

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la Recherche scientifique
Université de Blida 1
Faculté des sciences de la Nature et de vie



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Filière : Sciences agronomique

Département : Biotechnologie et Agro-écologie

Spécialité : Système de Production Agro – Ecologique

Thème :

Valorisation d'une espèce médicinale la lavande, poussant à l'état spontanée en Algérie

Réalisé par :

CHENNAOUI Wiam

MEROUANE Sara

SOUADKIA Sirine

Devant le jury :

Dr. DEROUICHE B.	MCB	Université de Blida 1	Président
Dr. MOUAS Y.	MCA	Université de Blida 1	Promotrice
Dr. HAMIDI Y.	MCB	Université de Blida 1	Examineur

Année universitaire 2022 -2023

Remerciements

Avant tout j'adresse mes remerciements à ALLAH, le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donné durant toutes ces longues années d'études et pour la réalisation de ce travail que j'espère être utile.

Nous présentant nos sincères remerciements à notre promotrice **Dr. MOUAS YAMINA** de nous avoir encadrée et dirigée durant la réalisation de ce travail avec une grande rigueur scientifique ; merci madame pour tout le savoir que vous nous avez transmis, pour les commentaires qui ont enrichis ce travail.

On tient également à exprimer nos sincères remerciements à :

Dr DEROUICHE B. d'avoir accepté de présider le jury et évalué notre travail.

Dr HAMIDI Y. d'avoir accepté d'examiner et évalué notre travail.

DÉDICACE

Grâce au Dieu le tout puissant, qui m'a donné la volonté, qui m'a éclairé vers le bon chemin, et qui me permet d'arriver à ce but.

Je dédie ce travail à **mes très chers parents** Je les remercie pour leurs sacrifices, leurs patiences, leur soutien, l'aide et les encouragements qui m'ont apporté durant toutes ces années d'étude sans eux.

Je ne serais pas ce que je suis aujourd'hui.

A mes sœurs : Leila, Sirine et mes frères Hicham, Mouatez, Iyad

Pour leurs conseils, leurs soutien, leur orientations.

A ma copine : Souadkia Sirin et Merouane Sara et Zidane Amina

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à ce travail

WIAM

DÉDICACE

A ma vie ma chère maman Rabi yarhamha aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour et le respect que j'ai toujours pour vous, tu as donné tout ce qu'avais pour réaliser mes rêves je souhaite que tu sois fier de ma réalisation d'aujourd'hui et de la personne que je suis devenue.

Je prie pour nous retrouvions au paradis inchaallah je t'aime.

A mon chère papa autant de phrases et d'expressions soit elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance.

Tes conseils sont toujours gratuits mes pas vers la réussite ta patience sans fin ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter .je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serais demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais décevoir

. A mon frère Wadie et ma sœur Nour je dédie ce mot à vous deux grâce à votre soutien vos conseils et votre amour j'ai arrivé jusque ici .

À ma chère tante, Fatima En ce jour spécial, je tiens à te dédier ces mots remplis de reconnaissance et d'amour. Tu as toujours été présente à mes côtés je tiens à te dire merci du fond du cœur.

Mes remerciements particuliers sont adressés à ma chère cousine Nassima de m'avoir procuré de l'aide lorsque j'en avais besoin Tu as su me comprendre, me conseiller et m'encourager dans les moments les plus difficiles . Ta présence a été un véritable pilier dans ma vie, et je suis profondément reconnaissant de t'avoir à mes côtés

Toutes mes salutations à mes collègues (sirine ,wiam,ikram,adel,rayane , reda) de la promo de Master 2023

SARA

DÉDICACE

Avant tout, je dois rendre grâce à dieu de m'avoir donné le courage De terminer ce travail

Je dédie

Ce travail A mes chers « parents », pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A ma belle sœur « Youssra »et ma petite sœur « Maria » pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mon frère « Abde el mounaim » pour leur appui et leur encouragement

A mes chères amies « Fella , wiam , abir » pour leur soutien, A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et Merci d'être toujours là pour moi

SIRINE

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Généralité sur la lavandula	
1. Historique	3
2. Description de la plante.....	3
3. Classification	4
4. Origine et répartition géographique.....	5
5. Présentation des trois espèces de lavande	5
5.1 <i>Lavandula stoechas</i>	5
5.1.1 Nomenclature.....	5
5.1.2 Systématique.....	5
5.1.3 Description botanique.....	6
5.1.4 Origine et répartition géographique.....	7
5.2 <i>Lavandula dentata</i>	8
5.2.1 Systématique.....	8
5.2.2 Description botanique.....	8
5.2.3 Origine et répartition géographique	9
5.3 <i>Lavandula multifida</i>	10
5.3.1 Origine et répartition géographique.....	10
Chapitre II : Les huiles essentielles des plantes médicinales	
1. Généralité.....	11
2. Principales propriétés des huiles essentielles.....	11
3. Conservation des huiles essentielles.....	11
4. Composition chimique des huiles essentielles.....	12
5. Caractéristiques des huiles essentielles.....	13
6. Rôle.....	14
7. Toxicité des huiles essentielles.....	14
8. Extraction des huiles essentielles.....	14
Chapitre III : Matériel et méthodes	
1. Objectif de travail.....	19
2. Présentation de la région d'étude.....	19
3. Climat.....	19
4. Matériel végétale.....	20
5. Le matériel microbiologique.....	22

Table des matières

5.1 Les microorganismes testés.....	22
6. Préparation du matériel végétale.....	23
7. Extraction de l'huile essentielle.....	24
8. Mode opératoire.....	24
9. Conservation d'huile essentiel.....	25
10. Les paramètres étudiés.....	26
10.1 Rendement d'huile essentiel.....	26
10.2 Caractéristiques organoleptiques.....	26
10.3 Analyse des huiles essentielles par les méthodes chromatographiques.....	26
10.4 Principe de la GC / MS	27
10.5 Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de lavande.....	27
10.6 Préparation de la dilution.....	28
10.7 Evaluation de l'activité antimicrobienne.....	28
10.8 Evaluation de l'activité antioxydante.....	32
Chapitre IV : Résultats et discussion	
1. Rendement en HE du lavande de deux espèces différentes étudiées.....	37
2. Caractéristiques organoleptiques.....	38
3. L'analyse chimique CGMS de l'huile essentielle de <i>L. dentata</i> et <i>L. stoechas</i>	39
4. Activité antimicrobienne des huiles essentielles <i>L. dentata</i> et <i>L. stoechas</i>	44
5. Activité antioxydant des huiles essentielles <i>L. dentata</i> et <i>L. stoechas</i>	50
Conclusion et perspectives.....	56
Références bibliographiques.....	58
Annexes.....	64

Liste des abréviations :

AFNOR : Association française de normalisation

CG-SM : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

IC 50 : Concentration inhibitrice à 50%

DPPH : 1,1-Diphényl-2- picryl hydrazyl

HE : Huile essentielle

DMSO : Diméthyle Sulfoxyde

L : *Lavandula*

ATCC : American Type Culture Collection

NCTC: National Collection of Type Cultures

Liste des figures

Figure 01 : Description des parties de <i>Lavandula</i>	4
Figure 02 : <i>Lavandula stoechas</i>	7
Figure 03 : Distribution géographique de <i>L. stoechas</i>	7
Figure 04 : <i>Lavandula dentata</i>	9
Figure 05 : <i>Lavandula multifida</i>	10
Figure 06 : Montage d'Hydrodistillation de type Clevenger.....	15
Figure 07 : schéma d'une installation d'entrainement a la vapeur d'eau.....	16
Figure 08 : extraction par expression à froid.....	16
Figure 09 : Appareillage d'extraction par micro-ondes.....	17
Figure 10 : Schéma simplifié d'un extracteur au CO2 supercritique.....	18
Figure 11 : Carte géographique de la wilaya Tipaza.....	19
Figure 12 : <i>Lavandula dentata</i>	20
Figure 13 : <i>Lavendula stoechas</i>	20
Figure 14 : lavande séchée dans papier kraft.....	23
Figure 15 : appareil de type clevenger.....	24
Figure 16 : Chauffer Ballon verre de 2000 ml rempli de <i>Lavandula</i>	24
Figure 17 : hydrolat et l'huile essentiel de <i>Lavandula</i>	25
Figure 18 : échantillons des HEs	25
Figure 19 : Chromatographie en phase gazeuse	26
Figure 20 : illustration de la méthode des aromatogrammes sur boite de Pétri.....	27
Figure 21 : tubes de la dilution préparé.....	28
Figure 22 : préparation de milieu gélosé	29
Figure 23 : Ensemencement	30
Figure 24 : le dépôt des disques.....	32
Figure 25 : Réaction d'un donneur d'hydrogène avec le radical DPPH.....	33
Figure 26 : solution liquide de DPPH.....	33
Figure 27 : tube a essais HE + méthanol.....	34
Figure 28 : Solution d'huile essentielle + solution DPPH.....	34
Figure 29 : Contrôle négative.....	35
Figure 30 : mélange des concentrations d'acide ascorbique avec la solution de DPPH...	36
Figure 31 : Rendement d'huile essentiel <i>L. dentata</i> et <i>L. stoechas</i>	37
Figure 32 : Chromatogramme CG/SM de l'HE de <i>L. dentata</i>	40

Liste des figures

Figure 33 : Pourcentage des composants majoritaires par rapport aux autres constituants de l'HE de <i>L. dentata</i>	40
Figure 34 : Chromatogramme CG/SM de l'HE de <i>L. stoechas</i>	42
Figure 35 : Pourcentage des composants par rapport aux autres constituants de l'HE de <i>L. stoechas</i>	43
Figure 36 : Diamètre d'inhibition antibactérien de HE de <i>Lavandula dentata</i>	45
Figure 37 : Effet de l'huile essentielle de <i>Lavandula dentata</i> sur <i>Bacillus subtilis</i>	45
Figure 38 : Diamètre d'inhibition antifongique de HE de <i>Lavandula dentata</i>	46
Figure 39 : Effet de l'huile essentielle de <i>Lavandula dentata</i> sur <i>Candidas albicans</i>	46
Figure 40 : Diamètre d'inhibition antibactérien de HE de <i>Lavandula stoechas</i>	47
Figure 41 : Effet de l'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> sur <i>Bacillus subtilis</i>	47
Figure 42 : Diamètre d'inhibition antifongique de HE de <i>Lavandula stoechas</i>	48
Figure 43 : Effet de l'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> sur <i>Candidas albicans</i>	48
Figure 44 : Effet de l'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> sur <i>Escherichia Coli</i>	49
Figure 45 : pouvoir antioxydant du DPPH en fonction des concentrations d'huile essentielle de <i>L. dantata</i>	51
Figure 46 : pouvoir antioxydant du DPPH en fonction des concentrations de l'huile essentielle <i>L. stoechas</i>	52
Figure 47 : Taux d'inhibition du radical libre DPPH de vitamine C.....	53

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification systématique de la Lavande.....	5
Tableau 02 : date et lieu des récolte des échantillons.....	21
Tableau 03 : les souches microbiennes utilisées.....	22
Tableau 04 : Rendement du huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> et <i>Lavandula stoechas</i>	37
Tableau 05 : Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle <i>L. dentata</i> et <i>L. stoechas</i>	38
Tableau 06 : Les principaux composants.....	39
Tableau 07 : Composants majoritaires de L'HE selon la provenance.....	41
Tableau 08 : Les principaux composants.....	42
Tableau 09 : Composants majoritaires de L'HE selon la provenance.....	44
Tableau 10 : l'absorbation a 517 mn et le résultat de l'activité antioxydante de <i>L. dentata</i>	50
Tableau 11 : l'absorbation a 517 mn et le résultat de l'activité antioxydante de <i>L. stoechas</i>	51
Tableau 12 : l'absorbation a 517 mn et le résultat de l'activité antioxydante de vitamine C.....	53
Tableau 13 : résultat de IC50.....	54

Résumé :

La lavande, est une plante médicinale qui prospère également dans des conditions climatiques semi-arides et arides. Cette plante est connue depuis des siècles pour ses nombreuses utilisations dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique.

L'objectif du travail est d'évaluer le rendement en HE de cette espèce, aussi que son activité antioxydant, antimicrobienne et sa composition chimique.

Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger à partir des parties aériennes de *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas*.

L'activité antimicrobienne a été réalisé par aromatogramme. L'activité anti oxydant est évaluée par la méthode de réduction de radicale libre (dpph). La composition chimique des HES a été déterminer par CGMS .

Nous avons trouvé un rendement en huiles essentielles de 0.85% et 1.33% pour la région de cherchel et mared respectivement. La détermination de la composition chimique des huiles essentielles, réalisé par (CG-MS), a révélé la présence de 111 composés dans l'huile essentielle de Cherchel et 81 composés pour l'huile essentielle de Mared .

Nous avons trouvé que les deux composés majoritaires de l'huile essentielle de la région de Cherchel sont : 1,8-cinéole (35 %) et β -pinène (8.82), alors dans celle de Mared nous avons trouvé que le deux composés majoritaire avec un taux de Bicyclo [2.2.1] heptan-2-one (27.93%) et Camphor (12.18%).

L'évaluation de L'activité antimicrobienne sur 4 souches (3 grams – et 1 gram +), une moisissure et une levure, a montré un effet antibactérien intéressant sur les souches à (gram +) *Bacillus subtilis*.

Les HES posséder une activité antioxydant qui sont inferieur a celle de l'acide ascorbique.

Mot clés : lavande, HE,CGMS, activité antimicrobienne ,activite antioxydant.

ملخص :

الخزامى هو نبات طبي ينمو أيضًا في ظروف مناخية شبه جافة وجافة. يُعرف هذا النبات منذ قرون طويلة باستخداماته العديدة في صناعة الأدوية والتجميل.

هدف هذا البحث هو تقييم أداء استخراج الزيوت الأساسية من هذا النوع من النباتات، بالإضافة إلى دراسة نشاطها المضاد للأكسدة والمضاد للميكروبات، وتحليل التركيب الكيميائي لها. تم استخراج الزيوت الأساسية باستخدام تقنية التقطير البخار باستخدام جهاز Clevenger من أجزاء النبات المعمر لأنواع *Lavandula stoechas* و *Lavandula dentata*.

تمت دراسة النشاط المضاد للميكروبات باستخدام تقنية الأروماتوغرام. تم تقدير النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة تخفيض الراديكال الحر (DPPH). تم تحليل التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية باستخدام جهاز كروماتوغرافيا الغاز متصل بالكتلة (GC-MS).

تم العثور على معدل استخراج للزيوت الأساسية يبلغ 0.85% و 1.33% لمنطقتي شرشال وماريد على التوالي. كما كشف تحليل التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية باستخدام جهاز GC-MS عن وجود 111 مركبًا في زيت الخزامى من منطقة شرشال و81 مركبًا في زيت الخزامى من منطقة ماريد. وتبين أن المركبين الرئيسيين في زيت الخزامى من منطقة شرشال هما 1-8-سينيول (35%) وبيتا-بينين (8.82%)، بينما تحتوي زيت الخزامى من منطقة ماريد على مركبين رئيسيين هما Camphor (12.18%) و Bicyclo [2.2.1] heptan-2-one (27.93%).

تمت دراسة النشاط المضاد للميكروبات على 4 سلالات بكتيرية (3 سلبية جرامًا وسلبية جرامًا +)، وفطر وخميرة، وأظهرت نتائج الدراسة تأثيرًا مضادًا للبكتيريا مثيرًا على السلالات البكتيرية الجرامية الموجبة مثل *Bacillus subtilis*.

تبين أن الزيوت الأساسية للخزامى تحتوي على نشاط مضاد للأكسدة ولكنها أقل فعالية من حمض الأسكوربيك..

الكلمات المفتاحية: الخزامى ، زيت اساسي ، CGMS، النشاط المضاد للميكروبات ، النشاط المضاد للأكسدة.

Summary :

Lavender is a medicinal plant that also thrives in semi-arid and arid climatic conditions. This plant has been known for centuries for its many uses in the pharmaceutical and cosmetic industries.

The objective of the work is to evaluate the EO yield of this species, as well as its antioxidant and antimicrobial activity and its chemical composition.

The essential oils were extracted by hydrodistillation using a Clevenger-type apparatus from the aerial parts of *Lavandula dentata* and *Lavandula stoechas*.

The antimicrobial activity was carried out by aromagram. The antioxidant activity is evaluated by the free radical reduction method (dpph). The chemical composition of HEs was determined by CGMS.

We found an essential oil yield of 0.85% and 1.33% for the Cherchel and Mared regions respectively. The determination of the chemical composition of essential oils, carried out by (CG-MS), revealed the presence of 111 compounds in the essential oil of Cherchel and 81 compounds for the essential oil of Mared.

We found that the two major compounds of the essential oil from the Cherchel region are: 1,8-cineole (35%) and β -pinene (8.82), whereas in that of Mared we found that the two major compounds with a rate of Bicyclo [2.2.1] heptan-2-one (27.93%) and Camphor.(%12.18) .

The evaluation of the antimicrobial activity on 4 strains (3 grams – and 1 gram +), a mold and a yeast, showed an interesting antibacterial effect on the strains with (gram +) *Bacillus subtilis*.

HES have antioxidant activity that is lower than that of ascorbic acid.

Keywords: lavender, HE, CGMS, antimicrobial activity, antioxidant activity.

Introduction

Le genre *Lavandula* est un membre important de la famille des Lamiacées et se compose d'environ 28 espèces, qui sont pour la plupart d'origine méditerranéenne. La lavande est très connue sous le nom de halhal et est largement distribuée à travers toute la périphérie nord de l'Algérie. Il a été signalé que cette plante est répandue dans tout le bassin méditerranéen. Dans la médecine populaire algérienne, les parties aériennes, surtout les inflorescences, sont utilisées comme agent antiseptique, calmant, adjuvant de cicatrisation. La plupart de ces propriétés sont dues à la fraction d'huile essentielle (HE) qu'elles contiennent. Elles sont également utilisées dans la cuisine comme herbe culinaire pour préparer le couscous le plus populaire. (**Benabdelkader T., et al. 2011**) .

Les plantes médicinales ont fait un retour en force, s'appuyant sur des valeurs sûres testées depuis de longues années par nos ancêtres. Plusieurs facteurs sont derrière ce regain d'intérêts tels que, le coût moins élevé que les médicaments conventionnels, la relative disponibilité surtout dans les régions éloignées, la méfiance vis-à-vis des produits de synthèse ou tout simplement l'envie de consommer " Bio". (**Bounihi, 2016**)

Aujourd'hui, bien que nous ayons vu le développement spectaculaire des médicaments synthétiques, nombreux pays même développés continuent à compter sur les remèdes traditionnels. L'organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que près de 80 % d'habitants qui peuplent la planète a essentiellement recours aux médecines traditionnelles (**Bounihi, 2016**).

Une huile essentielle est un produit odorant, de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique sans chauffage (**Bruneton, 2009**).

La composition chimique des huiles essentielles est très fluctuante. En effet, elle dépend d'un grand nombre de facteurs d'ordre naturel (génétique, localisation, maturité, sol, climat, etc..) ou technologiques (mode de culture ou d'extraction d'huile essentielle de la plante). (**Figueredo, 2007**).

L'Algérie, vue de sa situation géographique et sa diversité climatique, dispose d'une richesse floristique naturelle. Elle compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% sont endémiques. Les espèces de la famille Lamiacée constituent l'un des espèces les plus dominant et les plus riches en HES. Elles sont largement utilisées en aromathérapie grâce à leurs vertus thérapeutiques intéressantes (**Hamel et al., 2018**).

Introduction

Pour cela nous nous sommes intéressés à une espèce de la famille des lamiacées, très répandue en Algérie : Lavande .

Lors de nos premières sorties sur terrain, accompagnés des services des forêts, nous avons pu identifier deux espèces du genre *Lavandula*: *L.dentata* et *L.stoechas* .

Notre étude consiste à valoriser ces deux espèces, récoltées dans deux régions Cherchell et Maredj en déterminant le rendement de HE, la composition chimique (CG/MS), et par la suite évaluer leur activité antimicrobienne et activité antioxydante.

1. Historique :

Au cours des dernières années, l'exploitation économique des espèces du genre *Lavandula* a augmentée en raison de l'utilisation de leurs huiles essentielles. Ces huiles peuvent être obtenues de plantes spontanées ou cultivées. **(Benabdelkader, 2012).**

A cette époque, on trouvait la lavande dans les jardins de monastères où, associée à d'autres plantes aromatiques et médicinales (PAM), elle était utilisée à but curative. Les plantes étaient d'ailleurs les seuls éléments de la pharmacopée **(Benabdelkader, 2012).**

Le développement au XIII siècle des Facultés de Marseille et Montpellier (France) a joué un rôle important dans la connaissance des bienfaits des plantes locales et les recherches des universitaires s'appliquaient aux moyens d'extraire les principes actifs (PA). On la retrouve citée dans de nombreux textes **(Gontard, 1940 : Monge2013 : Cassé, 2013).**

En 1952, les premiers essais de coupe mécanique et le développement des cultures de lavandin entraînent le déplacement des cultures. Dans le même temps, deux autres facteurs ont contribué à la diminution constante des surfaces cultivées en lavande : le développement de produit de synthèse et Apparition d'une maladie encore mal expliquée le dépérissement prémature des plants qui affecte directement la durée de vie et la productivité des plantations. L'HE de lavande fine n'est plus utilisé dans les produits de grande consommation, où les produits de synthèse moins coûteux l'ont remplacée. Elle demeure irremplaçable dans les deux domaines prestigieux de son histoire : la parfumerie de luxe et la sphère médicale avec le développement de la phytothérapie et de l'aromathérapie **(Gontard, 1940 ; Monge2013 ; Cassé, 2013).**

2. Description de la plante :

La Lavande est un arbrisseau vivace et aromatique, à souche ligneuse, courte, rameuse, originaire du bassin méditerranéen et pouvant atteindre 1m de hauteur. Elle présente une racine pivotante, à rameaux dressés. Les tiges de la lavande font de 20 à 50 centimètres. Elles sont rameuses dès la base, allongées, grêles, blanchâtres et touffus. Les feuilles sont opposées, lancéolées, linéaires, aiguës, persistantes, aromatique, velues, de couleur gris-vert et mesurant 3 à 5cm de long. La floraison a lieu durant l'été. Les fleurs sont mauves à bleu violacées et sont portées par des tiges florifères en épi terminal très odorants. Les fruits sont des akènes, renferme

une graine noirâtre **Figure 01**(Ecribanob., Santos B.2003.) (Aggarwal Bb, Bhatt Id, IchikaH, Ahn K, Sethi G,Sandur S,et al. 2006).



A. Rameau de lavande

B. ensemble des éléments de fleur de lavande



C. les tiges de lavande



D. feuilles de lavande



E. Tétrakène de lavande

Figure 01 : Description des parties de *Lavandula* (Aggarwal Bb, Bhatt Id, IchikaH, Ahn K, Sethi G, Sandur S, et al. 2006)

3. Classification :

La Lavande appartient à l'embranchement des Spermaphytes. Elle est appelée communément par la population locale « khzama» (AL-Bandak G., Oreopoulou V.2017). Suivant la classification classique des plantes à fleurs, elle est classée comme suit :

Tableau 01 : Classification systématique de la Lavande :

Règne	Plantes
Division	Magnoliophyta(Angiospermes)
Classe	Magnoliopsida = Dicotylédones
Sous classe	Asteridées
Ordre	Lamiales (Labiales)
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Lavandula</i>

4. Origine et répartition géographique :

Le genre *Lavandula* appartient à la sous-famille des Nepetoideae du fait du caractère hexaperturé des grains de pollen, la sous-famille des Nepetoideae est divisée en 3 tribus dont celle des Ocimeae dans laquelle sont placées les lavandes. D'après Baba **Aissa (2011)**, la lavande est une plante méditerranéenne commune dans l'Atlas tellien occidental, originaire de sud-ouest de la méditerranée (Portugal, Espagne, Maroc). En Algérie, elle est très commune dans le Tell et pousse sur les sols secs et siliceux. On la trouve sur les sommets arides, les pelouses et le maquis (**Benabdelkader , 2012**).

5. Présentation des trois espèces de lavande :

Notre étude est portée sur les trois espèces caractéristiques dans les monts de la Wilaya de Tlemcen : (*Lavandula stoechas* et *Lavandula multifida* et *Lavandula dentata*).

5.1 *Lavandula stoechas* :

5.1.1 Nomenclature :

Selon (**Bellakhdar et al., 1997**) :

Arabe : Halhal, astuhudus, meharga

Berbère : Amezzir, timerza, imezzir.

Anglais : Spanish lavender (in America), lavender (in Europe), Italian lavender, top

Lavender Français : lavande stoechade, lavande papillon, lavande stéchas, lavande à toupet.

En Algérie, *Lavandula stoechas* est très connue sous le nom local "**Helhal**".

5.1.2 Systématique :

D'après Quézel et Santa (1963), la position systématique de *L. stoechas* est la suivante :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Sous-famille : Nepetoideae

Genre : *Lavandula*

Espèce : *Lavandula stoechas*

5.1.3 Description botanique :

Lavandula stoechas, lavande de papillon présente sous la forme d'un arbrisseau et pouvant atteindre un mètre de haut (**Benabdelkader, 2012**), blanchâtre, tétragones (**Jullien, 2016**), très ramifié et très aromatique avec une lourde odeur semblable à celle du pin (**Benabdelkader, 2012**), l'essence qu'on peut en extraire à une odeur très forte et désagréable (**Barbier, 1963**). Elle supporte la mi-ombre, tolère le froid et préfère les endroits ensoleillés et les sols riches (**Chu et Kemper, 2001**). Fleurs : de couleur mauve foncé, en épis courtement pédonculés, ovales ou oblongues, compactes, quadrangulaires, surmontées d'une houppe de grandes bractées stériles violettes (**Figure 2**). Bractées fertiles larges, obovales-subtrilobées, membraneuses, veinées, plus courtes que le calice très velu. Carpelles ovales à 3 angles (**Jullien, 2016**). Feuilles : sont petites, grisâtres, tomenteuses (**Besombes, 2008**), sont opposées de 2- 4 cm de long, sessiles, oblongues, lancéolées, linéaires, étroites et recourbées sur les bords (**Benabdelkader, 2012**), mais sans dents ni lobes, appariées ou groupées à des nœuds, parfumés lorsqu'elles sont écrasées, stipules-aucune, pétiole-aucune (**Siddiqui et al., 2016**). Tiges : Nombre-plusieurs, longueur de 20- 40 cm (**Besombes, 2008**) de couleur grisâtre, ramifiées, carrés quand jeunes, poussent souvent le long du sol, puis pliées vers le haut, densément poilues avec étoile type poils, parties inférieures boisées et rugueuses, taillis lors de la coupe (**Siddiqui et al., 2016**).



Figure 02 : *Lavandula stoechas* (Mohd Aftab et al., 2016)

5.1.4 Origine et répartition géographique :

Origine : Bassin méditerranéen.

L. stoechas est communément appelée ‘lavande française’, ‘lavande italienne’, ‘lavande espagnole’, ‘lavande des stoechades’, ‘lavande maritime’, ‘lavande papillon’ ou ‘lavande à toupet’. Elle a été historiquement la première lavande à être formellement décrite et elle est aussi la lavande dont le territoire géographique est le plus vaste. Elle est répandue dans tout le bassin méditerranéen (Europe méridionale, l’Afrique du Nord et le Moyen Orient) avec une petite disjonction sur la frontière Lybie-Egypte (Figure 3). Actuellement, elle a été introduite et cultivée en Bretagne, Nouvelle Zélande et en Australie (Upson & Andrews, 2004).

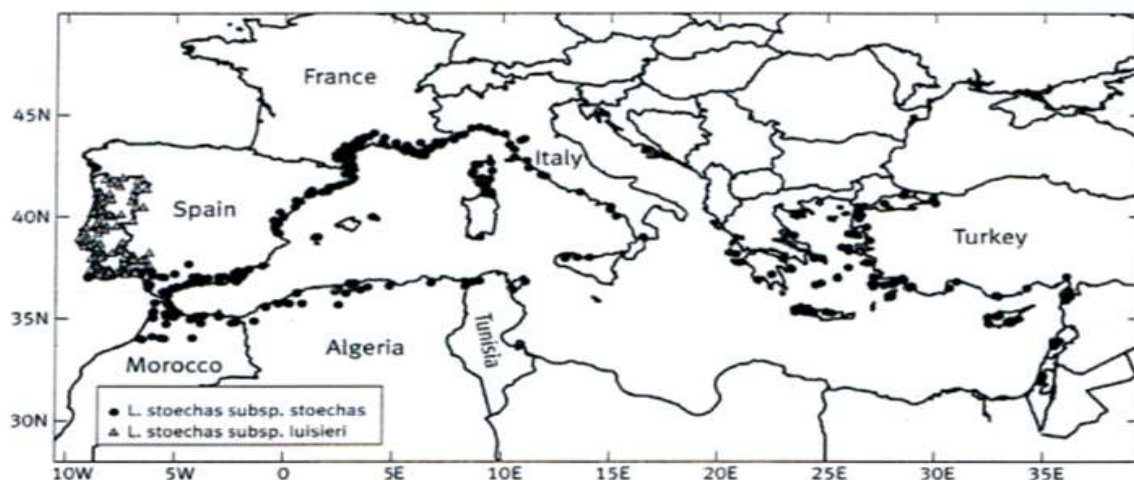


Figure 03 : Distribution géographique de *L. stoechas* (d’après Upson & Andrews, 2004)

Habitat : Garrigues, maquis et forêts de pins sur sols siliceux (Quezel & Santa, 1963) .

Répartition géographique : Bassin méditerranéen. Maroc, Espagne, Algérie, Tunisie, Liban, Israël, Grèce, Sardaigne, Turquie, France, Portugal(Quezel & Santa, 1963) .

Répartition géographique en Algérie : Dans tout le Tell (Quezel & Santa, 1963).

5.2 *Lavandula dentata* :

5.2.1 Systématique :

D'après Benabdelkader(2012), la systématique de *L. dentata* est la suivante:

Règne : Plantae

Embranchement : Spermatophytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe: Dicotylédones

Ordre: Lamiales

Famille : Lamiaceae

Sous-famille : Nepetoideae

Tribu : Ocimeae

Genre : Lavandula

Sous-genre : Lavandula

Section : Dentatae

Espèce : *Lavandula dentata*

Nom vernaculaire algérien : "Djaida"(Bousmaha et al, 2005).

5.2.2 Description botanique :

Lavandula dentata, également connue sous le nom de lavande frangée. (Hui et al., 2019), de la famille des Lamiacées (Rebey, 2017), est un arbuste très aromatique aux branches dressées, ligneuses à la base, qui produit de longues tiges florales (Giuliani et al., 2013), pouvant atteindre 1 m de haut et de large (Figure 4) (Lim, 2014). Les feuilles sont sessiles, étroites, linéaires, épaisses, avec un bord denté à denté, collantes, longues de 3 cm et portées en

verticilles sur la tige quadrangulaire ligneuse (Lim, 2014), de couleur vert grisâtre (Giuliani et al., 2013). Ainsi que, Les tiges sont plus faibles et arquées, ont tendance à être plus vertes que grises (Catherine et al., 2001). Les fleurs se trouvent en grappes serrées dans un épi pédonculé de 2,5 à 5 cm de long (Giuliani et al, 2013), au sommet des longues tiges feuillues grises et minces et sont composées de bractées papuleuses bleu-violet et de minuscules fleurs bleu-violet plus pâles (Lim, 2014). La corolle est bilabiée, avec un limbe à 5 lobes. Le tube de la corolle mesure environ 4 à 5 mm de profondeur. La longueur totale de la corolle varie entre 6 et 9 mm (moyenne de 7,6 mm). Quatre étamines didynamiques sont dissimulées dans le tube de la corolle ; la paire antérieure est plus longue. Le pistil est bicarpellé, et les branches du style sont plates (Nuru et al., 2015).



Figure 04 : *Lavandula dentata* (Anonyme)

5.2.3 Origine et répartition géographique :

La lavande dentée d'origine africaine, croit spontanément au Maroc, en Algérie, en Erythrée ainsi qu'en Arabie Saoudite. Cette plante a pénétré l'Espagne par le littoral méditerranéen. Elle est rencontrée aux îles Baléares, les îles Canaries, Malte et la Sicile. (Rovesti 1956, in Mesli 2001). Habitat : Garrigues, en particulier sur sols calcaires.

Répartition géographique : Espagne, Baléares, Afrique (N.-O.) ; également cultivée. Dentata Maroc, Espagne, Algérie, Ethiopie, Yemen, Arabie Saoudite, Erythrée, Jordanie (Quezel & Santa, 1963).

Répartition géographique en Algérie Secteur Oranais 1-2-3, Sous-secteur littoral algérois (A1) à l'ouest de Chenoua, RR: ailleurs (Quezel & Santa, 1963).

5.3 Lavandula multifida :



Figure 05 : *Lavandula multifida* (Anonyme)

5.3.1 Origine et répartition géographique :

Portugal, Espagne, Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte, Soudan, Italie. Habitat : Garrigues, Garrigues, terrains rocheux, terres en friche (**Quezel & Santa, 1963**).

Répartition géographique : Péninsule ibérique, Italie (S.), Sicile, Afrique (N.), Canaries. Multifida Portugal, Espagne, Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte, Soudan, Italie (**Quezel & Santa, 1963**).

Répartition géographique en Algérie : AC : ça et là dans toute l'Algérie sauf dans le Tell algéro constantinois (**Quezel & Santa, 1963**).

1. Généralité :

Selon Jean Valnet (1980), les huiles essentielles (HE) sont des composés aromatiques volatils extraits de plantes par divers procédés tels que la distillation à la vapeur, l'extraction à froid ou l'extraction par solvant. Elles se caractérisent par leur odeur distinctive et leur composition chimique complexe, comprenant des terpènes, des cétones, des alcools, des esters, des aldéhydes et d'autres composés. Les huiles essentielles sont utilisées depuis des siècles dans différents domaines tels que la parfumerie, la cosmétique, l'aromathérapie et l'alimentation.

2. Principales propriétés des huiles essentielles :

- Propriétés anti-infectieuses : Les huiles essentielles sont connues pour leurs propriétés antimicrobiennes et antifongiques. Elles peuvent aider à lutter contre les infections et à inhiber la croissance des micro-organismes indésirables (Worwood, 2016).
- Propriétés anti-inflammatoires : Certaines huiles essentielles ont des propriétés anti-inflammatoires qui peuvent réduire l'inflammation et soulager les douleurs associées à des conditions inflammatoires (Tisserand et Young, 2013).
- Propriétés régulatrices du système nerveux : Les huiles essentielles peuvent avoir un effet régulateur sur le système nerveux, favorisant la relaxation, réduisant le stress et l'anxiété, et améliorant la qualité du sommeil (Keville et Green, 2008).
- Propriétés drainantes respiratoires : Certaines huiles essentielles ont des propriétés expectorantes et décongestionnantes, favorisant le dégagement des voies respiratoires et soulageant les problèmes respiratoires tels que la congestion nasale et la toux (Worwood, 2016).
- Propriétés digestives : Certaines huiles essentielles peuvent stimuler la digestion, soulager les troubles digestifs et favoriser un fonctionnement digestif sain (Worwood, 2016).
- Propriétés cicatrisantes : Les huiles essentielles sont réputées pour leurs propriétés cicatrisantes et régénératrices de la peau, favorisant la guérison des blessures et des affections cutanées (Worwood, 2016).

3. Conservation des huiles essentielles :

La conservation appropriée des huiles essentielles est essentielle pour préserver leur qualité et leur efficacité. Voici quelques principes généraux à suivre :

- Stockage dans des flacons en verre teinté : Les huiles essentielles sont sensibles à la lumière et peuvent se dégrader sous l'effet des rayons UV. Il est recommandé de les conserver dans des flacons en verre teinté, de préférence en couleur ambrée ou bleue, qui protègent les huiles des dommages causés par la lumière (**Battaglia, 2003**).
- Conservation à l'abri de la chaleur : Les huiles essentielles doivent être conservées dans un endroit frais, sec et à l'abri de la chaleur excessive. Les températures élevées peuvent altérer la composition chimique des huiles et réduire leur efficacité. Il est donc conseillé d'éviter de les exposer à des sources de chaleur directe ou à des variations de température importantes (**Battaglia, 2003**).
- Fermeture hermétique des flacons : Les flacons d'huiles essentielles doivent être bien scellés pour éviter l'évaporation et la contamination. Assurez-vous de bien refermer les flacons après chaque utilisation et de les conserver debout pour éviter les fuites (**Tisserand et Young, 2014**).
- Éloignement de l'air et de l'humidité : Les huiles essentielles sont sensibles à l'oxydation et peuvent se détériorer au contact de l'air et de l'humidité. Il est recommandé de garder les flacons d'huiles essentielles bien remplis pour minimiser la quantité d'air à l'intérieur et de les stocker dans un endroit sec (**Tisserand et Young, 2014**).

4. Composition chimique des huiles essentielles :

- Huiles essentielles à carbures terpéniques et leurs terpènes : Les huiles essentielles sont souvent riches en carbures terpéniques. Ces composés contribuent aux arômes caractéristiques des huiles essentielles et leur confèrent également certaines propriétés thérapeutiques (**Battaglia, 2003**).
- Huiles essentielles avec alcools : Certains alcools sont présents dans les huiles essentielles, tels que le linalol, le géraniol, le menthol, etc. Ces composés ont des propriétés apaisantes, antiseptiques et anti-inflammatoires (**Tisserand et Young, 2014**).
- Huiles essentielles avec éthers : Les éthers, tels que le méthyl eugénol et l'anéthol, peuvent être présents dans certaines huiles essentielles. Ils contribuent aux arômes caractéristiques et peuvent avoir des propriétés antispasmodiques et digestives (**Battaglia, 2003**).
- Huiles essentielles avec esters : Les esters, tels que l'acétate de linalyle et le bornéol, peuvent être présents dans les huiles essentielles. Ils apportent des arômes fruités et floraux, et

peuvent avoir des propriétés calmantes, antispasmodiques et antifongiques (**Battaglia, 2003**).

- Huiles essentielles avec aldéhydes : Certains aldéhydes, comme le citral et le cinnamaldéhyde, peuvent être présents dans les huiles essentielles. Ils confèrent des arômes forts et peuvent avoir des propriétés antiseptiques, stimulantes et anti-inflammatoires inflammatoires (**Tisserand et Young, 2014**).
- Huiles essentielles avec cétones : Les cétones, telles que la camphre et la carvone, peuvent être présentes dans certaines huiles essentielles. Elles ont des arômes caractéristiques et peuvent avoir des propriétés expectorantes, cicatrisantes et régulatrices. (**Battaglia, 2003**).
- Huiles essentielles avec phénols : Certains phénols, tels que le thymol et l'eugénol, peuvent être présents dans les huiles essentielles. Ils ont des propriétés antiseptiques, antifongiques et analgésiques. (**Tisserand et Young, 2014**).
- Huiles essentielles avec composés soufrés : Certains composés soufrés peuvent être présents dans les huiles essentielles, notamment dans les huiles d'ail et d'oignon. Ces composés ont des propriétés antibactériennes, antivirales et antifongiques (**Battaglia, 2003**).

5. Caractéristiques des huiles essentielles :

- Les huiles essentielles sont généralement liquides, faiblement colorées, de densité inférieure à celle de l'eau, à l'exception de quelques essences (**Bruneton, J. 1999**)
- Les huiles, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organique, mais insolubles dans l'eau (**Fabrice. 2009**).
- Les huiles essentielles, elles n'accrochent pas à la lumière, elles doivent donc protéger dans des flacons colorés.
- Les huiles essentielles ne chauffez pas. Perd ses propriétés
- Ce sont des liquides de couleur variable qui peuvent être de très fluides à très visqueux.
- Elles se différencient des autres huiles par leur volatilité

6. Rôle :

Jouer un rôle important dans le composé plante et leur environnement. Par exemple, le 1,8-cinéol et le camphre inhibent germination d'organes infectés ou croissance d'agents pathogènes à partir de ces organes (**Holley A., 1999**).

En phytothérapie, les huiles essentielles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne (**billerbeck et al., 2002**).

7. Toxicité des huiles essentielles :

Sa toxicité est d'autant plus importante que sa concentration est forte. De nombreuses Précautions doivent être prises avant tout emploi et surtout en ce qui concerne le dosage ainsi ; Que le mode d'application interne ou externe (**Bachelot.C, Blaise. A, Corbel. T, Guernic. A. 2006**). Elles sont des substances très puissantes et très actives, c'est la puissance concentrée du plant aromatique, il ne faut donc jamais exagérer les doses, quelle que soit la voie d'absorption, car toute substance est potentiellement toxique à dose élevée ou répétée. (**A. Abbes. 2014**).

8. Extraction des huiles essentielles :

Les essences ou huiles essentielles sont ce que les plantes produisent de précieux. Depuis les temps les plus reculés, les hommes se sont ingénies à trouver des techniques d'extraction des essences des plantes afin de pouvoir les utiliser pour en faire des médicaments, des cosmétiques, des parfums. Ainsi, après la récolte, et suivant la partie de la plante à extraire (plante entière, pétales de fleurs, feuilles, racines ou fruits), le procédé d'extraction mis en œuvre est différent et par conséquent la composition de l'extrait à employer que des moyens par violence sans interventions dragnets critiques trop énergies. Le choix du type d'extraction doit permettre de Retire Vegetius des essences armatures avec le tènement le plus Elevé. Conserver abuse intact que possible les parfums les plus délicates. Ainsi, la méthode d'extraction des huiles essentielles intervient de façon déterminante dans le tènement en huile et dans sa composition plus Est affectée (**Franchomme, P., Pénéol, D., Jollois, R. 2001**).

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les essences aromatiques des plantes.

- **Extraction par hydro distillation :**

Elle consiste à immerger la matière première dans un Bain marie et ensemble est porté à ébullition. Elle est Générale En conduit à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans colmatage des eaux aromatiques obtenues lors de la décantation. Ce procédé présente des inconvénients dus principalement à l'action de la vapeur d'eau ou de l'eau à l'ébullition. Certains organes végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau et par hydrolyse (A. Farhat).

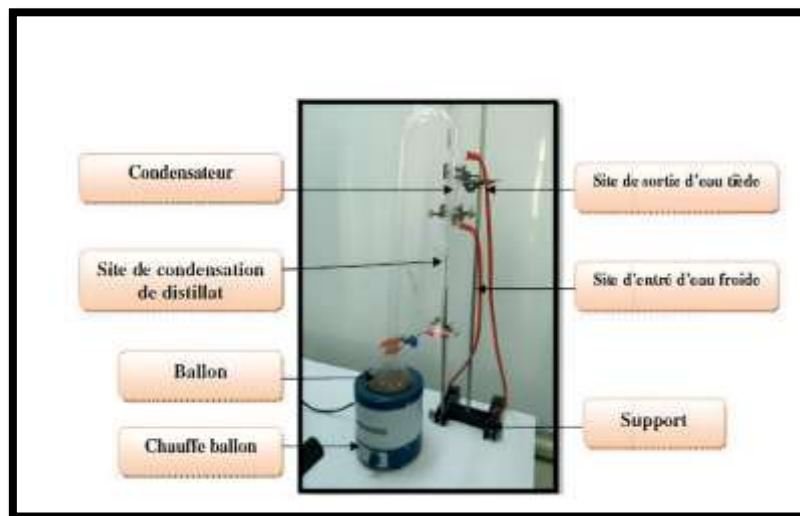


Figure 06 : Montage d'Hydrodistillation de type Clevenger (Anonyme)

- **Extraction à la vapeur :**

Extraction par entraînement à la vapeur d'eau L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange (eau+ huile essentielle). Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (FadiZ,2011).

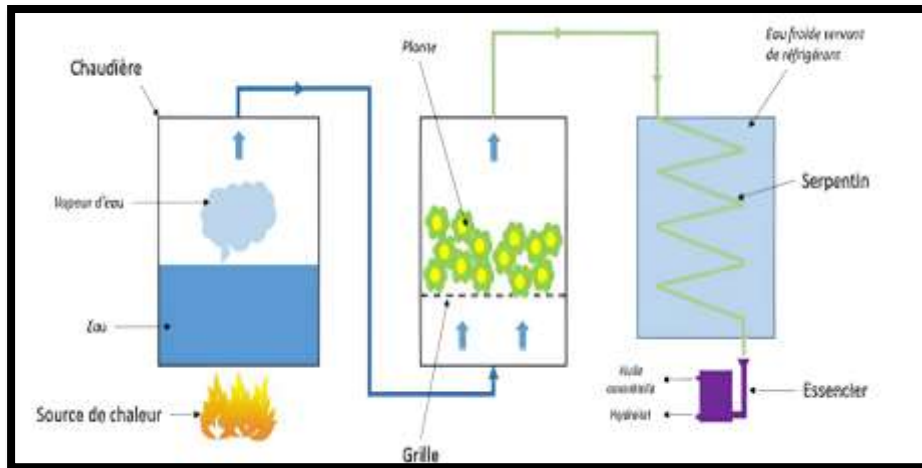


Figure 07 : schéma d'une installation d'entraînement à la vapeur d'eau (Robin Deschepper.2017)

- **Expression à froid :**

La technique Est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les péricarpes d'agrumes en déchirant ces dernières par un traitement mécanique elle consiste à rompre ou dilacérer les parois des sacs oléifères contenus dans le mésocarpe situé juste sous l'écorce du fruit l'épicarpe pour en recueillir le contenu qui n'a subi aucune modification (Belsito, E. L., Carbone, C., Di Gioia, M. L., Leggio).

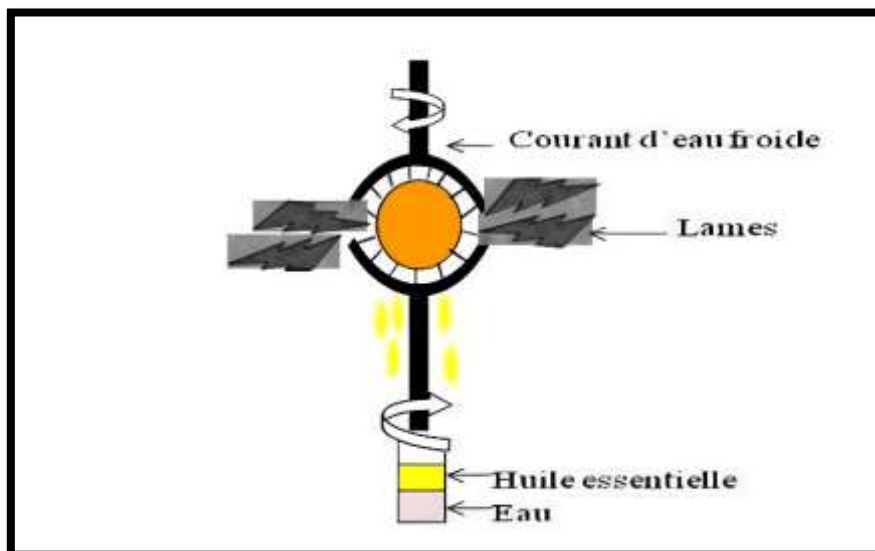


Figure 08 : extraction par expression à froid (Anonyme)

- **Extraction assistée par micro-ondes :**

C'est une technique récente développée dans le but d'extraire des produits naturels comparables aux HES et aux extraits aromatiques. Dans cette méthode, la plante Est chauffée

par un rayonnement micro-ondes dans une enceinte dont la pression Est réduite de façon séquentielle : les molécules volatiles sont entrainées dans le mélange azéotrope formé avec la vapeur deal propre à la plante traitée. Ce chauffage, en vaporisant l'eau contenue dans les glandes oléifères, crée à l'intérieur de ces dernières une pression qui brise les parois végétales et libère ainsi le contenu en huile. (Lucchesi, M.-E. 2005).

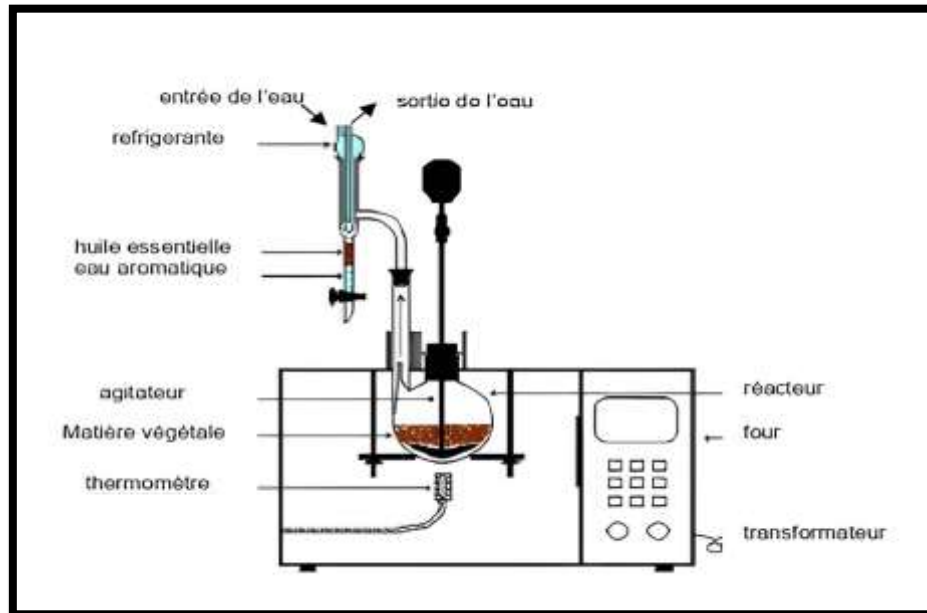


Figure 09 : Appareillage d'extraction par micro-ondes (Lamamra.M, 2018)

- **Extraction par CO₂** :

L'extraction de fluide supercritique (EFS) est un processus consistant à séparer une composante de l'autre en utilisant les fluides supercritiques au lieu d'un solvant d'extraction, 90% des SFE sont réalisées avec le dioxyde de carbone (CO₂) pour plusieurs raisons pratiques. Outre une pression critique relativement faible (74 bars) une température de 32°C, le CO₂ est relativement non toxique, ininflammable, non corrosif, sans danger.

Disponible en grande pureté à un coût relativement faible et s'élimine facilement de l'huile. Le seul inconvénient du CO₂ est son manque de polarité pour l'extraction des composés polaires. Il a été constaté que des extraits préparés par EFS a produit une activité anti oxydante plus élevée que les extraits préparés par d'autres méthodes. Cette méthode d'extraction produit un meilleur rendement, un coefficient de diffusion plus élevé et une plus faible viscosité. Beaucoup d'huiles essentielles qui ne peuvent pas être extraites par distillation à la vapeur peuvent être obtenues par extraction au dioxyde de carbone. Néanmoins, cette technique est très coûteuse en

raison du prix de l'équipement. L'huile supercritique s'est avérée pour être de qualité supérieure, avec les meilleurs résultats d'activités (BouziDj,2018).

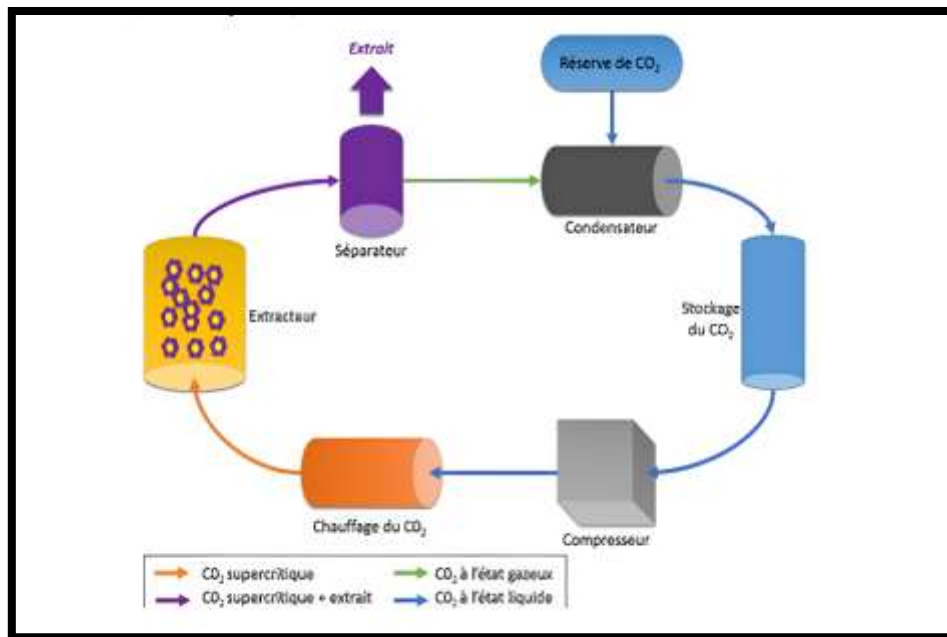


Figure 10 : Schéma simplifié d'un extracteur au CO₂ supercritique (Robin Deschepper.2017)

- **Extraction par enfleurage :**

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras. Il consiste à déposer des pétales de fleurs fraîches sur des plaques de verre recouvertes de minces couches de graisse. Selon les espèces, l'absorption des huiles essentielles des pétales par le gras peut prendre de 24 heures (jasmin) à 72 heures (tubéreuse). Les pétales sont éliminés et remplacés par des pétales fraîches jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous vide. Pour certaines plantes, on procède à une immersion des fleurs dans la graisse chauffée, c'est ce que l'on appelle enfleurage à chaud.

Cette méthode appelée également macération à chaud par d'autres auteurs est surtout utilisée les fleurs délicates qui perdent leurs arômes très rapidement après la cueillette, comme les violettes et certain lys. Cette technique laborieuse, qui demande une grande labilité, est de moins en moins employée au profit de l'extraction par les solvants, en raison de son faible rendement et de l'importante main d'œuvre qu'elle nécessite (Larbi S et al,2013).

1. Objectif de travail

L'objectif de notre travail est de valoriser deux espèces médicinales *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas* très répandues en Algérie. L'étude a porté sur l'évaluation de l'activité antimicrobienne, l'activité antioxydante et la caractérisation chimique des huiles essentielles de ces espèces par CG/MS.

2. Présentation de la région d'étude :

Situation : La wilaya de Tipaza se situe au nord du Tell central.

Coordonnées : 36°35' nord 2° 26' est



Figure 11 : Carte géographique de la wilaya Tipaza (Anonyme)

3. Climat :

La wilaya de Tipaza se situe dans un seul étage bioclimatique subdivisé en deux variantes :

- L'étage sub-humide caractérisé par un hiver doux dans la partie nord.
- L'étage sub-humide caractérisé par un hiver chaud dans la partie sud.

Les vents ont des fréquences différentes durant l'année ; les plus dominantes sont de direction sud et ouest ; quant au Sirocco, il est rarement enregistré au cours de l'hiver. Par contre, les gelées sont fortement influencées par l'altitude. (Anonyme)

Les précipitations moyennes enregistrées par la station de Merad font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 600 mm durant la période 1978-2004. (Anonyme)

Les températures varient entre 33 °C pour les mois chauds de l'été (juillet, août), à 5,7 °C pour les mois les plus froids (décembre à février). (Anonyme)

4. Matériel végétale :

Le matériel végétal est composé des fleurs de *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas* récoltées dans deux localités : Cherchel et Merad dans la région de Tipaza. La récolte a été fait manuellement en pleine floraison durant le mois d'avril 2023.

Les fleurs séchées pendant 10jour, ont fait l'objet de l'extraction des huiles essentiel.



Figure 12 : *Lavandula dentata* (Originale 2023)



Figure 13 : *Lavandula stoechas* (Originale 2023)

Tableau 02 : date et lieu des récolte des échantillons suivante

Échantillon	Date de récolte	Lieu	Coordonnées
<i>L.dentata</i>	25/04/2023	Sidi Yahia (Cherchel)	N :36°35 24 ,46 E : 2° 11 41. 79
	25/04/2023	Oued EL Hammaim (Cherchel)	N : 36° 34 11. 28 E : 2° 09 13. 91
<i>L.stoechas</i>	29/04/2023	Merad (Hadjout)	N :36°28' 34" E :2° 25' 36"

5. Le matériel microbiologique :

5.1 Les microorganismes testés :

Les microorganismes étudiés ont été choisis pour leurs fréquences élevées à contaminer les denrées alimentaires et pour leur pathogénicité. Ils nous ont été fournis par le laboratoire d'hygiène de la wilaya (BLIDA). Ils ont été entretenus par repiquage sur un milieu gélosé Muller Hinton pour les bactéries et les Sabouraud pour les levures. Les microorganismes qui ont été testés sont cités dans le tableau suivant :

Tableau 03 : les souches microbiennes utilisées

Microorganisme teste	Gram	Souche	Référence
Les bactéries	Gram-	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 8739
	Gram-	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 9027
	Gram-	<i>Salmonella abony</i>	NCTC 6017
	Gram+	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6033
Les champignons	Levure	<i>Candidas albicans</i>	ATCC 10231
	Moisissure	<i>Aspergillus niger</i>	ATCC 16404

6. Préparation du matériel végétale :

Pour garantir l'intégrité des échantillons il faut :

- Garder les échantillons dans un endroit sec et frais
- Éviter toute source de contamination et veiller à ce que les échantillons soient Sèches

(Justin Mana Daoudou ,2009)

Nous avons séparé les fleurs des rameaux, et nous les avons séchées à l'air libre pendant 10 jours. Les fleurs séchées ont été conservées dans du papier kraft.



Figure 14 : lavande séchée dans papier kraft (Originale 2023)

7. Extraction de l'huile essentielle :

L'extraction de He a été réalisée par hydrodistillation, en utilisant un appareil clevenger .



Figure 15 : appareil de type clevenger (Originale 2023)

8. Mode opératoire :

Introduire la masse végétale séchée et réduite en petits morceaux dans un ballon verre de 2000 ml avec une quantité suffisante d'eau sans remplir le ballon pour éviter les débordements de l'ébullition.



Figure 16 : Chauffer Ballon verre de 2000 ml rempli de *Lavandula* (Originale 2023)

Chauffer à l'aide d'un chauffe ballon après ébullition la vapeur d'eau entraîne les constituants volatils, pour se condenser par la suite dans le système de refroidissement.

L'opération d'extraction dure 2h après l'apparition de la premier goutte de distillat.

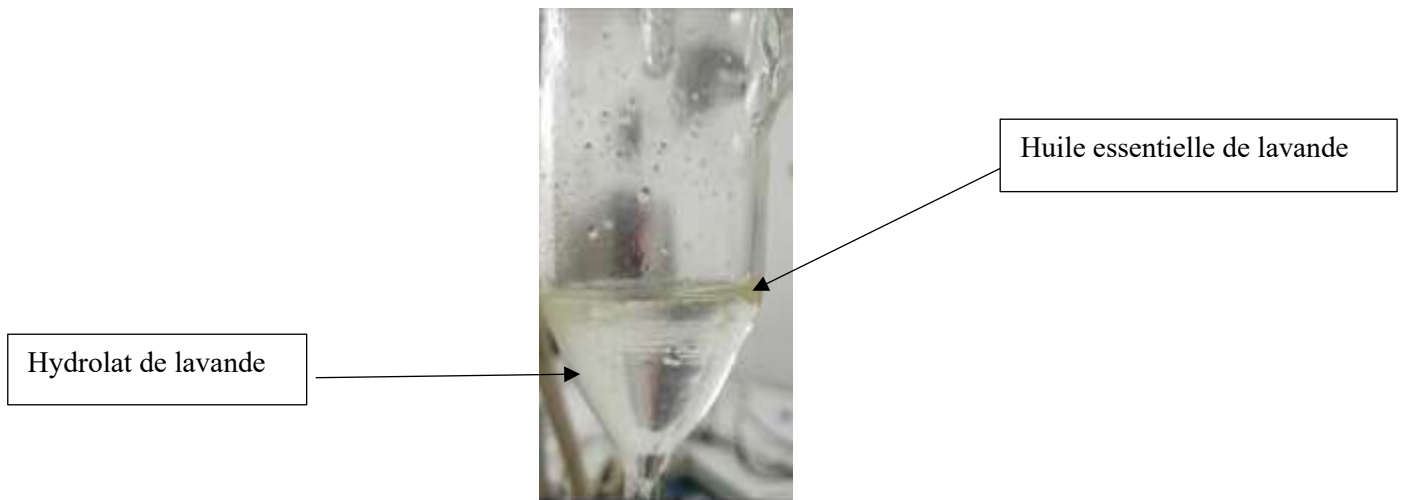


Figure 17 : hydrolat et l'huile essential de *Lavandula* (Originale 2023)

9. Conservation d'huile essentiel :

Une fois l'huile essentielle et récupérée, elle est conservée dans des Eppendorf enveloppé en papier d'aluminium et mis dans un réfrigérateur a une température 4C° pour éviter la dégradation d'huile.



Figure 18 : échantillons de HE (Originale 2023)

10. Les paramètres étudiés :

10.1 Rendement d'huile essentiel :

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenu et la masse de la matière végétale utilisé. Le calcul se fait selon la formule suivante :

$$R^{dt}(HE) = \frac{M_{HE}}{M_{MV}} \cdot 100$$

$R^{dt}(HE)$: Le rendement en huile essentielle (%).

M_{HE} : la masse d'huile essentielle en gramme.

M_{MV} : la masse de la matière végétale en gramme

10.2 Caractéristiques organoleptiques :

Les principales caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles a été déterminée (aspects, couleur, odeur).

10.3 Analyse des huiles essentielles par les méthodes chromatographiques :

L'analyse chimique de nos échantillons d'huile essentielle a été réalisé par CG/MS au niveau du (CRAPC/CENTRE DE RECHRCHE SINTIFIQUE PHISCO CHIMIQUE) de Bousmail.



Figure 19 : Chromatographie en phase gazeuse CG/MS (Originale 2023)

10.4 Principe de la GC / MS :

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC MS) est une méthode séparative qui permet l'identification et le dosage des différents composés d'un mélange. Le principe repose sur les différences entre les composantes de la relation avec la phase stationnaire et la phase mobile. Le chromatogramme me traduirait la variation du soluté dans l'éluant en fonction temps. La spectrométrie de masse est une technique d'analyse structurale et de détection sensible. Tout permet de mesurer les rapports (m/z) de molécules individuelles et ionisées et de leurs produits de fragmentation, et permet ainsi de produire des informations sur sa nature, sa composition et même sur sa structure ou sa quantité sous certaines conditions Les différentes parties Le spectromètre de masse est maintenu sous vide par un système de pompage permanent fonctionnant, la réalisation d'un vide : suffisante, pour un bon fonctionnement d'un spectromètre de masse.

10.5 Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de lavande :

La technique utilisée pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne des HE est celle de l'aromatogramme basé sur une technique utilisée en bactériologie médicale, appelée antibiogramme ou méthode par diffusion en milieu gélosé ou encore méthode des disques. Cette technique repose sur le pouvoir migratoire des HE à l'intérieur d'une boîte de Petri dans un milieu nutritif solide. Le contact de l'HE avec le germe se fait par l'intermédiaire d'un disque de papier imbibé d'une quantité donnée d'HE. L'évaluation du pouvoir antimicrobien des HE se fait par la mesure du diamètre d'inhibition autour des disques **figure20** (Deans et Ritchie, 1987; Zaika, 1988; Carson et Riley, 1995; Pattnaik et *al.*, 1996; Sivropoulou et *al.*, 1996; Smith-Palmer et *al.*, 1998; Lis-Balchin et *al.*, 2000; Burt et Reinders, 2003; Faleiro et *al.*, 2003; Kunle et *al.*, 2003 ; Kelen et Bektas, 2008).

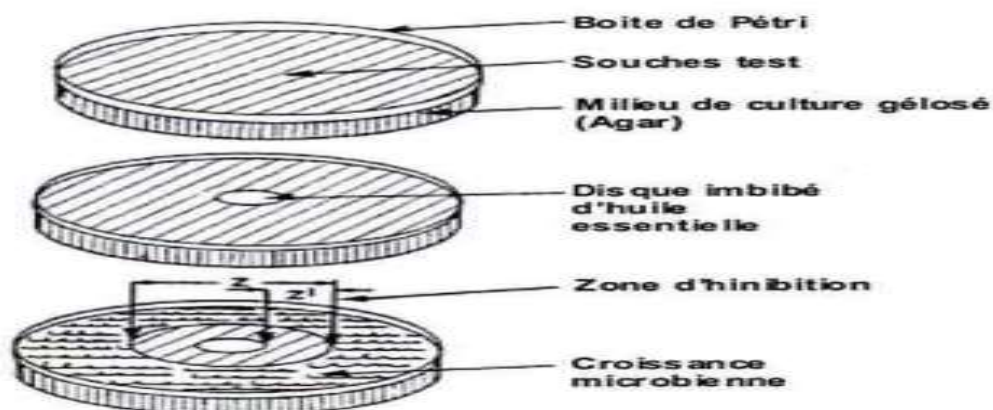


Figure 20 : illustration de la méthode des aromatochromes sur boîte de Pétri (Zaika, 1988)

10.6 Préparation de la dilution :

Quatre concentrations ont été préparées à raison de (100%,50%,25%,12,5%) :

- On mesure 1000ul d'huile essentielle par une micropipette. (Solution mère)
- On mesure 500ul d'huile essentielle de solution mère par micropipette, puis introduire cette quantité dans un tube à essai contenant 500ul du DMSO. (Solution 2)
- On mesure 500ul de solution 2 par micropipette, puis introduire cette quantité dans un tube à essai contenant 500ul DMSO. (Solution 3)
- On mesure 500ul de solution 3 par micropipette, puis introduire cette quantité dans un tube à essai contenant 500ul DMSO.

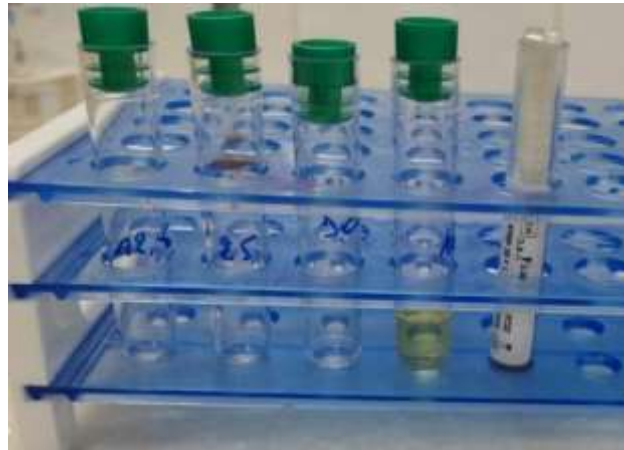


Figure 21 : tubes de la dilution préparés (Originale 2023)

10.7 Evaluation de l'activité antimicrobienne :

Préparation de milieu de culture :

La préparation des milieux gélosés Müller-Hinton bactérie et Sabouraud fongique suit une procédure rigoureuse pour garantir des conditions optimales en microbiologie. Tout d'abord, le milieu est soigneusement fondu dans un bain-marie préchauffé à 95 °C, en évitant la formation de grumeaux par un remuement régulier. En parallèle, les boîtes de Pétri sont stérilisées et laissées à sécher pour maintenir un environnement stérile.

Une fois le milieu fondu, les boîtes de Pétri sont remplies aux trois quarts de leur capacité totale, en inclinant légèrement les boîtes pour une répartition uniforme. Ensuite, le milieu refroidit et se solidifie naturellement à température ambiante, ce qui peut prendre environ 1 à 2 heures.

L'espace adéquat entre les boîtes est crucial pour éviter toute interférence lors de la solidification.

Après cette étape, les boîtes de Pétri contenant les milieux gélosés Müller-Hinton et Sabouraud sont prêtes à être utilisées pour des expériences de culture ou d'autres applications en microbiologie. La manipulation aseptique est impérative pour prévenir toute contamination. Cette méthode garantit des conditions optimales pour la croissance et l'étude des bactéries et des champignons, respectivement.

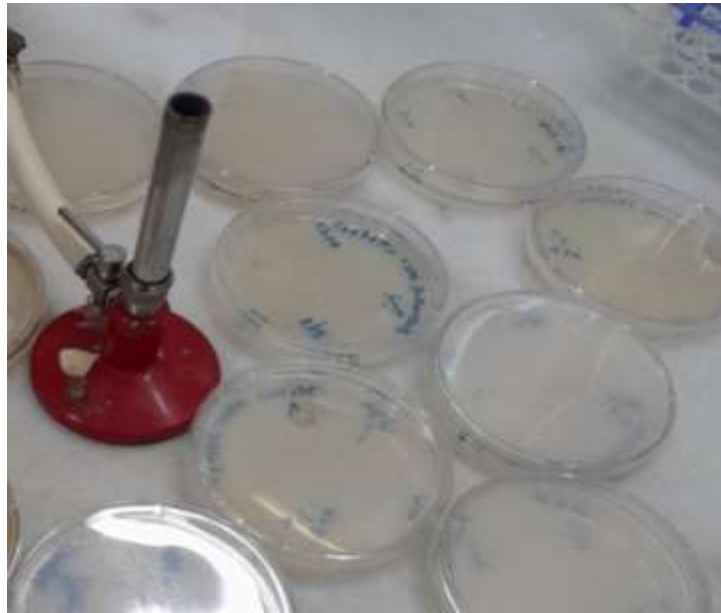


Figure 22 : préparation de milieu gélosé (Originale 2023)

Ensemencement :

La méthode d'ensemencement bactérien et la méthode d'ensemencement fongique partagent des similitudes dans leur approche générale de manipulation aseptique et d'ensemencement sur des milieux gélosés. Voici une version condensée et combinée de ces deux méthodes :

Pour ensemer des cultures microbiennes, commencez par vous assurer de disposer du matériel stérile approprié, y compris des boîtes de Petri, une pipette Pasteur stérilisée, une culture liquide de bactéries ou de champignons, ainsi que le milieu de culture adapté (Müller-Hinton pour les bactéries et Sabouraud pour les champignons).

1. Préparation du matériel : Assurez-vous que tout le matériel est propre et stérile.

2. **Stérilisation de la pipette Pasteur** : Stérilisez la partie métallique de la pipette Pasteur en la chauffant dans une flamme. Attendez quelques instants pour qu'elle refroidisse avant de l'utiliser.
3. **Ouverture des boîtes de Pétri** : Maintenez les boîtes de Pétri dans une main, avec les couvercles légèrement inclinés pour éviter toute contamination.
4. **Prélèvement de l'inoculum** : Utilisez la pipette Pasteur stérile pour prélever une petite quantité de la culture de bactéries ou de champignons liquides en aspirant doucement les gouttes.
5. **Dépôt dans les boîtes de Pétri** : Approchez la pointe de la pipette Pasteur près de la surface du milieu de culture dans chaque boîte de Pétri. En exerçant une légère pression sur le piston de la pipette, déposez les gouttes de culture sur le milieu, en les espaçant selon les besoins.
6. **Étalement uniforme** : Utilisez la pipette Pasteur pour étaler délicatement les gouttes sur la surface du milieu de culture, en veillant à une répartition uniforme.

Il est crucial de maintenir des conditions stériles tout au long de la procédure pour éviter toute contamination. Cette méthode garantit un ensemencement précis et uniforme des bactéries ou des champignons, favorisant une croissance saine pour vos expériences microbiologiques ultérieures..

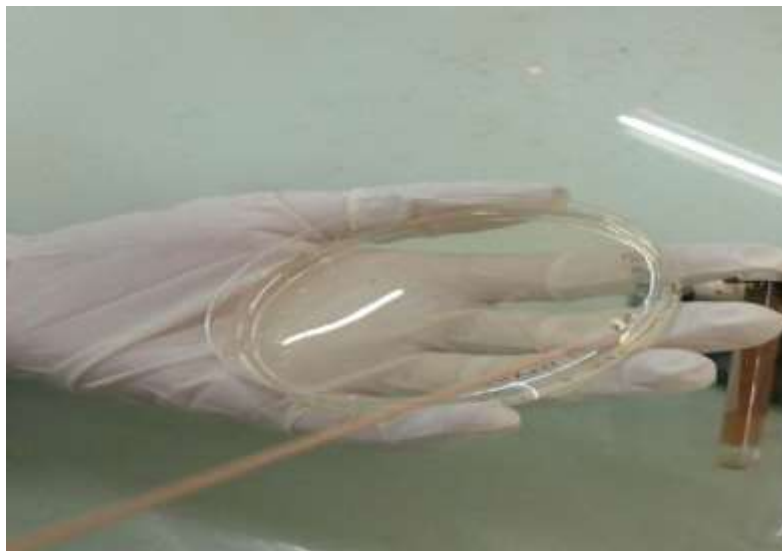


Figure 23 : Ensemencement (Originale 2023)

Dépôt des disques :

Les deux étapes partagent des similitudes dans leur approche générale de manipulation aseptique et d'utilisation de disques imprégnés pour évaluer l'effet de substances (huile essentielle et antifongique) sur la croissance microbienne. Voici une version combinée et condensée de ces deux étapes :

1. **Préparation des disques stériles** : Utilisez une pince stérile pour prélever un disque de 6 mm, en veillant à maintenir une manipulation aseptique pour éviter toute contamination.
2. **Imprégnation des disques** : Mettez délicatement le bout du disque en contact avec de l'huile essentielle pure. Le disque absorbera l'huile essentielle par capillarité.
3. **Dépôt sur la gélose** : Une fois le disque bien imbibé d'huile essentielle, placez-le au centre de la boîte de Pétri contenant la gélose. Veillez à déposer le disque avec précaution pour ne pas perturber les colonies bactériennes ou fongiques existantes.
4. **Utilisation de disques témoins** : Déposez également des disques d'antibiotiques CIP10 (ou antifongiques, selon le cas) comme témoins positifs, ainsi que des disques imprégnés de DMSO comme témoins négatifs.
5. **Fermeture des boîtes de Pétri** : Refermez hermétiquement les boîtes de Pétri en appuyant légèrement sur les couvercles pour qu'ils adhèrent aux fonds des boîtes, garantissant ainsi une étanchéité pour éviter toute contamination.
6. **Incubation** : Placez les boîtes de Pétri dans un incubateur préalablement réglé à la température appropriée (37 °C pour les bactéries, 30 °C pour les champignons). Respectez les durées d'incubation spécifiques à chaque microorganisme (24 heures pour les bactéries, 48 ou 72 heures pour les champignons).
7. **Observation et évaluation** : Pendant la période d'incubation, surveillez régulièrement les boîtes de Pétri pour vérifier la présence et la croissance des colonies bactériennes ou fongiques, ainsi que l'effet des substances testées.

La manipulation aseptique tout au long du processus est essentielle pour des résultats fiables, et cette méthode permet d'évaluer l'effet des substances sur la croissance microbienne de manière précise.

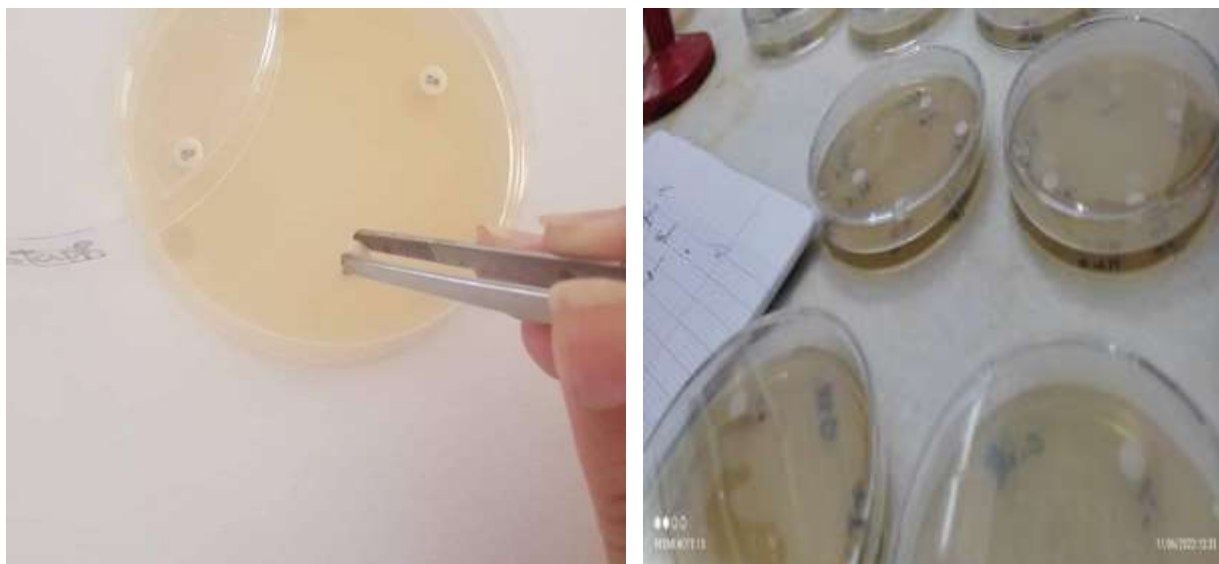


Figure 24 : le dépôt des disques (Originale 2023)

Lecteur des résultats :

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied coulisse ou une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis des huiles essentielles (Ponce et al 2003).

- (-) souche résistante ($D < 8$ mm)
- (+) souche sensible ($9\text{mm} \leq D \leq 14\text{mm}$)
- (+ +) souche très sensible ($15\text{mm} \leq D \leq 19$ mm)
- (+ + +) extrêmement sensible ($D > 20$ mm)

10.8 Evaluation de l'activité antioxydante :

Dans cette partie l'objectif est d'évaluer l'activité antiradicalaire d'une huile essentielle et de comparer son efficacité à celle d'un antioxydant synthétique l'acide ascorbique (vitamine C).

L'activité antiradicalaire de l'huile essentielle de *Lavandula* a été évaluée en utilisant la méthode de balayage du radical libre DPPH.

Cette méthode, initialement décrite par (Brand williams et al. En 1995), a depuis été modifiée par (Masuda et al. En 1999), ainsi que par (Molyneux En 2004). Elle consiste à mesurer la

réduction du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) induite par un antioxydant à l'aide de la spectrophotométrie UV-visible. La diminution de l'absorbance à 517 nm, provoquée par la présence de l'huile essentielle, est quantifiée pour évaluer son efficacité antioxydante.

Principe de test de piégeage :

Le DPPH est un radical stable et il présente en solution une absorption caractéristique à 517 nm qui lui confère une coloration violette. Cette couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit par un capteur de radicaux libres.

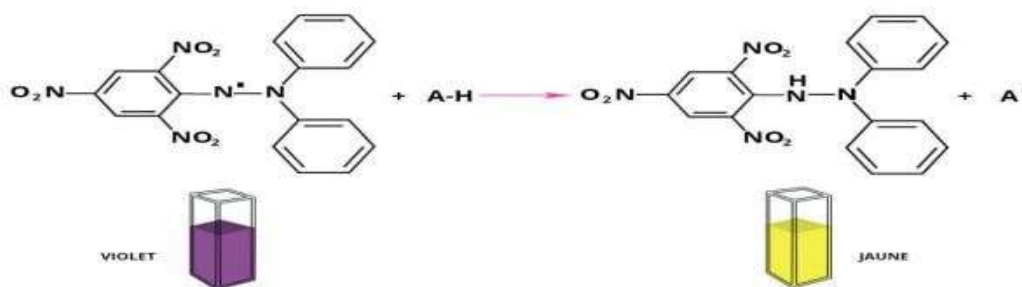


Figure 25 : Réaction d'un donneur d'hydrogène avec le radical DPPH (Anonyme)

Principe :

Pour étudier l'activité antioxydante des HE nous Avons utilisé le test au 2-2 diphényle 1- diphényle (DPPH) Selon le Protocole suivant :

Mode opératoire :

1. 4 mg de DPPH (**annexe02**) en poudre est dissoute dans 100 ml de méthanol. La solution est conservée à l'abri de la lumière.



Figure 26 : solution liquide de DPPH (**Originale2023**)

2. Pour la préparation de la solution mère de l'huile essentielle on introduit 2 ml d'huile essentielle dans 20 ml de méthanol.
3. A partir de la solution mère on prépare 5 tubes à essai contenant 5 concentrations différentes (800, 400, 100, 50, 25 mg/ml).

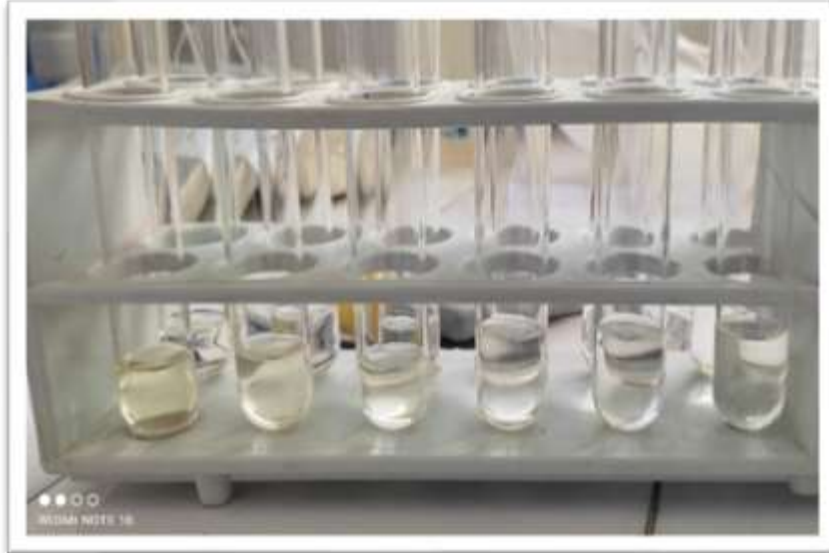


Figure 27 : tube à essais HE + méthanol (Originale 2023)

4. Dans chaque tube on mélange 1950 μ l de la solution méthanoïque de DPPH avec 50 μ l des différentes concentrations de l'huile essentielle.

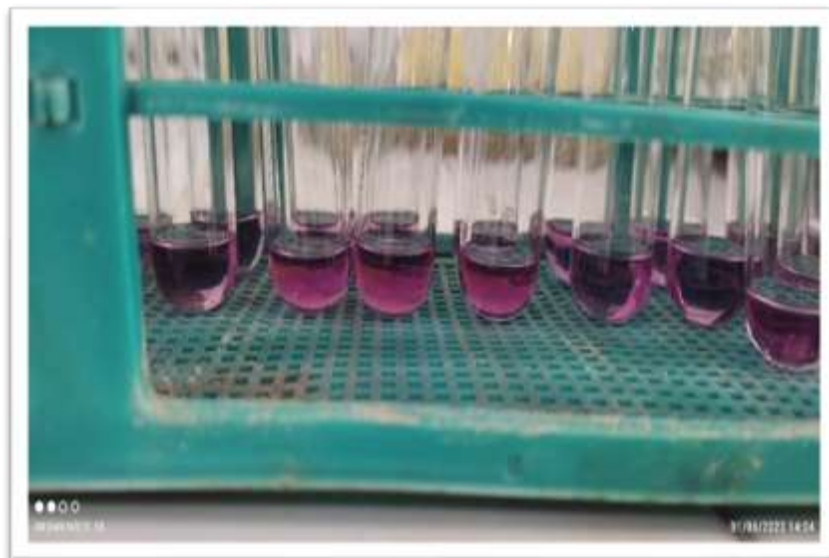


Figure 28 : Solution d'huile essentielle + solution DPPH (Originale 2023)

5. Le mélange a été incubé à l'obscurité pendant 30 min à température ambiante.

6. L'absorbance est mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV.
7. Pour le contrôle négatif, on mélange 50 μ l du méthanol avec 1950 μ l de la solution DPPH.



Figure 29 : Contrôle négatif (Originale 2023)

Le pouvoir antioxydant d'une huile essentielle testée sera comparé avec un antioxydant de synthèse dans notre cas c'est l'acide ascorbique (vit C).

Mode opératoire :

1. Préparer une solution mère de 1mg/ml, pour cela on dissout 20mg d'acide ascorbique dans 20 ml de méthanol.
2. On a préparé 5 concentrations différentes à partir de la solution mère (500, 250, 125, 62.5, 31.25 μ g/ml).
3. On mélange 1950 μ L de la solution de DPPH avec 50 μ L des différentes concentrations de l'acide ascorbique (**annexe03**).
4. Incuber 30min à l'obscurité puis faire la lecture au spectrophotomètre à 517nm.
5. Pour le contrôle négatif, en mélangeant 50 μ l du méthanol avec 1950 μ l de DPPH.

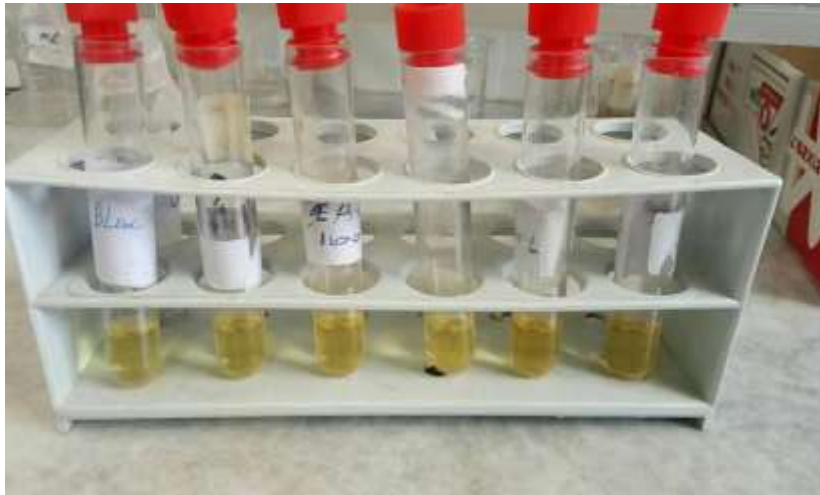


Figure 30 : mélange des concentrations d'acide ascorbique avec la solution de DPPH
(Originale 2023)

Paramètre de calcul l'activité antioxydante :

$$I\% = (\text{ABS blanc} - \text{ABS échantillon}) / \text{ABS blanc} \times 100$$

ABS : absorption a la longueur d'onde de 517 nm.

ABS blanc : absorption a la longueur d'onde de 517 nm de la solution méthanol + DPPH.

ABS échantillon : absorption a 517 nm de l'échantillon.

1. Rendement en HE du lavande de deux espèces différentes étudiées :

Le rendement en HE du *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas* sont mentionnés dans le tableau :

Tableau 04 : Rendement du huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas*

Espèce	Rendement (%)
<i>Lavandula dentata</i>	0.85
<i>Lavandula stoechas</i>	1.33
Norme AFNOR	0.5 à 2

D'après le tableau nous remarquons que nos résultats concorder avec ceux d AFNOR.

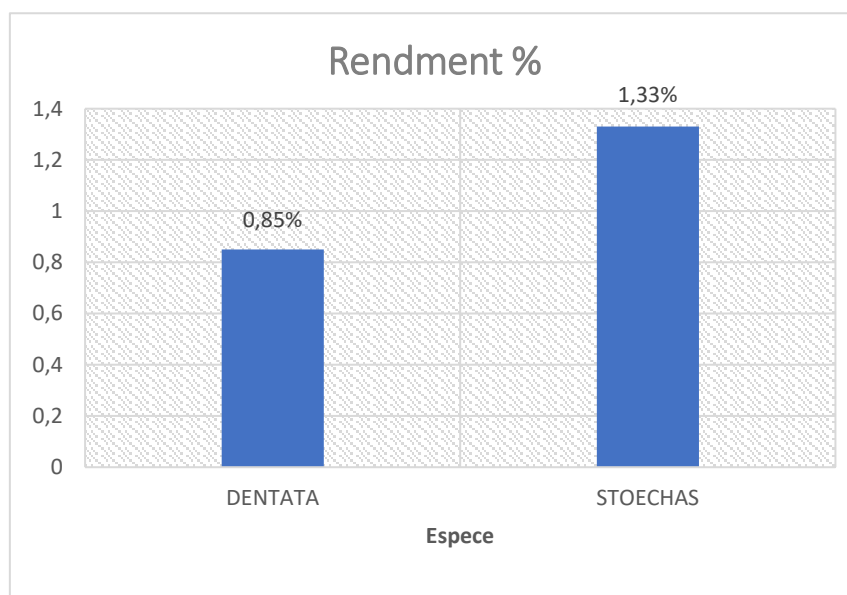


Figure 31 : Rendement d'huile essentiel *L. dentata* et *L. stoechas*

Le rendement en huile essentielles le plus élevé a été enregistré chez le He de *L. stoechas* avec 1.33% comparé à celui enregistré avec *L. dentata* où la teneur est de 0.85 %.

Le rendement de l'HE de *L. dentata* (0.85%), (**Berrabah et al. 2022**) qui ont trouvé un rendement en He de la même espèce, et la même région avec (0.4%) Ce rendement est inférieur, (**Benzeroual et al. 2021**) de région d'Ain Temouchent qui ont trouvé même résultat (0.8%). Selon l'étude de (**Hadjdjilani et.2021**) de région Biskra Le rendement était de 1 %. Ce qui est supérieur à nos résultats.

Le rendement de l'HE de *L. stoechas* (1.33%) est supérieur à celui signalé par (Ahmed ben Ali et al .2021) qui ont trouvé un rendement (0.68%) dans la région de blida.

Cette différence de rendement en huiles essentielles est justifiée aux conditions climatiques et géographiques de la zone de récolte, à la technique d'extraction utilisée et à la période de cueillette. Les différences de climat et de géographie peuvent influencer la croissance de la plante et donc le rendement.

2. Caractéristiques organoleptiques :

Les caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle du *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas* obtenue sont mentionnées dans le tableau :

Tableau 05 : Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle *L. dentata* et *L. stoechas*

Lavande	Aspect	Couleur	Odeur et saveur
HE <i>L. dentata</i> (Cherchel)	Liquide mobile	Jaune foncé	Odeur Caractéristique de L'espèce plus au Moins camphrée Saveur amère
HE <i>L. stoechas</i> (Mared)	Liquide mobile	Jaune clair	Odeur Caractéristique de L'espèce plus au Moins camphrée Saveur amère
Norme d'AFNOR	Liquide	Jaune clair	Odeur caractéristique Fraîche, plus ou moins Camphrée selon L'origine

Les résultats obtenus concernant les caractéristiques organoleptiques sont similaires à ceux décrit par (AFNOR, 2000), qui confirme que nos He de bonne qualité.

3. L'analyse chimique CGMS de l'huile essentielle de *L. dentata* et *L. stoechas* :

Identification de la composition de l'huile essentielle de *L. dentata* et *L. stoechas* a réalisé par CG/MS.

Les pics de chromatogramme d'huile essentielle sont comparés à ceux composés de références présentes dans une bibliothèque de spectre avec une base de données informatisées l'appareil CG/MS nous a donné les différents chromatogrammes de masse et les indices de rétention des substances comparables qui peuvent constituer les huiles essentielles.

- *L. dentata* :

L'analyse Chromatographique CG/MS nous a permis d'identifier 111 composants dans l'huile essentielle de *L. dentata* les principaux composants Et leurs pourcentages.

Tableau 06 : Les principaux composants

composés	Temps de rétention (mn)	Percentages%
alpha. -Pinene	4,77	3.53%
BETA. -PINENE	6,33	8,82%
1,8-Cineole	9.38	35%
Linalool	14.07	1.78%
(-) myrtenal	19.73	2.05%
23, Benzaldehyde	22.95	3.58%
1H-Cycloprop[e]azulenol	43.73	4.38%
10-ISOPROPYL	49.50	3.49%

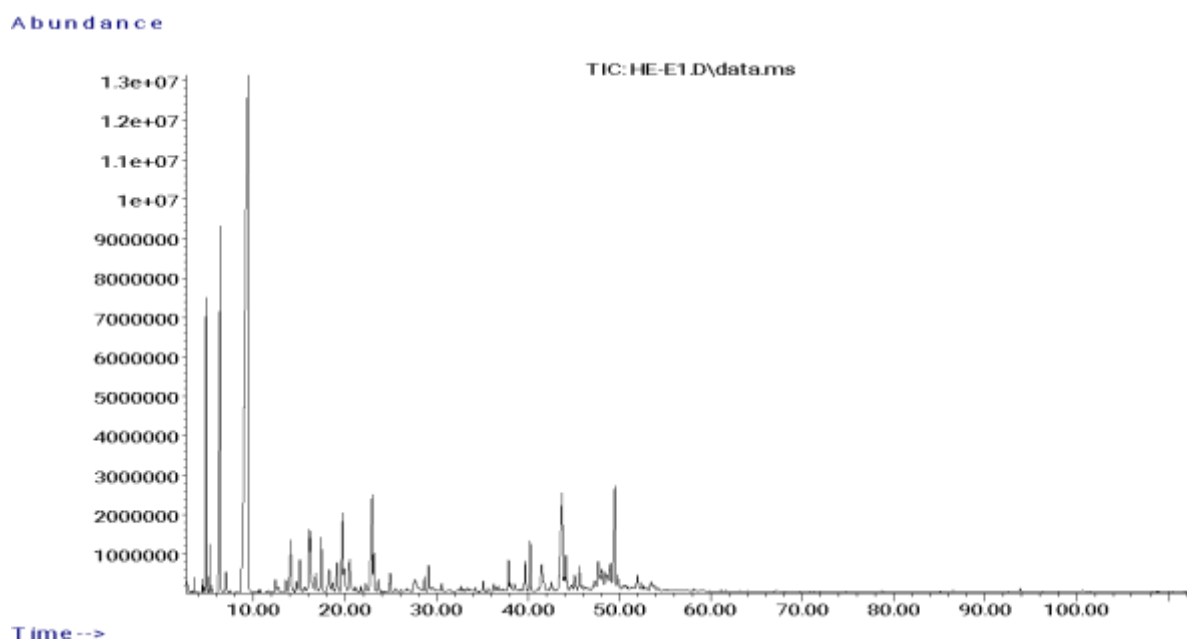


Figure 32 : Chromatogramme CG/SM de l'HE de *L. dentata*

L'analyse de l'huile essentielle de *L. dentata* a permis d'identifier 111 molécules. En effet, deux composés majoritaires ont été identifiés et déterminés en l'occurrence ; 1,8-cinéole (35 %) et β -pinène (8.82). La Figure 37 ci-dessous montre les pourcentages des composés obtenus par CG/MS .

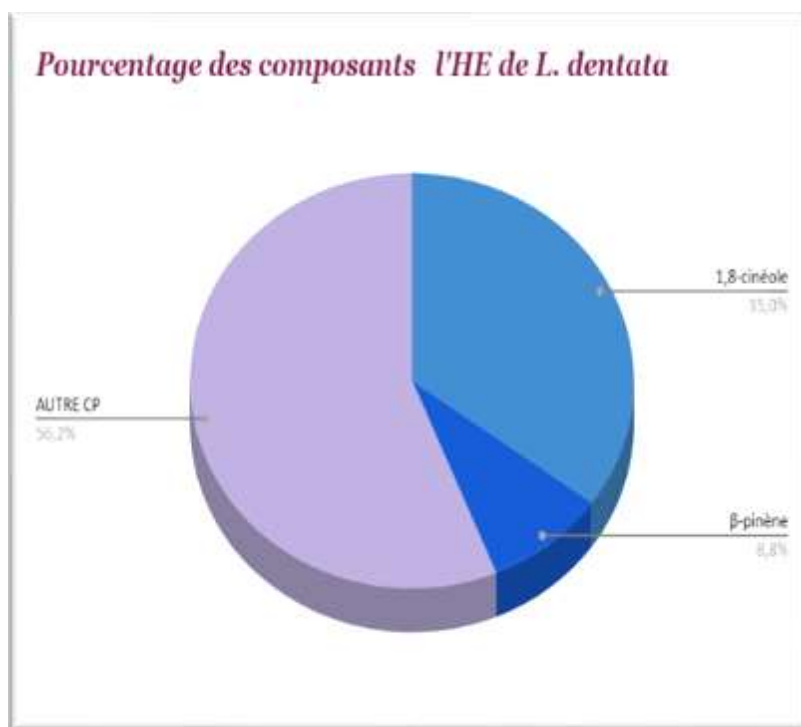


Figure 33 : Pourcentage des composants majoritaires par rapport aux autres constituants de l'HE de *L. dentata*

D'autres travaux menés sur la détermination de quelques composés majoritaires des HE s de *L. stoechas* provenant de diverses régions (**tableau 07**).

Tableau 07 : Composants majoritaires de L'HE selon la provenance

Composées majoritaires	Régions	Référence de l'étude
Camphre (26.52%) 1,8-cineole (22.90%)	Tunisie	Bettaieb, 2017
β -pinène (17.3%) Mytenal (10.2%)	Algerie (Oran)	Benbrahim, 2021
1,8-cinéole (41.48 %) β -pinène (33.43%)	Algérie (Tipaza)	BERRABAH ,2022

Les profils chromatographiques réalisés sur l'HE de *L. dentata* de différentes régions ont montré que, le 1,8-cinéole et β - pinène sont parmi les composés caractéristiques de cette plante.

Nos résultats concorder avec ceux de (**Berrabah et al ,2022**), qui a trouvé même composé majoritaire 1,8-cinéole, β -pinène .

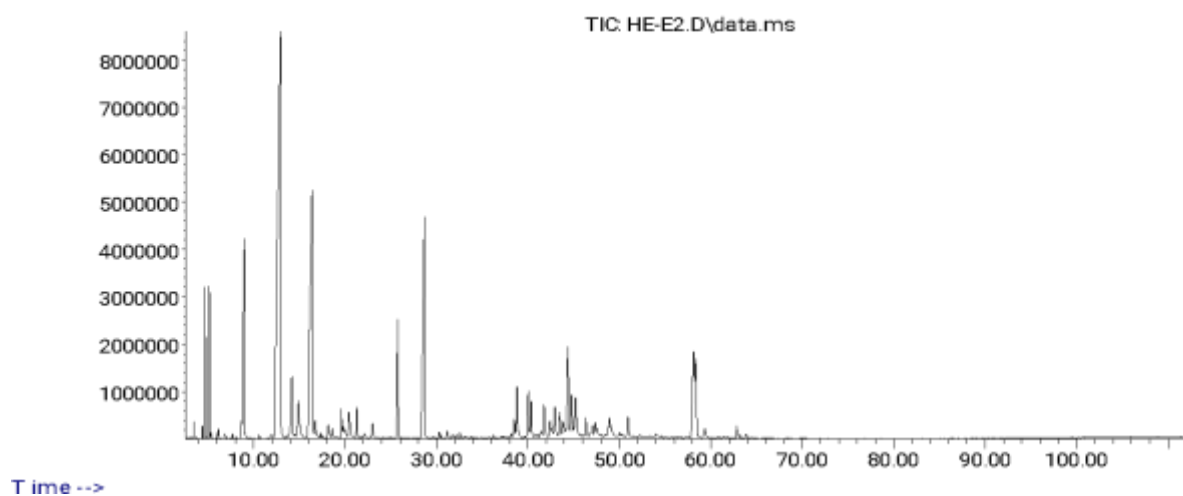
- **L. stoechas** :

L'analyse Chromatographique CG/MS nous a permis d'identifier 81 composants dans l'huile essentielle de *L. stoechas* les principaux composants Et Leurs pourcentages.

Tableau 08 : Les principaux composants

composes	Temps de retention (mn)	Percentage%
1,8-Cineole	8.96	5.53%
Bicyclo [2.2.1] heptan- 2-one	12.93	27.93%
Camphor	16.73	12.18%
ENDOBORNYL ACETATE	25.77	2.77%
1(7),5, 8-o- Menthatriene	28.67	8.39%
VERIDIFLOROL	44.38	3.12%
N-Phenylsuccinimide	58.11	4.03%
Syn-Tricyclo	58.38	2.49%

Abundance

Figure 34 : Chromatogramme CG/MS de l'HE de *L. stoechas*

L'analyse de l'huile volatile de *L. stoechas* a permis d'identifier 81 molécules. En effet, deux composés majoritaires ont été identifiés et déterminés en l'occurrence ; Bicyclo [2.2.1] heptan-2-one (27.93%) et Camphor (12.18%). La **Figure 39** ci-dessous montre les pourcentages des composés obtenus par CG/MS.

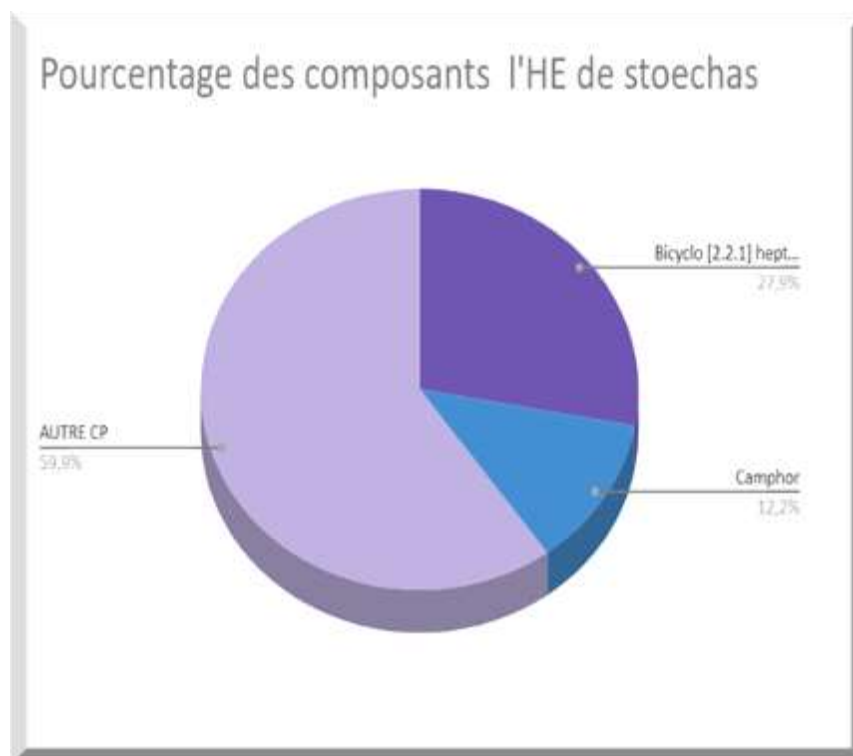


Figure 35 : Pourcentage des composants majoritaires par rapport aux autres constituants de l'HE de *L. stoechas*

D'autres travaux menés sur la détermination de quelques composés majoritaires des HE s de *L. stoechas* provenant de diverses régions (**tableau 09**).

Tableau 09 : Composants majoritaires de L'HE selon la provenance

Composées majoritaires	Régions	Référence de l'étude
Fenchone (34.3%) Camphre (27.4%)	Tunisie	Messaoud et al 2012
Fenchone (46.78%) 1,8-Cineole (16.14) Camphre (9.12%)	Algérie (BLIDA)	AHMED et al,2021
Fenchone (50.29%) Camphre (14.02%)	Algérie (Bouira)	Baali et al, 2019

Les profils chromatographiques réalisés sur l'HE de *L. Stoechas* de différentes régions ont montré que, le Fenchone et camphre sont parmi les composés caractéristiques de cette plante.

D'après les résultats obtenus on constate que les espèces *L. dentata* et *L. stoechas* ne contient pas meme les composants chimiques majors.

Les variations rencontrées dans la composition chimique du point de vue qualitatif et quantitatif de notre échantillon comparés à certains travaux antérieurs peuvent être dues à certains facteurs écologiques, à la partie de la plante utilisée, à l'âge de la plante et à la période de cycle Végétatif ou même à des facteurs génétiques (HUSSAIN, 2009 ; ANWAR et al., 2009).

4. Activité antimicrobienne des huile essentielles *L. dentata* et *L. stoechas* :

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas* est évaluée par l'aromatogramme vis-à-vis six germes pathogènes hospitaliers de référence (quatre souches bactériennes et deux souches fongiques) par la méthode de diffusion de disque. Le DMSO utilisé comme témoin négatif est sans effet sur la croissance des bactéries. Le pouvoir antimicrobien des huiles volatile est obtenu par la mesure du diamètre de la zone

d'inhibition en mm à l'aide d'une règle. A noter que les diamètres des disques (6mm) sont inclus dans les mesures des diamètres de la zone d'inhibition.

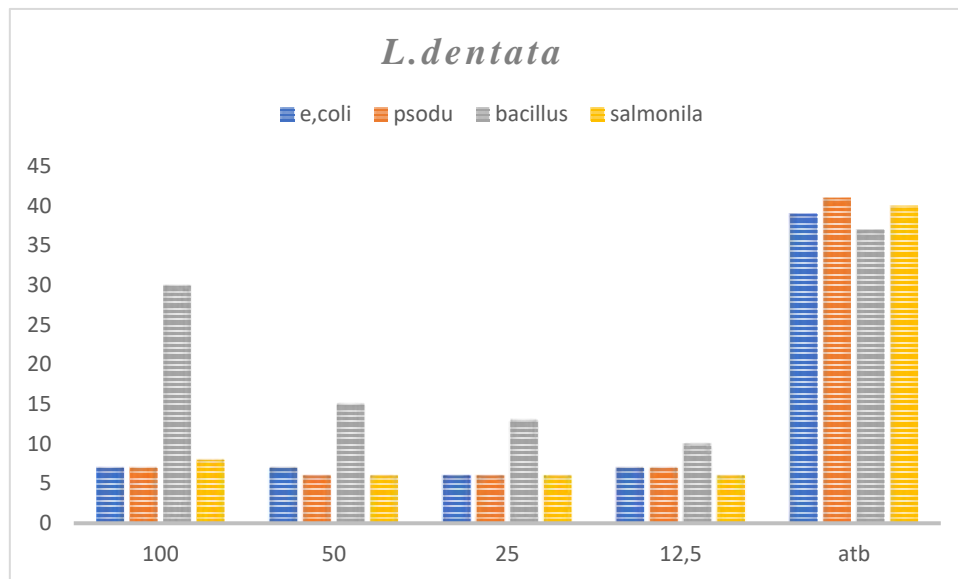


Figure 36 : Diamètre d'inhibition antibactérien de HE de *Lavandula dentata*

La zone d'inhibition la plus élevée est enregistré chez *Bacillus subtilis* (30mm) à la concentration 100%.

L'antibiotique utilisé dépasse cette valeur enregistrée, avec valeur (41mm).

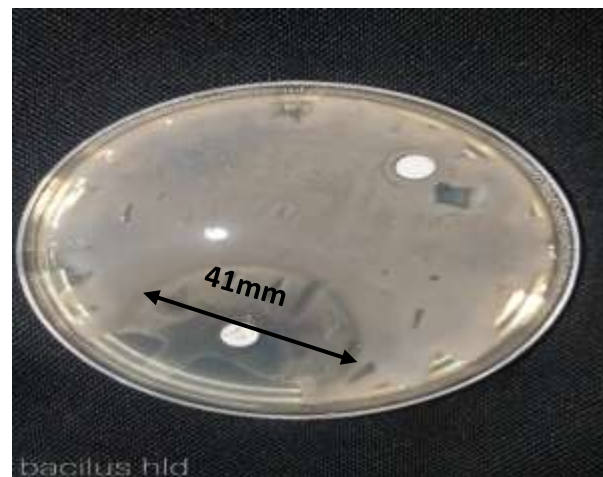
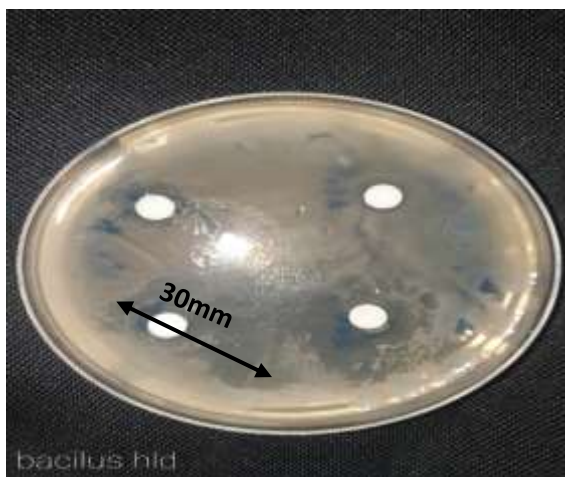


Figure 37 : Effet de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* sur *Bacillus subtilis*

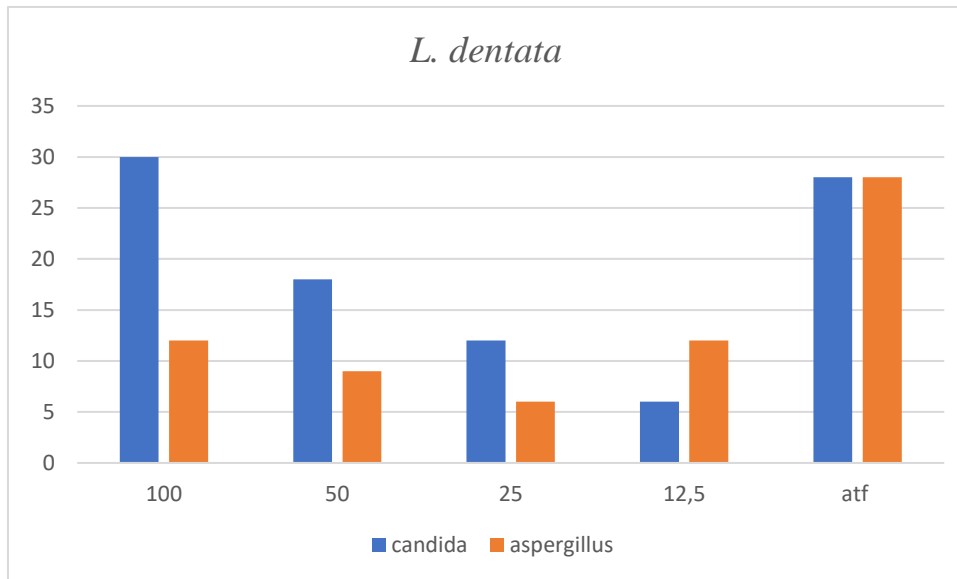


Figure 38 : Diamètre d'inhibition antifongique de HE de *Lavandula dentata*

La zone d'inhibition la plus élevée est enregistrée chez *Candida albicans* (30mm) à la concentration 100%.

Cette valeur dépasse celle enregistrée avec L'antifongique utilisé.



Figure 39 : Effet de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* sur *Candidas albicans*

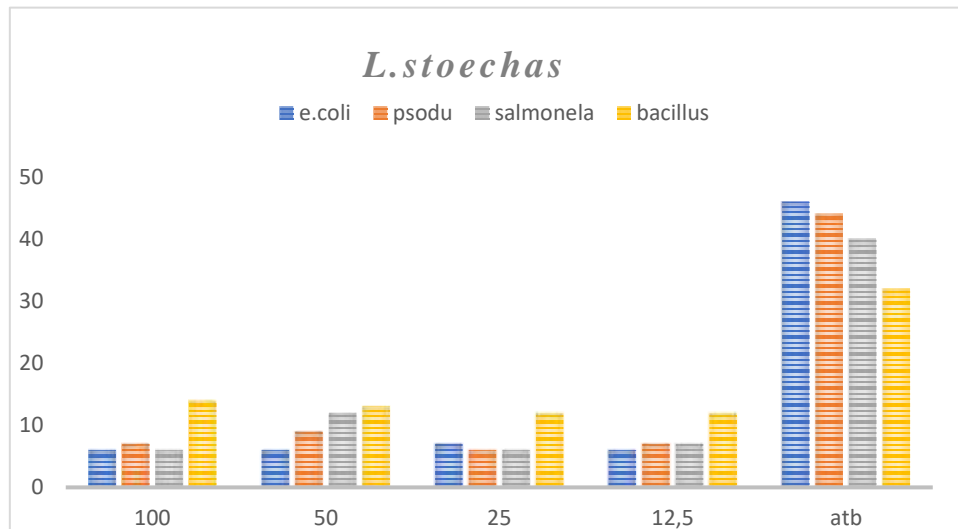


Figure 40 : Diamètre d’inhibition antibactérien de HE de *Lavandula stoechas*

La zone d’inhibition la plus élevée est enregistré chez *Bacillus subtilis* (14mm) à la concentration 100%.

L’antibiotique utilisé dépasse cette valeur enregistrée, avec valeur (46mm).

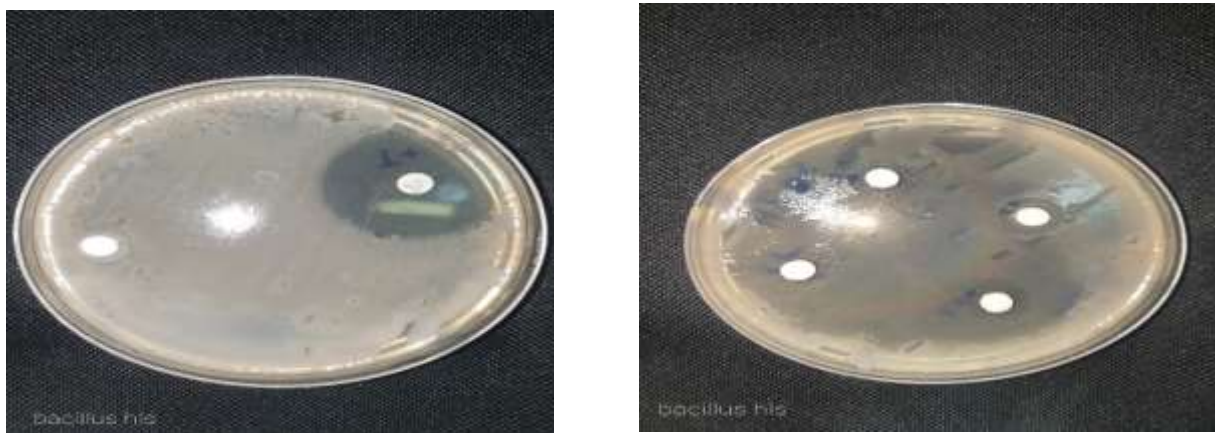


Figure 41 : Effet de l’huile essentielle de *Lavandula stoechas* sur *Bacillus subtilis*

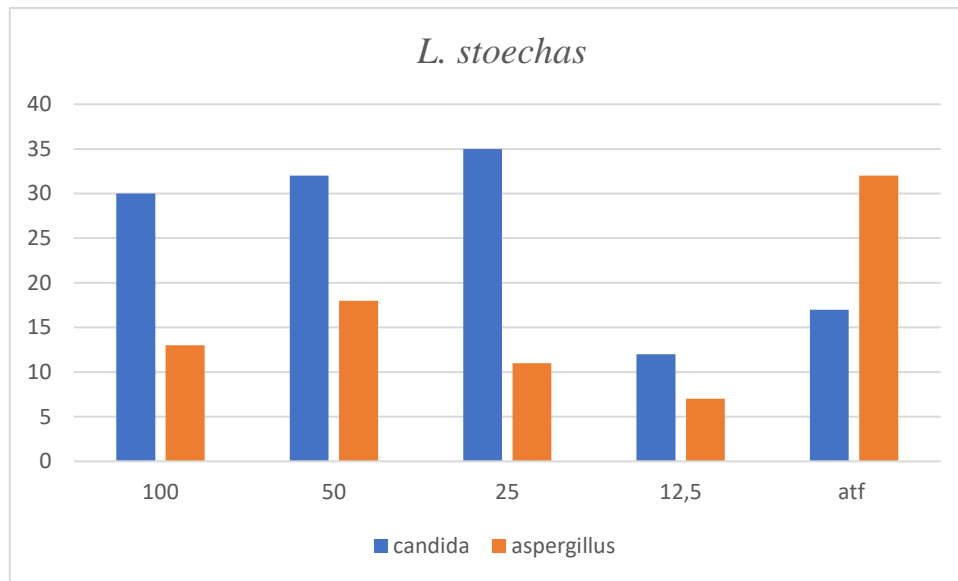


Figure 42 : Diamètre d'inhibition antifongique de HE de *Lavandula stoechas*

La zone d'inhibition la plus élevée est enregistrée chez *Candida albicans* (35mm) à la concentration 25%.

Cette valeur dépasse celle enregistrée avec l'antifongique utilisée.



Figure 43 : Effet de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* sur *Candidas albicans*

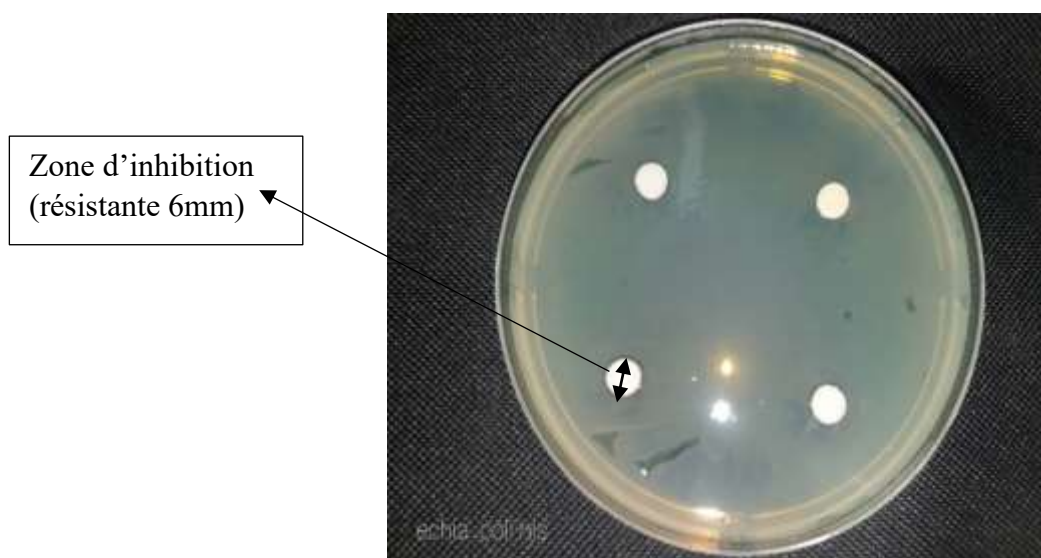


Figure 44 : Effet de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* sur *Escherichia Coli*

Les résultats obtenus montrent que les bactéries gram (+) sont plus sensibles que les bactéries à gram (-) ceci est similaire à d'autres travaux, tels que celui de **Miladinovic et al. (2012)**. Qui ont les huiles essentielles de *L. dentata* et *L. stoechas* ont une activité inhibitrice très efficace contre les bactéries Gram (+), tandis que leur effet sur les bactéries Gram (-) est plus modéré.

En particulier, ces huiles essentielles ont montré une activité inhibitrice supérieure à celle de l'antibiotique de référence contre *Bacillus subtilis*, une bactérie Gram (+). Cela indique que les huiles essentielles peuvent être considérées comme des agents antimicrobiens potentiels pour combattre les infections causées par des bactéries Gram (+).

L'activité antimicrobienne des HEs des plantes a été signalée comme étant liée spécifiquement à la présence de composés antimicrobiens. Récemment, des tentatives ont été faites pour identifier les composés responsables d'une telle bioactivité. Les molécules oxygénées qui entrent dans la composition des HEs sont généralement plus actives que les molécules hydrocarbonées qui sont, par contre, connues pour leurs faibles pouvoirs antimicrobiens (**Kalemba et Kunicka, 2003**).

Vu que les HEs sont un mélange complexe de plusieurs composants, il est difficile d'attribuer leur activité biologique à un constituant particulier ; généralement, les composants majoritaires sont responsables du pouvoir antifongique (**Bakkali et al., 2008**). Toutefois, les composants

minoritaires peuvent avoir un rôle crucial dans l'activité biologique des HEs (Koroch et al., 2007).

5. Activité antioxydant des huiles essentielles *L. dentata* et *L. stoechas* :

L'activité anti radicalaire des huiles essentielles des deux espèces *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas* a été évaluée par le test de piégeage du DPPH. L'activité antioxydante de ces dernières a été comparée à celle de l'acide ascorbique qui est un antioxydant de référence.

- **Détermination du pourcentage d'inhibition :**

La mesure de l'absorbance a été effectuée par spectrophotométrie à 517 nm. Les valeurs obtenues ont permis de tracer les courbes représentant la variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations.

- **Activité antioxydante d'huile essentiel *L. dentata* :**

Les résultats obtenus lors du test de mesure du pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH sont représentés dans le tableau et la figure suivante :

Tableau 10 : l'absorbance à 517 nm et le résultat de l'activité antioxydante de *L. dentata*

Concentration	Absorbance	inhibition%
800 mg/ ml	1.170	24.27%
400mg/ml	1.340	13.26%
200mg/ml	1.723	8.6%
50mg/ml	1.792	4.9%
25mg/ml	1.824	3.2%

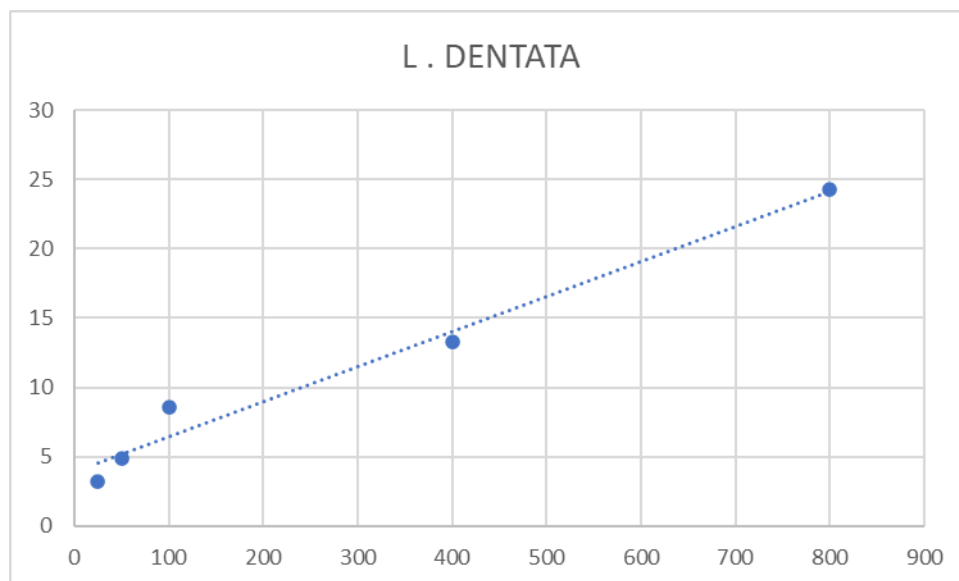


Figure 45 : pouvoir antioxydant du DPPH en fonction des concentrations d'huile essentielle de *L. dentata*

Il semble que le pourcentage d'inhibition du radical libre augment avec l'augmentation de la concentration.

Nos résultat s'approche de ce trouves par **BERRABAH et al ;(2022)** qui signale que l'HE du *L. dentata* possède une activité antioxydant faible.

- **Activité antioxydant d'huile essentiel *L.stoechas* :**

Les résultats obtenus lors du test de mesure du pourcentage d'inhibition du radicale libre DPPH sont représentés dans le tableau et la **figure 50** :

Tableau 11 : l'absorbance a 517 mn et le résultat de l'activité antioxydante de *L. stoechas*

Concentration	Absorbance	Inhibition %
800 mg / ml	1.395	10.9 %
400 mg / ml	1.376	9.7%
100 mg / ml	1.724	8.5%
50 mg / ml	1770	6.1%
25 mg / ml	1.811	2.4%

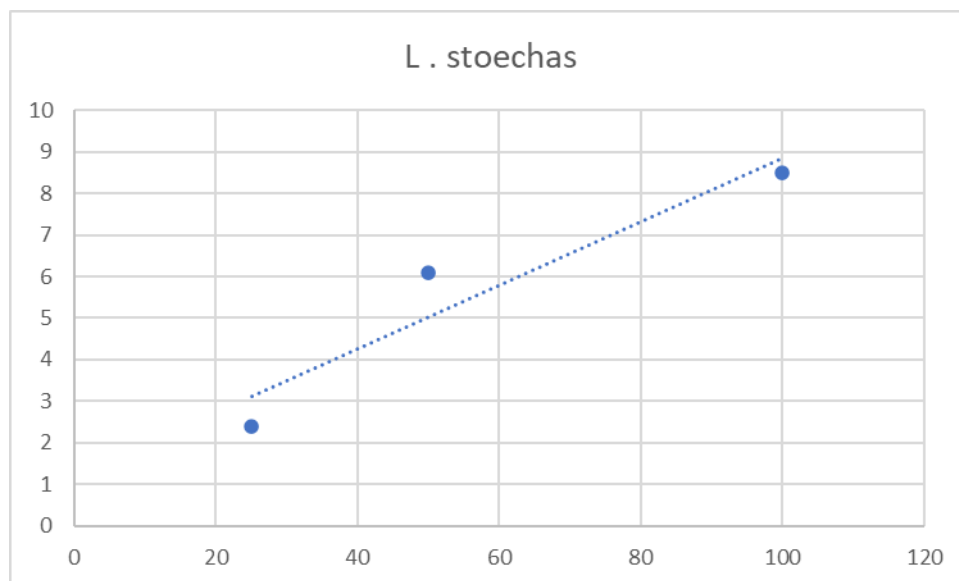


Figure 46 : pouvoir antioxydant du DPPH en fonction des concentrations de l'huile essentielle *L. stoechas*

D'après les résultats présentés dans les **figures 49** et **50** il est évident que le taux d'inhibition des radicaux libres augmente de manière proportionnelle avec la concentration.

Nous remarquons que la capacité de réduction des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas* la plus enregistrée à la concentration 800 mg / ml avec des pourcentages d'inhibition enregistrée de 24.27 % et est 10.9 % respectivement. La faible activité a été enregistré à 3.2 % et 2.4 % à la concentration de 25 mg /ml respectivement.

Selon les résultats obtenus il ressemble que HE de *L. dentata* présente une activité antioxydante supérieur à celle de HE de *L. stoechas*.

- **Activité antioxydant de vitamine C :**

Les résultats obtenus lors du test de mesure du pourcentage d'inhibition du radicale libre DPPH sont représentés dans le tableau et la figure suivante :

Tableau 12 : l'absorbance a 517 mn et le résultat de l'activité antioxydante de vitamine C

concentration	Absorbance	Inhibition
500 µg/ ml	0.142	91.42
250 µg/ml	0.111	86.19
125µg/ml	0.098	62.26
62.5 µg /ml	0.092	39.16
31.25 µg/ml	0.100	13.45

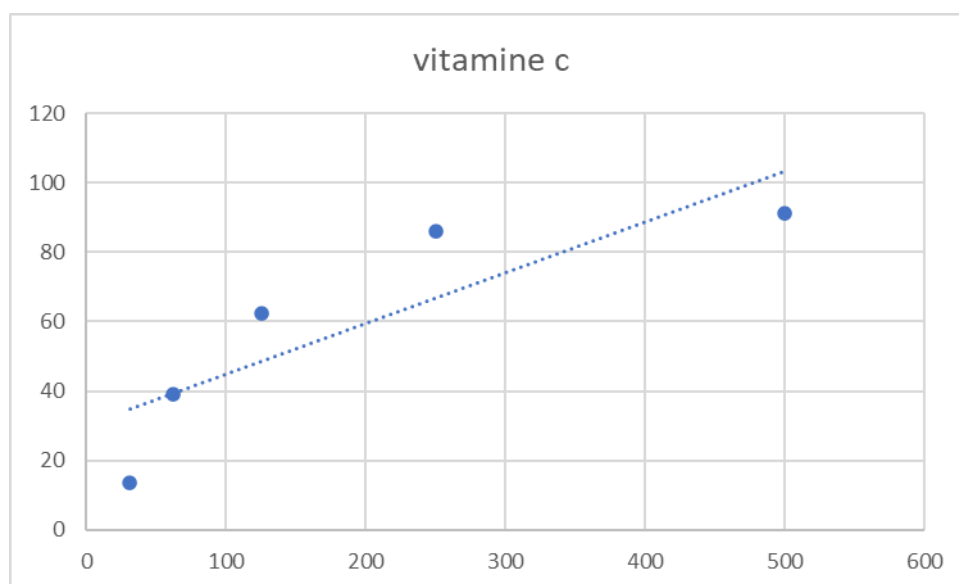


Figure 47 : Taux d'inhibition du radical libre DPPH de vitamine C

Lorsque la concentration augmente, le taux de vitamine C connaît également une augmentation.

Les résultats montrent que le pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration pour les huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas* ou pour l'acide ascorbique.

- **Détermination d'IC50 :**

L'IC50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50 %. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande (Ismaili et al., 2017).

La formule du calculer IC 50 :

$$Y= ax+b$$

Tableau 13 : résultat de IC50

<i>Lavandula dentata</i>	166.53ug /ml
<i>Lavandula stoechas</i>	4994.68 ug/ ml
Acide ascorbique	135.60 µg / ml

On remarque que quel que soit la concentration des échantillons testés l'activité antioxydante de l'acide ascorbique est nettement supérieure à celle d'huile essentielle.

Il apparaît clairement que l'augmentation de la concentration d'huile essentielle et de l'acide ascorbique entraîne l'augmentation de l'activité antioxydante par le piégeage du radical DPPH.

Nos résultats montrent que les deux HE des deux espèces *L. dentata* et *L. stoechas* possèdent une activité antioxydante mais qui reste toujours inférieure à celle de l'acide ascorbique.

En comparant nos résultats avec ceux de (Mohammedi Z et al ;2011) qui ont trouvé que les huiles essentielles *L. stoechas* est dotée d'un pouvoir antioxydant qui est faible à celui qui est enregistrée avec notre HE de *L. stoechas* est dotée d'un pouvoir antioxydant de l'ordre 1.85 mg / ml .

Nos résultats sont comparables à ceux trouvés par (Hamrat et al ; 2022) qui ont signalé que les huiles essentielles de *Lavandula dentata* pouvaient stabiliser le radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) en le transformant en diphényl-picrylhydrazine de couleur jaune, avec une concentration inhibitrice (IC50) de 1,77 µg/ml.

Cette activité est tributaire de la mobilité de l'atome d'hydrogène du groupement hydroxyle des composés phénoliques de l'huile essentielle. En présence d'un radical libre DPPH· l'atome H

est transféré sur ce dernier alors transformé en une molécule stable DPPH. Ceci provoque une diminution de la concentration du radical libre et également l'absorbance au cours du temps de réaction jusqu'à l'épuisement de la capacité d'antioxydant donneur d'hydrogène (**Villano et al ; 2007**). Ce n'est pas uniquement les composés majoritaires des huiles essentielles qui sont responsables de cette activité antioxydant, mais il peut y avoir aussi d'autres composés minoritaires qui peuvent interagir d'une façon synergique ou antagoniste pour créer un système efficace vis-à-vis des radicaux libres (**Laib ; 2012**).

Conclusion et perspectives

L'Algérie possède une biodiversité végétale remarquable, qui comprend de nombreuses plantes médicinales aux propriétés thérapeutiques variées. Ces plantes représentent un précieux patrimoine naturel et culturel, et leur étude continue peut contribuer au développement de nouvelles thérapies et médicaments à base de plantes.

Notre travail portant sur l'étude de la composition chimique, l'activité microbiologique et l'activité antioxydante de l'HE de *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas*, nous a permis de mettre en lumière, certaines vertus thérapeutiques de ces espèces.

Le rendement en HE des deux espèces, obtenus par hydrodistillation, a révélé une différence entre les valeurs enregistrées.

Le rendement le plus élevé est enregistré chez l'HE de *L.stoechas* avec 1,33% par rapport à *L.dentata* avec 0,85%.

L'analyse chimique de l'HE de *L.dentata* a permis d'identifier 111 molécules. Deux composés majoritaires ont été identifiés et déterminés en l'occurrence ; 1,8- cinéole (35 %) et β -pinène (8.82).

L'analyse chimique de l'HE de *L. stoechas* a permis d'identifier 81 molécules. Deux composés majoritaires ont été identifiés et déterminés en l'occurrence ; Bicyclo [2.2.1] heptan-2-one (27.93%) et Camphor (12.18%).

L'évaluation d'activité antimicrobienne a montré que les huiles essentielles de *L. dentata* et *L. stoechas* ont une activité inhibitrice très efficace contre les bactéries Gram (+), tandis que leur effet sur les bactéries Gram (-) est plus modéré.

En particulier, ces huiles essentielles ont montré une activité inhibitrice supérieure à celle de l'antibiotique de référence *Bacillus subtilis* avec 30mm à la concentration 100%. Cela indique que les huiles essentielles peuvent être considérées comme des agents antimicrobiens potentiels pour combattre les infections causées par des bactéries Gram (+).

Les résultats ont montré que la zone d'inhibition la plus élevée est enregistrée avec l'HE de *L.stoechas* avec 35 mm à la concentration 25%, vis-à-vis *Candida albicans*. Cette valeur dépasse celle enregistrée avec l'antifongique.

L'étude de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH (pouvoir réducteur), nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antioxydant des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula stoechas*.

Conclusion et perspectives

Nos résultats montrent que les deux HE des deux espèces *L. dentata* et *L. stoechas* possèdent une activité antioxydante, mais qui reste toujours inférieure à celle de l'acide ascorbique.

Pour élargir notre compréhension et nos applications des espèces du genre *Lavandula*, nous pouvons explorer de nouvelles sources géographiques pour collecter des spécimens. De plus, au lieu de nous concentrer uniquement sur les huiles essentielles, nous pourrions explorer d'autres extraits de ces plantes, tels que les extraits aqueux ou les extraits alcooliques, afin de découvrir de nouvelles propriétés chimiques et biologiques. En outre, il serait intéressant de tester différentes souches microbiennes pour évaluer la diversité des interactions entre les espèces de *Lavandula* et les micro-organismes. Enfin, nous devrions élargir notre éventail d'activités biologiques évaluées, en examinant par exemple les propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires ou antimicrobiennes de ces plantes, afin de maximiser leur potentiel en tant que ressources pour la médecine et l'industrie.

Références bibliographiques

1. A. Abbes. « Evaluation de activité antioxiante, Huiles essentielles dammoïdes
2. A. Farhat. Vapo-diffusion assistée par micro-ondes : conception, optimisation et application. Thèse de Doctorat, université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (2010)
3. AFNOR (Association Française de Normalisation) ., « les huiles essentielles», Paris La Défense : AFNOR, (2000), 661-663p.
4. AFNOR « Huiles essentielles échantillonnage et méthode d'analyse monographies relatives aux huiles essentielles », (2000).
5. AFNOR., « Huiles essentielles: recueil de normes françaises», Paris, (1986), 139-140.
6. Aggarwal Bb, Bhatt Id, Ichika H, Ahn K, Sethi G, Sandur S, et al. 2006. Curcumin– biological and medicinal properties. Turmeric: the genus Curcuma. Taylor and Francis Group; p. 297–368. AL-Bandak G., Oreopoulou V. 2017. Antioxidant properties and composition of Majoranasyriaca extracts. European Journal of Lipid science and technology, 109 (3): 247-255
7. Ahmed ben Ali et al. 2021 Etude Rétrospective De L'huile Essentielle De Lavandula stoechas Prevenant Deux Régions différentes d'Algérie (Bordj El Emir Abdelkader et Beni Ali)
8. AL-Bandak G., Oreopoulou V. 2017. Antioxidant properties and composition of Majoranasyriaca extracts. European Journal of Lipid science and technology, 109 (3): 247-255.
9. Aromathérapie de VALNET JEAN, 1980, ed : MALOINE A. (1996). Antimicrobial and cytotoxic activities of origanum essential oils. Journal of Food Chemistry 44- (1202-1205).
10. Aromatherapy: A Complete Guide to the Healing Art " par Kathi Keville et Mindy Green : 2008, ed : Crossing Press
11. Baba Aïssa F. 2011 Encyclopedie Des Plantes Utiles. Elmarifa, Beo Alger. 496p.
12. Bachelot. C, Blaise. A, Corbel. T, Guernic. A. (2006). Huiles essentielles. Edition Maloine.
13. Barbier E., 1963 : les lavandes et l'apiculture dans le sud-est de la France. Les annales de l'abeille. Inra Editions, 6(2) pp : 85-159.
14. Battaglia, S., The Complete Guide to Aromatherapy, 2003, ed : Perfect Potion)
15. Bellakhdar et al., 1997): la pharmacopée marocaine traditionnelle médecine arabe ancienne et savoirs
16. Belsito, E. L., Carbone, C., Di Gioia, M. L., Leggio, A., Liguori in cold-pressed bergamot oil and a volatile oil ri, A., Perri, F., & Viscomi, M. C. (2007). Comparison of the volatile

Références bibliographiques

- constituents in cold-pressed bergamot oil and a volatile oil isolated by vacuum distillation. *Journal of Agric*
17. Benabdelkader T., et al. (2011). Essential oils from wild populations of Algerian *Lavandula stoechas* L. composition, chemical variability and in vitro biological properties. *Chem Biodivers.* 937–53P
 18. 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, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Ecole normale supérieure de Kouba, Alger, 259p
 19. BENZEROUAL et al. 2021 COMPOSITION CHIMIQUE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *LAVANDULA DENTATA*
 20. Berrabah et al. „2022 Évaluation des activités biologiques de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* L. en vue de son application en biothérapie
 21. Besombes C., 2008 : contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques. Application généralisées. Thèse de doctorat université de Rochelle
 22. Bounihi Amina (2016). criblage phytochimique, étude toxicologique et valorisation pharmacologique de *melissa officinalis* et de *mentha rotundifolia* (lamiacées), Thèse De Doctorat National, Université Mohammed V, P19, Pt199.
 23. Bousmaha L., Atik F., Tomi F., Casanova J. 2005. Advances in the Chemical Composition of *Lavandula dentata* L. Essential Oil from Algeria. *Journal of Essential Oil Research* 17(3) : 292- 295
 24. Bouzid Djihane, évaluation de l'activité biologique de l'huile essentielle d'une plante
 25. Bruneton J., 2009, Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales, 4^e Ed, Lavoisier, Paris, p.1269.
 26. Bruneton, J. 1999 Pharmacognosie, phytochimie. In : Plantes médicinales 3^{ème} édition, Lavoisier, Paris, France
 27. Burt S. A. et R. D. Reinders (2003). Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157:H7. *Letters in Applied Microbiology* 36- 3 : (162-167).
 28. Carson C. F. et T. V. Riley (1995). Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Malaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Bacteriology* 78-(264-269)

Références bibliographiques

29. Chu C.J., et Kemper K.J., 2001 : lavender (*lavandula* spp.). Longwood Herbal Task. Force p32components. In *Flavours and Fragrances. Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*, Edited by R. G. Berger. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 87–115, 2007
30. Deans S. G. et G. Ritchie (1987). Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology* 5- (162-180).
31. Ecribano B., Santos B. 2003. Polyphenols extraction from foods. In *Methods in polyphenol analysis*. Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Science
endémique *Hélichrysum italicicum* (Roth) G. DON, thèse de doctorat, université de Sétif 1, 2018.
32. *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals* par Robert Tisserand et Rodney Young : 2013, ed : Churchill Livingstone
33. Fabrice. (2009). *Les huiles essentielles propriété et Utilisation ; aromathérapie*. éditions lanore, paris. Federico., victoire, M. (2013). *Huiles essentielles encyclopédie*. Edition sjudena
34. Faleiro M. L., M. G. Miguel, F. Ladeiro, F. Venancio, R. Tavares, G. C. Brito, A. C. Figueiredo, J. G. Barroso et L. G. Pedro (2003). Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of *Thymus*. *Lett Appl Microbiol* 36- 1: (35- 40).
35. Figueredo Gilles (2007). étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (*lamiaceae*) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne, THESE, UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL, p22, pt212.
France
36. Franchomme , P. , Pénéol , D. , Jollois , R. (2001) . *L'aromathérapie exactement* , encyclopedie 4eme Ed . ROGER JOLLOIS
37. 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
38. Gontard, 1940: Monge 2013: Cassé, 2013)
39. Hadjdjilani et. 2021 caractérisation physicochimique des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* et évaluation de leur pouvoir antioxydant
40. Hamrat Mériem et al 2022 ; Caractérisation physicochimique des huiles essentielles de *Lavandula dentata* et *Lavandula latifolia* et évaluation de et évaluation de leur pouvoir antioxydant

Références bibliographiques

41. Holley A., 1999. Eloge de l'odorat. Odile Jacob. 23. Holley A., 1999. Eloge de l'odorat. Odile Jacob.. Holley A., 1999. Eloge de l'odorat. Odile Jacob.
42. Hui L., Jingrui L., Hongtong B., Lei S., Huafang W. 2019. The complete chloroplast genome sequence of *Lavandula dentata* (Lamiaceae) and its phylogenetic analysis, Mitochondrial DNA Part B 4(2) : 2135-2136.
43. Hussain Al . , 2009. Characterization and biological activities of essential oils of some species of Lamiaceae . Thèse de Doctorat . Pakistan . 257p . Investigation of the chemical composition antibacterial activity relationship of essential oils by chemometric methods. Analytical and bioanalytical chemistry, 403:1007-18, 2012.
44. Ismaili R., Houbairi S., Lanouari S., Moustaid K., Lamiri A. (2017). Etude De L'Activité Antioxydante Des Huiles Essentielles De Plantes Aromatiques Et Médicinales Marocaines European Scientific Journal April 2017 edition Vol.13, No.12 ISSN: 1857 – 7881
45. Jullien j – Dgal., 2016 : guide de reconnaissance plantes hotes potentielles de *Xylella fastidiosa* subsp. Multiplex en France, surveillance biologique du territoire (sbt) dans le domaine végétal, symptôme d'une infection de *Xylella fastidiosa* subsp. Multiplex sur *Polygala myrtifolia* – 1ère édition
46. Kalembe, D., and Kunicka A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Curr. Med. Chem: 10,813-829, 2003
47. Kelen M. et Bektas T. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora. Bioresource Technology 99, 4096-4104.
48. Koroch, A., Juliani, R., H. & Zygadlo, J. A. Bioactivity of essential oils and their
49. Kunle O., J. Okogun, E. Egamana, E. Emojevwe et M. Shok (2003). Antimicrobial activity of various extracts and carvacrol from *Lippia multiflora* leaf extract. Phytomedicine 10- (59-61).
50. LamamraMebarka, contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Tinguarrasicula* (L) parl. Et de *Filipendulahexapetala* Gibb, mémoire de magister, université de Sétif, 2018
51. Larbi Souhila et al, étude de l'efficacité des huiles essentielles de curcuma langa comme un biopesticide cas antifongique, mémoire de master, université Abou BekrBelkaid- Tlemcen, 2013

Références bibliographiques

52. Larbi Souhila et al, étude de l'efficacité des huiles essentielles de curcuma langa comme un biopesticide cas antifongique, mémoire de master, université Abou BekrBelkaid- Tlemcen, 2013
53. Lim T.K. 2014. *Lavandula angustifolia*. In *Edible Medicinal and Non Medicinal plants* 8
54. Lis-Balchin M., Hart S. L. et Deans S. G. (2000). Pharmacological and antimicrobial studies on different tea-tree oils, originating in Australia and New Zealand. *Phytotherapy Research* 14- (623-629).
55. Lucchesi, M.-E. (2005). Extraction sans solvant assistée par Micro-ondes conception et Application a l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat en sciences chimie. Univ. Réunion.
56. MehaniMouna, activité antimicrobienne des huiles essentielles d'eucalyptus camaldulensis dans la région d'Ouargla, thèse de doctorat, université d'Ouargla, 2015.
57. Mesli K., 2001. Contribution a une étude syntaxonomique et écologiques des mattorrals de la région de Tlemcen. Thèse. Mag.Dept.Bio. Fac.Sci.,Univ.Tlemcen , 174 p.
58. Miladinovic, D., Ilic, B., Mihajilov-Krestv, T., Nikolic, N., Miladinovicl., & Cvetkovic, O.,
59. Mnayer Dima, Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens, thèse de doctorat, université d'Avignon, 2014
60. MOHAMMEDI Zohra et al (2011) Pouvoir antifongique et antioxydant de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L.
61. Nuru A., Al-Ghamdi A., Tena Y.T., Shenkut A.G., Ansari M.J., Al-Maktary A. 2015. Floral phenology, nectar secretion dynamics and honey production potentials of *lavandula* species (*L. dentata* and *L. pubescence*) in south-western Saudi Arabia. *J. Apic. Sci* 59 : 135–144 .
62. Pattnaik, V. R. Subramanyam et C. Kole (1996). Antibacterial and antifungal activity of ten essential oils in vitro. *Microbios* 86- (237-246).
63. Quezel P., et Santa S., 1963 : nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome ii. Préface du pr l. Embeger. Edition du centre national de la recherche scientifique. 15, quai anatole- france- paris 7
64. Raaman, N. (2006). *Phytochemical techniques* . New India Publishing, New Delhi, Inde
65. 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 BiRovesti P .*, 1956-
Revue internationale.EP.P .as,38(7) 341-343. *otechnology* 39(2) : 2096-2105

Références bibliographiques

66. Robin Deschepper, variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie, thèse de doctorat, université de AixMarseille, 2017:156-185.
67. Siddiqui m.a., Khalid M., Akhtar J., Siddiqui H.H., Baadruddeen., Usma A., Farah A.H., Khan M M., Mohammed Aet Asad A., 2016: lavandula stoechas (ustukhuddus): une plante miracle. Faculte de pharmacie. Universite integrale. Dasauli. Kursi road. Lucknow (up) 226026
68. Sivropoulou A., Papanikolaou E., Constantina N., Stellakokkini, Thomas L., Andminas
69. Smith-Palmer, A., J. Stewart et Fyfe (1998). Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Lett Appl Microbiol* 26- 2: (118-122).
70. *The Complete Book of Essential Oils and Aromatherapy* par Valerie Ann Worwood :2016, ed : New World Library
71. Tisserand, R., & Young, R., *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals*, 2014, ed : Churchill Livingstone) Tlemcen(Algérie), 2014.
72. Upson T, et Andrews S., 2004 :The genus lavandula. Portland and oregon, Usa: timber press.442p.
verticillata « noukha » de la region de Tlemcen » . Mémoire de Master. Université de
73. Villano, D.,Fernandez-Pachon, M.S., Moya, M.L., Troncoso, A.M., et Garcia- Parrilla, M.C,« Radical scavengingability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical», *Talanta*, V.71, (2007), 230– 235.
74. Zaika, L. L. (1988). Spices and Herbs - Their Antimicrobial Activity and Its Determination. *Journal of Food Safety* 9- 2: (97-118).

Annexe 01 : disques d'antibiotiques CIP10



Annexe 02 : DPPH



Annexe 03 : acide ascorbique





Annexe 04 : étuve Incubateur de laboratoire

Annexe 05 : les essai de l'extraction de He

Espèce 01 : L.dentata

Les jours	1ER	2 EME JOUR		3EME JOUR	
	JOUR	06/05/2023		07/05/2023	
	05/052023				
MATIER SECHE g	120	130	140	140	60
Eau distillé ML	1500	1500	1500	1500	650

Espèce 02 : L.stoechas

Les jours	1ER	2 EME JOUR		3EME JOUR	
	JOUR	08/05/2023		09/05/2023	
	07/052023				
MATIER SECHE g	160	125	60	130	100
Eau distillé ML	1500	1500	650	1500	1500

Annexe 06 : Conditions Opératoires de l'analyse

Les conditions opératoires pour la réalisation du profil chromatographie de l'HE de L.

Dentataet stoechas

Injecteur :

Température : 250°C

Mode d'injection : Split 1 ;80

Volume injecté : 0.2 µl

Colonne :

Type : HP-5MS

Dimensions : long 30 m * D int 0.25 mm * épaisseur film 0.25 µm

Phase stationnaire :5% Phenyl 95% dimethylpolysiloxane

Température du four :

60°C pendant 8 min, 2°C/min jusqu'à 250°C.; isotherme 10 min ;

Durée d'analyse : 113 min

Gaz vecteur : hélium pur 6.0

Débit : 0. 6 ml/min

Détecteur de masse :

Mode d'analyse : SIM

Délai du solvant : 3.5 min

Température de l'interface :270 °c

Type d'ionisation : Impact électronique

Intensité du filament : 70 év

Type de l'analyseur de masse : Quadripôles

Température de la source : 230 °c



Équipement :

Chromatographe : Hewlett Packard Agilent 6890 plus

Spectromètre de masse : Hewlett Packard Agilent 5973