

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Physico- Chimique
Spécialité : Pharmaco-Toxicologie



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Etude de l'activité antimicrobienne
des huiles essentielles du genévrier**

Présenté par :

BOUKTIT Djohra & CHERCHOUR Sonia

Soutenu le : **11 septembre 2022**

Devant le jury composé de :

Mme ARKOUB-HAMITOUCHE L.	MAA	Présidente
Mme BOUADAM-FARHI B.	MCB	Encadreur
Mme BAKDI-BOUBELLOUTA H.	MAA	Examinatrice

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Nous tenons en premier lieu à remercier dieu tout puissant de nous avoir procurer la santé, la volonté et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier chaleureusement notre promotrice madame BOUADAM - FARHI B. pour son encouragement, ses précieux conseils, son aide et son précieux accompagnement tout au long de la réalisation de notre projet.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous nos enseignants de la faculté de science de la nature et de la vie de Bejaïa qui ont énormément contribué à notre formation et à l'élaboration de ce présent travail.

Toutes nos expressions de respect à Mme ARKOUB-HAMITOUCHE L. qui nous a fait honneur de présider le jury d'examination.

Nos sincères considérations vont également à Mme BAKDI-BOUBELLOUTA H. qui a accepté d'examiner notre travail et consacre de son précieux temps pour son évaluation.

En dernier lieu, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Un grand merci à tous.

Dédicaces

Je remercie le dieu tout puissant d'avoir fait que ce jour arrive et de m'avoir offert les personnes très chères à qui je dédie ce modeste travail.

A mes chers parents Houria et Abdellah, qui n'ont jamais cessé de m'encourager et de me soutenir depuis mon premier jour de vie, votre présence à mes coté est ma source de force, je ne saurai vous remercier assez Que ce travail traduise ma gratitude et mon affection envers vous.

A mes très chères sœurs Samiha et Nassima qui m'accompagnent chaque jour, dans les meilleurs moments comme dans les moins bon, je ne saurai décrire ma vie sans vous à mes côtés.

A mes deux frères Fouad, Walid et ça femme Fatima et leur fils Missi. Au plus adorables des neveux Anfal, Ayano et Ayoub.

A mes chères copines : Wissam, Celina, Dounia, Nardjis, Wafia, merci pour toutes ces années passées à vos côtés, votre aide, votre confiance sur tout votre folie, m'ont beaucoup aidé, que dieu préserve cette amitié.

A toute ma famille, mes oncles, mes tantes, et tous les cousins et cousines, surtout mes chères Amel et Hana.

A ma binôme adorée Djoudjou, merci pour cette merveilleuse aventure cette incroyable expérience, Je te souhaite le meilleur dans ta vie.

Je ne pourrai pas finir sans citer une personne très chère qui me soutient et me pousse à devenir meilleure jour après jour, A l'homme de ma vie Mounir, que ce travail soit un avant-gout de notre future réussite à deux.

Sonia

Dédicaces

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu tout puissant qui à nous donner la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à remercier très sincèrement notre promotrice Madame Baya BOUADAM-FARHI pour l'honneur qu'elle nous a fait en dirigeant cette recherche, sa gentillesse, sa disponibilité ainsi que sa mise à notre disposition de tous les moyens nécessaires pour la réussite de ce travail.

Je remercie ensuite madame Hakima KABECHE qui m'a accordé la chance de faire mon stage au sein de leur entreprise.

Je dédie ce travail à mes chers parents qui m'ont soutenue tout au long de mon parcours, ainsi que mes chères sœurs : Yasmina, Samira, Sabrina et Fahima ;

A mes beaux-frères Faicel et Kader ;

A mon frère et son épouse pour leurs encouragements ;

A mes adorables nièces et neveux : Assia Lylia Manessa Iyad et Abderahmane ; Mes chers grands-parents ;

A ma très merveilleuse collaboratrice dans ce travail Sonia à qui je souhaite également que du succès pour la suite ;

Et pour finir à mes précieux amis : Noria, Kenza, Mouna, Fairouz, Melissa, Sarah, Yasmine, Ryma et Mazigh.

Djohra

Liste des abréviations

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

HE : Huile essentielle

OMS : Organisation Mondial de la Santé

Liste des figures

Figure n° 01. Classification détaillée de la famille des Cupressacées... ..	6
Figure n° 02. Formes des feuilles et les baies du genévrier	7
Figure n° 03. Photographie de l'appareil utilisé pour l'hydro distillation des huiles essentielles	13
Figure n° 04. Photographies montrant l'ensemencement en stries	15
Figure n° 05. Photographies montrant le prélèvement et la posée des disques imbibés d'huile essentielle.....	15
Figure n° 06. Illustration d l'inhibition de la croissance d ' <i>Escherichia coli</i> en présence des disques imbibés d'huiles essentielles (H1, H2 et H3) de <i>Juniperus sp.</i>	17
Figure n° 07. Illustration d l'inhibition de la croissance de <i>Bacillus subtilis</i> en présence des disques Imbibés d'huiles essentielles (H1, H2 et H3) de <i>Juniperus sp.</i>	17
Figure n° 08. Illustration d l'inhibition de la croissance de <i>Staphylococcus aureus</i> en présence des disques imbibés d'huiles essentielles (H1, H2 et H3) de <i>Juniperus sp.</i>	18
Figure n° 09. Illustration d l'inhibition de la croissance de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en présence des disques imbibés d'huiles essentielles (H1, H2 et H3) de <i>Juniperus sp.</i>	18

Liste des tableaux

Tableau I. Noms des souches (bactéries et levure) utilisées.....	12
Tableau II. Liste d'appareillage, les produits chimiques, les solvants et les milieux de cultures utilisés.....	12
Tableau III. Résultats de catégorisation de souches testées à la suite de l'aromatogramme des huiles essentielle des feuilles de <i>Juniperus sp.</i>	16

Sommaire

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
Synthèses bibliographiques	
I. Activités Biologiques.....	3
I.1 Définition	3
I.2 Différents types d'activités biologiques.....	3
I.3 Activité antimicrobienne	3
I.4 Utilité de l'étude de l'activité antimicrobienne.....	4
I.5 Plantes utilisées dans les études activités antimicrobienne (antibactériennes et antifongiques)	5
II. Présentation des Cupressacées.....	6
II.1 Le genre <i>Juniperus</i>	7
II.1.1 Description du <i>Juniperus</i>	7
II.1.2 Genévrier en Algérie	7
III. Activité antimicrobienne du genévrier	8
Matériels et méthodes	
I. Matériels	12
I.1 Matériel végétal.....	12
I.2 Matériel biologique	12
I.3 Matériel non biologique	12
II. Méthodes	13
II.1 Méthode extraction d'huile essentielle	13
II.2 Activité antimicrobienne (antibactérienne et antifongique)	13
II.2.1 Etude qualitative et détermination des zones d'inhibitions.....	14
Résultats et discussion	
Résultats et discussion	16
Conclusion générale	22
Références bibliographiques	24
Résumé	

Introduction générale

Introduction

Durant ces 30 dernières années, les infections microbiennes sont devenues récurrentes du fait de l'apparition progressive des bactéries pathogènes résistantes aux antibiotiques (**Aboya Moroh, 2013**). Ces résistances bactériennes simples puis multiples sont aujourd'hui une menace d'échec thérapeutique de la médecine moderne (**Zahar et Lesprit 2014 ; Ducrot et al, 2018**).

A l'instar de certains micro-organismes tel que *Penicillium* ou *Streptomyces* qui ont servi de source d'antimicrobiens, certaines plantes ont depuis plusieurs siècles été utilisées par la médecine traditionnelle pour lutter contre les infections (**Aboya Moroh, 2013**) comme un moyen alternatif à un traitement antibiotique.

C'est ce qu'on appelle la phytothérapie ou le traitement par les plantes qui est souvent associée à la présence de molécules ou substances chimiques appartenant aux métabolites secondaires (composés phénoliques, alcaloïdes, terpènes...). Ces molécules pouvant avoir des modes d'action pharmacologiques variés voire synergiques vis-à-vis des bactéries dont l'activité peut être antibactérienne ou réduire la virulence des bactéries en perturbant leurs modes d'actions (**Ducrot et al. ,2018**). Par exemple les huiles essentielles, en raison de leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne, leur activité antimicrobienne peut se dérouler sur plusieurs sites de la cellule bactérienne (**El Amri et al. 2014**).

Les activités antimicrobiennes des huiles essentielles ont été rapportées dans plusieurs travaux (**Bouzouita et al, 2008**). En l'occurrence ceux réalisés sur l'activité antimicrobienne des huiles essentielles du genre *Juniperus* comme ceux d'abord à l'échelle mondiale : **Stasi et al. (1996) ; Cavaleiro et al. (2001) ; Angioni et al. (2003) ; Bouzouita et al. (2008) ; Ennajjar et al. (2009), Derwich et al. (2010) ; Haziri et al. (2013)** et d'autres. Pour les travaux réalisés à l'échelle nationale, nous citons principalement les travaux de **Ramdani et al. (2013) ; Zeraib et al. (2014) ; Benyahiaoui et al. (2016) ; Ouaar (2018) ; Merradi et al. (2018)** et **Mehira et al. (2021)**.

Le genre *Juniperus* fait partie de la famille des Cupressacées. Certaines de ses espèces sont considérées comme des plantes médicinales, largement utilisées dans la médecine traditionnelle (**Dawidar et al, 1991**). Il est représenté, en Algérie, par cinq espèces (**Quezel et santa, 1962**) dont l'une fait l'objet de notre travail.

Dans ce travail, l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de l'espèce *Juniperus sp* est étudiée vis-à-vis trois souches de bactéries à savoir *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis* et une souche de levure qui correspond à *Saccharomyces cerevisiae*.

La problématique de notre travail est de chercher est ce que les huiles essentielles de notre plante sont dotées d'un pouvoir antimicrobien ? Quelles sont les souches les plus résistantes et les plus sensibles à ces huiles ?

Après cette introduction, notre travail est structuré comme suit :

Dans une première partie, une synthèse bibliographique où sera présentée d'abord la notion des différentes activités biologiques. Ensuite, la description de la famille botanique de l'espèce. Puis une revue bibliographique des études réalisées sur l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de quelques espèces du genre *Juniperus* ;

La deuxième partie du document présentera le matériel et les méthodes utilisés dans notre travail ;

La troisième partie sera consacrée à la présentation et à la discussion des résultats obtenus qui sont suivis par une conclusion.

Synthèses
bibliographiques

I. Activités Biologiques

I.1 Définition

L'activité biologique est définie comme étant une activité appliquée aux systèmes réactionnels et moléculaires les plus simples et les plus complexes (**Mariod et Tahir, 2022**). Il existe de nombreuses sortes d'activités biologiques, et ces activités peuvent être étudiées, in vivo, ou, in vitro, (**Semchaoui et Belmaghrbi, 2021**). L'absorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion sont les principales mesures utilisées pour mesurer l'activité biologique (**Mariod et Tahir, 2022**). Par exemple l'activité biologique d'une huile essentielle relève de sa composition chimique en particulier les groupements fonctionnels des composés majoritaires : les phénols (thymol, carvacrol, eugénol), les alcools (α -terpinéol, terpinen-4-ol, linalol), les aldéhydes et les composés terpéniques et cétoniques (**Dorman et Deans, 2000**). Les composés minoritaires jouent aussi un rôle important en renforçant les effets des composés principaux (**Bassolé et Juliani, 2012**). L'efficacité d'une huile essentielle dans une activité biologique dépend ainsi de sa richesse en composés phytochimiques ; plus elle est riche en substances actives, plus son activité est importante (**Zhiri, 2006**).

I.2 Différents types d'activités biologiques

Plusieurs chercheurs, ont utilisé les plantes médicinales afin de montrer leur efficacité dans les différentes activités biologiques très intéressantes telles que: antiulcéreuse (**De Bruyne et al., 1999**), anti-inflammatoires (**Elion Itou et al., 2017**), anti-cancéreuses (**Kanase et Mane, 2018**), antiparasitaire (**Olounladé et al., 2017**), antivirales (**Lopez et al., 2001**), antioxydante (**Bettaieb Rebey et al., 2017**), anti-fongiques (**Dabé et al., 2017**) et antibactériennes (**Etobo et al., 2017**) ou aussi l'activité antimicrobienne qui fait l'objet de notre étude.

I.3 Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne peut s'exercer selon diverses modalités. Certaines molécules exercent leur activité en oxydant ou en dénaturant les protéines bactériennes (**Schiota et al, 2004**), d'autres ont un pouvoir plus spécifique en altérant les structures membranaires ou en inactivant des composés ou des fonctions essentielles de la cellule (**Eldeen et al., 2005 ; Song et al., 2007 ; Hamouda et Doumandji, 2017**). L'activité antibactérienne fait partie de cette activité microbienne, elle est déterminée par la méthode des aromagrammes. Le principe de

la méthode repose sur l'inhibition de la croissance microbienne dans la boîte de Pétri après un certain temps de contact entre le produit et le microorganisme cible. L'effet du produit antibactérien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition (**Himed, 2014**).

I.4 Utilité de l'étude de l'activité antimicrobienne

Les microorganismes, sous la pression de la sélection thérapeutique, sont de plus en plus résistants aux antibiotiques. En milieu hospitalier, 99% des souches isolées présentent des résistances et rendent ainsi problématique la mise en œuvre contre les infections (**Meyer et al., 2004**). La plupart des bactéries résistantes aux molécules antimicrobiennes, contiennent des gènes de résistance situés sur les plasmides R, plutôt que sur des chromosomes (**Perry et al., 2004**). Par conséquent, la découverte et le développement d'agents antimicrobiens ou de stratégies de lutte efficaces contre cette antibiorésistance en faisant appel à la phytothérapie ou le traitement par les plantes dites médicinales constituées de nombreux principes actifs (**Landoulsi, 2016**). En effet, pour se protéger contre les bactéries, les champignons et les virus, les plantes élaborent naturellement un système de défense approprié, qui leur permet de lutter efficacement contre les microorganismes pathogènes (**Landoulsi, 2016**).

L'activité biologique des huiles essentielles offrent des débouchés importants dans de nombreux domaines industriels, notamment dans l'industrie cosmétique, les secteurs de la santé, de l'agro-alimentaire ou de l'agriculture (**Fillatre, 2011**).

Dans le domaine des parfums et cosmétiques, les huiles essentielles sont employées en tant qu'agents conservateurs grâce à leurs propriétés antimicrobiennes qui permettent d'augmenter la durée de conservation du produit (**Aburjai et Natsheh, 2003**).

Dans le domaine d'agro-alimentaire, les huiles essentielles sont utilisées comme un outil très intéressant pour augmenter la durée de conservation des produits alimentaires (**Caillet et Lacroix, 2007 ; Tiwari et al., 2009**) et aussi dans le domaine de santé : en Pharmacie et en Aromathérapie (**Bruneton, 1999**).

1.5 Plantes utilisées dans les études activités antimicrobienne (antibactériennes et antifongiques)

Plusieurs travaux ont montré l'utilisation, *in vitro*, des plantes appartenant à diverses familles botaniques, pour déterminer les différentes activités biologiques en générale et les activités antibactériennes en particulier, à l'exemple des plantes de la famille des Lamiaceae : *Teucrium polium* ssp *capitatum*, *Thymus palleescens* et *Satureja calamintha* ssp *nepeta* (Kerbouche, 2010) et *Thymus origanum*, (Essawi et Srour, 2000). Les plantes de la famille des Asteraceae : *Artemisia herbal*, *Inula viscosa* et *Matricaria chamomilla* (Essawi et Srour, 2000) et *Hertia cheirifolia* (Iserin, 2001 ; Ammar et al., 2009). Les plantes de la famille des Apiaceae : *Pimpinella animum* (Essawi et Srour, 2000) et *Eryngium campestre*, *Eryngium dichotomum*, *Eryngium glomeratum*, *Eryngium ilicifolium*, *Eryngium tricuspdatum*, *Eryngium triquetrum*, *Eryngium maritimum*, *Eryngium barrelier* (Pottier, 1979). Les plantes de la famille des Cistaceae : *Cistus salvifolius* et celles de la famille des Plantaginaceae : *Globularia alypum* (Iserin, 2001 ; Ammar et al., 2009). Les plantes de la famille des Renonculaceae : *Nigella sativa* (Essawi et Srour, 2000). Les plantes de la famille des Cupressaceae : *Cupressus sempervirens* (Amara et Boughérara, 2017), *Cupressus arizonica* (Bouksaim et al., 2018) ; *Juniperus* : *Juniperus thurifera* (Athamena, 2021), *Juniperus oxycedrus* (Mansouri et al., 2010) ; *Juniperus phoenicea* (Ennajer et al., 2009) et *Juniperus communis* (Cosentino et al., 2003). Notre étude sera portée sur l'une des espèces du genre *Junipers* appartenant à la famille des Cupressaceae.

II. Présentation des Cupressacées

Les Cupressacées est une famille qui appartient à l’embranchement des Gymnospermes ou plantes à graine nues (Constance, 2010). Les plantes de ces dernières remplissent plusieurs rôles dans la nature, entre autres : écologiques (essence de protection et ornementale), économiques (production de bois, résines et huiles essentielles) (Bouyahyaoui, 2016).

La famille comporte environ trente genres (Farjon, 2001) dont les plus importants sont *Cupressus L.* et *Juniperus L.* (Schulez et al., 2005). Les différents genres de la famille des Cupressacées sont présentés dans la figure (Fig. 01.). *Juniperus* est l'un des plus importants genres de la famille des Cupressacées (Amresh et Singh, 2017). Le genre *Juniperus* fait l’objet de notre étude.

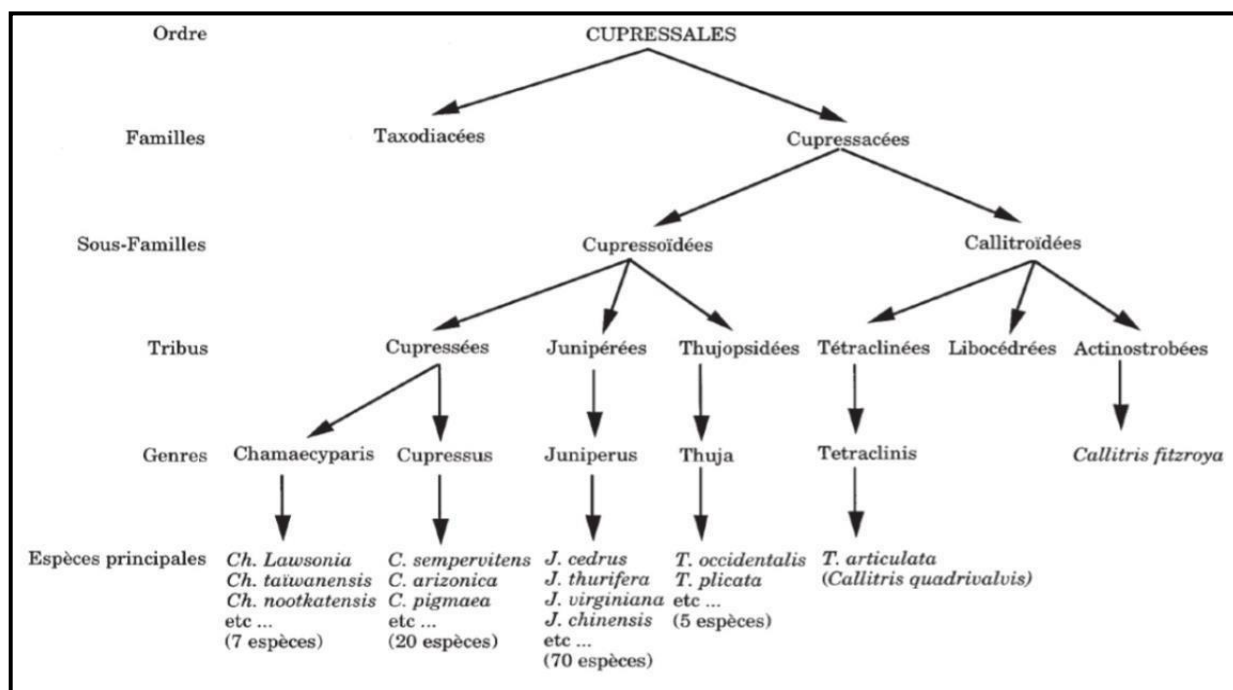


Figure n° 1. Classification détaillée de la famille des Cupressacées (Haluk et Roussel, 2000)

II.1 Le genre *Juniperus*

Le genre *Juniperus* comprend environ 67 espèces et 28 variétés (Emami et al., 2011). Il est divisé en trois sections : *Caryocedrus* (avec 01 seule espèce) ; *Juniperus* (ou *Oxycedrus*) (avec 11 espèces) et *Sabina* (avec 55 espèces) (Adams, 2004).

II.1.1 Description du *Juniperus*

C'est un arbre ou arbrisseau qui peut avoir cinq à dix mètres de hauteur (Huguette, 2008) à feuilles persistantes, étroites, linéaires, épineuses sous forme d'aiguilles pour certaines espèces ou sous formes d'écailles chez d'autres (Fig. 02) (Busti et Mandin, 2010). Ses fleurs donnent des fruits improprement qualifiés de baies globuleuses et charnus (Huguette, 2008).



Figure n° 02. Formes des feuilles et des baies du genévrier (Busti et Mandin, 2010)

II.1.2 Genévrier en Algérie

Le genre *Juniperus* est représenté en Algérie par cinq espèces : *Juniperus communis* L. ; *Juniperus phoenicea* L. ; *Juniperus oxycedrus* L. ; *Juniperus thurifera* L. et *Juniperus Sabina* L. (Quezel et Médail, 2003).

III. Activité antimicrobienne du genévrier

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des siècles comme remèdes contre les maladies humaines, car ils contiennent des substances chimiques composants à valeur thérapeutique (Nostro et al., 2000). Parmi ces plantes on trouve les plantes appartenant au genre *Juniperus*. Dans cette partie nous allons présenter une synthèse des travaux réalisés sur les espèces du genre *Juniperus* les plus étudiées en Algérie et dans le monde. Nous nous sommes concentrés sur les espèces qui existent en Algérie.

L'activité antimicrobienne du genre *Juniperus sp* été étudié par plusieurs chercheurs qui ont montré l'efficacité des huiles essentielles, extraites à partir des espèces de ce genre, dans l'inhibition de la croissance de plusieurs microorganismes (Stassi et al., 1996 ; Cavaleiro et al., 2001 ; Angioni et al., 2003). Nous avons trouvé beaucoup d'articles qui ont traité l'espèce *Juniperus phoenicea* et *Juniperus communis* et peu d'articles sur *Juniperus oxycedrus* et *thurifera*.

Nous citons à l'exemple les travaux de Mehira et al. (2021) qui ont détecté des zones d'inhibition importantes des huiles essentielles du mélange des feuilles et des fruits du *Juniperus phoenicea*, échantillonnée au niveau de cinq localités différentes (trois situées dans la wilaya de Batna, 01 au niveau de la wilaya de Sétif et 01 dans la wilaya de Skikda), contre quatre souches (*Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*) sur les sept souches testées. L'effet antibactérien des huiles essentielles de la variété jordanienne a été aussi révélé dans le travail d'AL-Khlifeh et al. (2021).

Dans une autre étude de Ramdani et al. (2013) dans laquelle les auteurs ont testé l'activité antibactérienne de l'espèce *juniperus phoenicea* provenant de quatre localités (Batna, Biskra, Msila et Sétif), il a été constaté que les huiles essentielles de l'espèce récoltée à Biskra sont dotées d'une activité antibactérienne vis-à-vis les souches des bactéries testés (*Staphylococcus aureus*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas syringae*, *Salmonella sp*, *Serratia liquefaciens* et *Serratiamarcescens*)

Le travail réalisé par Benyahiaoui et al. (2016) a révélé que les huiles essentielles des feuilles de *juniperus phoenicea* ont montré plus d'activités antimicrobienne par rapport a l'huile essentielle des fruits (cônes). Contrairement a ce qui a été approuvé par Stassie et al. (1996), qui ont testé l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de quatre espèces du genévrier contre *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, que les huiles essentielles des baies semblent

généralement plus actives que les huiles essentielles des feuilles.

Les huiles essentielles du *Juniperus phoenicea* du Maroc dans l'étude de **Derwich et al. (2010)** ont inhibé la croissance des souches des bactéries *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus* et *Staphylococcus aureus* tel qu'il a été rapporté par **Bourkhiss et al. (2007)**. Un autre travail réalisé par **Ennajar et al. (2009)**, sur l'évaluation du potentiel antimicrobien, in vitro, de l'huile essentielle des feuilles et les baies de *Juniperus phoenicea* de Tunisie, a révélé l'activité antibactérienne des huiles de l'espèce contre *Bacillus subtilis*.

Haziri et al. (2013) ont montré, dans leur étude sur *Juniperus communis* L. Issue de la République de Kosova, que les huiles essentielles de l'espèce ont des propriétés antibactériennes contre *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* et aucune activité contre *Pseudomonas aeruginosa*. De leur côté, **Angioni et al. (2003)** ont rapporté des résultats similaires concernant l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de baies et de feuilles mûres et non mûres de *Juniperus communis* de l'Italie.

L'huile essentielle de *Juniperus communis* provenant d'Iran a montré une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* (**Resvani et al., 2009**). Et les huiles essentielles des cônes de celui d'échantillonné au niveau de la Croatie, ont montré un effet antimicrobien contre treize seize bactéries, sept champignons de type levure, trois levures et trois souches de dermatophytes (**Pepeljnjak et al., 2005**). Les auteurs **Dumitrescu et al. (2002)** et **Sela et al. (2013)** ont détecté de leur part l'activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Juniperus communis* qui poussent respectivement en Roumanie et à différentes altitudes dans la République de Macédoine.

Un autre travail de **Pepeljnjak et al. (2005)** dans lequel il a été détecté que l'huile essentielle du *Juniperus communis* possède une activité bactéricide contre six souches de Gram positif et de Gram négatif qui sont testées avec des zones d'inhibitions importantes contre les souches de Gram positif. De plus, les auteurs ont révélé l'effet antifongique de l'huile essentielle de l'espèce.

Dans l'investigation de **Mansouri et al. (2011)**, il a été constaté que les champignons étaient plus vulnérables à l'huile essentielle extraite à partir des rameaux de *Juniperus communis* plus que les bactéries.

Une étude réalisée par **Medini (2013)**, sur le groupe *Juniperus oxycedrus* (*Juniperus oxycedrus*, *Juniperus oxycedruss pmacrocarpa* et *Juniperus oxycedruss poxycèdrus*) de Tunisie, a montré que l'activité antimicrobienne est fortement liée à la composition chimique des huiles essentielles. Cependant, les huiles essentielles contenant plus de α -pinène ont indiqué une forte activité antimicrobienne. L'auteur a évoqué aussi l'importance des composés mineurs de l'huile essentielle dans l'expression de l'activité, cette dernière variait significativement au sein des sous espèces de *Juniperus oxycedrus* et des souches bactériennes. Dans son étude, en général, la bactérie Gram positive *Staphylococcus aureus* était la plus sensible tandis que les bactéries Gram négatives *Escherichia coli* est la plus résistante.

De plus les huiles essentielles de *Juniperus oxycedruss spoxycèdre* ont montré un effet bactéricide contre *Salmonella enteridis* tandis que ceux *junperus oxycedrus sspmacrocarpa* étaient bactéricides contre *Salmonella typhimurium* (**Medini, 2013**). Une autre étude réalisée sur l'activité antimicrobienne de *Juniperus oxycedrus*, poussant en Turquie, par **Karman (2003)**.

En Algérie, les résultats présentés par **Ouaar (2018)** ont illustré l'effet inhibiteur de l'huile essentielle de *juniperus ocycedrus* sur la croissance des souches *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Streptococcus faecalis*. L'auteur a constaté que la zone d'inhibition s'élargit lorsque la concentration en huile essentielle augmente.

Selon **Kalembe et Kunicka (2003)**, les terpénoïdes confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés antibactériennes et que l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Juniperus oxycedrus* est directement influencés par la nature et la proportion de leurs constituants. En effet, les composés majoritaires sont souvent responsables de l'activité antibactérienne observée.

Enfin, les études réalisées sur *Juniperus thurifera* ne sont pas nombreuses et elles sont concentrées uniquement en Algérie et au Maroc. **Merradi et al. (2018)** ont révélé la bonne activité inhibitrice, des huiles essentielles de *Juniperus thurifera* d'Algérie, vis-à-vis notamment des bactéries a Gram positif. De leur côté **Zeraib et al. (2014)** ont démontré quelles huiles essentielles de *Juniperus thurifera* algérienne inhibaient la croissance des souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, mais ces mêmes huiles étaient inefficaces contre *Pseudomonas aeruginosa*. Pour ce qui de *Juniperus thurifera* du Maroc, **Rahhal et al. (2019)** ont constaté que *Staphylococcus aureus* était très sensible aux huiles

essentiels de l'espèce. Alors que **Bahri et al. (2013)** ont révélé que *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* étaient très sensibles à l'huile essentielle de *Juniperus thurifera* marocaine, et que deux souches de *Pseudomonas* se sont montrées résistantes. D'autres auteurs ont montré l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de l'espèce *Juniperus thurifera* marocaine contre les bactéries Gram-positives et Gram-négatives, en particulier contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (**Barrero et al., 2005 ; Mansouri et al., 2010**).

Matériels et méthodes

I. Matériels

I.1 Matériel végétal

Les huiles essentielles extraites à partir des feuilles du genévrier (*Juniperus sp*) récoltées au niveau de trois endroits situés dans le Parc National du Djurdjura à Bouira. Dans la partie résultats et discussions les huiles des trois échantillons sont indiqués par H1, H2 et H3.

I.2 Matériel biologique

Les souches (bactéries et levure) utilisées dans notre travail sont toutes fournies par le laboratoire du groupe SAIDAL, les noms des souches sont figurés dans le tableau I.

Tableau I. Noms des souches (bactéries et levure) utilisées

Souches		Organismes
Bactéries	<i>Escherichia coli</i>	Laboratoire SAIDAL
	<i>Bacillus subtilis</i>	Laboratoire SAIDAL
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Laboratoire SAIDAL
Levure	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Laboratoire SAIDAL

I.3 Matériel non biologique

La liste du matériel non biologique utilisé dans notre travail est présentée dans le tableau II.

Tableau II. Liste d'appareillage, les produits chimiques, les solvants et les milieux de cultures utilisés

Verrerie	Flacons Béchers Pipette pasteur Tubes à essai et boîtes de Pétri
Appareillage	Bain mari Vortex Bec Bunsen Autoclave Micropipette
Produits chimiques	Agar Agar DMSO (diméthylsulfoxyde)
Milieux de cultures	Sabouraud (Levures) Mueller Hinton (Bactéries) : milieu M-H

II. Méthodes

II.1 Méthode d'extraction d'huile essentielle

L'huile essentielle des feuilles de *Juniperus sp* est extraite par hydrodistillation en utilisant un appareil de type Clevenger, l'extraction a duré 3h30'. Dans un ballon, une quantité des feuilles est macéré avec un volume d'eau distillée pendant 24 heures. Le ballon est porté à l'ébullition, les vapeurs d'eau contenant des gouttelettes d'huile sont condensées dans un réfrigérant puis récupérés dans une ampoule à décantation, après une nuit de décantation, les huiles se séparent de l'eau par différence de densité. (Fig. 03).

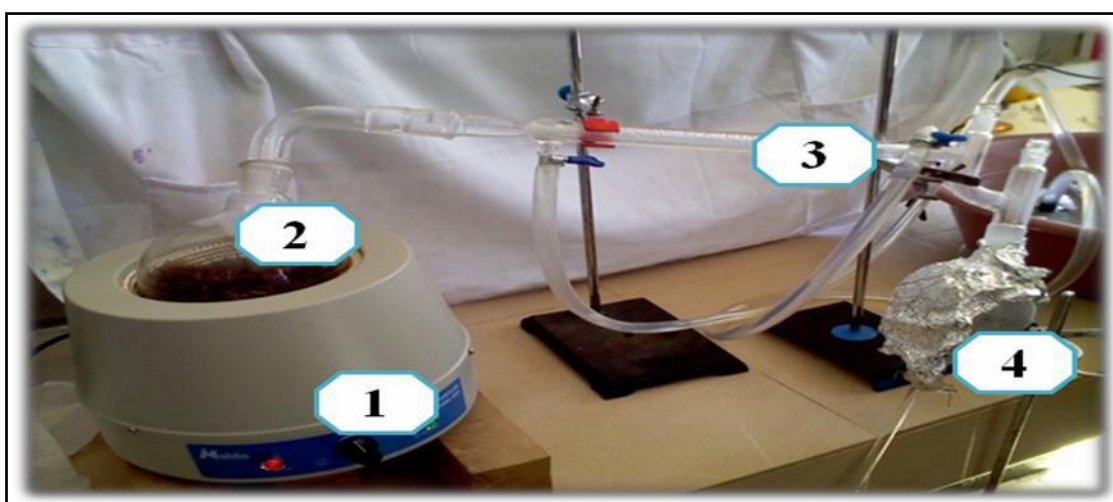


Figure n° 03. Photographie de l'appareil utilisé pour l'hydrodistillation des huiles essentielles (Farhi- Bouadam, 2013)

II.2 Activité antimicrobienne (antibactérienne et antifongique)

Les analyses microbiologiques consistent à rechercher l'activité antimicrobienne (antibactérienne et antifongique) de notre huile essentielle sur la croissance des microorganismes (Bactéries et Levures), pour ce faire trois souches bactériennes et une levure. Les bactéries proposées par le laboratoire SAIDAL sont une souche de Gram – (*Escherichia coli*) et deux souches de Gram+ (*Bacillus subtilis* et *Staphylocoque aureus*) et *Saccharomyces cerevisiae* pour les levures.

Dans notre travail nous avons choisi la méthode de "diffusion sur milieu gélosé" en suivant le protocole proposé par **Rota et al. (2008)** et **Mibarki (2010)**.

II.2.1 Etude qualitative et détermination des zones d'inhibitions

L'étude qualitative consiste à estimer l'inhibition de la croissance des microorganismes en contact de l'huile essentielle et ceci par la méthode de l'aromatogramme (OMS, 2005). La lecture des résultats se fait par la mesure de la zone d'inhibition, autour du disque.

a) Préparation de l'inoculum(inoculum)

A partir de culture jeune de 18-24h pour les bactéries et de 48h pour les levures sur le milieu gélosé adéquat, des suspensions bactériennes dans l'eau physiologique à 0,9% ont été réalisées à une concentration de **10 à 10 germes/ml**. Tandis que la concentration des levures préparées est de 2uL/ml de milieu de culture.

b) Diffusion sur milieu gélosé

Comme nous l'avons cité précédemment (Tab. 02), le milieu M-H a été utilisé pour les bactéries et le Sabouraud pour les levures. En premier lieu les deux milieux ont été fondus au bain marie à 95°C puis refroidis à 45°C. Ensuite, ils ont été versés dans des boîtes de pétris à raison de 15ml par boîte. Les boîtes ont été conservées à 4°C pendant 24h (pour permettre au milieu de culture de sécher) (OMS, 2005). L'ensemencement se fait à l'aide d'un écouvillon stérile en l'introduisant dans la suspension bactérienne, l'essorer en le pressant fortement sur la paroi interne du tube (en le tournant) afin de le décharger au maximum. Puis frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée de haut en bas, en stries serrées (Fig.04). L'opération est répétée trois fois en tournant la boîte de 60° et en pivotant l'écouvillon sur lui-même (OMS,2005).

A l'aide d'une pince stérile, on prélève des disques en papier buvard stériles qu'on imbibe d'huile essentielle et que l'on dépose sur les boîtes de pétries (ensemencées) (Fig. 05). Après 20 mn de diffusion, les boîtes de Pétri sont incubées dans une étuve réglée à 25°C pendant 24h pour les bactéries et à 37°C pendant 48h pour les levures.



Figure n° 04. Photographies montrant l'ensemencement en stries (originale, 2022)



Figure n° 05. Photographies montrant le prélèvement et la pose des disques imbibés d'huile essentielle (originale, 2022)

En ce qui concerne la catégorisation des souches vis-à-vis l'effet antimicrobien des huiles essentielles, les diamètres des zones d'inhibition ont aussi été subjectivement fixés à ≤ 12 mm pour les souches résistantes] 12mm – 18mm] pour une sensibilité intermédiaire et >18 mm comme sensibles (Ponce *et al.*, 2003 ; De Billerbeck, 2007 ; Rusenova et Parvanov, 2009 ; Upadhyay *et al.*, 2010).

Résultats et discussion

Résultats et discussion

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats que nous avons obtenu dans notre travail qui a pour objectif de chercher si les huiles essentielles de *Juniperus sp* (H1, H2 et H3) ont une activité antimicrobienne (sur 03 souches de bactéries et 01 souche de levure). Rappelons que la catégorisation des souches vis-à-vis l'effet antimicrobien des huiles essentielles suivi dans notre travail est celle décrite par **Ponce et al. (2003)** ; **De Billerbeck (2007)** ; **Rusenova et Parvanov (2009)** ; **Upadhyay et al. (2010)**. Nos résultats ont montré que la souche d'*Escherichia coli* est résistante aux huiles de *Juniperus sp* ; la souche *Staphylococcus aureus* et la souche des levures *Saccharomyces cerevisiae* sont sensibles aux trois huiles essentielles, et une sensibilité intermédiaire, aux huiles de *Juniperus sp*, est enregistrée pour la souche *Bacillus subtilis*. Tableau III.

Tableau III. Résultats de catégorisation de souches testées à la suite de l'aromatogramme des huiles essentielle des feuilles de *Juniperus sp*

Souches microbiennes	H1	H2	H3	Résultats d'activité
<i>Escherichia coli</i>	6,18 mm	7,73 mm	-	R
<i>Bacillus subtilis</i>	16,22 mm	14,34 mm	16,52 mm	S-I
<i>Staphylococcus aureus</i>	26,48 mm	15,83 mm	18,20 mm	S
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13,42 mm	10,90 mm	14,84 mm	S

R= souche résistante (zone d'inhibition ≤ 12 mm) ; S-I= souche à sensibilité intermédiaire (zone d'inhibition comprise dans l'intervalle [12mm – 18mm] ; S= souche sensible (zone d'inhibition > 18 mm).

Les résultats de l'aromatogramme présenté en détaillé dans le tableau n° 03, révèlent que les trois huiles essentielles (H1, H2 et H3) ont un fort effet antimicrobien sur les souches *Staphylococcus aureus* (Fig. 08) ensuite *Bacillus subtilis* (Fig. 07) et sur la souche de levure *Saccharomyces cerevisiae* (Fig. 09). Quant à la souche *Escherichia coli*, elle semble être résistante pour les huiles essentielles H3, alors que pour les huiles essentielles H1 et H2 leur effet antibactérien est plus au moins important sur ladite souche (Fig. 06).

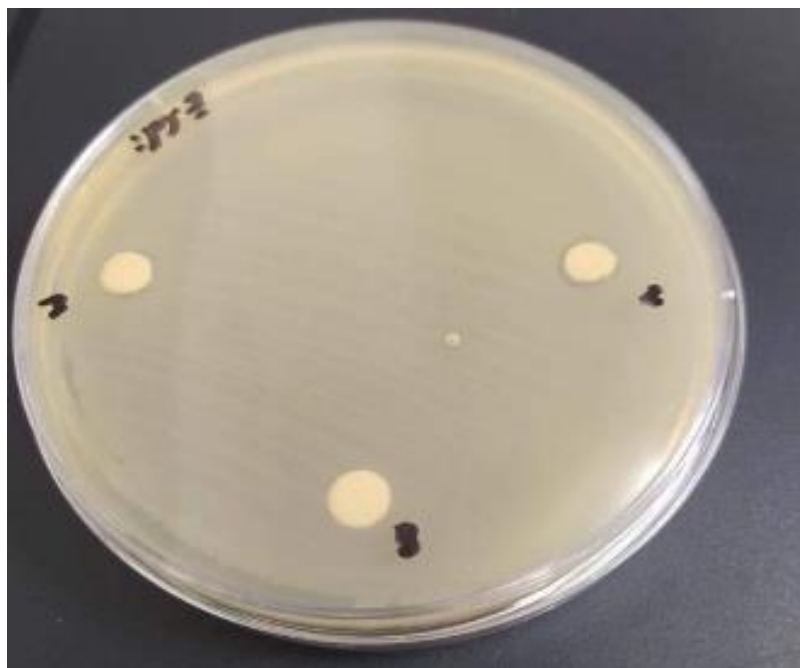


Figure n° 06. Illustration d l'inhibition de la croissance d ' *Escherichia coli* en présence des disques imbibés d'huiles essentielles (H1, H2 et H3) de *Juniperus sp*

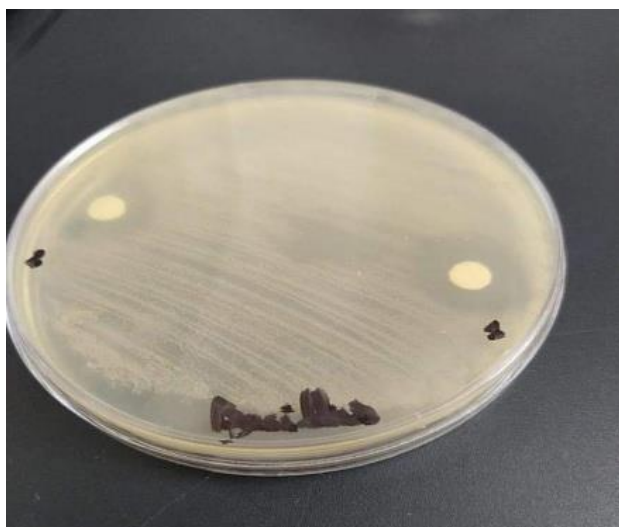


Figure n° 07. Illustration d l'inhibition de la croissance de *Bacillus subtilis* en présence des disques Imbibés d'huiles essentielles (H1, H2 et H3) de *Juniperus sp*

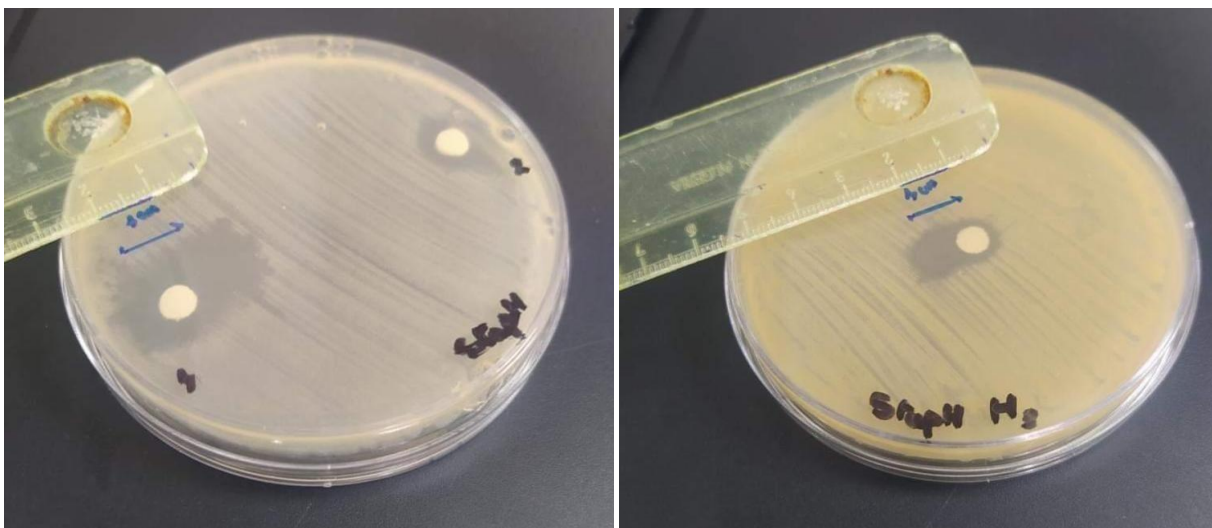


Figure n° 08. Illustration d l'inhibition de la croissance de *Staphylococcus aureus* en présence des disques imbibés d'huiles essentielles (H1, H2 et H3) de *Juniperus sp*

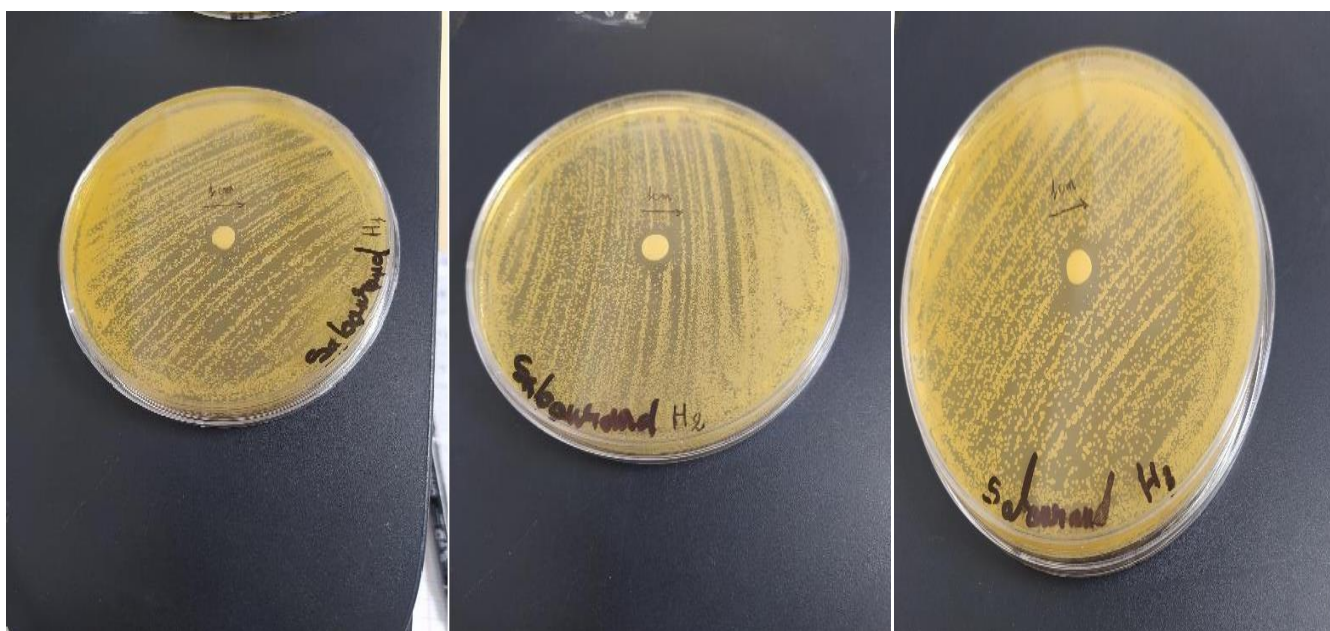


Figure n° 09. Illustration d l'inhibition de la croissance de *Saccharomyces cerevisiae* en présence des disques imbibés d'huiles essentielles (H1, H2 et H3) de *Juniperus sp*

Nous avons aussi constaté de nos résultats, mentionnés dans le tableau n° 03, que même s'il s'agit de la même espèce mais l'effet des trois huiles essentielles, des feuilles de *Juniperus sp* provenant de trois localités différentes, n'est pas le même sur toutes les souches. En effet, pour la souche *Staphylococcus aureus* c'est l'huile essentielle H1 qui inhibe le plus sa

croissance avec un diamètre d'inhibition égale à 26,48 mm suivi de l'huile essentielle H3 qui a enregistré une zone d'inhibition de 18,20mm.

De plus, la croissance de la souche *Bacillus subtilis* est inhibée du même degré par les deux huiles essentielles H3 et H1 (16,52 mm et 16,22 mm respectivement). Ceci est de même pour l'effet sur la croissance de la levure *Saccharomyces cerevisiae* (14,84 mm pour H3 et 13,42 mm pour H1).

Il a été démontré que l'activité antibactérienne des substances actives d'origine végétale dépend surtout de la nature des bactéries à Gram positif ou à Gram négatif ; les bactéries Gram+ sont plus sensibles que les bactéries Gram- vis-à-vis des huiles essentielles testées (Zeraib, 2016)

Par ailleurs, de nombreuses études ont indiqué que la sensibilité d'un même germe vis-à-vis d'une même huile essentielle selon le mode de dispersion de l'huile essentielle dans le milieu de culture. D'autre part la grande variabilité des huiles essentielles qui ne sont jamais identiques à elles-mêmes (Belaiche, 1979).

Selon **Ouraini et al. (2005)**, l'activité antifongique des huiles essentielles est due essentiellement à leur composition en molécules bioactives variées, appartenant à différentes classes chimiques, pouvant être mises à profit pour réduire la flore fongique.

Nos résultats constatés pour *Staphylococcus aureus* sont en adéquation avec ceux qui sont révélés par **Balentine et al. (2006)**, mais ils diffèrent de ceux indiqués dans le travail d'**Angioni et al. (2003)** où les auteurs ont trouvé aucun effet antibactérien, contre la croissance de la souche, des huiles essentielles des baies mûres et non mûres et des feuilles de *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus spturbinata* et *Juniperus communis ssp communis*.

En revanche, nos résultats trouvés pour la résistance *Escherichia coli* sont en accord avec ceux des auteurs. Ceci est approuvé aussi par certaines études qui ont rapporté l'inefficacité des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* contre certains germes incluant *Escherichia coli* (**Ait- Ouazzou et al., 2012 ; Ramdani et al., 2013**). Mais ce n'est pas le cas dans les travaux de **Derwich et al. (2010)** et ceux de **Bouyahyaoui et al. (2016)**, qui ont constaté des zones d'inhibition avec des diamètres plus ou moins importants ont été obtenus pour *Escherichia coli* vis-à-vis l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*.

Nos résultats sont en accord aussi avec ceux présentés par **Pepeljnjak et al. (2005)** pour l'effet inhibiteur des huiles essentielles de *Juniperus communis* sur la croissance de *Staphylococcus aureus*. En effet, une étude de **Piberi (2005)** a montré que *Staphylococcus aureus* est sensible à plusieurs huiles essentielles de différentes plantes aromatiques. Ceci aussi correspond aux résultats attribués par **Bouzouita et al. (2008)**. **Ainsi, El-Sawi et al. (2007)** traitant l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* égyptien, ont montré que l'huile présente une bonne activité inhibitrice contre *Aspergillus niger*, *Candida sp* et *Bacillus subtilis*. Leurs résultats sont semblables à celui de notre travail concernant *Bacillus subtilis* et la capacité antifongique pour *Saccharomyces cerevisiae*. D'après les auteurs l'activité pourrait être due à la richesse de l'huile essentielle en α -pinène.

Plusieurs études ont rapporté que l'huile essentielle de *Juniperus thurifera* présentent une importante activité antibactérienne, contre notamment *Staphylococcus aureus*, et antifongique (**Barrero et al., 2005 ; Mansouri et al., 2010 ; Bahri et al., 2013**). Alors que les huiles essentielles d'autres espèces du même genre n'inhibent pas la croissance des souches bactérienne (Ex : *Juniperus excelsa*) (**Weli et al., 2014**).

Bien que les mécanismes associés aux activités antimicrobiennes des huiles essentielles ne soient pas entièrement compris (**Radaelli et al., 2016**), le nombre d'études à ce sujet a augmenté au cours de ces dernières décennies (**Lambert et al., 2001 ; Burt et al., 2007 ; Turgis et al., 2009**).

La différence dans la sensibilité des souches testées peut être attribuée à la capacité de la pénétration des constituants de l'huile essentielle à travers la paroi cellulaire puis à la capacité de l'huile essentielle à rompre la barrière de perméabilité des membranes cellulaires et la perte du (**Ennajar et al., 2010**). Il a été démontré que la majorité des huiles essentielles testées pour leur propriété antimicrobienne, ont un effet plus prononcé contre les souches Gram positives que contre les Gram négatives (**Kalemba et Kunicka, 2003 ; Trombetta et al., 2005**). Cela est dû aux différences structurales entre les parois cellulaires. En effet, les Gram négatifs possèdent une membrane externe composée de chaînes de lipopolysaccharides. Cette couche forme une barrière de perméabilité hydrophile qui restreint la diffusion de composés hydrophobes tels que ceux présents dans les huiles essentielles (**Nikaido et Vaara, 1985 ; Trombetta et al., 2005**) Ceci pourrait expliquer leur forte sensibilité. De plus, **Moein et al. (2010)** ont révélé l'effet de la charge du disque sur la formation des zones d'inhibition d'où sur l'activité antimicrobienne.

Ajouté à cela, l'influence du contenu de la gélose sur la solubilité de certains constituants de l'huile qui a été établie. Plus la teneur en agar est élevée, plus la solubilité est faible, plus les zones d'inhibition sont petites. Le pH du milieu semble également jouer un rôle important (**Janssen et al., 1987**).

Pour ce qui est de l'activité antifongique, certains auteurs ont expliqué les éventuelles différences par la période d'essai qui est longue. De ce fait, la décomposition de l'huile essentielle peut se produire pendant cette période et les composants du milieu peuvent réagir avec les composants des huiles essentielles en les activant ou en les désactivant (**Janssen et al., 1987**).

Enfin, d'après **Oussalah et al. (2006)**, l'activité biologique d'une huile essentielle est en étroite relation avec sa composition chimique, les groupes fonctionnels des composés majoritaires et les effets synergiques entre ces derniers et les composés mineurs. Car il est à signaler aussi qu'aucun des composants de l'huile essentielle n'a été un inhibiteur antibactérien ou antifongique plus puissant que l'huile elle-même.

L'effet antimicrobien peut être le résultat de l'effet synergique de tous les composants ou l'activité d'un seul composant qui n'est pas encore identifié (**Filipowicz et al., 2003**).

Comme la variabilité de la composition chimique d'une huile essentielle influe son effet antimicrobien, il convient de signaler aussi que la composition elle-même est influencée par les facteurs suivants : la source botanique (espèce), le lieu de récolte du matériel végétal, période de la récolte, stade de développement, le sexe de la plante, l'état du matériel végétal (frais ou séché), et la technique d'extraction. Tous ces facteurs pourraient expliquer les différences constatées dans les résultats obtenus par la présente étude ainsi que par les travaux antérieurs.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation du genévrier, qui représente une famille d'essences forestières intéressantes sur plusieurs plans. Nous avons l'une des cinq espèces qui existent en Algérie. L'espèce a été échantillonnée dans trois localités situées au niveau du Parc National de Djurdjura (Bouira).

L'objectif que nous nous sommes fixés est d'apporter une contribution pour mettre en évidence une éventuelle activité antimicrobienne de l'espèce choisie en utilisant ses huiles essentielles.

L'activité antimicrobienne, des trois huiles essentielles, a été vis-à-vis de trois souches bactériennes à savoir *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis* et 01 souche de levure qui est *Saccharomyces cerevisiae*. Par la méthode d'aromatogramme.

Nos résultats ont montré que les huiles essentielles, des feuilles de *Juniperus sp*, ont une efficacité contre toutes les souches de bactéries, Nous avons noté aussi que d'une manière générale, les bactéries, notamment *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, étaient très vulnérables aux huiles essentielles de cette espèce. Dépendamment de leur gram et de leur morphologie, signalons que la bactérie à gram positif est plus sensible que la bactérie à gram négatif. En effet, la souche d'*Escherichia coli*, que nous avons utilisé dans notre travail, s'est montrée résistante à l'une des huiles essentielles testées (H3).

L'activité antifongique des trois huiles essentielles a été suivie par la technique de dilution en milieux solide, L'huile essentielle de *Juniperus sp* montre une bonne activité vis-à-vis la levure utilisée.

Cette étude peut être considérée aussi comme une source importante d'informations sur activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Juniperus sp*, Toutefois, ces résultats restent préliminaires et afin de les approfondir, il serait intéressant de tester l'activité des huiles sur un grand nombre de bactéries en particulier sur les germes multi-résistants ou ceux impliqués dans les infections nosocomiales ainsi que sur plusieurs souches de levures et champignons.

Il serait souhaitable aussi d'étudier les concentrations inhibitrices minimales (CMI) et les concentrations bactéricides minimales (CMB).

Les résultats de cette étude pourraient contribuer à la valorisation de cette plante et compléter l'étude en utilisant des techniques de caractérisation de l'huile essentielle afin d'identifier les substances bioactives responsable des activités biologiques de l'huile essentielles.

Et enfin, l'ensemble de ces résultats obtenus, *in vitro*, ne constituent qu'une première étape dans la recherche des substances d'origines naturelles biologiquement actives, une étude, *in vivo*, est souhaitable et par la suite nous pouvons donc conclure que les HE extraites de *Juniperus sp* pourraient être considérées comme possibles alternatives aux antibiotiques de synthèse.

Références bibliographiques

- ✓ **Aburjai T., Natsheh F. M. (2003).** Plants used in cosmetics. *Phytotherapy Research*. **17**(9): 987–1000. <https://doi.org/10.1002/ptr.1363>
- ✓ **Adams P.R.(2004).** *Juniperus* of the world: The genus *Juniperus*. *Trafford Publishing Co, Agriculture and Biology*. **12**: 199–204.
- ✓ **Ait-Ouazzou A., Lorán S., Arakrak A., Laglaoui A., Rota C., Herrera A., Pagán R., Conchello P. (2012).** Evaluation of the chemical composition and antimicrobial activity of *Mentha pulegium*, *Juniperus phoenicea*, and *Cyperus longus* essential oils from Morocco. *Food Research International*. **45**: 313- 31.
- ✓ **Al-Khlifeh EM., Khleifat KM., Al-Tawarah NAFE., ALLimoun MO., Abdel-Ghani AH., Alsharafa K., Qaralleh H.(2021).** Genetic diversity, and chemical composition of *Juniperus phoenicea* L; Reflect on its antimicrobial activity. *Int J Pharm Res*. **13**(1): 3409-3426.
- ✓ **Ameni Landoulsi. (2016).** Etude chimiotaxonomique et activités biologiques des métabolites secondaires des plantes du genre *Eryngium*. Thèse en Cotutelle du Doctorat en pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé. L'Université de Lille 2 et L'Université de Tunis El Manar. 248 p.
- ✓ **Ammar S., Edziri H., Mahdjoub M.A., Chatter R., Bouraoui A., Mighri Z. (2009).** Spasmolytic and anti- inflammatory effects of constituents from *Hertia cheirifolia*. *Phytomedicine*. **16**: 1156-1161.
- ✓ **Amresh Gupta, A.V., Singh Rawat A. K.(2017).** Antioxidant and hepatoprotective potential of phenol- rich fraction of *Juniperus communis* Linn. leaves. *Pharmacogn Mag*. **13**(49): 108-113.
- ✓ **Angioni A., Barra, A., Russo, M.T., Coroneo, V., Dessi, S., Cabras, P. (2003).** Chemical composition of the essential oils of *Juniperus* from ripe and unripe berries and leaves and their antimicrobial activity. *J. Agric. Food Chem*. **51**(10): 3073-3078.
- ✓ **Arben H., Fatmir F., Arben M., Sevdije G., Sokol A., Majlinda D., Imer H. (2013).** Arlinda Bytyqi-Damoni and 3Altin Mele. *American Journal of Pharmacology and Toxicology*. **8**(3): 128-133.
- ✓ **Athamena S. (2021).** Etude de l'activité biologique de *Juniperus thurifera* et *Fraxinus xanthoxyloides* (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- ✓ **Aurélia P. (2018).** Action antioxydante et antimicrobienne de composés phénoliques dans des milieux modèles et des émulsions riches en lipides insaturés. Thèse de Doctorat en Génie des aliments. AgroParisTech (Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement). Université de Paris-Saclay. 206P.
- ✓ **Bahri F., Harrak R., Achak N., Romane A. (2013).** Chemical composition and antibacterial activities of the essential oils isolated from *Juniperus thurifera* L. var. *Africana*. *Nat. Prod. Res.*, DOI: 10.1080/14786419.2012.755678.
- ✓ **Barrero A. F., Quílez del Moral J. F., Lara A., Herrador M. M. (2005)** ; Antimicrobial activity of sesquiterpenes from the essential oil of *Juniperus thurifera*. *Planta Med*. **71**(1): 67- 71.
- ✓ **Bassolé I.H.N., Juliani H.R. (2012).** Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules*. **17**(4): 3989-4006p.
- ✓ **Belaiche P. (1979).** L'aromatogramme. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. M.S.A Editeur. Paris.
- ✓ **Bettaieb R. I., Bourgou S., Saidani T. M., Fauconnier, M.L., Ksouri, R. (2017).** Phytochemical

composition and antioxidant activity of *Lavandula dentate* extracts. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*. **39**(2): 2096-2105.

✓ **Bouksaim H., Satrani B., Ghanmi M., Chaouch A., Fadli M. (2018)**. Etude Chimique et Évaluation de L'activité Antibactérienne et Antifongique des Huiles Essentielles de Cupressus arizonica Greene Cultivée au Maroc. *European Journal of Scientific Research*. Vol. 148 : 491-500.

✓ **Bourkhiss M., Hnach M., Bourkhiss B., Ouhssine M., Chaouch A. (2007)**. Composition chimique et propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle extraite des feuilles de *Tetra clinis articulata* (Vahl) du Maroc. *AfricanSci*. **03**: 232–242.

✓ **Bouyahyaoui A. (2016)**. Contribution à la valorisation des substances naturelles Étude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien. Thèse de doctorat en science, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie département de Biologie. 115P.

✓ **Bouyahyaoui A., Bahri F., Romane A., Höferl M., Wanner J., Schmidt E., Jirovetz L.(2016)**. Antimicrobial activity and chemical analysis of the essential oil of Algerian *Juniperus phoenicea*. *Natural Product Communications*. **11**(4) :519-522p.

✓ **Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M., Chaabouni M.M. (2008)**. Composition chimique et activité antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. *Société Chimique de Tunisie*. **10**: 119-125p.

✓ **Bruneton J. (1999)**. Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition. Tec&Doc. Lavoisier. Paris. 1120p.

✓ **Burt S.A., van der Zee R., Koets A.P., De Graaff A.M., van Knapen F., Gaastra W., Haagsman H.P., Veldhuizen E.J.A. (2007)**. Carvacrol induces heat shock protein 60 and inhibit synthesis of flagellin in *Escherichia coli* O157:H7. *Appl Environ Microbiol*. **73**(14): 44484-44490p.

✓ **Caillet S., Lacroix M. (2007)**. Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA) de l'INRS- Institut Armand- Frappier, Université de Laval, Québec, Canada, 89p.

✓ **Cosentino S., Barra, A., Pisano, B., Cabizza, M., Pirisi, F. M., & Palmas, F. (2003)**. Composition and antimicrobial properties of Sardinian *Juniperus* essential oils against foodborne pathogens and spoilage microorganisms. *Journal of food protection*. **66**(7): 1288-1291.

✓ **Dabé D., Guédé Noël Z., Adolphe Z. (2017)**. Propriétés Antifongiques Des Légumineuses Médicinales De Côte d'Ivoire : Cas De *Crotalaria retusa* L. (Fabaceae) Sur La Croissance in vitro De *Phytophthora sp* Et *Fusarium solani*, Deux Champignons Phytopathogènes.

✓ **De Billerbeck V-G. (2007)**. Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques Phytothérapie. Vol. 5, pp 249-253.

✓ **De Bruyne, T., Pieters, L., Deelstra, H. Vlietinck, A. (1999)**. Condensed vegetable tannins: Biodiversity in structure and biological activities. *Biochemical Systematics and Ecology*. **27**: 445-459.

✓ **Derwich E., Benziane Z., Boukir A. (2010)**. Chemical composition of leaf essential oil of *Juniperus phoenicea* and evaluation of its antibacterial activity. *Int J Agric Biol*. **12**(2): 199-204.

✓ **Dorman H.J., Deans S.G. (2000)**. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol*. **88**(2): 308-316p.

- ✓ **Ducrot C., Fric D., Lalmanach A.C., Monnet V., Sanders P., Schouler C. (2018).** Perspectives d'alternatives thérapeutiques antimicrobiennes aux antibiotiques en élevage. *INRA Productions Animales*. 2017. **30**(1): 77-88.
- ✓ **Eldeen I.M.S., Elgorashi E.E., Van Staden J. (2005).** Antibacterial anti-inflammatory anti-cholinesterase and mutagenic effects of extracts obtained from some trees used in South African traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*. **102**: 457-464.
- ✓ **Elion Itou R.D.G., EtouOssibi A.W., Epa C., Nsondé N. G.F., Bokia C.B., Ouamba J.M., Abena A.A. (2017).** Anti-inflammatory and analgesic effects of leaves of *Chromolaena odorata* L. (King and Robinson). *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. **11**(17): 217-223.
- ✓ **El-Sawi S.A., Motawae H.M. & Ali A.M. (2007).** Chemical composition, cytotoxic activity, and antimicrobial activity of essential oils of leaves and berries of *Juniperus phoenicea* L. grown in Egypt. *Afr. J. Tradit. Complementary Altern. Med.* **4**(4): 417-426.
- ✓ **Emami SA, Abedindo BF., Hassanzadeh-Khayyat M. (2011).** Antioxidant activity of the essential oils of different parts of *Juniperus excelsa* M. Bieb. subsp. *excelsa* and *J. excelsa* M. Bieb. subsp. *polycarpos* (K. Koch) Takhtajan (Cupressaceae). *Iran J Pharm Res.* **10**(4): 799- 810.
- ✓ **Ennajar M., Bouajila J., Lebrihi A., Mathieu F., Abderraba M., Raies A., RomdhaneM. (2009).** Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of essential oils and various extracts of *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae). *Journal of Food Science*. **74**(7): 364-371p.
- ✓ **Ennajar M., Bouajila J., Lebrihi A., Mathieu F., Savagnac A., Abderraba M., Raies A., Romdhane. (2010).** The influence of organ, season and drying method on chemical composition and antioxidant and antimicrobial activities of *Juniperus phoenicea* L. essential oils. *J Sci Food Agric.* **90**: 462-470.
- ✓ **Essawi T ., Srour M. (2000).** Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *J. Ethnopharmacol.* **70**: 343-349.
- ✓ **Etobo K.J.P., Oleko W.R., Nshimba S.M. (2017).** Study of the antibacterial activity of some medicinal plants on the isolates of *Staphylococcus* resistant to current antibiotics at kisangani (Dr Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research.* **30**(2): 259- 268.
- ✓ **Farjon A. (2001).** World checklist and bibliography of conifers. 2nd ed. Royal Botanic Gardens, Kew.
- ✓ **Floresha S., Marija K.G ., Ivana C ., Elena T.D., Ana K ., Svetlana K. (2013).** Chemical composition and antimicrobial activity of leaves essential oil of *Juniperus communis* (Cupressaceae) grown in Republic of Macedonia. **59**(1,2): 23 - 32.
- ✓ **Filipowicz N., Kaminski M., Kurlenda J., Asztemborska M. (2003).** Antibacterial and antifungal activity of *juniper* berry oil and its selected components. *Phytother Res* . **17**(3): 227-231p.
- ✓ **Fillatre Y. (2011).** Produits phytosanitaires : Développement d'une méthode d'analyse multi résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem. Thèse de doctorat. Université d'Angers. France. 288p.
- ✓ **Jean-Luc., Aboya M. (2013).** Résistance bactérienne et phytomolécules antimicrobiennes issues de *Morinda morindoides*. Thèse de Doctorat en Sciences agricoles. Université de Bretagne occidentale - Brest. Français. 214P.
- ✓ **Hamouda A., Doumandji I.A. (2017).** Comparative phytochemical analysis and in vitro antimicrobial activities of the cyanobacterium *Spirulina platensis* and the green alga *Chlorella*

pyrenoidosa: potential application of bioactive components as an alternative to infectious diseases. *Bulletin de l'Institut Scientifique*. **39**: 41-49.

✓ **Haziri A., Faiku F., Mehmeti A., Govori S., Abazi S., Daci M., Haziri I., Bytyqi-Damoni A., Mele L. (2013)**. Antimicrobial properties of the essential oil of *Juniperus communis* (L.) growing wild in east part of Kosovo. *Am. J. Pharm. Toxicol.* **8**(3): 128-133.

✓ **Huguette M. (2008)**. La route des épices, aromatisants, condiments et mélange d'épices. Ed : sang de la terre. Paris. p 190.

✓ **Quézel P. et Santa S. (1962)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. Éd. CNRS, Paris.

✓ **Iserin P. (2001)**. Encyclopédie des plantes médicinales. Paris-France : Larousse Bordas, 1489. Pottier- Alapetite, G. : Flore de la Tunisie : angiospermes, dicotylédones, vol. 2 : Apétales Dialypétales. Ministère de l'enseignement supérieur et de la Recherche scientifique/Ministère de l'Agriculture, Tunis (1979).

✓ **Janssen A.M., Scheffer J.J.C., Baerheim Svendsen A. (1987)**. Antimicrobial activity of essential oils: A 1976-1986 literature review. Aspects of the test methods. *Planta medica*. 395-398.

✓ **Jean-Luc Aboya Moroh**. Résistance bactérienne et phytomolécules antimicrobiennes issues de *Morinda morindoides*. Thèse de Doctorat en Sciences agricoles. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2013. Français.214P.

✓ **Kalemba D., Kunicka A. (2003)**. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* **10**: 813-829p.

✓ **Kanase V.D.J., Mane. (2018)**. A pharmacognostic and pharmacological review on *alstoniascholaris*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. **11**(12): 22-26.

✓ **Karaman I., Şahin F., Güllüce M., Ögütçü H., Şengül M., Adıgüzel A. (2003)**. Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of *juniperus oxycedrus* L. *journal of ethno pharmacology*. **85**(2-3): 231-235.

✓ **Kerbouche L. (2010)**. Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées (Doctoral dissertation, INA).

✓ **Lambert R.J.W., Skandamis P.N., Coote P.J., Nychas G.J.E. (2001)**. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*. **91**(3): 453-462p.

✓ **Lopez A., Hudson J.B., Towers G.H.N. (2001)**. Antiviral and antimicrobial activities of Colombian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*. **77**: 189-196.

✓ **Manel M., Nouzha H., Rim M., Imane M., Sana A., Yasmine O., Ammar A. (2018)**. Antibacterial and antioxidant activity of *Juniperus thurifera* L. leaf extracts growing in the east of Algeria. *Veterinary World*. **11**(3): 373-378.

✓ **Mansouri N., Satrani B., Ghanmi M., Ghadraoui L., Aafi A., Farah A. (2010)**. Valorisation des huiles essentielles de *Juniperus thurifera* et de *Juniperus oxycedrus* du Maroc. *Phytothérapie*. **8**(3): 166-170.

✓ **Mansouri N., Santrani B., Ghanmi M., El-Ghadraoui L., Aafi A., Frah A., (2010)**. Valorisation des huiles essentielles de *Juniperus thurifera* et de *Juniperus oxycedrus* du Maroc. *Phytothérapie*. **8**: 166- 170.

- ✓ **Mariod A. A., Tahir H. E. (2022).** Biological activities, definition, types, and measurements. In *Multiple Biological Activities of Unconventional Seed Oils* (pp. 17-28). Academic Press.
- ✓ **Mebarki N. (2010).** Extraction de l'huile essentielle de thymus fanâtes et application à la formulation d'une forme médicamenteuse-antimicrobienne. Thèse de magister. University M'hamed Bougara Boumerdes.
- ✓ **Medini H., Manongiu B., Aicha N., Chekir-Ghedira L., Harzalla-Skhiri F., Khouja M. L. (2013).** Chemical and antibacterial polymorphism of *Juniperus oxycedrus* ssp. *oxycedrus* and *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* (Cupressaceae) leaf essential oils from Tunisia. *Journal of Chemistry*.2013.
- ✓ **Mehira K., Douaoui A., Debib A., Yahiaoui ., Socaci S., Belouazni A., Semniec CA., Farcas A.** Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Efficiency of Essential Oils from Algerian *Juniperus phoenicea* L. against Some Pathogenic Bacteria. *Trop J Nat Prod Res.* 2021. **5**(11): 1966-1972.
- ✓ **Merradi M., Heleili N., Mekari R., Mekkaoui I., Achouachria S., Ayachi A. (2018).** Antibacterial and antioxidant activity of *Juniperus thunifera* L. *Leaf extracts growing in East of Alegria.* **11**: 373-378.
- ✓ **Moein M.R., Moein S., Mousavi F. (2014).** Study the relationship between antioxidant potential and phenolic contents of *Juniperus excelsa* fruit. *Int J Pharm Pharm Sci.* **6**(7): 192- 194.
- ✓ **Nikaido H., Vaara M.(1985).** Molecular basis of bacterial outer membrane permeability. *Microbiol Rev.* **49**(1): 1-32p
- ✓ **Nostro N., M Germano., V.D Angelo., M Cannatelli. (2000).** Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Lett. Appl. Microbiol.* **30**: 379–384.
- ✓ **Nostro A., Germano M .P ., D'Angelo V., Marino A ., Cannatelli M. A. (2000)** .Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. **30**(5): 79-384.
- ✓ **Olounladé A.P., Attakpa Y.E., Azando Erick V.B., Hounzangbé., AdotéMawulé S., Hoste H. (2017).**Effet In Vivo De New bouldialaevis (Bignoniaceae) Sur Des Strongles Gastro-Intestinaux Des Moutons. *European Scientific Journal.* **13**(12) : 335-351.
- ✓ **Ouaar D., Megherbi-Benali A., Lotte S., Gérard J., Toumi-Benali, F. (2018).** Activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite de la sciure de bois de *Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*. CNRS.
- ✓ **Ouraini D., Agoumi, A., Ismaïli-Alaoui M., Alaoui, K. (2005).** Étude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes. *Phytothérapie.* N°4 : 147-157.
- ✓ **Oussalah M., Caillet S., Saucier L., and Lacroix M. (2006)** – Antimicrobial activity of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Science.* **73**: 236-244.
- ✓ **PEPELJNJAK S., KOSALEC I., KALOERA Z., BLAEVIL N. (2005).** Antimicrobial activity of juniper berry essential oil (*Juniperus communis* L., Cupressaceae). *Acta Pharm. Journal.* **55**: 417-422.
- ✓ **Pibiri M.C. (2006).** Assainissement de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles, Thèse de doctorat. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, p. 28-52.
- ✓ **Ponce AG., Fritz R., del Valle C., Roura SI. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the

- native microflora of organic Swiss chard. *LebensmittelWissenschaft und-Technologie*. **36**: 679-684.
- ✓ **Quézel P., Médail F. (2003).** — Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Editions scientifiques et médicales, Elsevier SAS.
- ✓ **Radaelli M., da Silva B.P., Weidlich L., Hoehne L., Flach A., da Costa L.A.M.A., Ethur E.M. (2016).** Antimicrobial activities of six essential oils commonly used as condiments in Brazil against *Clostridium perfringens*. *Brazilian Journal of Microbiology*. **47**(2): 424- 430p.
- ✓ **Rahhal R.; Hajjouji H.E.L.; Gmouh S.; Hsaine M.; Fougrach H.** Chemical composition, antioxidant, and antibacterial activities of the essential oils of *Juniperus phoenicea*, *Juniperus thurifera* and *Juniperus oxycedrus*. *Mediterr. J. Chem.* 2019. **9**: 190–198.
- ✓ **Ramdani M., Lograda T., Silini H., Zeraib A., Chalard P., Figueredo G., Zerrar S.** Antibacterial activity of essential oils of *Juniperus phoenicea* from Eastern Algeria. *J ApplPharmSci*. 2013. **3**: 022-028.
- ✓ **Ramdani M., Lograda T., Zeraib A., Chalard P., Figueredo G., Bouchaala M., Zerrar S. (2013).** Characteristics of essential oils of *Juniperus phoenicea* from Eastern Algeria. *Global J Res. Med. Plants & Indigen. Med* . **2**(9):613-623p.
- ✓ **Rota MC., Herrera A., Martinez RM., Sotomayor JA., Jordan MJ. (2008).** Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hymnals* essential oils. *Food control*. **19**: 681-687.
- ✓ **Rusenova N., and Parvanov P. (2009).** Antimicrobial activities of twelve essential oils against microorganisms of veterinary importance. *Trakia Journal of Sciences*. Vol. 7, No. 1 : pp 37-43.
- ✓ **S Pepeljnjak., I Kosalec., Z Kalojera., D Kutrak.** Natural Antimycotics from Croatian Plants, in *Plant-derived Antimycotics – Current Trends and Future Prospects* (Eds. M. Rai, D. Mares). *Haworth Press, New York* . 2003, pp. 41–84.
- ✓ **Sahar Rezvani., Mohammad Ali Rezai ., Nosratollah Mahmoodi,** Vol.2, No.2 (2009), 257-260 *Science*. **73**: 236-244p.
- ✓ **Sculz C., Knopf P., Stuzel T. (2005).** — Identification key to the *Cypress* family (Cupressaceae) . *FeddesRepert* .**116** : 96-146.
- ✓ **Semchaoui A., Belmagherbi A. (2021).** Evaluation des activités biologiques d'une plante médicinale (*Peganumharmala L.*) (Doctoral dissertation).
- ✓ **Shiota S., Shimizu S., Mizushima T., Ito H., Hatano T., Yoshida T., Tsuchiya T. (2004).** Mechanisms of action of Corilagin and Tellimagradin I that remarkably potentiate the activity of β -lactams against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *MicrobiologyImmunology*. **48**: 67-73
- ✓ **Song J-H., Yang T-C., Chang K-W., Han S-K., Yi H-K., Jeon J-G. (2007).** In vitro effects of a fraction separated from *Polygonum cuspidatum* root on the viability, in suspension and biofilms, and biofilm formation of mutans streptococci. *Journal of Ethnopharmacology*.**112**: 419-425.
- ✓ Standardisation de l'antibiogramme de l'OMS, 4eme édition, (2005)
- ✓ **Stassi V., Verykokidou E., Loukis A., Harvala C., Philianos S. (1996).** The antimicrobial activity of the essential oils of four *Juniperus* species growing wild in Greece. *Flav Fragr J*. **11**: 71–4
- ✓ **Stassi, V., E. Verykokidou, A. Loukis, C. Harvala, and S. Philianos. (1996).** The antimicrobial activity of the essential oils of four *Juniperus* species growing wild in Greece. *Flav.Fragr.J*. **11**: 71–74.

- ✓ **Pepeljnjak et al.**: Antimicrobial activity of juniper berry essential oil (*Juniperus communis L.*, Cupressaceae). *Acta Pharm.* **55** (2005): 417–422.
- ✓ **Trombetta D., Castelli F., Sarpietro M.G., Venuti V., Cristani M., Daniele C., Saija A., Mazzanti G., Bisignano G. (2005)**. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. *Antimicrob Agents Chemother.* **49**(6): 2474-2478p .
- ✓ **Turgis M., Han J., Caillet S., Lacroix M. (2009)**. Antimicrobial activity of mustard essential oil against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhi*. *Food Control.* **20**(12): 1073-1079p.
- ✓ **Quézel P., Santa S. (1962)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. Éd. CNRS, Paris.
- ✓ **Upadhyay R. K., Dwivedi P., and Ahmad S. (2010)**. Screening of Antibacterial Activity of Six Plant Essential Oils Against Pathogenic Bacterial Strains. **2**(3): pp152–158.
- ✓ **Weli A. M., Al-Hinaia S. R. K., Hossaina M. M., Al-Sabahi J. N. (2014)**. Composition of essential oil of Omani *Juniperus excelsa* fruit and antimicrobial activity against food borne pathogenic bacteria. *JTUSCI.* **8**: 225–230.
- ✓ **Zeraib A., Ramdani M., Boudjedjou L., Chalard P., Figuredo G. (2016)**. Etude phytochimique et chimio systématique de *Juniperus thurifera L.* L'Université Ferhat Abbas Sétif 1. 211 P.
- ✓ **Zeraib A.; Chalard P.** Characterization and chemosystematics of Algerian thuriferous juniper (*Juniperus thurifera L.*) Chemical composition and biological properties of essential oils from medicinal and aromatic species growing in the Aures region. View project. *Artic. J.Appl. Bot. Food Qual.* 2014, 87.
- ✓ **Zhiri A. (2006)**. Les huiles essentielles un pouvoir antimicrobien avéré. *Nutra News Science, Nutrition, Prévention et santé.* Edité par la Fondation pour le libre choix. **12**: 8p.

Résumé

L'objectif de notre travail est l'évaluation du potentiel antimicrobien de trois huiles essentielles extraites à partir des feuilles de l'espèce *Juniperus sp.* Notre stage pratique a été effectué au niveau du groupe SAIDAL qui est un groupe pharmaceutique généraliste algérien créé en 1982. Il est leader dans la production des médicaments en Algérie. Les résultats relatifs à l'évaluation de l'activité antimicrobienne des trois huiles essentielles (H1, H2 et H3) ont montré que même s'il s'agit de la même espèce mais l'effet des trois huiles essentielles des feuilles de *Juniperus sp.* provenant de trois localités différentes, n'est pas le même sur toutes les souches. En effet, pour la souche *Staphylococcus aureus* c'est l'huile essentielle H1 qui inhibe le plus sa croissance suivie de l'huile essentielle H3. La croissance de la souche *Bacillus subtilis* est inhibée du même degré par les deux huiles essentielles H3 et H1. Ceci est de même pour l'effet sur la croissance de la levure *Saccharomyces cerevisiae*. Nos résultats ont montré que la souche *Escherichia coli* est résistante à l'huile essentielle H3. Les deux autres huiles ont un effet inhibiteur modéré sur sa croissance.

Mots clés : *Juniperus sp.*, activité antimicrobienne, huiles essentielles.

Abstract

The objective of our work is the evaluation of the antimicrobial potential of three essential oils extracted from the leaves of the species *Juniperus sp.* Our practical internship was carried out at the level of the SAIDAL group which is an Algerian general pharmaceutical group created in 1982. It is the leader in the production of drugs in Algeria. The results relating to the evaluation of the antimicrobial activity of the three essential oils (H1, H2 and H3) showed that even if it is the same species but the effect of the three essential oils, leaves of *Juniperus sp.* come from three different localities, is not the same on all strains. Indeed, for the *Staphylococcus aureus* strain, it is the H1 essential oil that most inhibits its growth, followed by the H3 essential oil. The growth of the *Bacillus subtilis* strain is inhibited to the same degree by the two essential oils H3 and H1. This is the same for the effect on the growth of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Our results showed that the *Escherichia coli* strain is resistant to H3 essential oil. The other two oils have a slowed effect on its growth.

Keywords : *Juniperus sp.*, antimicrobial activity, essential oils.

ملخص

الهدف من عملنا هو تقييم إمكانات مضادات الميكروبات لثلاثة زيوت أساسية مستخرجة من أوراق نوع *Juniperus sp.* تم تنفيذ تدريبنا العملي على مستوى مجموعة صيدال وهي مجموعة صيدلانية جزائرية عامة تأسست عام 1982. وهي رائدة في إنتاج الأدوية في الجزائر. أظهرت النتائج المتعلقة بتقييم النشاط المضاد للميكروبات للزيوت الأساسية الثلاثة (H1 و H2 و H3) أنه حتى لو كانت من نفس النوع، ولكن تأثير الزيوت الأساسية الثلاثة لأوراق *Juniperus sp.* من ثلاث مناطق مختلفة، ليس هو نفسه في جميع السلالات. في الواقع، بالنسبة لسلالة *Staphylococcus aureus*، فإن زيت H1 الأساسي هو الذي يمنع نموها بشكل أكبر، يليه زيت H3 الأساسي. يتم منع نمو سلالة العصوية الرقيقة بنفس الدرجة بواسطة الزيوت الأساسية H3 و H1. هذا هو نفسه بالنسبة للتأثير على نمو الخميرة *Saccharomyces cerevisiae*. أظهرت نتائجنا أن سلالة الإشريكية القولونية مقاومة لزيت H3 الأساسي. الزيتان الآخران لهما تأثير تثبيط معتدل على نموه.

الكلمات المفتاحية: *Juniperus sp.*، النشاط المضاد للميكروبات، الزيوت الأساسية.