

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID -TLEMCEM

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers



Département de Biologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Bio activités, Analyses et Contrôle des Huiles Essentielles et Végétales

Présenté par :

EL HASSAR Youcef

BENSAFI Mohammed El Amine



Activités biologiques de l'huile essentielle de
lavandula dentata L.

Soutenu le : 07 /07 /2025, devant le jury composé de :

Présidente :	BELLIFA Samia	MCA Université de TLEMCEM
Examinatrice :	DIB Hanane	MCA Université de TLEMCEM
Encadrante :	SELADJI Meryem	MCA Université de TLEMCEM

2024/2025

Remerciements

Avant toute chose, nous louons Allah, le Très-Haut, de nous avoir bénie avec la résistance, la motivation, la santé et surtout l'endurance nécessaires pour traverser ces cinq années d'études et concrétiser ce projet de recherche.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions tout particulièrement, **Mme BEKKARA-SELADJI Meryem** notre encadrante de mémoire, pour la qualité de son encadrement, sa disponibilité, ses conseils éclairés et sa rigueur scientifique, qui ont grandement enrichi notre réflexion et orienté nos recherches.

Nos sincères remerciements vont à **Mme BENAMAR BELLIFA Samia**, pour avoir accepté de présider ce jury, c'est un honneur de pouvoir profiter de ses précieux conseils.

Nous remercions également l'ensemble des enseignants et intervenants, plus spécialement **Mme BENAMAR DIB Hanane** qui nous a été d'une aide précieuse tout au long de ce travail.

Nous remercions également **Mr CHIKHI Ilyes** Enseignant de l'université de Sidi Belabbass pour son aide précieuse.

Nous tenons à remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail. Votre disponibilité, votre expertise et le temps que vous avez consacré à la lecture et à l'appréciation de ce mémoire sont profondément appréciés. Vos remarques enrichissantes constituent pour nous un honneur, et représentent une réelle valeur ajoutée à ce travail.

Nous souhaitons également exprimer notre profonde gratitude à nos chères familles respectives et à nos proches pour leur soutien constant, leur patience et leurs encouragements, sans lesquels ce travail n'aurait pas été possible.

Merci à toute personne ayant participé d'une manière ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail.

Dédicace :

Je dédie ces pages à ceux qui ont semé l'espoir sur mon chemin,

À mes parents, phares lumineux de ma vie,

À mes frères, compagnons de toujours,

À mes mentors qui ont façonné ma réflexion,

Et à tous ceux qui ont marqué mon parcours de leur empreinte.

Résumé

Ce travail porte sur l'étude des activités antioxydante et antimicrobienne de l'huile essentielle extraite des parties aériennes de *Lavandula dentata*, une plante aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. L'huile essentielle a été obtenue par hydrodistillation selon la méthode de Clevenger, puis testée pour ses propriétés biologiques à l'aide d'approches *in vitro*.

L'évaluation de l'activité antioxydante a été réalisée par la méthode du DPPH, révélant un pouvoir antiradicalaire modéré. La valeur de IC_{50} obtenue est de 8,4 mg/ml, indiquant une activité antioxydante modérée comparée à celle de l'acide ascorbique, dont l' IC_{50} est plus faible (6,63 mg/ml).

L'étude de l'activité antimicrobienne, réalisée par la méthode de diffusion sur gélose, a montré une efficacité variable selon les souches testées. Les résultats indiquent une forte activité contre les bactéries à Gram positif, notamment *Bacillus cereus* (58,5 mm), *Micrococcus luteus* (42,25 mm) et *Staphylococcus* (38 mm), ainsi qu'une inhibition totale de la croissance de *Candida albicans*, démontrant un effet antifongique significatif. En revanche, une activité plus modérée a été observée contre les bactéries à Gram négatif comme *E. coli* (25 mm), *Klebsiella* (15,6 mm), et une résistance marquée chez *Pseudomonas* (10,5 mm).

Les trois souches testées *Staphylococcus*, *candida albicans* et *Bacillus cereus* présentent une activité antimicrobienne très élevée face à l'huile essentielle.

Ces résultats confirment que l'huile essentielle de *Lavandula dentata* possède un potentiel biologique intéressant, notamment comme agent antimicrobien naturel contre certaines souches pathogènes, et dans une moindre mesure, comme antioxydant. Elle pourrait ainsi trouver des applications dans les domaines pharmaceutique, cosmétique ou agroalimentaire.

Mots clés : *Lavandula dentata*, huile essentielle, activité antioxydante, DPPH, activité antimicrobienne.

Abstract

This study focuses on the investigation of the antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil extracted from the aerial parts of *Lavandula dentata*, an aromatic plant belonging to the Lamiaceae family. The essential oil was obtained by hydrodistillation using the Clevenger apparatus, then tested for its biological properties through in vitro approaches.

The antioxidant activity was evaluated using the DPPH method, revealing a moderate free radical scavenging capacity. The IC_{50} value was 8.4 mg/ml, indicating a moderate antioxidant activity compared to ascorbic acid, whose IC_{50} is lower (6.63 mg/ml).

The antimicrobial activity, assessed by the agar diffusion method, showed variable effectiveness depending on the tested strains. The results indicated strong activity against Gram-positive bacteria, particularly *Bacillus cereus* (58.5 mm), *Micrococcus luteus* (42.25 mm), and *Staphylococcus* (38 mm), as well as complete inhibition of *Candida albicans* growth, indicating a significant antifungal effect. In contrast, a more moderate activity was observed against Gram-negative bacteria such as *E. coli* (25 mm), *Klebsiella* (15.6 mm), and a marked resistance in *Pseudomonas* (10.5 mm).

"The three tested strains—*Staphylococcus*, *Candida albicans*, and *Bacillus cereus*—show very high antimicrobial activity when exposed to the essential oil."

These findings confirm that the essential oil of *Lavandula dentata* has an interesting biological potential, particularly as a natural antimicrobial agent against certain pathogenic strains, and to a lesser extent, as an antioxidant. It could thus find applications in the pharmaceutical, cosmetic, or food industries.

Keywords: *Lavandula dentata*, essential oil, antioxidant activity, DPPH, antimicrobial activity.

ملخص

يركز هذا العمل على دراسة الأنشطة المضادة للأكسدة والمضادة للميكروبات للزيت العطري المستخرج من الأجزاء الهوائية لنبات *Lavandula dentata*، وهو نبات عطري ينتمي إلى الفصيلة الشفوية. تم الحصول على الزيت العطري عن طريق التقطير المائي باستخدام طريقة Clevenger ، ثم تم اختبار خصائصه البيولوجية باستخدام مناهج في المختبر. تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة DPPH ، وكشف عن نشاط مضاد للجذور الحرة معتدل. بلغت قيمة IC_{50} التي تم الحصول عليها 8.4 ملغم/مل، مما يشير إلى نشاط مضاد للأكسدة معتدل مقارنة بحمض الأسكوربيك، الذي يحتوي على IC_{50} أقل (6.63 ملغم/مل). أظهرت دراسة النشاط المضاد للميكروبات، التي أجريت باستخدام طريقة انتشار الأجار، فعالية متفاوتة تبعاً للسلاسل المختبرة. تشير النتائج إلى نشاط قوي ضد البكتيريا موجبة الجرام، بما في ذلك العصوية الشمعية (58.5 مم)، والمكورات الصفراء (42.25 مم)، والمكورات العنقودية (38 مم)، بالإضافة إلى تثبيط كامل لنمو المبيضات البيضاء، مما يدل على تأثير مضاد للفطريات واضح. في المقابل، لوحظ نشاط أكثر اعتدالاً ضد البكتيريا سالبة الجرام مثل الإشريكية القولونية (25 مم)، والكلبيسيلا (15.6 مم)، ومقاومة ملحوظة في الزائفة الزنجارية (10.5 مم).

"تُظهر السلاسل الثلاث المختبرة المكورات العنقودية، والمبيضات البيضاء، والعصوية المخاطية نشاطاً مضاداً ميكروبياً عالياً جداً عند التعرض للزيت العطري".

تؤكد هذه النتائج أن زيت الخزامى العطري يتمتع بإمكانيات بيولوجية مثيرة للاهتمام، لا سيما كعامل طبيعي مضاد للميكروبات ضد بعض السلاسل المسببة للأمراض، وبدرجة أقل، كمضاد للأكسدة. وبالتالي، يمكن أن يجد تطبيقات في قطاعات الأدوية ومستحضرات التجميل والأغذية الزراعية.

الكلمات المفتاحية: *Lavandula dentata*؛ الزيت العطري، التقطير المائي، النشاط المضاد للأكسدة، DPPH، النشاط المضاد للميكروبات.

Liste des figures

Figure 2: L’hydrodistillation industrielle	12
Figure 3: <i>Lavandula dentata</i> L. (original pierre de chat –Tlemcen-2025).....	18
Figure 4 : La localisationde la zone de récolte « pierre de chat –Tlemcen_ »	18
Figure 5 : Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation	19
Figure 6 : Piégeage du radical libre DPPH.....	21
Figure 7 : Réaction de neutralisation du radical DPPH par un donneur d'hydrogène	22
Figure 8 : Diverses concentrations d’huile essentielle de lavande	23
Figure 9: Représentation graphique de rendement d'huile essentielle <i>Lavandula Dentata</i>	27
Figure 10 : Courbe identifiant de l’inhibition d’acide ascorbique et la lavande	28

Liste des tableaux

Tableau 1: Variétés de lavande (Franc homme et al, 2001).....	5
Tableau 2: Classification botanique de la plante <i>Lavandula dentata</i>.....	7
Tableau 3: Principaux composés de l'espèce <i>Lavandula dentata</i>.....	9
Tableau 4: Les différentes souches microbiennes testées	24
Tableau 5 : les résultats de l'activité antioxydante	28
Tableau 6 : les résultats de l'activité antimicrobienne	30
Tableau 7 : les volumes d'huile essentielle (HE) appliqués à différentes souches microbiennes...	36

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	2
CHAPITRE I: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
Partie 1: La LAVANDE.....	5
1.1. Généralités sur la lavande.....	5
1.1.1. Variabilité.....	5
1.1.2. Genre <i>Lavandula</i>	6
1.2. Monographie de la plante étudiée.....	6
1.2.1. Description botanique	6
1.2.2. Classification botanique	7
1.2.3. Principaux composés actifs de la plante	7
1.2.4. Principaux composés d'espèce <i>Lavandula dentata</i>	8
Partie 2: HUILES ESSENTIELLES	9
2.1. Définition et Histologie.....	9
2.2. Technique et méthodes d'extraction des huiles essentielles	13
2.3. Composition des huiles essentielles.....	13
2.3.1. Composition chimique des huiles essentielles.....	14
2.3.2. Composés aromatiques.....	14
2.3.3. Composés d'origine diverse.....	14
2.4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles	14
2.5. L'activité biologique des huiles essentielles	14
2.5.1. Activité antimicrobienne	14
2.5.2. Activité antifongique	15
2.5.3. Activité antioxydante.....	15
2.6. Localisation cellulaire des huiles essentielles.....	15
2.7. Rôles et intérêts des huiles essentielles.....	15
2.8. Domaines d'utilisation des huiles essentielles	16
2.9. Huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i>	16
2.10. Toxicité des huiles essentielles.....	16

Chapitre II : Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal.....	18
---------------------------------	-----------

2. Méthodes.....	19
2.1. Extraction d’huile essentielle de lavande.....	19
2.2. Évaluation du rendement des huiles essentielles	20
2.3.Activités biologiques de l’huile essentielle de la lavande.....	20
2.3.1.Activité antioxydante de l’huile essentielle de lavande.....	20
2.3.2.Activité antimicrobienne de l’huile essentielle de lavande.....	23

Chapitre III : résultats et interprétation

1. Rendement d’extraction.....	28
2.Activité antioxydante	28
3. Activité antimicrobienne	30
Conclusion	37
Références bibliographiques.....	38

Introduction

Dans un contexte mondial marqué par une prise de conscience accrue de l'importance des produits naturels pour la santé humaine, les huiles essentielles occupent une place centrale dans les recherches scientifiques contemporaines. Issues des plantes aromatiques, ces substances volatiles et complexes sont reconnues pour leur large spectre d'activités biologiques, notamment leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, antifongiques et anti-inflammatoires **(Bakkali et al., 2008 ; Nazzaro et al., 2013)**. Leur richesse en composés bioactifs, tels que les monoterpènes, les sesquiterpènes, les alcools, les esters et les phénols, en fait des candidats de choix pour le développement d'agents thérapeutiques naturels.

Parmi les espèces végétales prometteuses, *Lavandula dentata*, appartenant à la famille des Lamiacées, est une plante originaire du bassin méditerranéen, largement utilisée en médecine traditionnelle pour ses vertus sédatives, antiseptiques et cicatrisantes. Cette espèce de lavande est particulièrement intéressante en raison de la diversité de ses constituants chimiques, notamment le linalol, le camphre, le 1,8-cinéole et le bornéol, dont plusieurs sont associés à des effets pharmacologiques démontrés **(El Kouhen et al., 2022)**. La composition chimique de son huile essentielle peut cependant varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la zone géographique, la période de récolte ou les conditions d'extraction **(Guitton et al., 2010)**.

Le stress oxydatif, résultant d'un déséquilibre entre la production de radicaux libres et les défenses antioxydantes de l'organisme, est impliqué dans de nombreuses pathologies chroniques, notamment les maladies cardiovasculaires, le diabète, les maladies neurodégénératives et certains cancers **(Halliwell & Gutteridge, 2015)**. Les antioxydants naturels, capables de piéger ces radicaux libres ou de prévenir leur formation, suscitent donc un intérêt croissant. Dans ce contexte, l'évaluation du pouvoir antioxydant de l'huile essentielle de *Lavandula dentata*, à l'aide de tests comme le DPPH, permet d'estimer son efficacité en tant qu'agent antioxydant potentiel.

Parallèlement, la résistance croissante des bactéries aux antibiotiques conventionnels constitue un problème majeur de santé publique à l'échelle mondiale. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) alerte régulièrement sur l'urgence de développer de nouvelles alternatives thérapeutiques, notamment d'origine naturelle. Les huiles essentielles, de par leurs mécanismes d'action multiples (perturbation de la membrane cellulaire, inhibition enzymatique, interférence avec le quorum sensing, etc.), représentent une voie prometteuse dans la lutte contre les infections bactériennes et fongiques **(Burt, 2004)**. Plusieurs études ont montré que l'huile essentielle de lavande exerce une activité antimicrobienne marquée, notamment contre les bactéries à Gram positif, mais aussi contre certaines souches fongiques comme *Candida albicans* **(Mansouri et al., 2019)**.

Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'activité antioxydante et antimicrobienne de l'huile essentielle extraite de *Lavandula dentata*, collectée dans la région de Hadjrat El Guat Remchi wilaya de Tlemcen. Pour ce faire, des tests *in vitro* ont été réalisés afin de quantifier l'efficacité de cette huile dans le piégeage des radicaux libres (méthode DPPH), ainsi que son action inhibitrice vis-à-vis de différentes souches microbiennes, bactériennes et fongiques. Les résultats obtenus permettront de mieux comprendre le potentiel bioactif de cette huile essentielle, et d'envisager ses applications possibles dans les domaines pharmaceutique, cosmétique, agroalimentaire ou même vétérinaire.

Partie I :
Étude bibliographique

1. La lavande :

1.1. Généralités sur la lavande

Le mot Lavande (*Lavandula*) aurait été créé au Moyen Age d'après le verbe latin 'lavare' qui veut dire 'laver' liant la plante à la notion de propreté. Les romains l'utilisaient déjà pour parfumer leurs bains et entretenir le linge (**Meunie, 1992**). Les lavandes se développent toutes naturellement dans des sols secs à très secs (falaises, rochers, rocailles, oueds...). Peu sont rustiques sous climat parisien (*L. angustifolia*, *L. latifolia*, *L. lanata*) et dans une moindre mesure les lavandes « papillons » (*L. stoechas*, *L. viridis* et *L. pedunculata*). Toutes les autres (bien que *L. dentata* résiste à de petites gelées) sont gélives mais peuvent être cultivées au jardin, avec de multiples précautions, comme des annuelles (avec possibilité de floraison et maturation des graines dans la plupart des cas) (**Jardins de France, 2015**).

1.1.1. Variabilité :

Il existe plusieurs espèces, sous-espèces, et variétés, qui doivent être connues et séparées, car leurs vertus sont très différentes (**Franchomme et Péroël, 2001**) (**Tableau I**).

Tableau 1: Variétés de lavande (Franchomme et Péroël, 2001).

Lavande vraie (<i>Lavandula angustifolia</i> sp. <i>angustifolia</i> var. <i>fragens</i>)	Lavande fine (<i>Lavandula angustifolia</i> sp. <i>angustifolia</i> var. <i>delphinensis</i>)	Lavande aspic (<i>Lavandula latifolia</i>)	Lavandes hybrides (<i>Lavandulax burnatii</i>)	Lavande blanche
La plus merveilleusement Parfumée est la Lavande officinale, Elle n'existe qu'à l'état sauvage sur les Sols calcaires les Plus secs de 700/800 À 1800 m d'altitude	C'est une autre Lavande officinale, Moins odorante et Moins subtile. Elle existe à l'état spontané, sur des Sols plus frais, et de moindre altitude	Elle pousse à Basse altitude (de 300 à 600 m) ;	Elles sont communément Appelées lavandins ; elles Constituent la majorité des Cultures actuelles en raison De leur bonne productivité, Malgré leur odeur moins Fine (<i>lavandin super</i>), ou Plus camphrée (<i>lavandin abrial</i>)	Ce n'est pas une Vraie lavande (bien qu'il existe Une lavande à Fleurs blanches)

Bien qu'il existe des synonymes et Quelques confusions botaniques, des écrits rapportent l'usage ancien de la lavande ou de la lavande de bonne qualité. La lavande vraie ou médicinale (*L. angustifolia*

anciennement appelée *L. vera* ou *L. officinalis*), la lavande congelée (*L. latifolia* était autrefois connu sous le nom de *L. spica*) et le lavandin (*L. x intermedia*) (Upson et al., 2004).

1.1.2. Genre *Lavandula*

La lavande appartient à la famille des *Lamiacées*, qui comprend environ 30 espèces oléagineuses indispensables, certaines espèces poussent à l'état sauvage en Algérie : *Lavandula stoechas* L., *L. multifida*, *L. stricta* Poiret, *L. pubescens* Dec et *L. dentata*. Ce sont le plus souvent des plantes herbacées, des arbustes, largement répandus autour du monde mais particulièrement dans les régions tempérées et méditerranéennes.

1.2. Monographie de la plante étudiée : *Lavandula dentata* L.

La Lavande dentée (*Lavandula Dentata*) est un arbuste de la famille des *Lamiacées*. Elle grandit dans les Îles Canaries et les montagnes méditerranéennes, dans un climat doux et sol fertile aride et rocheux. Il est largement cultivé dans le monde; originaire de certaines îles de l'océan Atlantique, de la Méditerranée, Afrique du nord et Moyen-Orient, Arabe et Indien (Msaada, al., 2012).

1.2.1. Description botanique de la plante

La lavande dentée (ou lavande dentelée, lavande des alpes, lavande alpine, lavande anglaise) (Figure 1) nommée par les anglophones 'Fringed Lavander, Frenche Lavender' (Richard et al., 2000).

- ✓ Appellation locale: جعيدة (Baba Aissa, 2011).
- ✓ En Français: lavande à feuilles dentée (AitYoussef, 2006).
- ✓ En berbère: tamezriya ou taymerza.
- ✓ Nom scientifique: *Lavandula dentata*.

De nombreuses espèces de cette famille sont des plantes aromatiques source d'huiles essentielles (HE) très utiles pour l'aromathérapie, la parfumerie, l'agro-alimentaire et l'industrie des cosmétiques. On y rencontre aussi beaucoup d'espèces mellifères et également des espèces cultivées comme plantes condimentaires et ornementales (Balchin, 2002) ;(Benabdelkader, 2012).

Lavandula dentata commence à fleurir dans la première semaine de janvier, atteignant son pic entre la deuxième semaine de février et la première semaine de mars. Les plantes continuent à fleurir jusqu'à la troisième semaine de mars, et la floraison se termine à la fin du

mois de mars, ce qui indique que *Lavandula dentata* présente une période de floraison prolongée d'environ 90 jours (Nuru et al., 2015).



(a)



(b)

Figure1: *Lavandula Dentata* (a:feuille/b: fleur)

1.2.2. Classification botanique

D'après (APG3, 2009), *Lavandula dentata* L.est classé comme suit :

Tableau 2: Classification botanique de la plante *Lavandula dentata*L.

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospemes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	<i>Lavandula</i>
Espèce	<i>Lavandula dentata</i>L.

1.2.3. Principaux composés actifs de la plante

On peut classer les métabolites secondaires en trois groupes, chacun renferme une très grande diversité biologique (**Bruneton, 2009**):

- Les composés phénoliques.
- Les composés azotés (les alcaloïdes).
- Les terpènes.

- **Les composés phénoliques :**

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux, sur environ 8000 composés, les plus célèbres sont: les flavonoïdes, acides phénoliques et les tanins (**Edeas, 2007**). On les trouve, généralement, dans toutes les plantes vasculaires, où ils peuvent être localisés dans nombreux organes. In vitro, les composés phénoliques sont des activités antioxydante, antimicrobienne, antivirale, anti-inflammatoire et anticancéreuse (**Chaouche, 2014**).

Les polyphénols ou composés phénoliques sont des métabolites secondaires d'un poids moléculaire élevé, largement distribués dans le règne végétal. Ce sont des molécules aromatiques constituées d'un groupement phényle (C6) et d'un hydroxyle (-OH)(**Assaset Becha, 2019**).

- **Les acides phénoliques:** Ils sont caractérisés par un groupe carboxyle associé au cycle benzénique (**Heleno et al., 2015**). Les phénols ou les acides phénoliques sont des petites molécules composées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupement hydroxyle, elles peuvent être estérifiées, étherifiées et liées aux sucres sous forme d'hétérosides, ces phénols sont solubles dans des solvants polaires, leur biosynthèse est issue de l'acide benzoïque(C6-C1):très présent dans le règne végétal ainsi que dans l'acidep-coumarique (C6-C3):leur distribution est très large dans le règne végétal (**Wichtl et Anton, 2009**).
- **Les flavonoïdes :** sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et quelque fois des feuilles (**Bruneton, 1999**). Ils se caractérisent par le degré d'oxydation du noyau Central (qui peut s'ouvrir ou se fermer), le nombre, la position et la nature des substituant(Groupes hydroxyles libres, méthylés ou glycosylés) sur les deux cycles aromatiques A et B et du cycle central C(**Harborne, 1988**).
- **Les terpénoïdes :**
Appelés également terpènes, ils contiennent un vaste groupe de métabolites secondaires, sont des hydrocarbures naturels, caractérisés par une structure cyclique ou chaîne ouverte (**Hellal, 2011**).

Le terpénoïde est attribué à tous les composés pour une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène, ces composés sont principalement d'origine végétale (**Malecky, 2005**). Ce sont des métabolites importants pour tous les organismes vivants. De plus, la capacité de synthétiser son précurseur, l'isopentényl-pyrophosphate (hemiterpène), est omniprésente chez les archéobactéries, les eubactéries et les eucaryotes. Celui-ci l'a acquis avec endosymbiose. Les terpénoïdes ont donné lieu à une expansion extrêmement diverse. En ce qui concerne les plantes terrestres, le groupe des terpénoïdes comprend maintenant au moins 30000 entités chimiques distinctes. Elles sont divisées en sous-classes en fonction de nombre d'atomes de carbone de son chaîne carbonée en hémimono- (C5), sesqui- (C10), di- (C15), tri- (C20), tétra- (C30) et poly- (C >40) (**Bouaziz, 2022**).

1.2.4. Principaux composés de l'espèce *Lavandula dentata* L.

Le tableau suivant présente différents travaux effectués sur *L. dentata*.

Tableau 3: Principaux composés d'espèce *Lavandula dentata*.

Molécule	Partie de la plante	Références
1,8-Cinéole	Parties aériennes	(Imelouane et al., 2010); (Touati et al., 2011); (Giuliani et al., 2013) ; (Soro et al., 2014) ; (Ouedrhiri et al., 2017) ; (Rebey et al., 2017); (Justus et al., 2018); (El-Akhal et al., 2021) ; (Cossetin et al., 2021).
Fenchone	Parties aériennes	(Al-Sarar et al., 2014); (Ouedrhiri et al., 2017); (Dammak et al., 2019) ; (Cossetin et al., 2021).
α -Pinène	Parties aériennes	(Bousmaha et al., 2005); (Mothana et al., 2012); (Giuliani et al., 2013) ; (Hu et al., 2017) ; (Ouedrhiri et al., 2017) ; (Rebey et al., 2017) ; (Cossetin et al., 2018); (Müller-Sepúlveda et al., 2020) ; (El-Akhal et al., 2021).

Camphre	Feuilles, Tige, Racine	(Touati et <i>al.</i> ,2011);(Al-Sarar,2014);(Soro et <i>al.</i> ,2014); (Asdadi et <i>al.</i> ,2016);(Bouazama et <i>al.</i> ,2017);(Dris et <i>al.</i> , 2017) ;(Rebey et <i>al.</i> ,2017) ; (Cossetin et <i>al.</i> , 2018); (Dammak et <i>al.</i> , 2019) ; (Cossetin et <i>al.</i> , 2020); (El-Akhal et <i>al.</i> , 2021).
Myrténol	Parties aériennes	(Bousmaha et <i>al.</i> , 2005); (Ouedrhiri et <i>al.</i> ,2017);(Rebey et <i>al.</i> , 2017).
Linalool	Parties aériennes	(Imelouane et <i>al.</i> ,2010);(Asdadietal.,2016);(Rebey et <i>al.</i> ,2017); (Almohawes et Alruhaimi, 2019);(Al Sufyani et <i>al.</i> , 2019)
α-terpinolène	Parties aériennes	(Dris et <i>al.</i> , 2017);(Müller-Sepúlveda et <i>al.</i> , 2020).
β-Pinène	Parties aériennes	(Imelouane et <i>al.</i> ,2010 ; Rebey et <i>al.</i> ,2017 ; Dammak et <i>al.</i> ,2019).
Carvacrol	Parties aériennes	(Elhassouni et <i>al.</i> , 2017).
Myrténo	Parties aériennes	(Bousmaha et <i>al.</i> , 2005 ; Ouedrhiri et <i>al.</i> ,2017; Rebey et <i>al.</i> ,2017).

2. LES HUILES ESSENTIELLES

2.1. Définition et Historique

Les huiles essentielles sont des substances naturelles existant depuis l'antiquité, on en trouve la trace en Egypte, 4000 ans environ avant Jésus Christ (**Odoul, 2003**). Le terme « **huile essentielle** » a été forgé au XVI^{ème} siècle par le médecin suisse **Parascelsus Von Hohenheim** pour désigner le composé actif d'un médicament naturel (**Burt, 2004**). De nombreux auteurs ont tenté de donner une définition des huiles essentielles. Selon William Naves (1874-1936) les huiles essentielles sont «des mélanges de divers produits d'espèces végétales qui sont passés dans un courant de vapeur d'eau lors de la distillation avec une proportion d'eau » (**Garnéro, 1996**).

Selon AFNOR et ISO « l'huile essentielle est le produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe frais de certains agrumes, soit par distillation. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques » (**ISO, 1997; AFNOR, 2000**).

Selon **Festy. (2014)**. Une huile essentielle est la fraction odorante volatile extraite des végétaux. C'est le parfum concrétisé de la plante, un véritable concentré. Elle peut être extraite de différentes parties d'un végétal : les feuilles (ex: eucalyptus), les fleurs (ex: camomille), l'écorce (ex : la cannelle), le bois (ex : le cèdre), le zeste (ex : agrume) et bien d'autres encore: les graines, les baies, les fruits, le bulbe.

2.2. Techniques et méthodes d'extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont fabriquées à partir des sucres issus de la photosynthèse, par des cellules spécialisées, situées dans les fleurs et les feuilles. Mais il est possible d'utiliser le fruit, le bois ou encore la racine du végétal considéré (**Lardry et al., 2007**).

Pour qu'un végétal appartienne à la famille des plantes aromatiques, il doit contenir une quantité plus ou moins importante d'essences dans une ou plusieurs parties de sa structure (**Bonnaïfous et Miles, 2013**). Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles.

Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait selon la nature de la matière végétale à traiter et l'usage de l'extrait. Les principales méthodes d'extraction sont :

✓ Extraction par hydrodistillation

L'hydrodistillation est un procédé très ancien. Les Perses l'auraient utilisé pour fabriquer l'eau de rose. Aujourd'hui, il est mis en œuvre dans différents secteurs (**Lardry et al., 2007**). Elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau, l'ensemble est porté à ébullition, puis conduire à la pression atmosphérique. L'opération s'effectue dans un alambic en cuivre où les parties de plante à extraire sont recouvertes d'eau tiède et laissées ensuite en macération durant quelques heures

(Farahat, 2010).

La température à l'intérieur de l'alambic est ensuite élevée progressivement jusqu'à 100°C. La vapeur d'eau produite entraîne les huiles essentielles avec elle, puis elle se condense dans un serpentin à l'extrémité duquel le distillat est recueilli dans un récipient, type vase florentin. Ce distillat se décante en deux parties, l'huile essentielle se trouvant dans la partie supérieure et la partie inférieure étant constituée par de l'eau. L'hydrodistillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage de la phase aqueuse obtenue après séparation de l'huile essentielle lors de la décantation. Le principe de recyclage est communément appelé cohobage.

La **Figure 2** présente le système industriel d'hydrodistillation. Au laboratoire, le système de référence pour l'extraction des huiles essentielles est le clevenger publié en 1928, équipé d'un ballon pour la distillation d'eau et de la matière végétale, d'un condenseur, d'une colonne de récupération et de décantation d'huile essentielle et d'une cohobe, équipé d'un ballon pour la distillation d'eau et de la matière végétale, d'un condenseur, d'une colonne de récupération et de décantation d'huile essentielle et d'une cohobe (**Clevenger, 1928**).

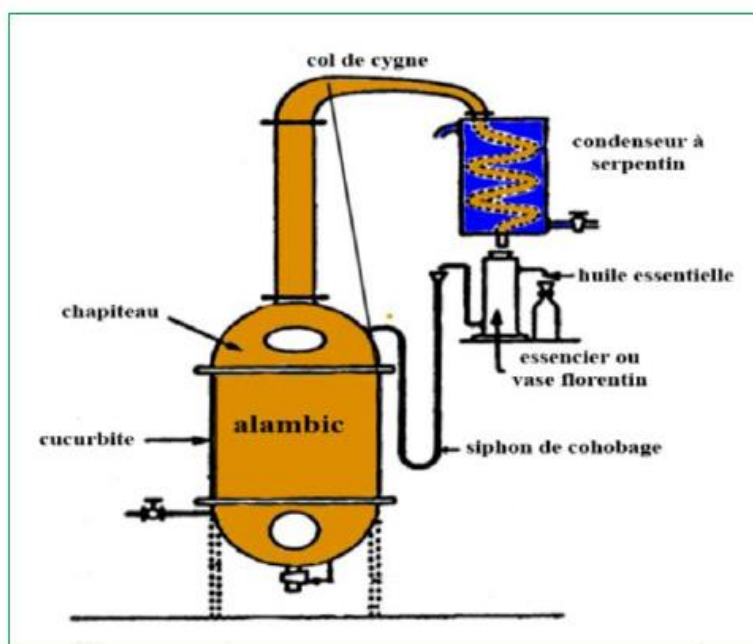


Figure 2:L'hydrodistillation industrielle

✓ Extraction par les solvants

L'extraction par les solvants est un procédé inspiré de l'enfleurage qui utilise des solvants non aqueux. Le solvant idéal doit être sélectif pour extraire les molécules aromatiques mais pas les molécules indésirables comme les pigments (**Garneau, 2005**).

Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, cyclohexane, l'éthanol, moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone. Le solvant choisi, en plus d'être autorisé, devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène (**Lucchesi, 2004**). Cependant, le point négatif des solvants organiques est leur toxicité ; notamment dans les domaines pharmaceutiques et agroalimentaires (**Piochon, 2008**).

✓ Expression à froid

Est une extraction sans chauffage réservée aux agrumes. Le principe de ce méthode mécanique est visée sur la rupture des péricarpes riches en huiles essentielles. Celles-ci ainsi libérées sont entraînées par un courant d'eau. Une émulsion constituée d'eau et d'essence se forme. L'essence est alors isolée par décantation (**Willem, 2004**).

2.3. Composition de l'huile essentielle

2.3.1 Composition chimique de l'huile essentielle

Les huiles essentielles sont des mélanges très complexes de composés organiques possédant des structures et des fonctions chimiques très diverses. Elles sont reconnues par deux ou trois composants majeurs présents à des concentrations assez élevées (20-70%) comparativement aux autres. En général les huiles essentielles pures sont composées de deux groupes biosynthétiques distincts : Un principal groupe composé de terpènes et terpénoïdes et un autre constitué de composants aromatiques et aliphatiques (**Bakkali et al, 2008**).

✓ Terpènes

Les terpènes regroupent structurellement et fonctionnellement différentes classes. Leur classification est basée sur le nombre de répétition de l'unité de base isoprène (5carbones) Les principaux terpènes sont des mono terpènes (C10) et sesquiterpènes (C15), mais des héli terpènes (C5), di terpènes (C20), tri terpènes (C30) et tétra terpènes (C40) existent également. Une combinaison oxygène terpène est appelée un terpénoides (**Bakkali et al., 2008**).

✓ **Monoterpènes**

Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. Du fait de la réactivité des cations intermédiaires, il existe plusieurs molécules fonctionnalisées: Alcools, Aldéhydes,

Cétones, Esters, Ethers, Peroxydes, Phénols (**Hessas et Simoud, 2018**).

✓ **Sesquiterpènes**

Les mêmes variations structurales que les monoterpènes sont observés, avec les carbures, alcools et cétones qui sont les plus répandus (**Hessas et Simoud, 2018**).

2.3.2. Composés aromatiques

Ils sont moins fréquents que les terpènes. Ils comprennent des aldéhydes, des alcools, des phénols et des méthox. (**Bakkali et al., 2008**).

2.3.3. Composés d'origine diverse

Selon le mode de récupération utilisé, les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydrodistillation : acides (C3–C10), aldéhydes, esters acycliques et lactones (**Bruneton, 1995**).

2.4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles forment un groupe très homogène (**Huet, 1991**), elles sont solubles dans les huiles grasses (meilleurs solvants), dans l'alcool de titre élevé, les graisses, l'éther et la plupart des solvants organiques mais elles ne sont pas solubles dans l'eau (**Degryse et al., 2008**) La plupart des composants des huiles essentielles sont inclus dans deux groupes : les terpénoïdes et les phénylpropanoïdes, les deux sont synthétisés à travers deux voies métaboliques séparées (**Calsamiglia et al., 2007**).

2.5. Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques:

2.5.1. Activité antimicrobienne

La concentration et la composition chimique jouent un rôle principal et spécifique pour déterminer l'activité antimicrobienne d'une huile essentielle, généralement les composants qui présentent une efficacité antimicrobienne élevée sont les phénols, suivis des terpénoïdes oxygénés, les terpènes et autres constituants des huiles essentielles, notamment les cétones et les esters, tels que le β -myrcène, l' α thujone et l'acétate de géranyl, présentent une activité antimicrobienne beaucoup plus

faible que les phénols et les terpénoïdes (Rao et al.,2019).

2.5.2. Activité antifongique

Les huiles essentielles une source potentielle de nouveaux produits Médicaments antifongiques, qu'ils soient sous forme pure ou dérivée, le composé original optimisé pour une thérapie plus efficace et plus sûre. L'eugénol est un puissant composé antifongique qui peut causer des dommages permanents. Cellules de levure telles que *Candidaalbicans* et champignons: *Aspergillus ochraceus*, *A.versicolor*, *A.niger*, *A.fumigates*, *Trichodermaviride* et *P.funiculosum* (Bouزيد, 2018).

2.5.3. Activité antioxydante

L'activité antioxydante des composés phénoliques dépend de autour de la structure, de la configuration, de la substitution et Nombre total de groupes hydroxyle qui affectent de manière significative divers effets Antioxydants chélatés de radicaux libres et de métaux (Bouزيد, 2018). Lacapacitéantioxydantedeshuilesvolatilesestétroitementliéeàlateneurtotaleenphénols (Mehani, 2015).

2.6. Localisation cellulaire des huiles essentielles

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées (Bruneton, 1995). Les huiles essentielles se forment au niveau de cytoplasme de cellules sécrétrices variables selon l'organe végétal considéré (Abdelli, 2017).

Les huiles essentielles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule (Anton, Lobstein, 2005).

Elles sont alors stockées dans des cellules à huiles essentielles (Lauraceae ou Zingiberaceae), dans des poils sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtaceae ou Rutaceae) ou dans des canaux sécréteurs (Apiaceae ou Asteraceae) (Dumortier , 2006).

2.7. Rôles et intérêts des huiles essentielles

Les terpènes, substances actives présentes dans les huiles essentielles et utilisées pour leurs propriétés thérapeutiques ; Ils jouent un rôle important et aussi utilisé comme antiseptiques, antiviraux, antifongiques, antiparasitaires, mucolytiques, des voies biliaires, Leur utilisation en espace confiné et domestique, notamment à faible dose, serait d'un grand intérêt notamment pour leurs effets antimicrobiens, à savoir virucide, bactéricide et fongicide (Soualech et Soulimani, 2016).

2.8. Domaines d'utilisation des huiles essentielles

Les espèces de *Lavandula* sont principalement cultivées pour leurs huiles essentielles, qui sont utilisées dans la parfumerie, les cosmétiques, l'industrie alimentaire et les produits d'aromathérapie, ainsi que pour leur utilisation comme plantes ornementales et comme Ingrédients dans de nombreux produits artisanaux (**Lis-Balchin,2002**).

- **AROMATHERAPIE** Aromathérapie vient du grec arôma, «odeur»et thérapie, «soins». Il s'agit donc de soigner à l'aide de principes odoriférants. L'aromathérapie fait partie intégrante de la phytothérapie (phytos, « plante » (**Festy, 2005**).
- **AGROALIMENTAIRE:** Les HEs sont utilisées ici comme rehausseurs de goût et pour améliorer la saveur des produits alimentaires élaborés Les industriels ont souhaité l'utilisation d'huiles essentielles comme conservateurs, au détriment des molécules de synthèse classiques couramment utilisées, telles que les parabènes (**Kaloustian et minaglou, 2012**).
- **COSMETOLOGIE :** Les cosmétiques sont des produits du bien-être et non des médicaments.Ils ne nécessitent pas d'autorisation de mise sur le marché. Cependant, on peut constater des allégations excessives sur les bienfaits thérapeutiques des produits cosmétiques par la présence d'huile essentielles incorporée (**Kaloustian et minaglou, 2012**).
- **INDUSTRIE CHIMIQUE:** L'HE est un mélange très complexe utilisés en tant que produit naturel présent sous une seule forme énantiomorphe, soit pour la réalisation d'hémi-synthèses avec l'obtention finale de nouvelles molécules, économiquement plus rentables que la synthèse chimique classique qui présente des rendements faibles au bout de nombreuses étapes réactionnelles (**Kaloustian et minaglou, 2012**).

2.9. Huiles essentielles de *Lavandula dentata* L.

La composition de l'huile essentielle de *Lavandula Dentata* séparée est un mélange complexe d'hydrocarbures monoterpéniques, d'alcools, d'aldéhydes, de cétones, d'époxydes, de phénols et d'esters, et se caractérise par des hydrocarbures monoterpéniques principalement (**Bettaieb et al., 2017**).

2.10. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances très puissantes et très actives, c'est la puissance concentrée de la plante aromatique, il ne faut donc jamais augmenter les doses, quel que soit la voie d'absorption, car toute substance est potentiellement toxique à dose élevée ou répétée ((**Englebin, 2011**).

Partie 2 : Matériel et Méthodes

Le travail expérimental de ce mémoire a été effectué au sein du laboratoire de recherche des Produits Naturels « Laprona » Université de Tlemcen, durant la période comprise entre mars et juin de l'année 2025.

1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué par la partie feuilles de *Lavandula dentata* L. durant le mois d'avril 2025 (**Figure 3**). Il a été récolté d'une montagne de la région de Hadjrat El Guat , puis séché par étalement sur du papier journal dans un endroit aéré à l'abri de la lumière pendant 7 à 10 J.



Figure 3: *Lavandula dentata* L., (original 2025)

● Présentation de la localité de récolte

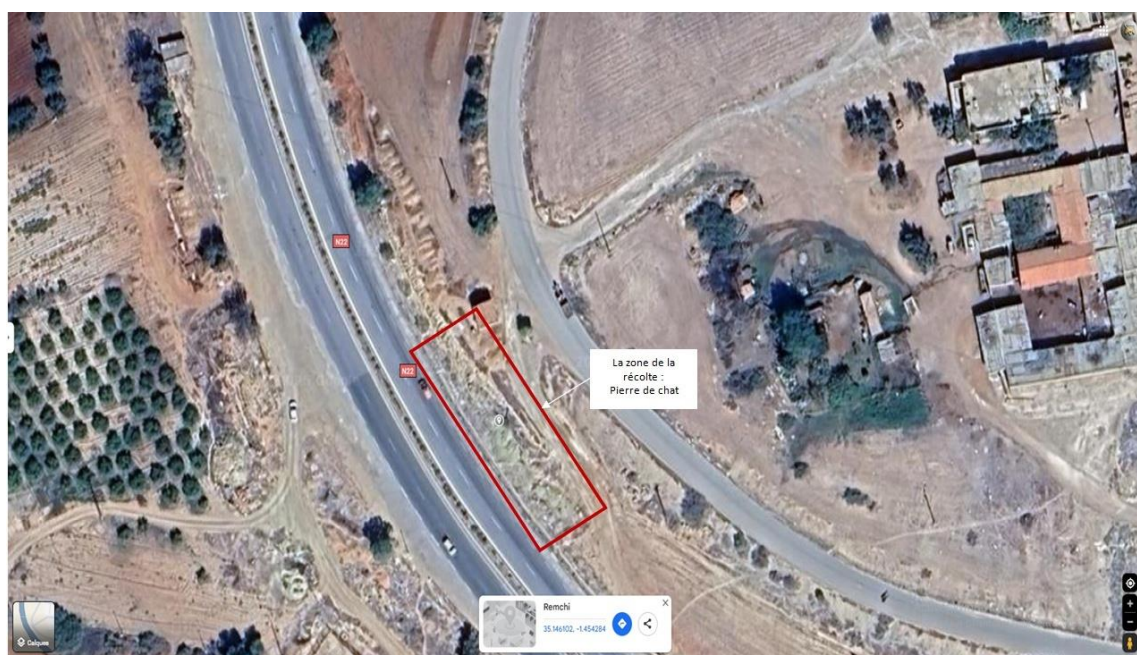


Figure 4 : la localisation de la zone de récolte «pierre de chat –Tlemcen »

La région de La Pierre du Chat, située dans la wilaya de Tlemcen en Algérie, bénéficie d'un climat méditerranéen semi-aride, caractérisé par des hivers modérément frais et humides, et des étés chauds et secs. Les températures estivales atteignent leur maximum durant les mois de juillet et août, avec des moyennes journalières avoisinant les 32 °C, tandis que les minimales nocturnes se situent autour de 18 à 19 °C. Les précipitations sont principalement concentrées en hiver et au printemps, avec des moyennes mensuelles pouvant atteindre 60 à 70 mm. En été, les précipitations deviennent très faibles, variant entre 2 et 7 mm par mois. L'ensoleillement y est élevé, notamment pendant la saison estivale, avec des journées longues et une forte exposition solaire. Le taux d'humidité durant cette période est relativement bas, autour de 50 à 55 %, tandis que les saisons intermédiaires, comme le printemps et l'automne, présentent des conditions plus modérées, favorables à certaines cultures.

2. Méthodes

2.1.Extraction d'huile essentielle de la lavande

La préparation de l'échantillon a consisté à récolter les parties aériennes de *Lavandula dentata*, en particulier les fleurs et les feuilles, qui constituent les principales sources de composés aromatiques. Les parties végétales ont été soigneusement nettoyées afin d'éliminer toute poussière ou impureté pouvant altérer la qualité de l'extraction. Elles ont ensuite été mises à sécher à l'ombre, à température ambiante, pendant une durée de 7 à 10 jours, lorsque l'extraction était effectuée à partir de la plante sèche. Une fois séchées, les échantillons ont été grossièrement broyés pour faciliter la libération des composés volatils lors de l'étape d'extraction.

L'extraction de l'huile essentielle de cette espèce de lavande a été réalisée par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger selon la technique décrite par **Lucchesi (2005)** (Figure 5).



Figure 5 : Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation (Tlemcen, 2025).

L'extraction consiste à introduire 200g de plante séchée dans un ballon à fond rond, puis à y ajouter de l'eau distillée jusqu'à la moitié, puis à mettre ces dernières dans le ballon chauffant. L'extraction a duré trois heures après l'apparition des premières gouttelettes du distillat. La durée de l'extraction et le volume d'eau ajouté ont été déterminés après un premier essai d'extraction. Chaque huile essentielle a été respectivement récupérée dans un tube en verre stérilisé. Ce dernier a été enveloppé par du papier aluminium, et conservé à une température de +4 °C jusqu'à son utilisation.

2.2.Évaluation du rendement des huiles essentielles

Le rendement en huiles essentielles de chacune des deux espèces de lavande a été calculé par rapport à 100 g de matière végétale sèche, selon la formule rapportée par **Ben Abdelkader (2012)** :

$$R_{HE}(\%) = \frac{M}{M_0} \times 100$$

Où : RHE : rendement en huile essentielle (en %)

M : masse de l'huile essentielle (en gramme)

MO : masse de la matière végétale sèche (en gramme).

2.3.Activités biologiques de l'huile essentielle de la lavande

Les huiles essentielles sont aujourd'hui reconnues pour leurs bienfaits sur la santé. Au cours des dernières décennies, elles se sont imposées comme d'importantes sources naturelles d'antioxydants et d'agents antimicrobiens. De ce fait, elles suscitent un intérêt croissant en tant qu'alternatives prometteuses aux antibiotiques dans le traitement de diverses infections, ainsi qu'aux conservateurs chimiques dans l'industrie agroalimentaire ou encore dans les formulations cosmétiques.

Dans ce contexte, notre étude s'est intéressée aux propriétés antioxydantes et antimicrobiennes de l'huile essentielle de lavande (*Lavandula dendata*), largement reconnue pour ses vertus thérapeutiques et son potentiel antioxydant notable.

2.3.1. Activité antioxydante de l'huile essentielle de lavande

Un antioxydant est défini comme une substance capable, même à faible concentration par rapport à un substrat oxydable, de prévenir ou de ralentir l'oxydation de ce dernier. Cela peut se faire soit par la capture de radicaux libres en neutralisant leur électron non apparié, soit en les transformant en espèces stables (**Halliwell, 1990**).

L'évaluation de l'activité antioxydante des plantes médicinales repose sur différentes méthodes, telles que le dosage des produits d'oxydation (comme les hydroperoxydes), les techniques photométriques, ou encore la capacité du composé à neutraliser les radicaux libres.

Dans notre étude, cette activité a été mesurée par la capacité de l'huile essentielle à réduire un radical libre synthétique, le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH).

- **Méthode : Piégeage du radical libre DPPH**

Principe :

Le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) est un radical libre stable de couleur violette, dont la solution présente une absorbance caractéristique dans la plage de 512 à 517 nm. Lorsqu'un antioxydant est présent, ce radical est réduit en diphényle-picryl-hydrazine (forme jaune), ce qui entraîne une diminution notable de la coloration. Cette décoloration est proportionnelle à la capacité des antioxydants à céder un proton, ce qui permet d'évaluer leur pouvoir neutralisant des radicaux libres.



Figure 6 : Piégeage du radical libre DPPH (0,03 mg/mL).

La réaction peut être schématisée comme suit :

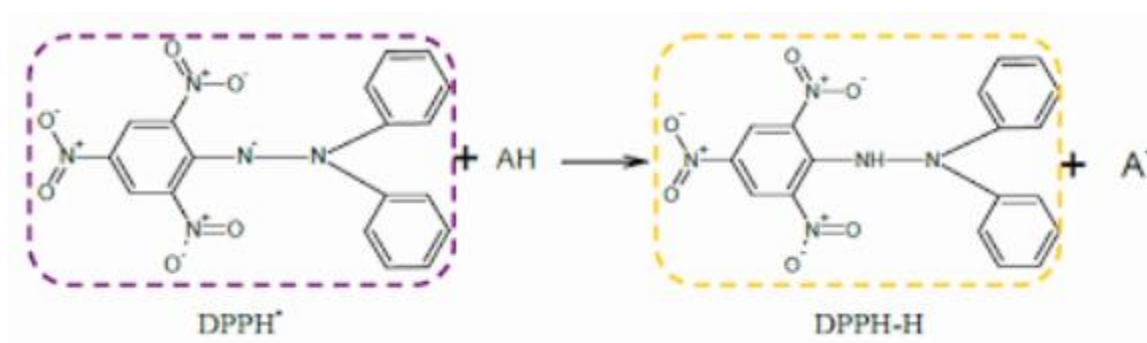
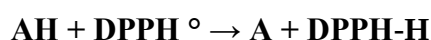


Figure 7 : Réaction de neutralisation du radical DPPH par un donneur d'hydrogène



Où **AH** représente un donneur d'hydrogène (antioxydant), qui réduit le DPPH (violet) en une forme stable (jaune).

● Protocole expérimental

Le test repose sur une méthode classique de dosage. Diverses concentrations d'huile essentielle de lavande (40, 20, 10, 5, 2,5, 1,25 mg/ml), préparées dans de l'éthanol absolu, ont été mélangées à 1 ml d'une solution éthanolique de DPPH (0,03 mg/mL), à raison de 2,5 ml par concentration.

Pour chaque concentration, un blanc (sans DPPH) a été réalisé. Un contrôle négatif a également été préparé en associant 2,5 ml d'éthanol absolu à 1 ml de solution de DPPH.

Après incubation dans l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante, les absorbances ont été mesurées à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

Nos résultats ont été comparés par rapport au contrôle positif qui est l'acide ascorbique.



Figure 8 : Diverses concentrations d'huile essentielle de lavande

L'activité de piégeage des radicaux libres DPPH en pourcentage (%) a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(A \text{ contrôle} - A \text{ test}) / A \text{ contrôle}] \times 100$$

Avec :

A contrôle : Absorbance du contrôle (nm)

A test : Absorbance du test effectué (nm)

La concentration de l'huile essentielle de lavande nécessaire pour la réduction de 50 % de la concentration initiale de DPPH (CI50), a été calculée à partir du graphique tracé en pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations en huile essentielle

2.3.2. Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de lavande

Dans un premier temps, nous avons testé les extraits des espèces végétales vis-à-vis des souches microbiennes par une méthode rapide (la méthode de diffusion sur disque) et dans l'affirmation, nous avons déterminé la concentration minimale inhibitrice (CMI).

● Souches bactériennes et fongiques testées

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de lavande a été évaluée sur neuf souches (Tableau 4).

Les souches bactériennes et fongiques proviennent du Laboratoire LAMAABE. Université de Tlemcen.

Tableau 4: Les différentes souches microbiennes testées

Bactéries à Gram positif	Référence	Bactéries à Gram négatif	Référence	Champignons	Référence
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 11778	<i>Escherichia Coli</i>	ATCC 25922	<i>Candida albicans</i>	IP444
<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 70603	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 29212	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	-	-	-	-
<i>Micrococcus luteus</i>	ATCC 15307	-	-	-	-

● Mise en culture des souches

Les souches, conservées sur gélose nutritive inclinée à 4 °C, sont revivifiées dans du bouillon nutritif à 37±1 °C pour les bactéries et 30±1°C pour les levures pendant 24 h à 48h, puisensemencées sur boîtes contenant des milieux sélectifs pour vérifier leur pureté.

Après 24h d'incubation à 37±1 °C pour les bactéries et 30±1 °C pour la levure, les souches sontensemencées sur bouillon nutritif puis incubées à 37±1 °C pour les bactéries et 30±1 °C pour les levures pendant 18 h. De cette dernière culture, on prélève quelques gouttes et on les met dans 9 ml d'eau physiologique stérile à 0,9%. La suspension microbienne est bien homogénéisée. La turbidité est ensuite ajustée au standard McFarland 0,5 avec un spectrophotomètre, ce qui correspond à $1-2 \times 10^8$ UFC/ml pour les bactéries (DO = 0,08 à 0,1/ λ = 625 nm) (Pessini et al., 2003), et $1-5 \times 10^6$ UFC/ml pour les levures (DO = 0,12 à 0,15 / λ = 530 nm). (Pfaller et al.,1998).

A. Méthode de diffusion sur disque

Afin de tester l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de lavande, nous avons utilisé la méthode de l'aromatogramme par diffusion à partir de disques imprégnés.

Pour effectuer le test, des disques de papier filtre de 6 mm de diamètre imprégnés de 20 μ l d'huiles essentielle (15 μ l d'huile essentielle et 5 μ l de DMSO) sont déposés à la surface d'un milieu gélosé en boîte de Pétri (3 disques par boîte), préalablementensemencées en surface par écouvillonnage

(10^6 UFC/ml pour les levures et souches bactériennes sauf *S.aureus* qui a étéensemencée à 10^7 UFC/ml).

Les milieux de culture utilisés, sont la gélose Mueller-Hinton pour les bactéries, le milieu Sabouraud pour les levures.

En parallèle, nous avons utilisé un disque témoin négatif imbibé par le DMSO (20µl/disque) et des témoins positifs : antibiotiques [ampicilline (100µg/disque), oxacilline (1µg/disque),; antifongique(nystatine (30 µg/disque)).

Les boîtes sont laissées 1 h à température ambiante puis retournées et incubées à $37\pm1^\circ\text{C}$ pendant 18-24 h pour les bactéries, à $30\pm1^\circ\text{C}$ pendant 24-48 h pour les levures et à $25\pm1^\circ\text{C}$ pendant 3 jours pour les moisissures. Après incubation, le diamètre des zones d'inhibition est mesuré (mm), disque inclus.

B. Méthode de micro-dilution en milieu liquide :

Ce test en milieu liquide a pour objectif de déterminer les valeurs des paramètres antimicrobiens dont la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB) et fongicide (CMF). La méthode décrite par **Okusa et al. (2007)**, avec une légère modification à été employée.

200 µl d'une solution préparée à partir de 2 ml de bouillon Mueller Hinton, 40 µl d'huile essentielle et 40 µl de DMSO, sont transférés dans une microplaque à 96 puits et une gamme de concentrations de chaque huile essentielle est effectuée par des dilutions au demi dans les milieux de culture.

A partir d'une culture microbienne de 24 h d'incubation, nous avons préparé un inoculum de 10^6 UFC/ml (pour les bactéries) et 10^4 UFC/ml (pour les levures) dans une solution de chlorure de sodium (0,9%). Ensuite 100 µl de cet inoculum sont homogénéisés dans chaque puits de la gamme de concentrations préalablement préparée puis incubée à $30\pm1^\circ\text{C}$ ou $37\pm1^\circ\text{C}$ pendant 24 ou 48 h. Les concentrations finales de la gamme ainsi générée sont comprises entre 20 et 0,156 µl/ml. Deux puits représentent les témoins négatifs : un 1er puits contient le milieu de culture et l'inoculum et un 2ème puits contient uniquement le milieu de culture.

La concentration minimale inhibitrice (CMI) est définie comme étant la plus faible concentration de l'extrait capable d'inhiber toute croissance visible du germe. Elle mesure donc, un effet bactériostatique et ne renseigne pas sur l'état de la population bactérienne, ne permettant notamment pas de préciser si elle a été tuée en partie ou totalement ou si elle a seulement cessé de se multiplier (**Bergogne-Bérézin et Brogard, 1999**). La turbidité de chaque puits est appréciée à l'œil nu à la lumière du jour.

Partie 3 : Résultats et discussion

Notre travail donne un aperçu sur l'évaluation des activités antioxydante et antimicrobienne de l'huile essentielle de « *Lavandula dentata* », récolté dans la région de Hadjret el GUET, Wilaya de Tlemcen.

1. Rendement d'extraction

Le rendement en huile essentielle (RHE) correspond au rapport entre la masse de l'HE (m HE) obtenue et la masse de matière végétale (m MV) utilisée pour l'extraction. Il est exprimé en pourcentage. Il est estimé par la formule suivante:

$$\text{RHE} = (m_{\text{HE}} / m_{\text{MV}}) * 100$$

Dans 2 L d'eau distillée on a fait une extraction de 200 g de notre matériel végétal sèche et a été donnée 0,2426 g d'huile essentielle. Le rendement de l'extraction est de 0,8% (figure 9).

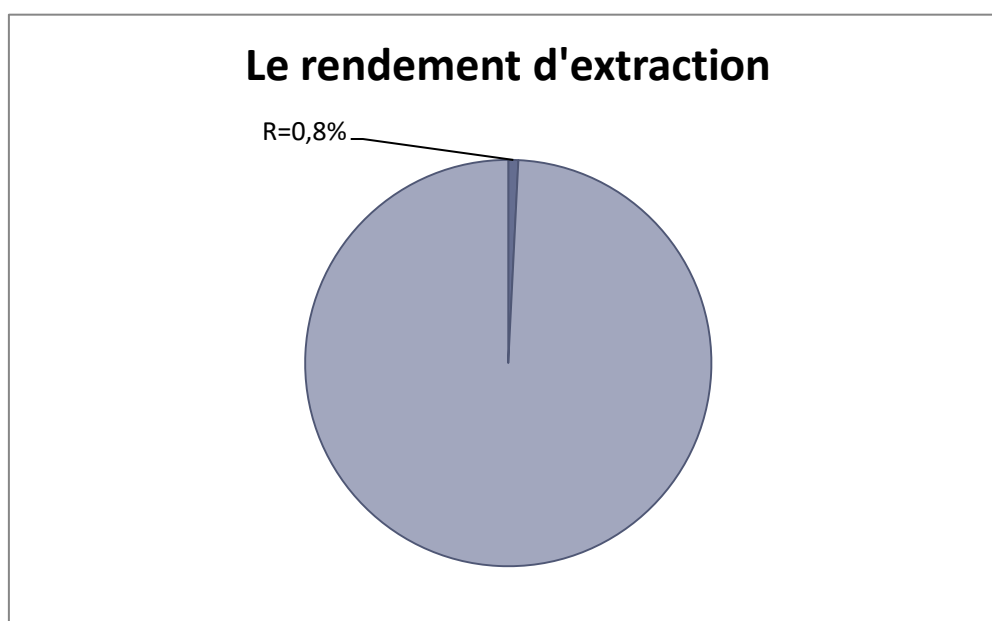


Figure 9: Représentation graphique de rendement d'huile essentielle *Lavandula Dentata*

2. L'activité antioxydante :

L'activité antioxydante des huiles essentielles est étroitement liée à la présence de composés bioactifs capables de neutraliser les radicaux libres, responsables du stress oxydatif et de divers désordres physiopathologiques. Dans cette étude, l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle extraite de *Lavandula dentata* a été réalisée à l'aide du test de piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), méthode couramment utilisée pour mesurer le pouvoir antiradicalaire d'un extrait naturel.

Les résultats obtenus permettent d'analyser l'efficacité de cette huile à différentes concentrations, en mettant en évidence son potentiel en tant qu'agent antioxydant naturel. Une comparaison avec un antioxydant de référence, l'acide ascorbique, a également été effectuée afin de situer la puissance relative de l'huile de *Lavandula dentata* (Tableau 5).

Tableau 5 : les résultats de l'activité antioxydant :

Concentration (mg/ml)	HE	Acide ascorbique
IC 50	8,4 mg/ml	6,63 mg/ml

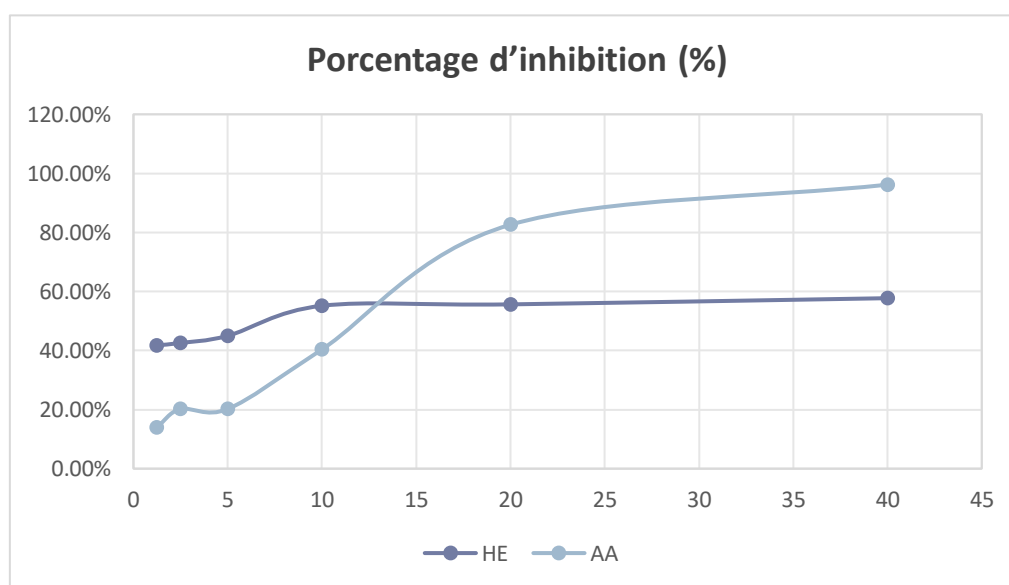


Figure 10 : courbe identifiant de l'inhibition d'acide ascorbique et la lavande

L'IC₅₀ de l'HE de lavande 8,4 mg/ml; cela signifie qu'il faut une concentration de 8,4 mg/ml pour inhiber 50 % des radicaux libres (Tableau 5).

En ce qui concerne l'acide ascorbique, antioxydant de référence, l'inhibition augmente régulièrement avec la concentration.(figure 10). Très faible à 1,25 mg/ml (14 %), elle atteint plus de 96 % à 40 mg/ml, ce qui traduit une activité antioxydante très forte et dose-dépendante. L'IC₅₀ acide ascorbique est de 6,63 mg/ml : plus bas que celle de l'HE de la lavande, ce qui indique qu'il est plus puissant.

L'huile essentielle de lavande possède une activité antioxydante **modérée**, qui ne varie pas beaucoup au-delà de 10 mg/ml.

Ces résultats peuvent être utilisés pour évaluer le potentiel de la lavande comme antioxydant naturel, mais aussi pour comparer son efficacité à celle d'un antioxydant de référence comme la vitamine C.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'huile essentielle de lavande ($IC_{50} = 8,4$ mg/ml) présente une activité antioxydante modérée. Cette efficacité est inférieure à celle de l'acide ascorbique ($IC_{50} = 6,63$ mg/ml), un antioxydant de référence bien connu.

Dans la littérature, des études similaires ont été menées sur des espèces proches :

- Une étude de **Messaoudi et al. (2019)** a rapporté une IC_{50} de **9,1 mg/ml** pour l'huile essentielle de *Lavandula angustifolia*, ce qui est relativement proche des résultats de la présente étude, confirmant ainsi le **pouvoir antioxydant modéré** de cette plante.
- En revanche, une recherche menée par **Ben Arfa et al. (2021)** sur *Lavandula dentata* a donné une IC_{50} de **6,8 mg/ml**, suggérant une variabilité **selon les conditions de culture**, le **chénotype** ou la **méthode d'extraction** utilisée.
- Pour l'acide ascorbique, les valeurs d' IC_{50} rapportées dans la littérature sont généralement comprises entre **5 et 7 mg/ml**, ce qui corrobore le résultat actuel de **6,63 mg/ml**.

Ces comparaisons confirment que si l'huile essentielle de lavande possède une certaine activité antioxydante, elle reste inférieure à celle d'antioxydants de référence comme la vitamine C. Néanmoins, son origine naturelle, son profil aromatique et son utilisation en cosmétique ou en aromathérapie peuvent en faire un candidat intéressant pour des formulations antioxydantes douces ou complémentaires.

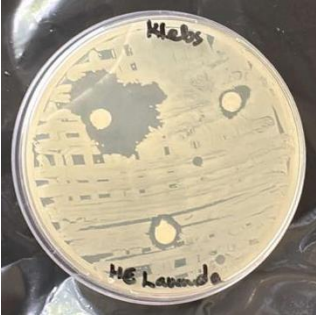
3. L'activité antimicrobienne :

L'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles constitue une étape essentielle dans la valorisation de leurs propriétés thérapeutiques, notamment face à la résistance croissante des micro-organismes aux antibiotiques conventionnels. Dans ce contexte, l'huile essentielle de *Lavandula dentata*, riche en composés volatils bioactifs, a été soumise à des tests d'inhibition sur différentes souches bactériennes et fongiques, afin d'examiner son spectre d'action et son efficacité relative.

L'analyse des diamètres des zones d'inhibition permet de déterminer la sensibilité des micro-organismes testés, en distinguant notamment les réponses différentielles entre bactéries à Gram positif, à Gram négatif et levures pathogènes (Tableau 6). Les résultats obtenus apportent des données précieuses sur le potentiel antimicrobien de cette huile essentielle en tant qu'alternative naturelle aux agents antimicrobiens de synthèse.

Tableau 6 : les résultats de l'activité antimicrobienne :

Micro-organisme	Souche	Résultat (la zone d'inhibition) (mm)	Antibiotiques		
			Amx	Nys	Gent
ML		42,25	26	NT	NT
EC		25	12	NT	NT

PA		10,5	6	NT	NT
KP		15,6	6	NT	NT
BC		58,5	NT	16	NT
BS		total	NT	16	NT
EF		13	NT	16	NT

SA		38	26	NT	NT
CA		total	NT	NT	15

ML: *Micrococcus luteus*, **SA:** *Staphylococcus aureus*, **EF:** *Enterococcus faecalis*, **BC:** *Bacillus cereus*, **BS:** *Bacillus subtilis*, **KP:** *Klebsiella pneumoniae*, **EC:** *Escherichia coli*, **PA:** *Pseudomonas aeruginosa*, **CA:** *Candida albicans*, **Amx:** Amoxycilline, **Nys:** Nystatine, **Gent:** Gentamicine, **NT :** Non testé.

L'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* a révélé une efficacité variable selon les souches microbiennes testées, traduite par des zones d'inhibition de diamètres différents.

Les résultats montrent que cette huile essentielle possède une puissante activité antibactérienne notamment vis-à-vis des bactéries à Gram positif. En effet, *Bacillus cereus* a présenté une très large zone d'inhibition (58,5 mm), tandis que *Bacillus subtilis* a été totalement inhibé, ce qui indique une sensibilité extrême. De même, *Micrococcus luteus* (42,25 mm) et *Staphylococcus* (38 mm) ont également montré une sensibilité importante, ce qui confirme le potentiel de cette huile contre les bactéries Gram positives.

Concernant les bactéries à Gram négatif, une activité modérée a été observée. *E. coli* a présenté une zone d'inhibition de 25 mm, ce qui témoigne d'une certaine sensibilité, tandis que *Klebsiella* a montré une inhibition plus faible (15,6 mm), et *Pseudomonas* une résistance marquée (10,5 mm), cette dernière étant reconnue pour sa forte résistance aux agents antimicrobiens en raison de sa membrane externe.

En ce qui concerne les bactéries du genre *Enterococcus*, une faible sensibilité a été notée avec une zone d'inhibition de 13 mm.

Par ailleurs, une activité antifongique notable a été observée contre *Candida albicans*, avec une inhibition totale de la croissance, ce qui suggère une efficacité antifongique marquée de cette huile essentielle.

Ces résultats confirment que l'huile essentielle de *Lavandula dentata* possède une activité antimicrobienne significative, en particulier contre les bactéries Gram positives et certains champignons pathogènes. Elle pourrait donc représenter une alternative naturelle intéressante aux agents antimicrobiens conventionnels, notamment dans les domaines pharmaceutique, cosmétique ou agroalimentaire.

Les résultats de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* dans cette étude, marqués par de fortes zones d'inhibition notamment contre *Bacillus cereus* (58,5 mm), *Micrococcus luteus* (42,25 mm), *Staphylococcus* (38 mm) et *Candida albicans* (inhibition totale), sont en accord avec plusieurs travaux antérieurs.

Rahim et al. (2015) ont démontré une forte activité de l'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* contre *Staphylococcus aureus* (zone d'inhibition supérieure à 30 mm), ce qui concorde avec nos résultats contre les bactéries Gram positives. Ces auteurs ont attribué cette activité à la richesse en linalol et acétate de linalyle, composés majeurs souvent retrouvés dans *Lavandula* spp.

Bouaziz et al. (2019), dans une étude sur *Lavandula dentata* en Algérie, ont rapporté des zones d'inhibition atteignant 40 à 50 mm contre *Bacillus cereus* et *Staphylococcus aureus*, ce qui est comparable à nos résultats (58,5 mm et 38 mm respectivement), suggérant une activité constante malgré les variations géographiques.

El Ouariachi et al. (2017) ont observé une inhibition modérée contre *E. coli* (entre 18 et 27 mm selon les concentrations), ce qui correspond à notre mesure de 25 mm. Cela confirme que les Gram négatifs sont moins sensibles, mais toujours affectés à des doses suffisantes.

Concernant *Pseudomonas*, plusieurs études (par ex. **Niksic et al., 2016**) ont mentionné une résistance fréquente de cette bactérie aux huiles essentielles, avec des zones d'inhibition souvent inférieures à 15 mm, ce qui rejoint notre observation (10,5 mm), illustrant sa haute résistance naturelle.

Dans une étude de **Sienkiewicz et al. (2012)**, *Lavandula* spp. a montré une forte inhibition de *Candida albicans*, similaire à notre observation d'inhibition totale. Cela confirme l'intérêt de cette huile essentielle dans les infections fongiques.

Les résultats obtenus dans cette étude confirment et renforcent les observations de la littérature. L'huile essentielle de *Lavandula dentata* présente une activité antimicrobienne comparable, voire supérieure, à celles rapportées pour d'autres espèces de lavande. Les écarts mineurs peuvent être dus à des facteurs tels que la composition chimique variable liée à l'origine géographique, la méthode d'extraction, ou la concentration utilisée.

Ces données suggèrent que *Lavandula dentata* est une source prometteuse d'agents antimicrobiens naturels, particulièrement efficace contre les bactéries Gram positives et les champignons comme *Candida albicans*.

Tableau 7 : les volumes d'huile essentielle (HE) appliqués à différentes souches microbiennes :

Souches microbiennes	HE (Volume appliqué)	
<i>Micrococcus luteus</i> ,	2 ^{ème} puis	5 mL
<i>Bacillus subtilis</i> ,	3 ^{ème} puis	2,5 mL
<i>Escherichia coli</i> ,	2 ^{ème} puis	5 mL
<i>Enterococcus faecalis</i> ,	2 ^{ème} puis	5 mL
<i>Staphylococcus aureus</i> ,	4 ^{ème} puis	1,25mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ,	1 ^{er} puis	10 mL
<i>Candida albicans</i> ,	2 ^{ème} puis	5 mL
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ,	3 ^{ème} puis	2,5 mL
<i>Bacillus cereus</i> ,	6 ^{ème} puis	0,31 mL

Le tableau 7 présente les volumes d'huile essentielle (HE) appliqués à diverses souches microbiennes en vue d'évaluer leur sensibilité ou leur résistance à l'activité antimicrobienne de cette huile.

Les volumes d'huile essentielle appliqués varient considérablement, allant de 0,31 mL pour *Bacillus cereus* à 10 mL pour *Pseudomonas aeruginosa*, ce qui pourrait refléter une variabilité notable dans la sensibilité des souches microbiennes. Certaines souches, telles que *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* et *Candida albicans*, ont toutes reçu 5 mL au 2^e passage, ce qui suggère soit une méthode d'application standardisée, soit une sensibilité moyenne attendue à l'huile essentielle. La souche *Pseudomonas aeruginosa*, réputée pour sa résistance élevée, a nécessité 10 mL dès le 1^{er} passage, ce qui indique qu'une dose importante est requise pour observer un effet antimicrobien. À l'inverse, *Bacillus cereus* a été traité avec seulement 0,31 mL au 6^e passage, laissant supposer une sensibilité particulièrement élevée à l'HE. Enfin, *Staphylococcus aureus* a reçu un volume modéré de 1,25 mL au 4^e passage.

Conclusion

L'intérêt scientifique porté aux huiles essentielles s'explique par leur richesse en composés bioactifs d'origine naturelle et leur large spectre d'activités biologiques. Parmi les espèces aromatiques du bassin méditerranéen, *Lavandula dentata* suscite une attention particulière en raison de la diversité de ses constituants chimiques et de ses propriétés pharmacologiques présumées. Si plusieurs espèces du genre *Lavandula* ont été largement étudiées, *L. dentata* demeure relativement peu explorée, en particulier en ce qui concerne la composition détaillée de son huile essentielle et ses effets antioxydants spécifiques.

Le stress oxydatif étant reconnu comme un facteur clé dans la physiopathologie de nombreuses affections chroniques, la recherche de nouvelles sources naturelles d'antioxydants constitue une priorité dans le domaine de la santé publique.

L'évaluation de l'activité antioxydante a été réalisée par la méthode du DPPH, révélant un pouvoir antiradicalaire modéré. La valeur de IC_{50} obtenue est de 8,4 mg/ml, indiquant une activité antioxydante modérée comparée à celle de l'acide ascorbique, dont l' IC_{50} est plus faible (6,63 mg/ml).

L'étude de l'activité antimicrobienne, réalisée par la méthode de diffusion sur gélose, a montré une efficacité variable selon les souches testées. Les résultats indiquent une forte activité contre les bactéries à Gram positif, notamment *Bacillus cereus* (5,5 mm), *Micrococcus luteus* (42,25 mm) et *Staphylococcus* (38 mm), ainsi qu'une inhibition totale de la croissance de *Candida albicans*, démontrant un effet antifongique significatif. En revanche, une activité plus modérée a été observée contre les bactéries à Gram négatif comme *E. coli* (25 mm), *Klebsiella* (15,6 mm), et une résistance marquée chez *Pseudomonas* (10,5 mm).

Ces résultats confirment que l'huile essentielle de *Lavandula dentata* possède un potentiel biologique intéressant, notamment comme agent antimicrobien naturel contre certaines souches pathogènes, et dans une moindre mesure, comme antioxydant. Elle pourrait ainsi trouver des applications dans les domaines pharmaceutique, cosmétique ou agroalimentaire.

Référence bibliographique

- **Abdelli, W. (2017).** Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris*. Thèse de doctorat 3ème cycle LMD, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 178 p.
- **AFNOR. (2000).** Association Française de Normalisation, Recueil de normes Française Huiles essentielles ». AFNOR, Paris. AFNOR NF T 75-006.
- **Ait, Y.P. (2006).** Plantes médicinales de Kabylie
- **Anton, R., Lobstein, A. (2005).** Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Paris, Lavoisier, 522p. (Technique et Documentation).
- **Baba, A.F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles (Flores d'Algérie et du Maghreb). Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Éd. Édas. Alger, 368p.
- **Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar, M.** Biological effects of essential oils – a review. *Food Chem Toxicol* 46, 446–475. Against dermatophyte, *Aspergillus* and *Candida* strains. *J Appl Microbiol* 100, 1333–1338, 2008.
- **Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008).** Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475.
- **Bakkali. (2007).** Biologie des effets des huiles essentielles. A review, *food. Chn, toxicol.*
- **Benabdelkader, T. (2012).** Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, *Lavandula stoechas* sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. Thèse de Doctorat en Science, Filière de Biologie. Université Jean Monnet-Saint-Etienne (France) en co-tutelle avec l'Ecole Normale Supérieure de Kouba (Alger, Algérie).
- **Bettaieb Rebey, I. ; Bourgou, S. ; Saidani Tounsi, M. (2017).** Etude de la composition chimique et de l'activité antioxydante des différents extraits de la Lavande dentée (*Lavandula dentata*) • In *Journal of New Sciences*, 39 (2), p. 2096-2105.
- **Bouزيد, D. (2018).** Evaluation de l'activité biologique de l'huile essentielle d'une plante endémique *Hélichrysum italicum* (Roth) G. DON. Thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, 105.
- **Bruneton, J. (1995).** Pharmacognosie-phytochimie, plantes médicinales, Tec et Doc, Paris 1119.
- **Burt, S. (2004).** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.
- **Calsamiglia, S. (2007).** Les huiles essentielles comme modificateurs de la fermentation
- **Clevenger, J.F. (1928).** *Amer. Perf. Essent. Oil Rev.*, 467.
- **Cossetin L.F., Santi E. M. T., Cossetin J. F., Dillmann B., Baldissera M. D., Garlet Q. I.,**

- Souza T.P., Loebens L, Heinzmann B. M., Machado M. M., Monteiro G. (2018).** In vitro Safety and Efficacy of Lavender Essential Oil (Lamiales: Lamiaceae) as an Insecticide Against Houseflies (Diptera: Muscidae) and Blowflies (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Economic Entomology* 111: 1974–1982.
- **Degryse.(2008).** Risques et bénéfices possibles des Huiles Essentielles.
 - **Dumortier, D. (2006).** Contribution à l'amélioration de la qualité de l'huile essentielle d'ylangylang des Comores. Mémoire de fin d'études. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux.
 - **El Kouhen, F., Ouhammou, A., Abourriche, A., & Chaouch, A. (2022).** Chemical composition and biological properties of *Lavandula dentata* essential oil from Morocco. *Journal of Essential Oil Research*, 34(3), 241–248.
 - **El-Akhal, F., Ramzi, A., Farah, A., Ez Zoubi, Y., Benboubker, M., Taghzouti, K., Lalami, A. E. O. (2021).** Chemical Composition and Larvicidal Activity of *Lavandula angustifolia* Subsp. *Angustifolia* and *Lavandula dentata* Spp. *dentata* Essential Oils against *Culex pipiens* Larvae, Vector of West Nile Virus. *Journal of Entomology* .7 p.
 - **Farahat, A. (2010).** These de Docteur en Science de L'université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & L'Ecole d'Ingénieurs de Gabés Français.
 - **Festy, D.(2005).** 100 Réflexes d'aromathérapie : je me soigne avec les huiles essentielles. Paris, Leduc S., 120p. (Bon Plan).
 - **Garnero, M.J. (1977).** Problèmes rencontrés au cours de l'étude de la composition chimique des huiles essentielles. *Parfums cosmétiques arômes*, vol.14.
 - **Giuliani,C.,Bottoni,M.,Ascrizzi,R.,Milani,F.,Papini,A., Flamini,G.,Fico,G.(2020).** *Lavandula dentata* l. from Italy: analysis of trichomes and volatiles. *Biodiversity. Chemistry & Biodiversity*. 15 p.
 - **Guitton, Y., Nicolè, F., Moja, S., & Legendre, L. (2010).** Composition and regulation of essential oils in *Lavandula* species. *Plant Science*, 179(1–2), 23–30.
 - **Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (2015).***Free Radicals in Biology and Medicine* (5th ed.). Oxford University Press.
 - **Hessas,T et Simoud,S. (2018).** Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de thymus sp. Mémoire de Doctorat, Université Mouloud Mameri Tizi-Ouzou, Algérie.
 - **Huet,R.(1991).**Leshuilesessentiellesd'agrumes.*Fruits*,46(4):501-513.
 - **Imelouane, B., El bachiri, A., Wathelet, J.P., Dubois J., Amhamdi H. (2010).** Chemical composition cytotoxic and antioxidant activity of the essential oil of *lavandula dentata*.*World*

journal of chemistry 5(2) : 103-113.

- **Imelouane, B., Elbachiri,A., AnkiT, M., Benzeid,H., and Khedid, K.** Physico-Chemical Compositions and Antimicrobial Activity of Essential Oil of Eastern Moroccan *Lavandula dentata*, International Journal of Agriculture & Biology, ISSN:1560–8530, 113–118, 2009.
- **Justus, B., Almeida, V.P., Gonçalves, M.M., Assunção, D.P.S.F., Borsato, D.M., Arana, A.F.M., Maia, N.S., Paula J.F.P., Budel J.M., Farago P.V. (2018).** Chemical composition and biological activities of the essential oil and anatomical markers of *Lavandula dentata* L. Cultivated in Brazil. BRAZILIAN ARCHIVES OF BIOLOGY AND TECHNOLOGY 61 : 12 p.
- **Kaloustian ., minaglou. (2012) .** La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée.
- **Lis-Balchin, M. (2002).** Lavender: the genus *Lavandula*. Medicinal and Aromatic Plants Industrial Profiles. Taylor and Fr.
- **Mansouri, M., Kaddour, R., & Tazerouti, F. (2019).** Evaluation of antimicrobial activity of essential oils from Algerian medicinal plants. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 16(1), 123–131.
- **Mehani, M. (2015).** Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Eucalyptus camendulensis* dans la région d'Ouargla. Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 135 p.
- **Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., & De Feo, V. (2013).** Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1451–1474.
- **Nuru., Microstructural. (2015).** optical properties and thermal stability of MgO/Zr/MgO multilayered selective solar absorber coatings Sol. Energy .
- **Odoul, M. (2003).** Les huiles essentielles. La lettre de l'Institut Français de Shiatsu,n.2, p.1- 12.
- **Ouedrhiri, W., Mounyr, B., Harki, E., Moja, S., Greche H. (2017).** Synergistic antimicrobial activity of two binary combinations of marjoram, lavender, and wild thyme essential oils, International Journal of Food Properties 20 : 3149-3158.
- **piochon,M.(2008).**Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : Composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse. *Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi*.
- **Rebey, B.I., Bourgou S., Saidani Tounsi, M., Fauconnier, M.L., Ksouri R.(2017).** Etude de la composition chimique et de l'activité antioxydante des différents extraits de la Lavande dentée (*Lavandula dentata*). Journal of New Sciences Agriculture and Biotechnology 39(2) : 2096-2105.
- **Soro, N.K., Madjouli K., Khabbal, Y., Zair, T. (2014).** Chemical composition and antibacterial activity of *Lavandula* species *L.dentata* L., *L. pedunculata* Mill and *Lavandula abrialis* essential oils

from Morocco against food-borne and nosocomial pathogens.

- **Touati, B., Chograni, H., Boussaid, M., Toumi, L., Ben brahim, N. (2011).** Chemical Composition of the Leaf and Flower Essential Oils of Tunisian *Lavandula dentata* L. (Lamiaceae). *CHEMISTRY & BIODIVERSITY* 8 : 1560-1569.
- **Upson, T. and Andrews, S. (2004).** The genus *Lavandula*. Portland and Oregon, USA: Timber Press. p 442.
- **wolfgang, H. (2007)** les indispensables nature de Lachaux ,250 plantes médicinales, édition Franckh_Kosmosverlags_GmbH , CO_Stuttgart , p12.

Résumé

Ce travail porte sur l'étude des activités antioxydante et antimicrobienne de l'huile essentielle extraite des parties aériennes de *Lavandula dentata*, une plante aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. L'huile essentielle a été obtenue par hydrodistillation selon la méthode de Clevenger, puis testée pour ses propriétés biologiques à l'aide d'approches *in vitro*.

L'évaluation de l'activité antioxydante a été réalisée par la méthode du DPPH, révélant un pouvoir antiradicalaire modéré. La valeur de IC_{50} obtenue est de 8,4 mg/ml, indiquant une activité antioxydante modérée comparée à celle de l'acide ascorbique, dont l' IC_{50} est plus faible (6,63 mg/ml).

L'étude de l'activité antimicrobienne, réalisée par la méthode de diffusion sur gélose, a montré une efficacité variable selon les souches testées. Les résultats indiquent une forte activité contre les bactéries à Gram positif, notamment *Bacillus cereus* (58,5 mm), *Micrococcus luteus* (42,25 mm) et *Staphylococcus* (38 mm), ainsi qu'une inhibition totale de la croissance de *Candida albicans*, démontrant un effet antifongique significatif. En revanche, une activité plus modérée a été observée contre les bactéries à Gram négatif comme *E. coli* (25 mm), *Klebsiella* (15,6 mm), et une résistance marquée chez *Pseudomonas* (10,5 mm).

Les trois souches testées *Staphylococcus*, *Candida albicans* et *Bacillus cereus* présentent une activité antimicrobienne très élevée face à l'huile essentielle.

Ces résultats confirment que l'huile essentielle de *Lavandula dentata* possède un potentiel biologique intéressant, notamment comme agent antimicrobien naturel contre certaines souches pathogènes, et dans une moindre mesure, comme antioxydant. Elle pourrait ainsi trouver des applications dans les domaines pharmaceutique, cosmétique ou agroalimentaire.

Mots clés : *Lavandula dentata*, huile essentielle, activité antioxydante, DPPH, activité antimicrobienne.

Abstract

This study focuses on the investigation of the antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil extracted from the aerial parts of *Lavandula dentata*, an aromatic plant belonging to the Lamiaceae family. The essential oil was obtained by hydrodistillation using the Clevenger apparatus, then tested for its biological properties through *in vitro* approaches.

The antioxidant activity was evaluated using the DPPH method, revealing a moderate free radical scavenging capacity. The IC_{50} value was 8.4 mg/ml, indicating a moderate antioxidant activity compared to ascorbic acid, whose IC_{50} is lower (6.63 mg/ml).

The antimicrobial activity, assessed by the agar diffusion method, showed variable effectiveness depending on the tested strains. The results indicated strong activity against Gram-positive bacteria, particularly *Bacillus cereus* (58.5 mm), *Micrococcus luteus* (42.25 mm), and *Staphylococcus* (38 mm), as well as complete inhibition of *Candida albicans* growth, indicating a significant antifungal effect. In contrast, a more moderate activity was observed against Gram-negative bacteria such as *E. coli* (25 mm), *Klebsiella* (15.6 mm), and a marked resistance in *Pseudomonas* (10.5 mm).

"The three tested strains—*Staphylococcus*, *Candida albicans*, and *Bacillus cereus*—show very high antimicrobial activity when exposed to the essential oil."

These findings confirm that the essential oil of *Lavandula dentata* has an interesting biological potential, particularly as a natural antimicrobial agent against certain pathogenic strains, and to a lesser extent, as an antioxidant. It could thus find applications in the pharmaceutical, cosmetic, or food industries.

Keywords: *Lavandula dentata*, essential oil, antioxidant activity, DPPH, antimicrobial activity.

ملخص

يركز هذا العمل على دراسة الأنشطة المضادة للأكسدة والمضادة للميكروبات للزيت العطري المستخرج من الأجزاء الهوائية لنبات *Lavandula dentata*، وهو نبات عطري ينتمي إلى الفصيلة الشفوية. تم الحصول على الزيت العطري عن طريق التقطير المائي باستخدام طريقة Clevenger، ثم تم اختبار خصائصه البيولوجية باستخدام مناهج في المختبر. تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة DPPH، وكشف عن نشاط مضاد للجذور الحرة معتدل. بلغت قيمة IC_{50} التي تم الحصول عليها 8.4 ملغم/مل، مما يشير إلى نشاط مضاد للأكسدة معتدل مقارنة بحمض الأسكوربيك، الذي يحتوي على IC_{50} أقل (6.63 ملغم/مل). أظهرت دراسة النشاط المضاد للميكروبات، التي أجريت باستخدام طريقة انتشار الأجار، فعالية متفاوتة تبعاً للسلاسل المختبرة. تشير النتائج إلى نشاط قوي ضد البكتيريا موجبة الجرام، بما في ذلك العصوية الشمعية (58.5 مم)، والمكورات الصفراء (42.25 مم)، والمكورات العنقودية (38 مم)، بالإضافة إلى تثبيط كامل لنمو المبيضات البيضاء، مما يدل على تأثير مضاد للفطريات واضح. في المقابل، لوحظ نشاط أكثر اعتدالاً ضد البكتيريا سالبة الجرام مثل الإشريكية القولونية (25 مم)، والكلبسيلا (15.6 مم)، ومقاومة ملحوظة في الزائفة الزنجارية (10.5 مم).

"تُظهر السلاسل الثلاث المختبرة/المكورات العنقودية، والمبيضات البيضاء، والعصوية المخاطية نشاطاً مضاداً ميكروبياً عالياً جداً عند التعرض للزيت العطري".

تؤكد هذه النتائج أن زيت الخزامى العطري يتمتع بإمكانيات بيولوجية مثيرة للاهتمام، لا سيما كعامل طبيعي مضاد للميكروبات ضد بعض السلاسل المسببة للأمراض، وبدرجة أقل، كمضاد للأكسدة. وبالتالي، يمكن أن يجد تطبيقات في قطاعات الأدوية ومستحضرات التجميل والأغذية الزراعية.

الكلمات المفتاحية: Lavandula dentata: ، الزيت العطري، التقطير المائي، النشاط المضاد للأكسدة، DPPH، النشاط المضاد للميكروبات.