4.Composition chimique: *11*

I.6.5.Utilisation de Teucrium polium: *12*

I.7.Bactéries ciblées: *12*

I.7.1.Escherichia coli: *12*

I.7.2.Staphylococcus aureus: *13*

I.8.Méthode de test de l'activité antimicrobienne: *14*

I.8.1.Méthode de diffusion en disque: *14*

I.8.2.Méthode de diffusion en puits: *15*

Partie II: partie expérimentale

Chapitre II: Matériel et méthodes

II.1.Matériel végétal : *19*

II.2.Préparation de échantillons : *19*

II.3.Méthodes d'extraction : *19*

II.4.Criblage phytochimique : *21*

A-Saponosides: 21

B-Quinones : 21

C-Flavonoïdes: 21

D-Terpénoïdes 21

E-Phénols : 21

F-Glycosides cardiaques: 21

J-Tanins : 21

H-Coumarines : 21

I-Glycosides :.....22

II.5.Dosage de la teneur en phénols totaux: 22

II.5.1.Préparation de Réactifs:.....22

II.5.2.Préparation de l'extrait végétal :.....22

II.5.3.Préparation de la gamme étalon :.....22

II.5.4.Mélange réactionnel :.....23

II.6.Dosage des flavonoïdes :.....24

II.6.1.Préparation de Réactifs:.....24

II.6.2.Préparation de l'extrait végétal :.....24

II.6.3.Préparation de la gamme étalon:.....24

II.6.4.Mélange réactionnel.....25

II.7.Test de l'activité antibactérienne:.....26

II.7.1.Préparation des milieux de cultures :.....26

II.7.2. Souches bactériennes utilisées: 27

II.7.3.Préparation de l'inoculum bactérien.....27

II.7.4. Préparation des disques :.....27

II.7.5. Protocole expérimental: 28

II.7.6.Lecture : 29

Chapitre III :

Résultats et discussion

III.1.Rendement d'extraction.....31

III.2.Criblage phytochimique des extraits aqueux :.....31

III.3.Dosage des composés phénoliques totaux 34

III.4.Dosage des flavonoïdes : 35

III.5.Activité antimicrobienne :.....36

III.5.1.Activité antibactérienne des antibiotiques 36

III.5.2.Effet antimicrobien individuel des extraits aqueux sur Staphylococcus aureus37

III.5.3.L'effet antimicrobien individuel des extraits aqueux sur Escherichia coli *38*

III.5.4.L'effet antimicrobien combiné des extraits aqueux.....*39*

Conclusion: 43

Références bibliographiques.....*46*

Résumé *53*

Liste des abréviations

A. herba alba : *Artemisia herba alba.*

A. campestris : *Artemisia campestris.*

T. polium**:** *Teucrium polium .*

E.coli**:** *Escherichia Coli.*

S .aureus**:** *staphylococcus aureus*

A.G: Acid gallique.

F.C: Folin ciocalteu.

MH: Mueller Hinton.

TPC: Teneur en Polyphénols Totaux.

TSA: Teneur en Substances Antioxydants.

Liste des figures

Figure 1: *Artemisia herba alba*.....5

Figure 2: la plante *Artemisia campestris*.....8

Figure 3: la plante de *Teucrium polium*.....11

Figure 4: *Escherichia coli* microphotograph 13

Figure 5: *Staphylococcus aureus* 14

Figure 6: Préparation des échantillons 19

Figure 7: Protocole des différentes étapes de la préparation de l'extrait aqueux 20

Figure 8: dosage de la teneur en phénols totaux des échantillons.....24

Figure 9: dosage des flavonoïdes 26

Figure 10: Préparation des milieux de culture.....27

Figure 11: préparation des disques.....28

Figure 12: ensemencement de la gélose MH.....28

Figure 13: dépôt des disques 28

Figure 14: incubation d'échantillon.....29

Figure 15: lecture de résultat**s**.....29

Figure 16 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique 34

Figure 17: courbe d'étalonnage de la quercétine.....35

Figure 18: effet des antibiotiques sur les souches testées.....36

Figure 19 : Histogrammes représentant l'effet des extraits aqueux sur *Staphylococcus aureus* 38

Figure 20: Histogrammes représentant l'effet des extraits aqueux sur *Escherichia coli* 39

Liste des tableaux

Tableau 1: classification de la plante *Artemisia herba alba* 6

Tableau 2: classification de la plante *Artemisia campestris* 8

Tableau 3: classification de la plante *Teucrium polium*.....11

Tableau 4 : Classification de la souche *E.coli*.....13

Tableau 5: Classification de *Staphylococcus aureus* 13

Tableau 6: Préparation de la gamme étalon d'acide gallique.....22

Tableau 7: Composition du mélange réactionnel de dosage des phénols totaux23

Tableau 8: Préparation de la gamme étalon de quercétine.....25

Tableau 9: Composition du mélange réactionnel de dosage des flavonoïdes.....25

Tableau 10: rendement des extraits extrait aqueux 31

Tableau 11: criblage phytochimique des extraits des espèces d'Artemisia 32

Tableau 12: résultat du criblage phytochimique de l'extrait de *T. polium*.....33

Tableau 13: teneur en phénols totaux dans les extraits aqueux.....35

Tableau 14: teneur en flavonoïdes dans les extraits aqueux 36

Tableau 15: L'effet des extraits aqueux sur *Staphylococcus aureus* 37

Tableau 16: l'effet des extraits aqueux sur *Escherichia coli* 39

Tableau 17: effet combiné des extraits aqueux sur *Escherichia coli* 40

Tableau 18: effet combiné des extraits aqueux sur *Staphylococcus aureus* 40

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales et leurs utilisations en médecine traditionnelle sont découvertes depuis la préhistoire. Elles ont été utilisées comme traitement principal contre diverses maladies dans diverses cultures du monde. Environ 80 % de la population mondiale utilise encore les plantes médicinales comme médecine alternative traditionnelle pour traiter de nombreuses maladies. (Alghwani.2024). L'Algérie est connue pour sa diversité d'espèces de plantes médicinales et aromatiques, dont la plupart existent spontanément et sont largement utilisées dans tous les terroirs du pays. Cependant, les 3000 espèces de la flore algérienne appartiennent à plusieurs familles végétales, dont 15% sont endémiques, et il existe encore peu d'explorations au niveau photochimique et pharmacologique (Ouled et Triki,2021).

L'antibiorésistance représente aujourd'hui l'un des défis sanitaires majeurs du XXIe siècle. L'utilisation excessive et inappropriée des antibiotiques en médecine humaine, vétérinaire et dans l'agriculture a accéléré l'émergence de souches bactériennes multirésistantes, rendant de nombreuses infections courantes de plus en plus difficiles à traiter. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), si aucune action n'est entreprise, les infections résistantes aux antimicrobiens pourraient entraîner jusqu'à 10 millions de décès par an d'ici 2050 (OMS, 2019. Dans ce contexte critique, la recherche de nouvelles sources d'agents antibactériens devient une priorité mondiale. Parmi les différentes alternatives explorées, les plantes médicinales attirent une attention croissante en raison de leur richesse en métabolites secondaires bioactifs et de leur usage millénaire dans les systèmes de médecine traditionnelle.

Cette étude vise à étudier le potentiel antibactérien de trois plantes médicinales et aromatiques (*Artemisia herba alba, Artemisia campestris et Teucrium polium*), en testant l'effet de leurs extraits aqueux sur des espèces bactériennes connues pour être pathogènes. L'étude vise à déterminer l'efficacité de ces plantes pour inhiber la croissance d'Escherichia coli et de Staphylococcus aureus.

Ce travail se divise en deux grandes parties. La première est consacrée à l'établissement d'un cadre théorique portant sur les trois plantes médicinales et aromatiques étudiées :. La seconde partie présente l'étude expérimentale, incluant les étapes d'extraction, de dosage des composés actifs ainsi que les tests d'activité antimicrobienne. Le tout est suivi d'une conclusion synthétisant les principaux résultats obtenus.

Partie I:

synthèse bibliographique

Chapitre I:

Généralités sur les espèces étudiées

I.1.Plantes aromatiques et médicinales:

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde. L'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine. On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies. Les plantes aromatiques sont utilisées comme tous les végétaux en médecine, en parfumerie, en cosmétique et pour l'aromatisation culinaire (Nouioua et al., 2022)

I.2.Famille des Astéracées:

La famille des Astéracées est l'une des plus grandes familles de plantes en termes de nombre, Comprenant environ 1 100 genres et 25 000 espèces. C'est une famille largement répandue dans le monde entier, répartie dans les régions Tropicales et tempérées d'Asie du Sud, du Sud-Est et de l'Est et d'Afrique, ainsi qu'en Amérique centrale et du Sud Elle comprend environ 109 genres et plus de 4 084 espèces en Algérie La grande majorité de la famille des Astéracées se trouve sous forme de plantes herbacées vivaces, tandis que les arbres ou les arbustes représentent un faible pourcentage (environ 2 %). Les plantes de la famille des Composeceae sont constituées de feuilles alternes, qui peuvent être opposées, simples et sans oreillette, et peuvent être modifiées en épines chez les plantes sèches, avec une nervation pennée, qui peut être parallèle Cette famille se distingue, outre sa diversité quantitative, par son importance économique, comme les genres Amara et *Cartamis*, et aussi par son importance nutritionnelle, comme le genre *Helianthus*, et surtout On en trouve notamment des médicinales comme le genre *Artemisia*, et on en trouve aussi certaines utilisées comme plantes ornementales comme le genre *Aster*, *Calendula Chrysanthemum* (Rahmani et al 2020).

I.3.Artemisia herba alba

Artemisia herba alba est un arbuste nain vivace verdâtre-argente poussant dans les climats arides et semi arides et dans les steppes, Il se rencontre dans la région méditerranéenne en Afrique du nord (Mounir et al., 2015).

En Algérie, il existe 4 espèces du genre *Artemisia*, et parmi les espèces les plus importantes on trouve *Artemisia herba-alba*, qui est essentiellement une plante fourragère très appréciée par les pâturages d'hiver et qui a une valeur dans les domaines de la médecine et de la pharmacologie. Le nom de d'absinthe du désert (en arabe: Chih) (Maisonneuve,2025).

I.3.1.Description botanique:

Un arbre vivace, (Akil et al,1987) une plante simple à l'odeur agréable et au goût amer, (Diab et kawkab,2001) connue et célèbre dans le monde arabe. Il est largement répandu dans les terres et les champs. Sa hauteur est comprise entre 30 et 50 cm. La tige est dressée et possède de nombreuses feuilles (figure 1). Les feuilles sont oblongues et étroites, gris-vert (Sobhi et al ,2010).

Figure 1: *Artemisia herba alba*

I.3.2.Classification:

La classification de l'espèce *Artemisia herba alba* (Gacem et al, 2020) est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 1: classification de la plante *Artemisia herba alba*

Règne	Plantae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	*Artemisia*
Espèce	*Artemisia herba alba*

I.3.3.Répartition géographique:

Le genre *A. herba-alba* est un arbuste nain médicinal et aromatique qui pousse à l'état sauvage dans les zones arides du bassin méditerranéen, s'étendant jusqu'au nord-ouest de l'Himalaya. Cette plante est abondante dans la péninsule ibérique et atteint sa plus forte population dans le centre de l'Espagne, s'étendant sur l'est, le sud-est et le sud de l'Espagne (AbouEl-Hamed et al ,2010).

En Algérie elle affectionne les climats secs et chauds, elle forme des peuplements importants dans les zones désertiques. Très abondante sur les hauts plateaux mais rare au Sahara septentrional (Ben Mansour, 2001).

I.3.4.Composition chimique

Les fleurs d'absinthe contiennent de l'huile volatile, de l'acide gallique, des tanins et de la résine. Le pourcentage d'ingrédients actifs dans la plante varie en fonction de l'endroit où elle pousse. Où il pousse et quand il est récolté Il contient également de la santonine, une substance efficace pour expulser les vers. Autrefois, on le donnait aux enfants sous forme de comprimés de biscuits pour chasser les vers (Sobhi et al,2010).

I.3.5.Utilisation d'Artemisia herba alba :

De nombreuses civilisations ont utilisé *l'Artemisia herba-alba* en médecine populaire depuis la préhistoire. Elle est utilisée pour traiter la bronchite, la diarrhée, l'hypertension.

Utilisée en médecine traditionnelle comme agent analgésique, antimicrobien, antispasmodique et hémostatique. Lors d'une enquête auprès des Bédouins du désert, on a découvert qu'*Artemisia herba-alba* était utilisée pour traiter les problèmes d'estomac. Cette plante est également considérée comme utile comme source de fourrage pour les moutons et les animaux dans les régions des plateaux algériens, où elle pousse en abondance. Il a également été rapporté que l'huile de l'*Artemisia herba-alba* libyenne tuait les ascarides des porcs et des vers de terre en peu de temps L'activité antifongique des constituants et les activités biologiques des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* de 25 plantes médicinales (Sylvester et al, 2023).

I.4.Artemisia campestris:

Artemisia campestris est l'une des plus de 300 espèces du genre *Artemisia*. Toutes les espèces de cette famille ont une odeur ou un goût caractéristique (Megdiche-ksouri et al, 2014) est communément appelée ("Tgouft")(Dob et al ,2005).

I.4.1.Description botanique:

Est une arbuste d'environ 1m de haute (Memmi et al ,2007) *Artemisia campestris* est un petit arbuste herbacé vivace peu aromatique. Porte-greffe robuste, ligneux, ramifié, avec de nombreuses pousses non florifères Tiges de 25 à 80 (150) cm de haut, ascendantes ou dressées, généralement rouge brunâtre et glabres ou sérieuses. Les feuilles sont sérieuses lorsqu'elles sont jeunes, souvent glabrescentes, basilaires 2-3 pennatisquées, pétiolées, caulinaires moyennes 1-2 pennatisquées, sessiles, supérieures simples. Capitules ovoïdes à globuleux, généralement à pédoncule court, dressés, érecto-patents, rarement recourbés. Involucre de 1,5 à 2,5 mm de long, glabre ou rarement poilu; bractées à large marge scarieuse, l'extérieur ovale, l'intérieur oblongue (Chalchat et al, 2003).

Figure 2: la plante *Artemisia campestris* (Bekhti ,2023)

I.4.2 Classification:

La classification d'espèce *Artemisia campestris* est présenté dans le tableau suivant (Caratani,1971)

Tableau 2: classification de la plante *Artemisia campestris*

Règne	Plantae
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	Artemisia
Espèce	*Artemisia campestris*

I.4.3.Répartition géographique:

Originaire d'Asie, elle est maintenant distribuée en Amérique nord dans vestes régions d'Asie et d'Afrique du nord (Al Snafi,2015). Elle est répondue au sud algérien et au sahara central (Touil et al ,2011)

I.4.4.Composition chimique :

La majorité des études qui portent sur la composition chimique *d'Artemisia campestris* concernent les parties aériennes de cette plante. Les parties aériennes de l'armoise champêtre sont riches en fibres. Elles contiennent aussi une quantité appréciable en protéines brutes ainsi que des acides gras.

De nombreuses études chimiques ont révélé que les parties aériennes d'*Artemisia campestris* sont riches en métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins et les huiles essentielles

Il a été rapporté aussi que les feuilles d'*Artemisia campestris* contiennent des saponines et des alcaloïdes (Moalla, 2021).

I.4.5.Utilisation d'*Artemisia campestris*:

Artemisia campestris est largement utilisée en médecine traditionnelle pour ses vertus thérapeutiques. En Algérie *Artemisia campestris* possède d'autres usages médicinaux populaire comme anthelminthique aussi est une ressource de pâturage importante pour le bétail dans les régions arides des pays d'Afrique du Nord. Cette capacité est essentiellement due à ses valeurs nutritives élevée, caractérisées par des quantités considérables de protéines et une fiable teneur en fibres qui facilitent sa digestibilité par les animaux (Dib et al, 2024).

I.5.Famille des Lamiacées:

Les Lamiacée sont une importante famille de plantes qui comprend 250 genres et plus de 7000 espèces. Les plus grands genres appartenant à cette famille sont *Salvia*, *Scutellaria*, *Stachys*, *Plectranthus*, *Hyptis*, *Teucrium*, *Thymus*, *Vitex*, *Nepeta*, etc. Un grand nombre d'espèces de Lamiaceae habitent différents écosystèmes et présentent une grande diversité avec une distribution cosmopolite. La plupart des espèces sont

aromatiques et possèdent un mélange complexe de composés bioactifs qui contribuent à l'activité biologique globale dans des conditions in vitro et in vivo. Les métabolites secondaires ayant de puissants effets antioxydants, anti-inflammatoires, antimicrobiens, antiviraux et anticancéreux sont essentiels pour les activités biologiques mentionnées précédemment De plus, les plantes appartenant à cette famille sont précieuses dans les industries alimentaire, cosmétique, des arômes, des parfums, de la parfumerie, des pesticides et pharmaceutique. En raison de leur large gamme d'applications, les plantes de la famille des Lamiacées sont largement cultivées et sont donc considérées comme une source indispensable d'aliments fonctionnels. (Milan, 2020)

I.6.*Teucrium polium:*

Teucrium est un genre polymorphe et cosmopolite de plantes pérennes, le plus grand de la famille des Lamiacées en Méditerranée, qui comprend plus de 300 espèces D'un point de vue taxonomique, le genre *Teucrium* a été divisé en neuf sections identifiables par la forme du calice et la structure de l'inflorescence Parmi elles, la section *Polium*, qui comprend environ la moitié des espèces, a été subdivisée en quatre sous-sections : *Polium*, *Simplicipilosa*, *Pumilium* et *Rotundifolia*.

La section *Polium* a été considérée comme une section complexe en raison des variations morphologiques considérables au sein des populations et entre elles, ainsi que de l'instabilité des caractères morphologiques (Djabou et al, 2012).

I.6.1.Description botanique:

C’est une plante herbacée vivace qui pousse à environ 35 cm du sol. Sa couleur est verdâtre, tendant vers le gris ou l'argent. Ses tiges sont blanches et ses feuilles sont allongées, dentelées et couvertes de poils doux. Les feuilles sont opposées, abondantes au bas de la plante et peu nombreuses au sommet. Les fleurs sont sphériques aux extrémités des branches et sont blanches avec un peu de jaune clair. La plante frisée se distingue par son parfum aromatique (Siham, 2023).

Figure 3: la plante de *Teucrium polium*(Al-Qahtani et al,2008)

I.6.1.Classification:

La classification de la plante *Teucrium polium* est présenté dans le tableau suivant (Benchikhi, 2017) :

Tableau 3: classification de la plante *Teucrium polium*

Règne	Plantae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	*Teucrium*
Espèce	*Teucrium polium*

I.6.3.Répartition géographique:

La germandrée tomenteuse *Teucrium polium L.* est originaire du sud-ouest d'Asie, d'Europe et d'Afrique du nord Elle poxusse dans les pelouses arides, les rocailles de basse altitude, collines et les déserts arides (Abd-Allah et al., 2003).

I.6.4.Composition chimique:

Contiennent de nombreux composés, dont les plus importants sont des alcaloïdes connus sous le nom de cistrone de staghorn de l'huile volatile, des glucides (glucose,

fructose, saccharose, rhamnose, raffinose), des stérols insaturés, des triterpènes, des tanins, des flavones, des glucosides et des flavonoïdes (Siham, 2023).

I.6.5.Utilisation de *Teucrium polium*:

L'extrait de plante est utilisé en application topique comme antiseptique et dans le traitement des infections cutanées, des plaies et des gingivites. La décoction de la plante est

Couramment utilisée comme diurétique, sudorifique, antipyrétique et hypoglycémiant, ainsi que dans le traitement des inflammations et des ulcères intestinaux. (ACSAD,2012)

Al-Qahtani et ses collègues (2008), dans leur nouveau livre, disent qu'une décoction de feuilles fraîches de la plante est utilisée comme traitement pour les problèmes d'estomac et d'intestins, et la vapeur de la décoction de la plante est également utilisée comme anti-rhume. Et de la fièvre. L'absinthe au goût amer est utilisée pour soulager les douleurs d'estomac dues aux flatulences (Siham ,2023).

I.7.Bactéries ciblées:

I.7.1.*Escherichia coli:*

C'est un bacille Gram négatif court et droit, non sporulé, généralement mobile avec des flagelles péritriches, souvent fimbriés et présent seul ou par paires dans des cultures liquides à croissance rapide. Une capsule ou une microcapsule est souvent présente et quelques souches produisent un mucus polysaccharidique abondant (Max Sussman,1997).

a. Classification:

Selon Eze et al 2017 *Escherichia coli* appartient au la famille des Entérobactéries (tableau 4).

Tableau 4 : Classification de la souche *E.coli*

Règne	**Bacteria**
Embranchement	Proteobacteria
Classe	Gammaproteobacteria
Ordre	Enterobacterales
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	Escherichia
Espèce	*Escherichai coli*

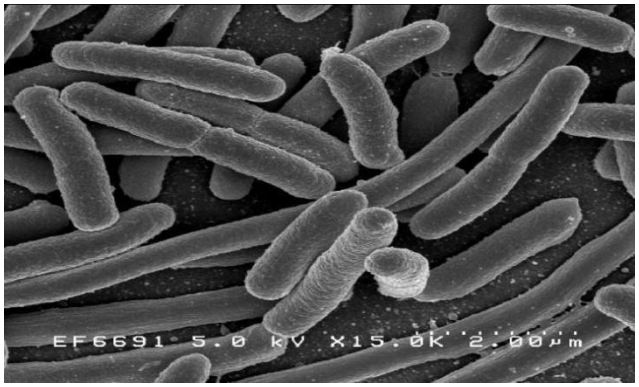

Figure 4: *Escherichia coli* microphotograph (André et al ,2012)

I.7.2.*Staphylococcus aureus:*

staphylocoques sont des cocci Gram positifs, d'environ 0,5 à 1,5 µm de diamètre, présents seuls, par paires, en tétrades, en chaînes courtes, en grappes en forme de raisin (40). Ils sont mobiles, ne forment pas de spores ni de stades de repos et sont généralement non encapsulés (Kent et al ,2009)

a. Classification: Selon Abbad et al,2019 *Staphylococcus aureus* appartient au famille des Staphylocoques (tableau 5)

Tableau 5: Classification de *Staphylococcus aureus*

Règne	**Bacteria**
Embranchement	Firmicutes
Classe	Bacilli
Ordre	Bacillales
Famille	Staphylococcaceae
Genre	Staphylococcus
Espèce	*Staphylococcus aureus*

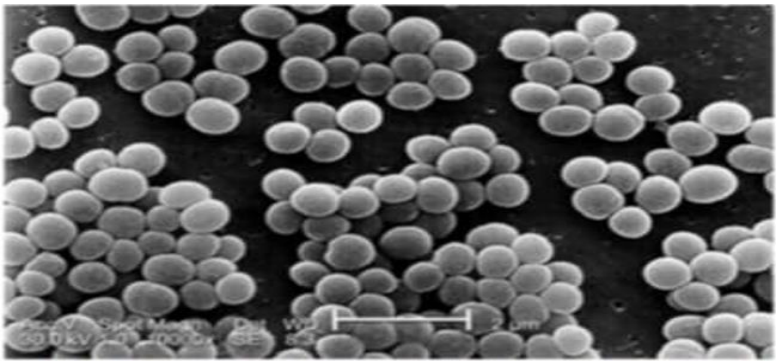

Figure 5: *Staphylococcus aureus* (Arduino, 2016)

I.8.Méthode de test de l'activité antimicrobienne:

Les tests d'activité antimicrobienne font partie des techniques utilisées pour évaluer l'efficacité d'une substance contre la croissance de micro-organismes tels que les bactéries et les champignons. Ces tests jouent un rôle important dans les domaines de la microbiologie et de la recherche scientifique sur les plantes médicinales.

Parmi les méthodes les plus couramment utilisées figurent : La méthode de puits, méthode de disque….

I.8.1.Méthode de diffusion en disque:

La diffusion en disque fait référence à la diffusion d'un agent antimicrobien à partir d'un disque ou d'un comprimé contenant une concentration donnée de l'agent dans un milieu de culture solide (généralement une gélose de Müller- Hinton), inoculé avec une culture pure Le résultat de la diffusion en disque est obtenu par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour du disque, ce diamètre étant proportionnel à la sensibilité de la bactérie à l'agent antimicrobien présent dans le disque.

La diffusion de l'agent antimicrobien dans le milieu de culture se traduit par un gradient de concentration de l'antimicrobien. Lorsque la concentration de l'antimicrobien devient si faible qu'il ne parvient plus à inhiber la croissance de la bactérie testée, la zone d'inhibition se démarque. Le diamètre de cette zone d'inhibition autour du disque d'antimicrobien est lié à la concentration minimale inhibitrice (CMI) pour cette combinaison spécifique bactérie/antimicrobien; la zone d'inhibition est en corrélation inverse avec la CMI de la bactérie testée. En règle générale, plus la zone d'inhibition est large, plus la concentration d'antimicrobien requise pour inhiber la croissance des microorganismes est faible. Cela dépend toutefois de la concentration d'agent antimicrobien dans le disque et de sa diffusibilité. Les agents antimicrobiens dont la taille moléculaire est très élevée diffusent mal dans la gélose, ce qui rend les méthodes de diffusion en disque peu fiables pour ces composés.

Les tests par diffusion en disque reposant uniquement sur la présence ou l'absence d'une zone de diffusion sans considération de la taille de la zone d'inhibition ne sont pas acceptables comme méthode de TSA **(**Manuel terrestre de l'OMSA, 2019**).**

I.8.2.Méthode de diffusion en puits:

C’est la technique de base utilisée pour étudier la capacité d’une substance à exercer un effet anti microbien, elle est aussi appelée: la technique de dilution en gélose pour la détermination des extraits actifs.

Des boites de Pétri contenant du milieu Sabouraud dextrose agar additionné de 2% de glucose (pour les levures) et Mueller Hinton agar (pour les bactéries) sont ensemencées aseptiquement par une suspension de 10° cellules/ml qui provient d’une culture jeune de levures ou de bactéries respectivement. L’ensemencement se fait par écouvillonnage. Après le séchage des boites, la gélose est perforée au centre à l’aide de la partie supérieur d’une pipette Pasteur. Les cavités ainsi formées sont remplies de la solution aqueuse de la cendre à une concentration de 100g/L (environ 40 µL par puits).

Les boites sont mises à incubées dans une étuve à 30°C pendant 48h pour les levures, et à 37°C pendant 24h pour les bactéries.

L’action inhibitrice se manifeste par la formation d’une auréole autour des puits. La lecture des résultats s’effectue par mesure des diamètres des zones d’inhibitions. Un

produit est considéré actif, si le diamètre de la zone d'inhibition est supérieur à8 mm (Khebichat, 2013)

Partie II :
partie expérimentale

Chapitre II :
Matériel et méthodes

II.1.Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans notre étude porte sur les parties aériennes de trois plantes aromatiques et médicinales : *Artemisia herba alba* (*A. herba alba*), *Artemisia campestris* (*A. campestris*) et *Teucrium polium* (*T. polium*) achetées d'un herboriste de Djelfa.

II.2.Préparation de échantillons :

Les plantes ont été nettoyées et séchées pendant une semaine (figure 06). Après séchage, les échantillons ont été collectés et stockés dans des sacs en papier propres, puis coupés en petits morceaux au moment de l'extraction.

Teucrium polium ***Artemisia herba-alba*** ***Artemisia campestris***

Figure 6: Préparation des échantillons

II.3.Méthodes d'extraction :

L'extrait aqueux est préparé par la méthode d'infusion (figure 07) selon la méthode décrite par Boudjema et al., (2021). 30g de chaque plante sont introduites dans 300 ml d'eau chaude distillée, qu'on laisse infuser pendant une heure. Après filtration à l'aide d'un papier filtre, le filtrat est ensuite lyophilisé, Le produit de cette lyophilisation est broyé afin d'obtenir une poudre fine qui est conservé dans un récipient opaque à basse température (4° C) jusqu'à son utilisation.

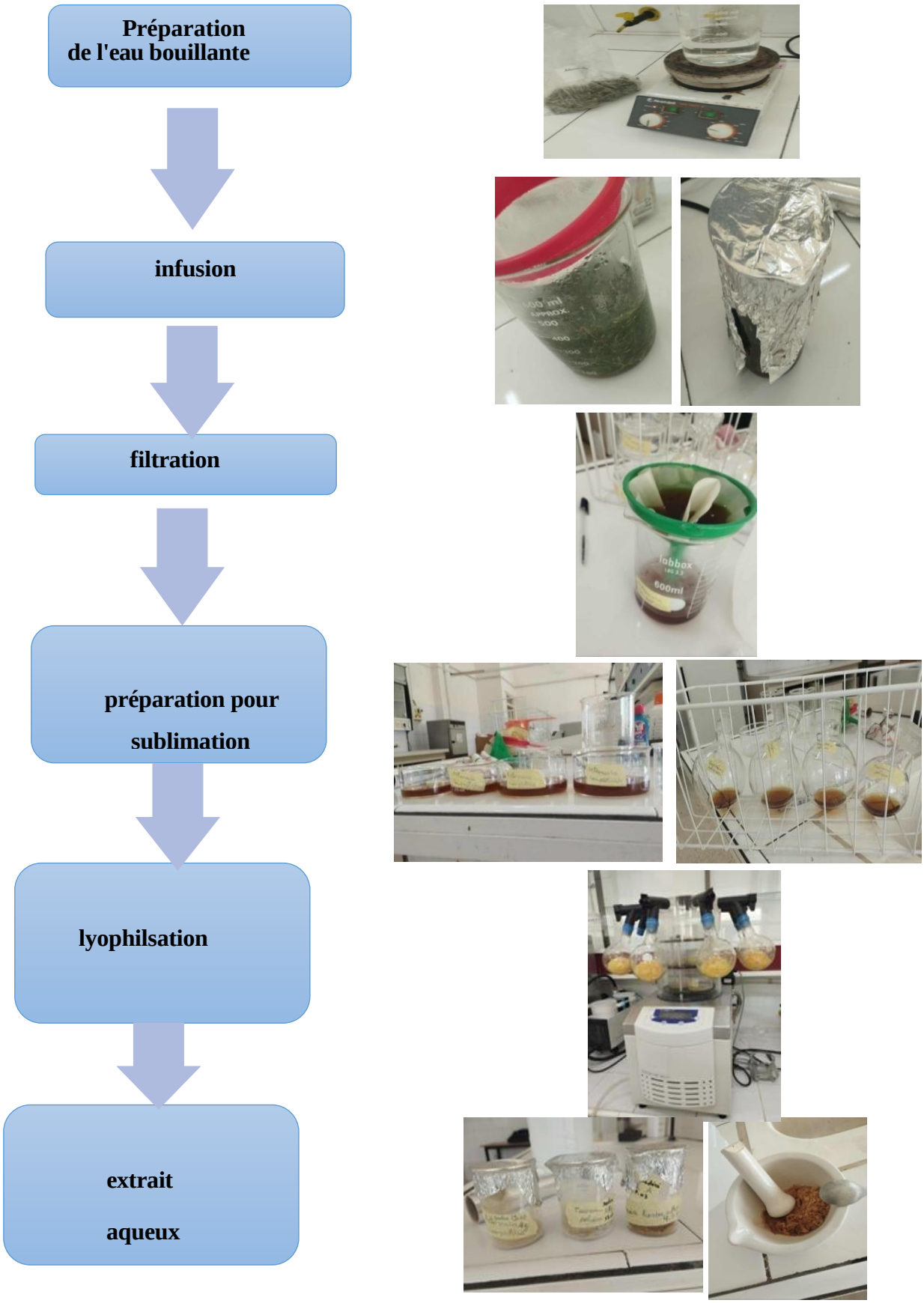

Figure 7: Protocole des différentes étapes de la préparation de l'extrait aqueux

II.4.Criblage phytochimique :

Le criblage phytochimique réalisé sur les extraits aqueux est un test qualitatif qui permet de mettre en évidence les substances bioactives. Ce test est basé sur des réactions de coloration et/ou de précipitation (Sharma et al., 2020 ; Dubale et al., 2023).

A-Saponosides:

Pour rechercher les saponosides, nous avons versé, dans un tube à essai, 1ml extrait + 5ml H2O, le tube a été agité. La formation d'une mousse persistante (couche 1 cm) indique la présence de saponosides.

B-Quinones :

1ml extrait est mélangé avec 1ml acide sulfurique concentré. La formation d'une couleur rouge indique la présence des quinones.

C-Flavonoïdes:

1ml d'extrait est mélangé avec 1ml de NaOH (2%). La formation d'une couleur jaune indique la présence des flavonoïdes.

D-Terpénoïdes

1ml d'extrait+0.5ml de chloroforme+1ml d'acide sulfurique. La formation d'une couleur rouge marron (interface) indique la présence des terpénoïdes.

E-Phénols :

1ml d'extrait+2ml eau distillée + 3 gouttes FeCl3 (10%). La formation d'une couleur bleu, vert ou rouge indique la présence des phénols.

F-Glycosides cardiaques:

1ml d'extrait+2ml d'acide acétique concentré et 3 gouttes FeCl3 (10%)+1ml d'acide sulfurique concentré. La formation d'une couleur rouge marron (interface)indique la présence des glycosides cardiaques.

J-Tanins :

1ml d'extrait est mélangé avec 2ml de FeCl3 (5%). Après agitation, la solution est laissée reposer pendant 2 min. La formation d'une couleur bleu foncé(précipité) ou vert noir indique la présence des tanins.

H-Coumarines :

1ml d'extrait est mélangé avec 1ml NAOH (10%). La formation d'une couleur jaune

indique la présence des coumarines.

I-Glycosides :

1ml d'extrait + 3ml de chloroforme +1% d'ammoniaque. La formation d'une couleur rose indique la présence des glycosides.

II.5.Dosage de la teneur en phénols totaux:

II.5.1.Préparation de Réactifs:

a) **Folin-Ciocalteu (F.C.) dilué 10 fois**: pour préparer cette solution, on ajoute 1 ml de F.C. à 9 ml d'eau distillée.

b) **Carbonate de sodium (Na2CO3) à 7,5%:** Dans un bécher, une masse de 7,5 g de Na2CO3 est dissoute dans 100ml d'eau distillée.

c) **Acide gallique (AG)**: pour préparer une solution mère de 500 mg/ml, une masse de 5g d'acide gallique est dissoute dans 10ml de méthanol.

II.5.2.Préparation de l'extrait végétal :

Pour préparer une solution d'extrait de concentration de 50 mg/ml, une masse de 500 mg d'extrait est dissoute dans 10 ml de méthanol, et pour préparer une concentration de 1 mg/ml, on dissout 10mg d'extrait dans10ml de méthanol.

II.5.3.Préparation de la gamme étalon :

Nous avons préparé une série de dilutions (175, 150, 125, 100, 75, 50 et 25 µg/ml) à partir de la concentration initiale d'acide gallique (tableau 06).

Tableau 6: Préparation de la gamme étalon d'acide gallique

Contraction µg/ml	175µg/ml	150µg/ml	125µg/ml	100µg/ml	75µg/ml	50µg/ml	25µg/ml
Solution mère	1,4ml	1,2ml	1ml	0,8ml	0,6ml	0,4ml	0,2ml
méthanol	2,6ml	2,8ml	3ml	3,2ml	3,4ml	3,6ml	3,8ml

II.5.4.Mélange réactionnel :

La teneur en composés phénoliques des extraits a été estimée par la méthode de Fo-ciocalteu selon Li et al., (2007) avec une légère modification. Brièvement, 2 ml de réactif de Folin (dilué 10 fois) est ajouté à 0.5ml d'échantillon ou de standard (préparés dans le méthanol) avec des dilutions convenables (tableau07, figure 08), Après 4 min, 4 ml d'une solution de carbonate de sodium sont additionnés au milieu réactionnel. Après 30 minutes d'incubation à température ambiante l'absorbance est mesurée à 760nm. La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de la droite d'étalonnage établie avec l'acide gallique (175, 150, 125, 100, 75, 50 et 25 µg/ml) et est exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait.

Tableau 7: Composition du mélange réactionnel de dosage des phénols totaux

	Blanc	**Standard (Acid gallique)**	**échantillon**
Méthanol	0.5ml	-	-
AG	-	0.5ml	-
échantillon	-	-	0.5ml
FC	2ml	2ml	2ml
Na2CO3	4ml	4ml	4ml

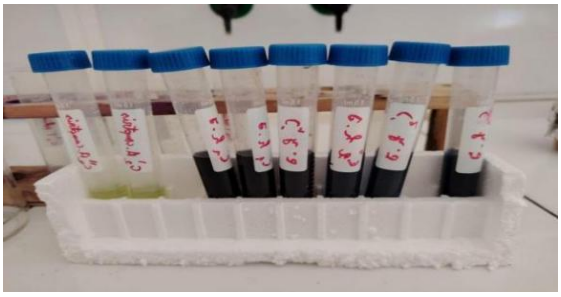

Figure 8: dosage de la teneur en phénols totaux des échantillons

II.6.Dosage des flavonoïdes :

II.6.1.Préparation de Réactifs:

1- Quercétine: pour préparer une solution de 100 mg/ml, on dissout 10 mg dans100 ml de méthanol

2- Nitrite de sodium NaNo2 5%: dans un bécher, on dissout 5 g dans 100 ml d'eau distillée.

3- Chlorure d'aluminium AlCl3 6H2O 10% : on dissout 10 g dans 100 ml d'eau distillée.

4- Hydroxyde de sodium 1mol/L: on dissout 4 g dans 100 ml d'eau distillée.

II.6.2.Préparation de l'extrait végétal :

Des concentrations ont été préparées par la dissolution de l'extrait dans le méthanol : 0,5mg/ml et 0,25 mg/ml

II.6.3.Préparation de la gamme étalon:

Une série de dilutions (6.25, 12.5, 25, 50, 80, 100 µg/ml) a été préparée à partir de la concentration initiale de quercétine.

Tableau 8: Préparation de la gamme étalon de quercétine

Contraction µg/ml	6,25µg/ml	12,5µg/ml	25µg/ml	50µg/ml	80µg/ml	100µg/ml
Solution mère	0,25ml	0,5ml	1ml	2ml	3,2ml	4ml
Méthanol	3,75ml	3,5ml	3ml	2ml	0,8ml	0ml

II.6.4.Mélange réactionnel

L'évaluation quantitative des flavonoïdes dans les trois extraits a été réalisée selon la méthode du trichlorure d'aluminium (Zhishen et al., 1999). Brièvement, 1 ml de chaque échantillon ou standard (Quercétine) est ajouté aux 4 ml d'eau distillée et 0,3 ml de nitrite de sodium (5% m/v). Après 5 min d'incubation dans l'obscurité, un volume de 0,3 ml de chlorure d'aluminium (10%) est ajouté au mélange réactionnel (tableau 9, figure 9). Après une deuxième incubation dans l'obscurité (6 min), 2 ml de NAOH sont ajoutés et le volume final est ajusté à 10 ml. Le mélange réactionnel est incubé pendant 15 min. L'absorbance est lue à 510 nm. Les résultats du dosage sont exprimés en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme d''extrait.

Tableau 9: Composition du mélange réactionnel de dosage des flavonoïdes

	Blanc	**Standard**	**échantillon**
extrait	-	-	1ml
quercetine	-	1ml	-
méthanol	1ml	-	-
Eau distillée	4ml	4ml	4ml
Nitrite de sodium	0,3ml	0,3ml	0,3ml
Incubation 5 min (obscurité)			
AlCl3 6H2O	0,3ml	0,3ml	0,3ml

Incubation 5 min (obscurité)			
NAOH	2ml	2ml	2ml
Eau distillé	2,4ml	2,4ml	2,4ml
Incubation 15 min			

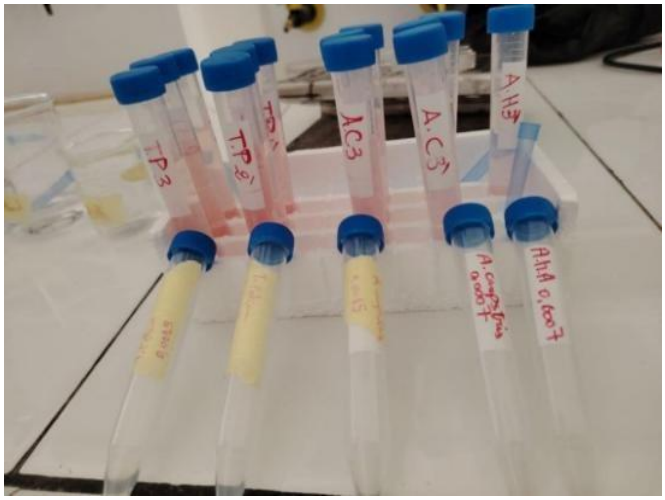

Figure 9: dosage des flavonoïdes

II.7.Test de l'activité antibactérienne:

L'activité antibactérienne des extraits a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu Gélosé.

II.7.1.Préparation des milieux de cultures :

Les milieux de cultures utilisés dans l'activité antibactérienne sont :

•La gélose nutritive pour cultiver une bactérie jeune.

• La gélose Muller- Hinton pour le test d'aromatogramme. Ces milieux de gélose ont été préparés et stérilisés à l'autoclave.

Figure 10: Préparation des milieux de culture

II.7.2. Souches bactériennes utilisées:

L'activité antimicrobienne des extraits a été évaluée pour deux souches bactériennes. Les souches ont été obtenues auprès du Laboratoire de microbiologie de la Faculté SNV de l'Université Ziane Achour de Djelfa.

- Bactéries à Gram positif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923)
-Bactéries à Gram négatif (*Escherichia coli* ATCC 25922)

II.7.3.Préparation de l'inoculum bactérien

Les souches bactériennes sont ensemencées en strie dans des boites de Pétri préalablement coulées de gélose nutritive. Après 18 heures d'incubation à 37°C, nous avons effectué des dilutions de la suspension afin de standardiser l'inoculum. Ce dernier doit être dilué de telle façon que sa densité optique mesurée à 625nm soit comprise entre 0,08-0,1. Cette densité optique est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre.

II.7.4. Préparation des disques :

Pour imbiber les disques de papier filtre stériles (ayant un diamètre de 6 mm), nous prélevons 10 µL des divers extraits (figure 11) préparés à différentes concentrations de 500 mg/ml, 250 mg/ml et 125 mg/ml.

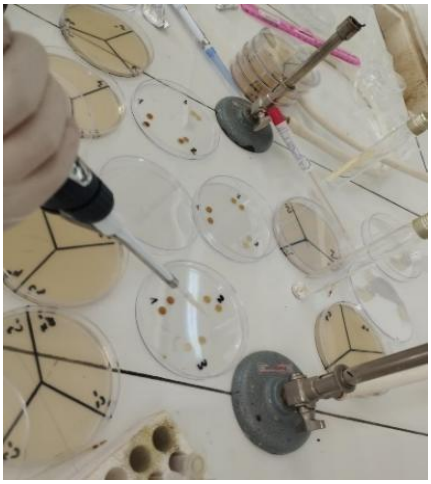

Figure 11: préparation des disques

II.7.5. Protocole expérimental:

La gélose Mueller Hinton est ensemencée par la suspension bactérienne (figure 12). Des disques de papier filtre de 6mm de diamètre imbibés de différents ont été placés à la surface de gélose Mueller Hinton (figure 13).

Figure 12: ensemencement de la gélose MH

Figure 13: dépôt des disques

Après incubation à 37°C pendant 24heures (figure 14), la sensibilité a été évaluée en mesurant le diamètre d'inhibition. (Lesueur et al., 2007).

Figure 14: incubation d'échantillon

II.7.6.Lecture :

L'activité antibactérienne a été déterminée en mesurant à l'aide d'un pied à coulisse (figure 15) le diamètre de la zone d'inhibition autour des disques.

Figure 15: lecture de résultats

Chapitre III :

Résultats et discussion

III.1.Rendement d'extraction

Les résultats de ces indicateurs montrent que le rendement d'extraction aqueuse diffère en fonction de l'espèce étudiée. On constate que le taux le plus élevé se retrouve chez *A. herba-alba* avec un taux de 15,66%, suivi d'*A campestris* avec 15% et le taux le plus bas chez *T.polium* avec 11,66%. Ces différences peuvent s'expliquer par la variation de la quantité des composés polaires, c'est-à- dire de substances hydrophiles. Par ailleurs, les différences sont également provoquées par la nature structurale des tissus végétaux. La différence de coloration des extraits reflète également la diversité qualitative et quantitative en métabolites secondaires (Benhammou et al., 2009).

Tableau 10: rendement des extraits extrait aqueux

Formule de rendement d'extraction:

R%= la masse de l'extrait sec(g)/ la masse de la plante sèche (g)*100

Les Plants (30g)	***A. campestris***	***T.polium***	***A.herba-alba***
Rendement d'extrait aqueux (%)	15	11, 66	15, 66
couleur	jaune clair	jaune foncé	Marron clair

III.2.Criblage phytochimique des extraits aqueux :

Les tests du criblage phytochimique des extraits consistent à détecter les différentes familles de composés qui existent dans la plante par des réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitations ou de coloration par des réactifs spécifiques.

L'analyse phytochimique réalisé a permis de détecter la présence des groupes chimique suivants : saponines **,** flavonoïdes, terpénoïdes, phénols, glycosides

cardiaques, tanins, coumarines dans les extraits d'*Artemisia herba alba, Artemisia campestris* et *Teucrium polium*.

a. Criblage phytochimique des extraits d'*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris*:

Les résultats du criblage phytochimique des extraits des espèces du genre *Artemisia* sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 11: criblage phytochimique des extraits des espèces d'*Artemisia*

Tableau 11: criblage phytochimique des extraits des espèces d'*Artemisia*

Plante / Tests	*A. herba alba*	*A.campestris*
Saponines	+	+
Quinones	-	-
Flavonoïdes	+	+
Terpénoïdes	+	+
Phénols	+	+
Glycosides cardiaques	+	+
Tanins	+	+
Coumarines	+	+
Glycosides	-	-

(+): présence, (-): absence

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessus montrent la présence des saponines , flavonoïdes, terpénoïdes, phénols, glycosides cardiaques, tanins, coumarines ,et l'absence de quinones et glycosides.

L'*Artemisia herba alba* contient des flavonoïdes. Ce résultat d'analyse phytochimique s'accorde avec celui trouvé par Boudjelal (2013), khireddine (2013),

Kahlouche et al (2015), Dakhli et al, (2023). Les saponines sont présentes dans L'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba*, ce résultat est similaire à celui détermine par Brahim (2014) Benani (2012) et (Dakhli et al 2023).

Des études ont confirmé la présence des quinones et coumarines dans l'extrait d'*A. herba alba* Bendese et al (2022) Benchtouh et al (2022) Zerouak et Hadji (2019) Dakhli et al, (2023) Mohamed et al., (2019) et Al-Any et al., (2021).

b. *Criblage phytochimique de l'extrait de* T.polium

Les résultats obtenus du criblage phytochimique de l'extrait aqueux de *Teucrium polium* est résumé dans le tableau12.

Tableau 12: résultat du criblage phytochimique de l'extrait de T. *polium*

Tests	*Teucrium polium*
Saponines	+
Quinones	-
Flavonoïdes	+
Terpénoïdes	+
Phénols	+
Glycosides cardiaques	+
Tanins	-
Coumarines	+
Glycosides	-

(+): présence, (-): absence

D'après les résultats présentés dans le tableau ci-dessus, on constate l'absence totale de quinones, de tanins et de glycosides. En revanche, la présence d'autres substances naturelles bioactives telles que les saponines, flavonoïdes, terpénoïdes, phénols, glycosides cardiaques et coumarines est observée.

D'après ces résultats, nous déduisons que la plante *Teucrium polium* .comme d'autres espèces de la famille Lamiaceae, est riche en divers métabolites

secondaires, ce qui explique l'intérêt et l'attention particulière portée par les chercheurs, à travers les études scientifiques sur cette plante (Fatteh,2019).

III.3.Dosage des composés phénoliques totaux

Les analyses quantitatives des phénols totaux, ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant l'acide gallique comme standard (Figure16). Les valeurs obtenues sont exprimées en mg EAG/g Extrait (Tableau 13). Les teneurs en polyphénols varient entre 146,08 et 83,93 mg EAG/g Extrait. La concentration la plus élevée des phénols a été mesurée dans l'extrait aqueux d'*A. herba alba*, avec un taux de 146,08mg EAG/g Extrait, par rapport aux extraits d'*A.campestris et de T.polium*, où nous enregistrons des teneurs de l'ordre de 85,04 et 83,93mg EAG/g Extrait respectivement. Medjeldi et al., (2024) ont rapporté que l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* a une teneur en phénols totaux égal à 45,08 qui est largement inférieure à notre résultat.

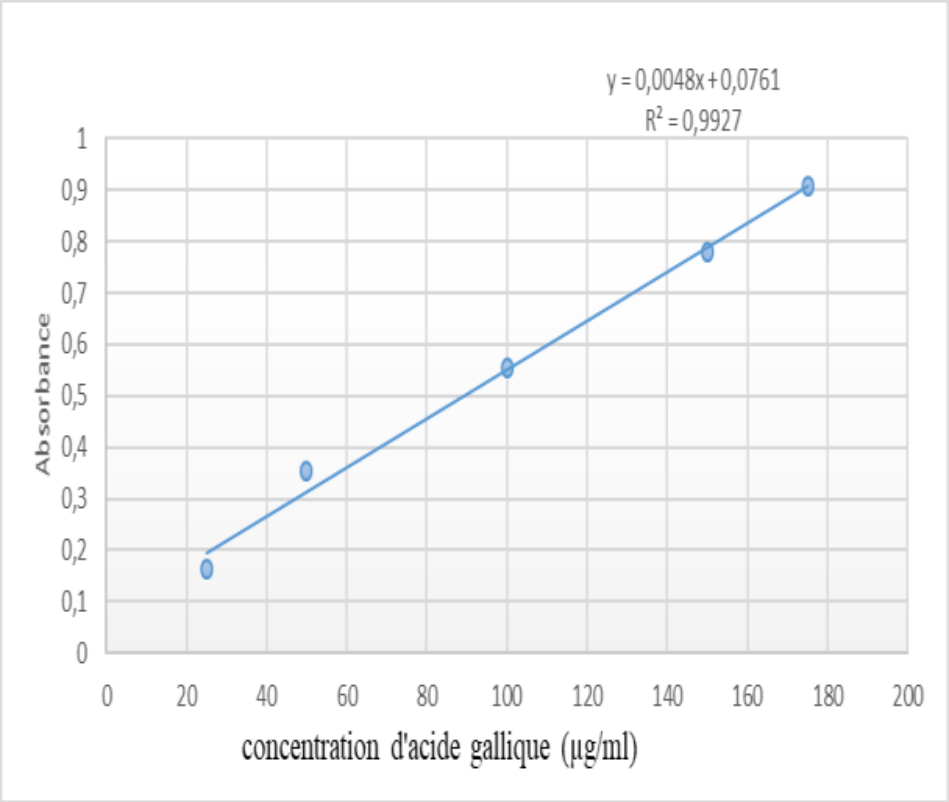

Figure 16 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Tableau 13: teneur en phénols totaux dans les extraits aqueux

	A.herba alba	*A.campestris*	*T.polium*
TPC (mg EAG/g Extrait	146,08 ± 5,65	85,04 ± 3,32	83,93 ±5,65

III.4.Dosage des flavonoïdes :

La courbe d'étalonnage utilisant la quercétine comme standard (figure 17) a permis de calculer les concentrations des flavonoïdes totaux (tableau 14), exprimées en mg d'équivalent de quercétine/g d'extrait. Les résultats ont montré que les extraits d'*A.herba alba* et *A.campestris* ont des valeurs proches de 13,06 mgQ/g Extrait et 10,50 m gQ/g Extrait respectivement. En revanche, *T.polium* a une teneur en flavonoides la plus élevée avec une valeur de 25,11 mgQ/g Extrait.

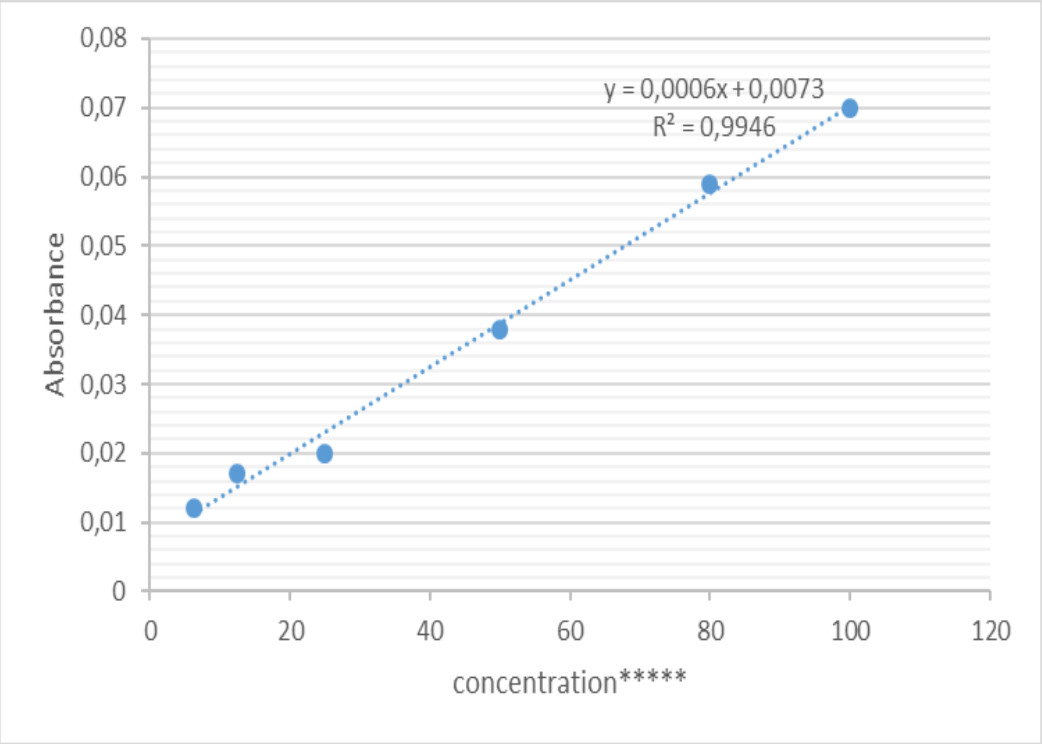

Figure 17: courbe d'étalonnage de la quercétine

Tableau 14: teneur en flavonoïdes dans les extraits aqueux

	A. herba alba	*A. campestris*	*T. polium*
TFC (mgQ/g Extrait	13,06 ± 1,70	10,50 ± 1,89	25,11 ± 6,78

III.5.Activité antimicrobienne :

III.5.1.Activité antibactérienne des antibiotiques

L'effet des antibiotiques sur les deux souches *E.coli* et *S.aureus* est représenté dans la figure 18. D'après ces résultats, La fosfomycine a montré un effet inhibiteur sur toutes les souches testées avec une zone d'inhibition de 31 mm L'effet le plus marqué de l'extrait d'amoxiclave sur *E. coli* a été observé à 34 mm, tandis que l'effet le plus faible a été enregistré par céfazoline avec une zone d'inhibition inférieure à 17 mm.

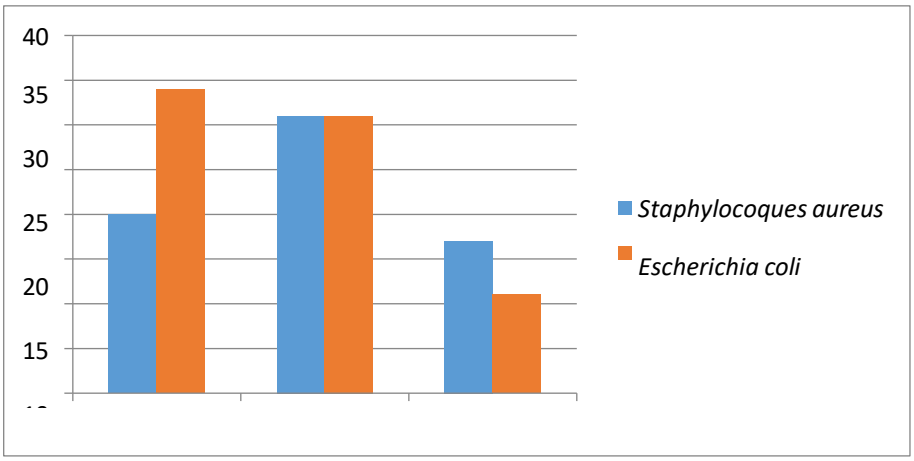

Figure 18: effet des antibiotiques sur les souches testées.

III.5.2.Effet antimicrobien individuel des extraits aqueux sur *Staphylococcus aureus*

D'après les résultats présentés dans le tableau 15 la figure19 , nous constatons que la zone d'inhibition (6 à 6,5 mm) est réduite dans les boîtes d'essai inoculées avec *S. aureus* pour les extraits *d'Artemisia herba alba* et de *Teucrum polium*, suggérant une activité antibactérienne minimale.

Comme l'ont prouvé des études antérieures, l'extrait aqueux d'*A. herba-alba* n'a montré aucune activité inhibitrice contre *S. aureus*, tandis que l'huile essentielle a montré une inhibition significative (boudjelal et al 2015) et (Abu-darwish et al 2013). L'extrait aqueux de *T.polium* s'est avéré inefficace contre *S. aureus*, tandis que l'extrait éthanolique a montré une activité antibactérienne significative.

Tableau 15: L'effet des extraits aqueux sur *Staphylococcus aureus*

Concentration de l'extrait	C1(500mg/ml	C2(250mg/ml)	C3(125mg/ml)
A. campestris	16,5	7	7,75
T. polium	6,4	6,1	6,1
A. herba alba	6,5	6	6,1

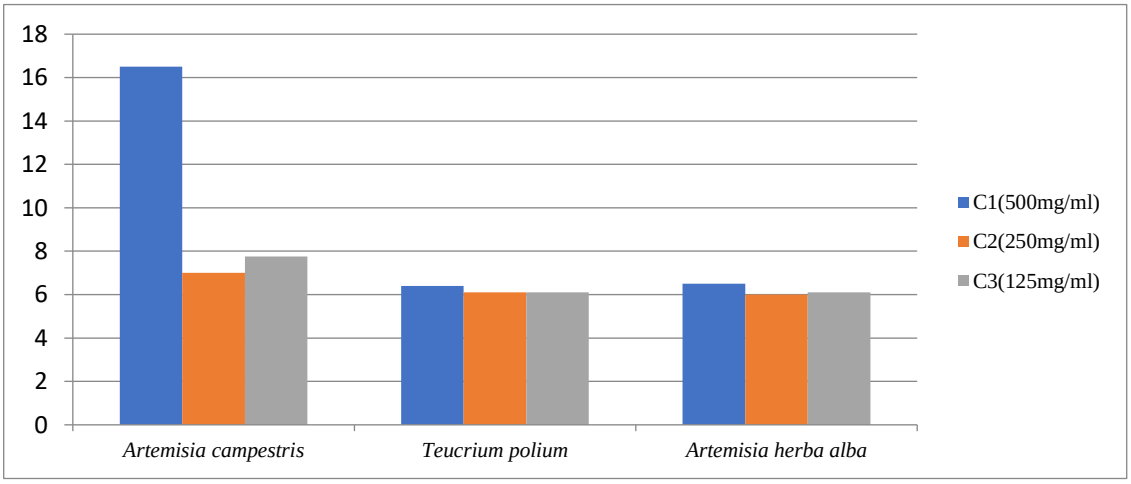

Figure 19 : Histogrammes représentant l'effet des extraits aqueux sur *Staphylococcus aureus*

Quant au l'espèce d'*Artemisia campestris*, des zones d'inhibition considérables sont observées de 16,5 et 10,5 mm pour les concentrations 500mg/ml et 250mg/ml. Ces résultats reflètent clairement la sensibilité de *S.aureus* à l'extrait appliqué. La diminution progressive des concentrations (C1, C2 et C_3) entraîne une réduction de l'activité antibactérienne, ce qui confirme une relation dose- dépendante.

L'extrait aqueux d'*A. campestris* présente une activité inhibitrice contre *S. aureus* lors de tests in vitro (diffusion en gélose), mais elle est souvent plus faible que les extraits en solvants organiques (par exemple, acétate d'éthyle ou méthanol). Cela est probablement dû à la présence de composés phénoliques et de flavonoïdes hydrosolubles, qui fragilisent la paroi et la membrane cellulaires, inhibent les enzymes essentielles et chélatent les minéraux nécessaires à la croissance bactérienne (Ghlissi et al., 2016)

III.5.3.L'effet antimicrobien individuel des extraits aqueux sur *Escherichia coli*

Les résultats représentés dans le tableau 16 et figure 20 révèlent que l'extrait aqueux de la plante *A. herba alba* possède une activité légèrement supérieure à celle des deux autres plantes avec une zone d'inhibition de 8.25 mm et 7,1 et 7,15 mm pour les extraits des deux plantes *T. polium* et *A. campestris* respectivement. Selon Cowan (1999), L'extrait aqueux d'*A. herba-alba* contient une proportion importante de composés phénoliques hydrosolubles et de flavonoïdes, connus pour perturber l'intégrité de la membrane cellulaire et inactiver certaines enzymes bactériennes.

La faible efficacité des extraits aqueux contre *Escherichia coli* est attribuée à leur faible teneur en composés phénoliques hydrosolubles. En revanche, les extraits organiques, plus riches en ces composés, se sont révélés plus efficaces. Ce constat a été rapporté par (Bouzidi et al. 2011).

Tableau 16: l'effet des extraits aqueux sur *Escherichia coli*

	C1(500mg/ml	C2(250mg/ml)	C1(125mg/ml
A. campestris	7,15 mm	6,75 mm	6,4 mm
T. polium	7,1 mm	6,7 mm	6,5 mm
A. herba alba	8,25 mm	7,75 mm	6,9 mm

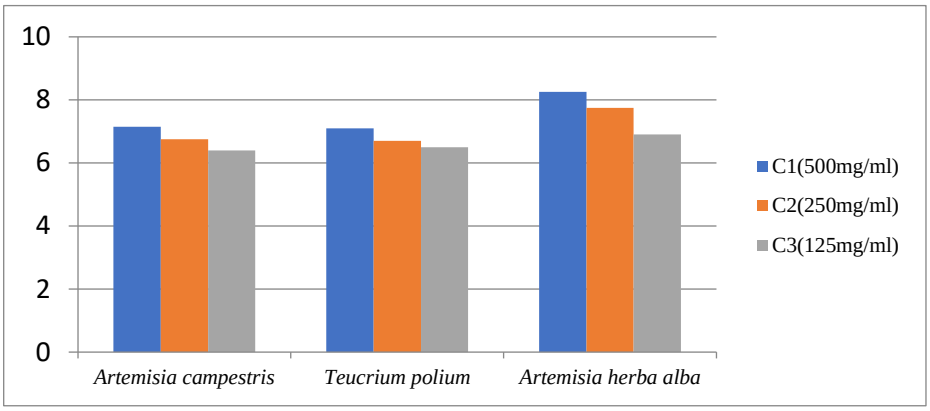

Figure 20: Histogrammes représentant l'effet des extraits aqueux sur *Escherichia coli*

III.5.4.L'effet antimicrobien combiné des extraits aqueux

Les résultats de l'effet combiné des extraits aqueux sur *E. coli* sont présentés dans le tableau 17. D'après ces résultats, l'effet combiné des extraits d'*A.campestris* et de *T.polium* sur *E.coli* à une concentration de 500 mg/l présente une zone d'inhibition de 8 mm ce qui est légèrement supérieur à celui de l'effet individuel des extraits. Pour la concentration 125 mg/ml, aucun effet antibactérien a été observé pour toutes les combinaisons testées. En revanche, une faible activité antibactérienne a été enregistrée pour toutes les combinaisons à une concentration de 250 mg/ml.

Tableau 17: effet combiné des extraits aqueux sur *Escherichia coli*

	C1(500mg/ml)	C2(250mg/ml)	C3(125mg/ml)
A. campestris + T. polium	8	6,2	6
A. campestris + A. herba-alba	8,3	6,3	6
T. polium + A. herba-alba	7 ,1	7	6

Les résultats de l'effet combiné des extraits aqueux sur *Staphylococcus aureus* sont présentés dans le tableau 18. Selon ces résultats, on constate une absence de l'activité inhibitrice des extraits combinés pour la concentration de 125 mg/ml. De plus, les combinaisons *A. campestris+A. herba- alba et T. polium+A. herba-alba* ont une faible activité inhibitrice voire absente. Toutefois, la combinaison *A. campestris+ T. polium* a une activité inhibitrice égale à 7,7 mm.

Tableau 18: effet combiné des extraits aqueux sur *Staphylococcus aureus*

	C1(500mg/ml)	C2(250mg/ml)	C3(125mg/ml)
A. campestris+ T. polium	7,7	6,2	6
A.campestris+A. herba-alba	6,3	6,1	6
T. polium+A. herba-alba	6,2	6	6

Conclusion

Conclusion:

Ce travail s'inscrit dans le contexte du besoin croissant de trouver des alternatives sûres et naturelles aux antibiotiques traditionnels pour lutter contre le phénomène de résistance bactérienne aux traitements. L'étude vise également à mettre en évidence le potentiel thérapeutique des plantes étudiées et à valoriser leur utilisation dans le domaine de la santé.

L'extraction par infusion a permis d'obtenir les rendements suivants :*A.herba alba* 15%, *A.campestris*11,66% et *T. polium*15,66%.

L'analyse phytochimique des extraits aqueux a mis en évidence la présence des métabolites secondaires, une teneur élevée en composés phénoliques totaux dans les extraits d'*A.herba alba*146,08 *A.campestris* 85,04 et *T.polium* 83,93 mg EAG/g Extrait et en flavonoides: *A.herba alba* 13,06, *A.campestris*10,50 et *T. polium* 25,11 mgQ/g Extrait.

Les tests réalisés ont révélé que les trois plantes étudiées présentaient des niveaux variés d'activité inhibitrice vis-à-vis des souches bactériennes examinées. L'extrait d'*Artemisia cmpestris* a montré une activité inhibitrice notable sur *Staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition de 16,5 mm, tandis que les extraits d'*Artemisia herba alba* et de *Teucrium polium* ont présenté une efficacité faible sur la même bactérie. Pour *Escherichia coli*, l'extrait d'*Artemisia herba alba* a montré une activité inhibitrice légèrement supérieure à celle des deux autres extraits avec une zone d'inhibition égale à 8,25 mm.

Il est important de noter que la forte concentration en composés phénoliques totaux n'a pas nécessairement été associée à une activité antimicrobienne élevée. Cela suggère que la nature des composés, leur structure chimique ou encore d'éventuelles interactions antagonistes avec d'autres molécules présentes pourraient limiter leur efficacité.

Bien que l'activité antimicrobienne (individuelle et combinée) observée dans cette étude reste modérée, cela n'exclut pas un potentiel thérapeutique. Des recherches complémentaires, telles que le fractionnement des extraits, l'utilisation de solvants d'extraction alternatifs, ou encore l'évaluation d'effets synergiques avec des

antibiotiques connus, pourraient permettre d'optimiser leurs propriétés. En outre, l'investigation d'autres activités biologiques pourrait ouvrir de nouvelles perspectives d'application pour ces plantes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-Abou el Hamd, H., Mohmed, Majdi A., El sayed, Mohamed E. Hegazy, Soleimen, H., Abeer M. Esmail, & Naglaa M. (2009). Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*. Department of Chemistry, Aswan Faculty of Science, South Valley University, Aswan, Egypt. p. 13.

-Abu-Darwish, M. S., et al. (2013). Chemical composition and biological activities of the essential oil and solvent extracts of *Teucrium polium* L. from Jordan. *Food Chemistry*, 129(3), 1061–1066.

-Ákos Mohamed, Neffati Hanen, Najjaa Máthé. (2017). *Medicinal and Aromatic Plants of the World: Africa, Volume 3*. pp. 1, 173–174.

-Akrout, A., Hafedh, H., Hedi, M., Najaa, Het, Neffati, M. (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. pp. 29–39.

-Ali-Esmail Al-Snafi. (2015). The pharmacological importance of *Artemisia campestris*: A review. Department of Pharmacology, College of Medicine, University of Iraq. p. 88.

-Benattia, S. (2015). Évaluation de l'effet allélochimique des extraits aqueux et huile essentielle d'*Artemisia campestris* L. sur quelques souches de *Fusarium*. Mémoire de master académique, Université d'Ouargla, Département des Sciences Biologiques.p 58.

-Benhamou, N., Boubaker, H., Boudyach, E., Ait Ben Aoumar, A. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of *Artemisia campestris* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 125(1), 246–252.

-Bezza, L., Mannarino, A., Fattursi, K., Mikail, C., Abou, L., & Hadj-Mingalou, J. Kal. (2010). Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). p. 278.

-Boudjelal, A., Henchiri, C., Sari, D. C., Sarri, M., Hendel, N., Benkhaled, A., Ruberto, G. (2015). Antimicrobial activity of essential oil and aqueous extract of *Artemisia herba-alba*. *Journal of Essential Oil Research*, 27(1), 45–50.

-Boudjrouf, M. (2019). Doctorat en science: Activités antioxydant et anti-inflammation des extraits d'*Artemisia campestris*. Université Ferhat Abbas Sétif 1. p. 4.

-Boulanouar, B., Abdelaziz, G., Aazza, S., Gago, C., & Miguel, M. G. (2013). Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products*, 46, 85–96.

-Bouzidi, S., Aouadhi, C., Bendif, H., Lazouni, H. A., Sebaa, S., & Touil, A. T. (2011). Antimicrobial activity of *Teucrium polium* L. extracts: Comparison between aqueous and organic solvents. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(15), 3439–3444.

-Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564–582.

-Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313–7352.

-Dakhli, C., Redjel, N., & Labidi, A. (2023). Étude phytochimique in vitro de l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique d'*Artemisia herba alba* (Armoise blanche) de la région du Tébessa. p. 34.

-Dob, T., Dahmane, D., Berramdane, T., & Chelghoum, C. (2005). Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia campestris* L. from Algeria. pp. 512–514.

-Dubale, S., Kebebe, D., Zeynudin, A., Abdissa, N., & Suleman, S. (2023). Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity Evaluation of Selected Medicinal Plants in Ethiopia. *J Exp Pharmacol*, 15, 51–62. https://doi.org/10.2147/JEP.S379805

-Elbidi, A. (2016). Screening phytochimique de quelques plantes steppiques *Artemisia campestris* et *Teucrium polium* de la région de El Hamel, wilaya de M'Sila. p. 58.

-Fariba, S., Gholamreza, D., & Mansour, M. (2008). Major flavonoids with antioxidant activity from *Teucrium polium* L. pp. 885–888.

-Fettah, A. (2019). Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante - antibactérienne) des extraits de la plante *Teucrium polium* L. sous espèce *Thymoïdes* de la région Beni Souik, Biskra. p. 96.

-Gacem, M., Aminata, O., Baderddine, B., & Hiba, G. (2020). *Sustainable Agriculture Reviews 39*. p. 60.

-Ghennai, L., Guend, N., & Haddad, A. (2024). Etude phytochimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso). p. 53.

-Ghlissi, Z., Sayari, N., Kallel, R., Bougatef, A., & Sahnoun, Z. (2016). Antioxidant, antibacterial, anti-inflammatory and wound healing effects of *Artemisia campestris* aqueous extract. *Biomed Pharmacother*, 84, 115–122.

-Hassina, M., Saida, O., Somia, S., Lilya, H., & Nadjette, D. (2022). Etude morphologique et histo-anatomique de la plante médicinale *Teucrium polium* L. subsp. *geyrii* Maire (Tamanrasset, Algérie). p. 11.

-Helen, Z., & Valentin, R. (2019). Permeability barriers of Gram-negative pathogens. p. 18.

-https://www.tela-botanica.org

-Jean-Člaude, C., Patrick, C., Petrovic, S. D., Maksimovic, Z. A., & Goru, M. S. (2003). Composition of Essential Oil of *Artemisia campestris* L. from Serbia. pp. 251–253.

-Khaled, B., Nour El Houda, N., Kahina, T., Kahina, A., Latifa, H., & Fethia, F. (2021). Screening phytochimique et activités biologiques d’extrait méthanolique obtenu à partir de la plante *Melissa officinalis* L. *Journal of Advanced Research in Science and Technology*, 8(1), 1–10.

-Kiran, S., Fayyaz, I., & Musaddiq. (2024). *Ethnobotanical Insights into Medicinal Plants*. p. 106.

-Maisonneuve, M. (2025). *Botanique Flore d'Algérie*. Paris, Imprimerie Impériale. p. 52.

-Medqual. (2010). *E.Pilly, 22ème Édition*. www.theriaque.org , www.vidal.fr , Antibiogarde 2010. p. 4.

-Michel, G., John, B., Mihael, B., & Louis, W. (1973). Bactericidal Activity and Pharmacology of Cefazolin. Pfizer Healthcare Pvt, India. pp. 396, 401.

-Moalla, S. (2021). Doctorat en Génie Biologique. Université de Sfax, École Nationale d'Ingénieurs de Sfax. p. 7.

-Mohammad, A., Hoornaz, K., Hamid, R., & Monsef-E. (2003). Antinociceptive effects of *Teucrium polium* L. total extract and essential oil in mouse writhing test. pp. 31–35.

-Nacéra, B., Nassima, B., Chahrazed, B., & Xavier. (2013). Chemical analysis and antimicrobial activity of *Teucrium polium* L. essential oil from Western Algeria. p. 897.

-Nassim, D., Alain, M., Hocine, A., Mohammed El Amine, D., Boufeldja, T., Laurent, V., & Jean, C. (2012). Chemical and genetic diversity of two Mediterranean subspecies of *Teucrium polium* L. pp. 51–62.

-Nekkache, M., Belguet, R., & Bara, R. (2022). Screening phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne d'une plante à usage thérapeutique traditionnel au Sahara Algérien. p. 41.

-Nikaido, H. (2003). Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 67(4), 593–656.

-Ouled Cheikh, Y., & Triki, B. (2021). Evaluation de la conformité des tisanes conditionnées produites en Algérie (évaluation qualitative et quantitative). Université 8 Mai 1945 Guelma. p. 3.

-Sharma, T., Pandey, B., Shrestha, B. K., Koju, G. M., Thusa, R., & Karki, N. (2020). Phytochemical screening of medicinal plants and study of the effect of phytoconstituents in seed germination. *Tribhuvan University Journal*, 35(2), 1–11. https://doi.org/10.3126/tuj.v35i2.36183

-Sylvester, Matthew, Chidozie Ogwu, & Chibueze Izah. (2023). *Sustainable Utilization and Conservation of Africa's Biological Resources and Environment*. p. 330.

-Talbi, M. (2014–2015). Dosage des polyphénols de la plante d'*Artemisia campestris* L. Par chromatographie HPLC, mise en évidence de l'activité biologique. Mémoire de magister, Université d'Oran 1 Ahmed Benbella, Département de Chimie,p58.

-Tranchat Cassard, Stéphanie. (2022). Différenciation morphologique de *Teucrium polium* purpurascens des autres germandrées du Parc National des Calanques. Aix Marseille Université.p1-3

-Wainer, R., Bussamann, M., El Amine, M., & Zaal, K. (2024). *Ethnobotany of Northern Africa and the Levant*. Springer Nature Switzerland. p. 394.

-Wided, M., Najla, T., Khaoula, M., Soumaya, B., Amira, N., Meidi, S., Rahma, B., & Tebourbid, R. (2014). Table 1. *Artemisia campestris* phenolic compounds have p 104-105

المراجع بالغة العربية :

-القحطاني، جابر، جابر بن سالم، موسى القحطاني، 2008، موسوعة جابر لطب الأعشاب ص 123-121

- المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة أكساد، أطلس النباتات الطبية والعطرية في الوطن العربي 2012، دمشق، جامعة الدول العربية.

-دياب كوكب، 2001، المعجم المفصل في الأشجار والنباتات في لسان العرب ص 56.

-سهام خضر،2023، معجم النباتات والأعشاب الطبية ص 122.

-صبحي شحادة العيد، 2010، صيدلية النباتات والأعشاب الشافية ص 176.

-عبد الرحمان محمد عقيل وآخرون، 1987، النباتات المستخدمة في الطب الشعبي السعودي ص 91.

- وائل محمد الأغواني، 2024 النباتات الطبية واستخداماتها العلاجية ج.

Résume

Résumé :

Ce travail vise à étudier l'effet antimicrobien de trois plantes aromatiques et médicinales : *Artemisia herba alba, Artemisia campestris* et *Teucrium polium.* L'extrait aqueux a été préparé par infusion. Une analyse phytochimique a été réalisé. L'activité antibactérienne été évaluée par la méthode de diffusion en disque. Les résultats du criblage phytochimique ont indiqué la présence de substances bioactives. Les analyses ont démontré que les extraits d'*A.herba alba*, *A.campestris* et *T.polium* contiennent une quantité importante de composés phénoliques totaux avec respectivement 146,08, 85,04 et 83,93 mg EAG/g extrait. De plus, la teneur en flavonoïdes pour *A.herba alba* 13,06, *A.campestris*10,50 et *T. polium* 25,11 mgQ/g Extrait.. L'extrait d'*Artemisia campestris* a démontré une action inhibitrice significative sur *Staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition de 16,5 mm, alors que les extraits d'*Artemisia herba alba* et de *Teucrium polium* ont montré une efficacité moindre sur cette même bactérie. Concernant *Escherichia coli*, l'extrait d'*Artemisia herba alba* a démontré une activité inhibitrice légèrement plus élevée que les deux autres extraits, avec une zone d'inhibition de 8,25 mm. Ces résultats soulignent l'importance de poursuivre les recherches dans le but d'exploiter pleinement le potentiel antibactérien de ces plantes.

Mots clés : *Artemisia herba-alba*, *Artemisia campestris*, *Teucrium polium*, analyse phytochimique, Antibactérien, extrait aqueux

الملخص

يهدف هذا العمل الى دراسة النشاط المضاد للبكتيريا لثلاث نباتات عطرية وطبية وهي نبات الشيح نبات الدقفت و الجعدة تم تحضير المستخلص المائي عن طريق النقع في الماء الساخن. التحليل الفيتوكيميائي تم انجازه لتحديد اهم المركبات. تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا عن طريق الانتشار بالاقراص. اظهرت النتائج وجود مركبات حيوية. كما انها تحتوي على كميات معتبرة من المركبات الفينولية 146.08 85.04 و 83.93mg EAG/g extrait . بالاضافة الى احتوائها على الفلافونويدات 13.06 بالننسبة للشيح 10.5 للدقفت و بالنسبة للجعدة 25.11 mgQ/g Extrait .اظهر مستخلص الدقفت نشاط مثيط للبكتيريا العنقودية الذهبية بمقدار 16.5 مم في حين كانت فاعلية المستخلصين الاخرين ضعيفة ضد نفس البكتيريا. في ما يخص بكتيريا ايشيريشيا كولي. اظهر مستخلص الشيح فعالية مثبطة اكثر بقليل من المستخلصين الاخرين. بمقدار 8.25مم. هذه النتائج تشير الى اهمية مواصلة الابحاث لغرض استغلال الامكانات المضادة للبكتيريا لهذه النباتات.

الكلمات المفتاحية: الشيح. الذقفت. الجعدة. التحليل الفيتوكيميائي. مضاد للبكتيريا. مستخلص مائي.

Abstract:

This work aims to study the antimicrobial effect of three aromatic and medicinal plants: *Artemisia herba alba, Artemisia campestris* et *Teucrium polium*. The aqueous extract was prepared by infusion. A phytochemical analysis was carried out. The antibacterial activity was evaluated using the disk diffusion method. The results of the phytochemical screening indicated the presence of bioactive compounds." The results showed that the extracts of *d'A.herba alba, A.campestris* et *T.polium* contain a significant amount of total phenolic compounds, with respectively 146,08, 85,04 et 83,93 mg EAG/g extrait. The content of flavonoids in *A.herba alba* 13,06, *A.campestris*10,50 and *T. polium* 25,11 mgQ/g Extract. The extract of *Artemisia campestris* had a significant inhibitory activity against *Staphylococcus aureus* with inhibition zone of 16.5mm. while the extracts of *Artemisia herba alba* and *Teucrium polium* demonstrated a weak inhibitory against the same bacteria. Regarding *Escherichia coli*, the extract of *Artemisia herba alba* demonstrated a slightly higher inhibitory activity than the other two extracts, with an inhibition zone of 10 mm. These results highlight the importance of continuing research to fully harness the antibacterial potential of these plants.

Keywords: Aromatic plants, medicinal plants, *Artemisia herba alba, Artemisia campestris* , *Teucrium polium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, phytochemical screening, antibacterial activity