الجمهورية الجزائريةالديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Ferhat Abbas – Sétif 1 — **جامعة فرحات عباس سطيف 1**

Faculté des sciences de la nature et de la vie — **كلية علوم الطبيعة والحياة**

N°…….. /SNV/2026

MEMOIRE

Présenté par

CIOUD Rofaida

BERREHAL Chaima

FOUGHAR Aya

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Biologie

Spécialité : Microbiologie appliquée

THÈME

Évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles des cinq plantes médicinales

Soutenue publiquement le 23/ 06/2026

Devant le jury

ALLOUNI Rima	**MCA**	Présidente
BAKLI Sabrina	**MCA**	Promotrice
BOUSSEKINE Rania	**MCB**	Examinatrice

Année universitaire : 2025/20226

Résumé

La résistance croissante des microorganismes aux antibiotiques constitue un problème majeur de santé publique. Dans ce contexte, les huiles essentielles représentent une alternative prometteuse grâce à leurs propriétés antimicrobiennes. Cette étude a évalué l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Mentha piperita* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Zingiber officinale* et *Boswellia sacra* ., ainsi que de l'huile essentielle de la résine de *Pinus halepensis*., *vis-à-vis* de sept souches microbiennes, à l'aide de la méthode de l'aromatogramme et de la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB).

Les résultats ont montré une activité antimicrobienne variable selon les souches et les produits testés. L'huile essentielle de la résine de pin a présenté la plus forte inhibition contre *Candida albicans* (16**,**00 ± 0,00mm), tandis que *Rosmarinus officinalis* L. a montré une activité notable contre *Bacillus subtilis*. De manière générale, les bactéries à Gram positif étaient plus sensibles que les bactéries à Gram négatif. Les tests de CMI et de CMB ont montré que *Candida albicans* (CMI = 30 mg/mL ; CMB = 50 mg/mL) et *Bacillus subtilis* (CMI = 60 mg/mL ; CMB = 60 mg/mL) étaient les souches les plus sensibles, tandis que *Salmonella enterica* s'est révélée la plus résistante. Parmi les huiles essentielles étudiées, *Mentha piperita* L. a présenté la meilleure activité antimicrobienne.

Ces résultats confirment le potentiel antimicrobien des huiles essentielles étudiées et de l'huile essentielle de la résine de pin comme sources de composés bioactifs susceptibles de contribuer à la lutte contre les infections microbiennes et l'antibiorésistance.

Mots-clés : activité antimicrobienne, huiles essentielles, huile essentielle de résine de pin, aromatogramme, CMI, CMB, *Mentha piperita*

Présenté par :

CIOUD Rofaida, BERREHAL Chaima, FOUGHAR Aya

Encadré par :

BAKLI Sabrina

Abstract:

The increasing resistance of microorganisms to conventional antibiotics represents a major global public health issue. In this context, essential oils are considered promising alternative sources due to their antimicrobial properties. This study evaluated the antimicrobial activity of essential oils from *Mentha piperita* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Zingiber officinale*, and *Boswellia sacra*., as well as the essential oil of *Pinus halepensis* resin, against seven microbial strains, using the agar diffusion method (aromatogram) and the determination of minimum inhibitory concentrations (MIC) and minimum bactericidal concentrations (MBC).

The results showed variable antimicrobial activity depending on the tested strains and extracts. Pine resin essential oil exhibited the strongest inhibition against *Candida albicans* (16.0 ± 0.0 mm), while *Rosmarinus officinalis* L. showed notable activity against *Bacillus subtilis*. Overall, Gram-positive bacteria were more sensitive than Gram-negative bacteria. MIC and MBC assays revealed that *Candida albicans* (MIC = 30 mg/mL; MBC = 50 mg/mL) and *Bacillus subtilis* (MIC = 60 mg/mL; MBC = 60 mg/mL).were the most sensitive microorganisms, whereas *Salmonella enterica* was the most resistant. Among the tested essential oils, *Mentha piperita* L. showed the highest antimicrobial activity.

These findings confirm the antimicrobial potential of the studied essential oils and the essential oil of pine resin as sources of bioactive compounds that may contribute to the development of new strategies against microbial infections and antimicrobial resistance.

Keywords:antimicrobial activity, essential oils, pine resin essential oil, agar diffusion method, MIC, MBC, *Mentha piperita* L.

Presented by :

CIOUD Rofaida, BERREHAL Chaima, FOUGHAR Aya

Supervised by :

BAKLI Sabrina

الملخص:

تُعدّ المقاومة المتزايدة للكائنات الحية الدقيقة للمضادات الحيوية مشكلةً رئيسيةً في مجال الصحة العامة. وفي هذا السياق، تمثل الزيوت الأساسية بديلاً واعداً بفضل خصائصها المضادة للميكروبات. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم النشاط المضاد للميكروبات للزيوت الأساسية المستخلصة من *Mentha piperita* L.(النعناع الفلفلي)، و *Rosmarinus officinalis* L.(إكليل الجبل)، و *Zingiber officinale*(الزنجبيل)، و *Boswellia sacra*(اللبان)، بالإضافة إلى الزيت الأساسي المستخلص من *Pinus halepensis*.(الصنوبر الحلبي)، وذلك تجاه سبع سلالات ميكروبية باستخدام طريقة الأروماتوغرام وتحديد التركيز المثبط الأدنى (MIC)والتركيز المبيد الأدنى.(MBC)

أظهرت النتائج نشاطاً مضاداً للميكروبات متفاوتاً حسب السلالات والمنتجات المختبرة. وقد أظهر الزيت الأساسي للصنوبر أقوى تأثير تثبيطي ضد (*Candida albicans)* بقطر تثبيط بلغ (16.0 ± 0.0 مم)، في حين أظهر *Rosmarinus officinalis* L.نشاطاً ملحوظاً ضد *(Bacillus subtilis)*.وبصفة عامة، كانت البكتيريا موجبة الغرام أكثر حساسية من البكتيريا سالبة الغرام. كما بينت اختبارات MIC و MBC أن *Candida albicans* التركيز المثبط الأدنى = 30 ملغ/مل؛ التركيز المبيد الأدنى = 50 ملغ/مل) و *Bacillus subtilis* (التركيز المثبط الأدنى = 60 ملغ/مل؛ التركيز المبيد الأدنى = 60 ملغ/مل). كانتا الأكثر حساسية، بينما كانت (*Salmonella enterica*) الأكثر مقاومة. ومن بين الزيوت الأساسية المدروسة، أظهر زيت *Mentha piperita* L).أفضل نشاط مضاد للميكروبات.

تؤكد هذه النتائج الإمكانات المضادة للميكروبات للزيوت الأساسية المدروسة كمصادر للمركبات الحيوية الفعالة التي قد تسهم في مكافحة العدوى الميكروبية والحد من ظاهرة مقاومة المضادات الحيوية.

الكلمات المفتاحية: النشاط المضاد للميكروبات، الزيوت الأساسية، الزيت الأساسي لصنوبر، الأروماتوغرام، التركيز المثبط الأدنى (MIC)، التركيز المبيد الأدنى(MBC) ، *Mentha piperita* L.

من اعداد :

سيود رفيدة ، برحال شيماء ، فوغار اية

تحت اشراف :

باكلي صابرينة

TABLE DES MATIÈRES

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 1

1. Description des plantes 3

1.1. Romarin 3

1.1.2. Classification 3

1.1.3. Description botanique 3

1.1.4. Répartition géographique et habitat 4

1.1.5. Composition chimique 4

1.1.6. Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle de romarin 5

1.1.7. Localisation des huiles essentielles dans les différents organes du romarin 6

1.2. Gingembre 6

1.2.2. Classification 7

1.2.3. Description botanique 7

1.2.5. Composition chimique 8

1.2.6. Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle de gingembre 9

1.2.7. Localisation des huiles essentielles dans les différents organes du gingembre 9

1.2.8. Utilisation en médecine traditionnelle 10

1.3. Encens oliban 10

1.3.2. Classification 11

1.3.3. Description botanique 11

1.3.4. Répartition géographique et habitat 11

1.3.5. Composition chimique 12

1.3.6. Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle d'oliban 12

1.3.7. Localisation des huiles essentielles dans les différents organes de l'encens 12

1.3.8. Utilisation en médecine traditionnelle 13

1.4. La menthe 13

1.4.2. Classification 14

1.4.4. Répartition géographique et habitat 15
1.4.5. Composition chimique 15
1.4.6. Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle de menthe 16
1.4.7. Localisation des huiles essentielles dans les différents organes de la menthe 17
1.4.8. Utilisation en médecine traditionnelle 17
1.5. Résine de pin 17
1.5.2. Classification 18
1.5.3. Description botanique 18
1.5.4. Répartition géographique et habitat 19
1.5.5. Composition chimique 19
1.5.6. Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle de résine de pin 20
1.5.7. Localisation des huiles essentielles dans les différents organes du pin 20
1.5.8. Utilisation en médecine traditionnelle 20
3. Huile essentielle 21
4. Activité antimicrobienne 21
5. Méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobienne 22
5.1 Aromatogramme 22
6. Mécanisme d'action des huiles essentielles 23
6.2 Inhibition de la production énergétique 24
6.3 Altération des protéines et des enzymes cellulaires 24
6.4 Action sur l'ADN et l'ARN bactériens 25
6.5 Inhibition des pompes d'efflux 25
6.6 Inhibition du quorum sensing et de la formation des biofilms 25
6.7 Inhibition de la production des toxines bactériennes 26
2. Présentation des souches microbiennes utilisées 27
2.1 *Staphylococcus aureus* 27
2.1.1 Classification taxonomique 27
2.1.2 Morphologie et caractéristiques générales 27
2.1.3 Habitat et réservoirs naturels 27
2.1.4 Facteurs de virulence 27
2.1.5 Pathologies associées 27
2.1.6 Résistance aux antibiotiques 28
2.1.7 Sensibilité aux huiles essentielles 28
2.2 *Escherichia coli* 28
2.2.1 Classification taxonomique 28
2.2.2 Morphologie et caractéristiques générales 28
2.2.3 Habitat et réservoirs naturels 28
2.2.4 Facteurs de virulence 28

2.2.5 Pathologies associées 29
2.2.6 Résistance aux antibiotiques 29
2.2.7 Sensibilité aux huiles essentielles 29
2.3 *MRSA* (Staphylococcus aureus résistant à la méthicilline) 29
2.3.1 Classification taxonomique 29
2.3.2 Morphologie et caractéristiques générales 29
2.3.3 Habitat et réservoirs naturels 30
2.3.4 Facteurs de virulence 30
2.3.5 Pathologies associées 30
2.3.6 Résistance aux antibiotiques 30
2.3.7 Sensibilité aux huiles essentielles 30
2.4 *Bacillus subtilis* 31
2.4.1 Classification taxonomique 31
2.4.2 Morphologie et caractéristiques générales 31
2.4.3 Habitat et réservoirs naturels 31
2.4.4 Facteurs de virulence 31
2.4.5 Maladies associées 31
2.4.6 Résistance aux antibiotiques 32
2.4.7 Sensibilité aux huiles essentielles 32
2.5 Candida albicans 32
2.5.1 Classification taxonomique 32
2.5.2 Morphologie et caractéristiques générales 32
2.5.3 Habitat et réservoirs naturels 32
2.5.4 Facteurs de virulence 33
2.5.5 Pathologies associées 33
2.5.6 Résistance aux antifongiques 33
2.5.7 Sensibilité aux huiles essentielles 33
2.6 Salmonella enterica 34
2.6.2 Morphologie et caractéristiques générales 34
2.6.3 Habitat et réservoirs naturels 34
2.6.4 Facteurs de virulence 34
2.6.5 Pathologies associées 34
2.6.6 Résistance aux antibiotiques 35
2.6.7 Sensibilité aux huiles essentielles 35
2.7 Listeria monocytogenes 35
2.7.1 Classification taxonomique 35
2.7.2 Morphologie et caractéristiques générales 35
2.7.3 Habitat et réservoirs naturels 35

2.7.4 Facteurs de virulence 36
2.7.6 Résistance aux antibiotiques 36
2.7.7 Sensibilité aux huiles essentielles 36
Matériel et méthodes 38
I. Matériel 38
I.1. Matériel végétal 38
I.2. Souches microbiennes utilisées 40
II. Méthodes 40
II.1. Activité antibactérienne 40
II.1.0. Préparation de l'inoculum bactérien 40
II.1.1. Évaluation qualitative (aromatogramme) 41
II.1.2. Évaluation quantitative (détermination des CMI et CMB) 42
II.1.2.1. Détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) 42
II.1.2.2. Détermination des concentrations minimales bactéricides (CMB) 42
1 Résultat et discussion 45
1.1 Aromatogramme 45
1.2 Résultats de la CMI et de la CMB 58
Conclusion 62
Liste de références : 65

Introduction

Introduction

La résistance bactérienne aux antibiotiques constitue aujourd'hui l'un des principaux défis de santé publique à l'échelle mondiale, compromettant de manière significative l'efficacité des traitements des infections bactériennes. L'émergence et la propagation de souches multirésistantes réduisent progressivement les options thérapeutiques disponibles, rendant certaines infections de plus en plus difficiles, voire impossibles, à traiter. Selon les estimations récentes, environ 700 000 décès sont attribués chaque année à la résistance aux antimicrobiens, et ce nombre pourrait atteindre 10 millions de décès par an d'ici 2050 en l'absence de stratégies de contrôle efficaces (World Health Organization, 2022 ; Salam *et al.,* 2023). Cette problématique engendre également un impact économique considérable, notamment en raison de l'augmentation des coûts de prise en charge médicale et de l'allongement des durées d'hospitalisation (Gould, 2020).

Face à cette situation préoccupante, la recherche de nouvelles alternatives thérapeutiques est devenue une priorité scientifique majeure. Parmi les approches actuellement explorées, les produits naturels suscitent un intérêt croissant en raison de leur richesse en composés bioactifs et de leur potentiel thérapeutique. Les huiles essentielles, en particulier, représentent une source prometteuse de molécules à activité antimicrobienne. Ces mélanges complexes de métabolites secondaires possèdent une grande diversité de propriétés biologiques, notamment antibactériennes, antifongiques, antioxydantes et anti-inflammatoires, ce qui leur confère un intérêt considérable dans le développement de nouvelles stratégies de lutte contre les infections microbiennes (Khwaza et Aderibigbe, 2025).

De nombreuses études ont démontré l'activité antibactérienne de diverses huiles essentielles, activité principalement attribuée à leur richesse en composés bioactifs tels que les terpènes, les terpénoïdes et les composés phénoliques. Toutefois, l'efficacité antimicrobienne de ces huiles peut varier considérablement selon leur origine botanique, leur composition chimique, les conditions environnementales de production ainsi que la sensibilité des microorganismes ciblés. Cette variabilité explique l'hétérogénéité des résultats rapportés dans la littérature scientifique (Hammer *et al.,* 2020 ; Burt, 2021).

Par ailleurs, les huiles essentielles ne se limitent pas à une action antimicrobienne directe. Elles peuvent également agir comme adjuvants thérapeutiques en renforçant l'efficacité d'autres agents antimicrobiens. Plusieurs mécanismes ont été proposés pour

expliquer cet effet synergique, notamment la perturbation de l'intégrité de la membrane cellulaire bactérienne, l'altération de la perméabilité membranaire et l'inhibition de certains mécanismes impliqués dans la résistance aux antibiotiques (Khwaza et Aderibigbe, 2025 ; Soulaimani, 2025). Ces propriétés ouvrent ainsi de nouvelles perspectives dans la lutte contre les bactéries multirésistantes, qu'elles soient à Gram positif ou à Gram négatif (Hammer *et al.,* 2020).

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif d'évaluer et de comparer l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Mentha piperita* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Zingiber officinale* Roscoe et *Boswellia sacra* Flück., ainsi que de l'huile essentielle de la résine de *Pinus halepensis* Mill., *vis-à-vis* de différentes souches microbiennes d'intérêt clinique.