



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Saad Dahleb Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie et Agroécologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Option : Biotechnologie et Génomique Végétale

Thème

**Étude physico-chimique des extraits d'une plante à caractère
thérapeutique (*Lavandula Officinalis*) récolté dans la région de
CHREA**

Date de soutenance : 15/07/2025

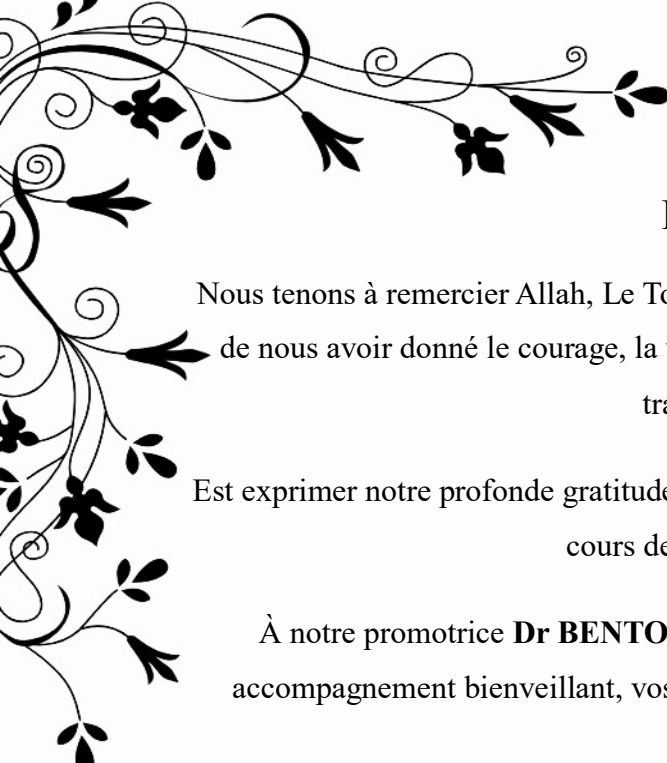
Présenté par :

- Berroussi Aimene
- El Kourourli Walid

Devant le jury :

- | | | | |
|----------------|-----|--------------|---------------------|
| • Dr. kabir | MAB | Présidente | Université Blida 01 |
| • Dr. Boukerma | MCB | Examinatrice | Université Blida 01 |
| • Dr. Bentoura | MCB | Promotrice | Université Blida 01 |

Session 2024 / 2025



Remerciement

Nous tenons à remercier Allah, Le Tout-Puissant, de nous avoir ouvert les portes du savoir, et de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail. **Alhamdulillah.**

Est exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont marqué notre parcours au cours de ces **cinq années d'études.**

À notre promotrice **Dr BENTOURA**, nous vous remercions sincèrement pour votre accompagnement bienveillant, vos conseils éclairés, et votre patience tout au long de ce mémoire.

Votre **rigueur et votre exigence** ont été pour nous une source d'inspiration constante.

À **nos professeurs**, merci pour votre dévouement, votre transmission du savoir, et votre engagement à faire de nous des professionnels compétents.

Aussi à **Dr. AYADI** qu'elle trouve ici l'expression de nos profonds de gratitude.

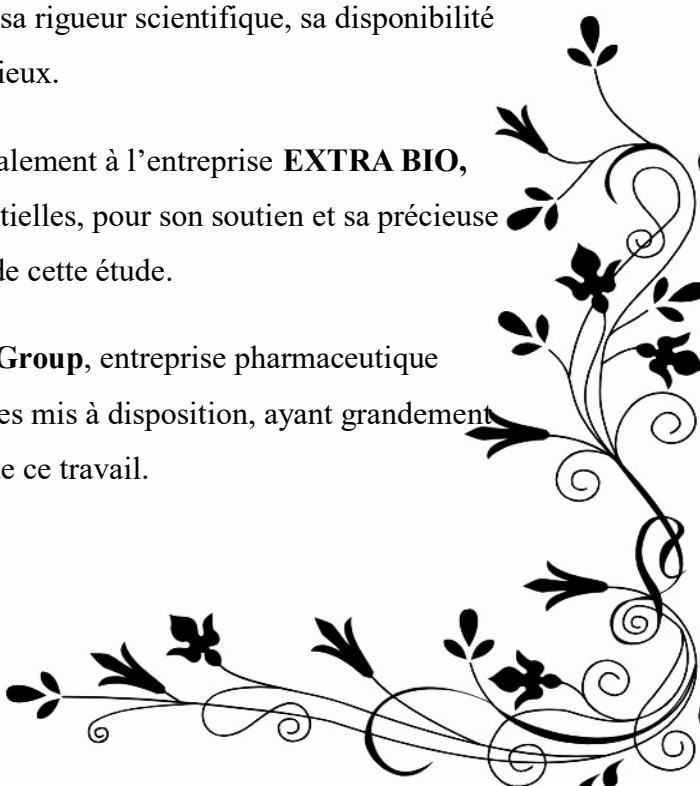
Nos remerciements vont également à **Madame Boukerma**, examinatrice, pour avoir accepté d'évaluer notre mémoire.

Ainsi qu'à **Madame Kabir**, présidente du jury, pour le temps consacré à l'analyse et à l'évaluation de notre travail.

À **Mme Mechid Wahiba**, Ingénieur d'État en Chimie Industrielle, nous exprimons notre profonde reconnaissance pour son accompagnement, sa rigueur scientifique, sa disponibilité et ses conseils précieux.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent également à l'entreprise **EXTRA BIO**, société spécialisée dans la distillation des huiles essentielles, pour son soutien et sa précieuse collaboration dans le cadre de cette étude.

Également notre profonde gratitude à **SAIDAL Group**, entreprise pharmaceutique algérienne, pour les moyens techniques et scientifiques mis à disposition, ayant grandement contribué à la réalisation de ce travail.





Dédicace

Nous dédions ce mémoire à **nos parents respectifs**, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leur soutien constant et leurs prières qui nous ont portés tout au long de notre parcours.

Rien de tout cela n'aurait été possible sans eux.

À nos collègues et amis de promotion, nous sommes infiniment reconnaissants pour chaque moment partagé — les longues heures de révision, les examens stressants, les exposés parfois improvisés, les travaux de groupe, mais aussi les éclats de rire et les encouragements mutuels.

Enfin, à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, vos encouragements et votre bienveillance ont été d'un grand soutien.

WALID ET AYMEN



Liste Des Figures

Figure 1. photo réelle d'une plante de Lavande.....	4
Figure 2. schema detaille de la lavandula officinalis GAEC - Les Senteurs du Quercy	7
Figure 3. Les feuilles de lavandula officinalis (pepiniere-bretagne.fr.).....	7
Figure 4. Les tiges de lavandula officinalis (la-Nature.fr 2010 - 2024)	8
Figure 5. Les fleurs de lavandula officinalis (astrance-pepiniere.fr.).....	8
Figure 6. fruits de lavandula officinalis (2000-2025 Dreamstime.)	8
Figure 7. les racines de lavandula officinalis (leboncoin.fr)	9
Figure 8. répartition de Lavandula officinalis. Autour du bassin Méditerranéen (Seigue, 1985)	9
Figure 9. carte répartition de la lavandula officinalis en algérie (bendif et al 2020).....	10
Figure 10. Champs de lavande dans la région de Sebdou à Tlemcen, Algérie.....	14
Figure 11. Extraction par Hydro distillation (2008-2025 ResearchGate GmbH.).....	14
Figure 12. Matériel utilisé pour l'extraction des huiles naturelles dans EXTRABIO (des photos originales).	19
Figure 13. un chromatographe Perkin-Elmer modèle 680 (GC/MS marque Perkin Elmer 680/SQ8)	20
Figure 14. Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.....	21
Figure 15. La couleur de la solution mère change après contact avec le DPPH en fonction de chaque concentration.....	23
Figure 16. Pesage des matières premières	30
Figure 17. présente la préparation de la phase aqueuse et la phase huileuse Et La température 70 ° c pour les deux phases	30
Figure 18. Mettez la crème dans des boîtes stériles	31
Figure 19. Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des différentes Concentrations de la vitamine et HE du Lavandula officinalis.....	37
Figure 20. Activité radicalaire DPPH C50 et APR (HE)(1/IC50)	39
Figure 21: les courbes d'inhibitions déclofenac et du HE de Lavandula officinalis.....	42
Figure 22. Observation avec microscope optique à deux grossissements (10x et 40x).	48
Figure 23. le pH de la crème	48
Figure 24. Centrifugation à 3000-4000 tr/min	48
Figure 25. Matériel et réactifs nécessaires à l'extraction d'huile essentielle par hydrodistillation de <i>Lavandula officinalis</i> EXTRABIO 2025	62
Figure 26. Matériel et Réactifs pour l'Évaluation de l'Activité Antioxydante (Méthode DPPH) SAIDAL 2025	63
Figure 27. Matériel et Réactifs pour le Test Anti-inflammatoire In Vitro SAIDAL 2025	64

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification taxonomique par (Angiosperm Phylogeny Groupe IV 20216).....	5
Tableau 2. Les noms vernaculaires de lavandula officinalis (The Plant List / Kew Science – Royal Botanic Gardens, Kew).....	6
Tableau 3. L'utilisation traditionnelle de Lavandula officinalis.....	11
Tableau 4. Les coordonnées de géolocalisation de Sebdou.....	13
Tableau 5. Préparation des Concentrations en HE de références du Lavandula officinalis	22
Tableau 6. Préparation des standards (Vitamine C)	23
Tableau 7. Mélange des solutions avec DPPH Échantillon.....	24
Tableau 8. Incubation et lecture spectrophotométrique.....	24
Tableau 9. Préparation des solutions de base	26
Tableau 10. Dilution en série de l'huile essentielle.....	27
Tableau 11. Préparation des solutions de diclofénac (standard anti-inflammatoire).....	28
Tableau 12. Préparation des échantillons pour lecture (diclofénac).....	28
Tableau 13. Les Conditions de chaque Étape.....	29
Tableau 14. Démonstration de Phase aqueuse.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 15. Démonstration de Phase huileuse	30
Tableau 16. Les Testes physico-chimique	31
Tableau 17. Composition chimique des HE de Lavandula officinalis	33
Tableau 18. Profil chimique de l'huile essentielle de Lavandula officinalis.....	35
Tableau 19. Interprétation et rôle composés majoritaires.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 20. Pourcentage estimé de chaque Famille chimique	37
Tableau 21. Les taux d'inhibition pour chaque concentration de HE	38
Tableau 22. Les taux d'inhibition pour chaque concentration vit C	38
Tableau 23. Résultats de lecture standard À différentes concentrations après contact avec le DPPH.....	38
Tableau 24. Résultats de la lecture de la solution mère à différentes concentrations dans le spectrophotomètre après contact avec le DPPH.....	38
Tableau 25. Les ratios pour chaque absorption de chaque concentration	39
Tableau 26. Résultats d'absorbance pour chaque concentration à partir de tubes contenant la solution mère	43
Tableau 27. Résultats d'absorbance pour chaque concentration à partir de tubes contenant la Diclofénac	43

Tableau 28. Éléments nécessaires à l'extraction	62
Tableau 29. Matériel et Réactifs pour l'Évaluation de l'Activité Antioxydante	63
Tableau 30. Matériel et Réactifs pour le Test Anti-inflammatoire	64
Tableau 31. Matériel et Réactifs utilisés pour la formulation de la crème cicatrisante.....	65
Tableau 32. Matériel et Réactifs utilisés pour les tests physico-chimiques	65

Liste des annexes

Annexe 01. Matériel et réactifs nécessaires à l'extraction de 20 mL d'huile essentielle par hydrodistillation de <i>Lavandula officinalis</i>	62
Annexe 02. Matériel et Réactifs pour l'Évaluation de l'Activité Antioxydante (Méthode DPPH)	63
Annexe 03. Matériel et Réactifs pour le Test Anti-inflammatoire <i>in Vitro</i>	64
Annexe 04. Matériel et Réactifs utilisés pour la formulation de la crème cicatrisante à base de <i>Lavandula officinalis</i> et pour les tests physico-chimiques de la crème cicatrisante.....	65

Liste des abréviations

L, : *Lavendula*

L'ADN : acide désoxyribonucléique

Gènes rbcL: Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase)

Gene matK : Maturase K

Gene ndhF : code la sous-unité F de la NADH déshydrogénase

Nucléaire (ITS) : Partie non codante de l'ADN ribosomique située entre les gènes 18S, 5.8S et 28S.

R : rendement en huile essentielle (%)

PH : poids de l'huile essentielle extraite (en grammes)

PA : poids de la plante utilisée (en grammes)

Mg : milligramme

G : gramme

eV: électronvolt

NIST: National Institute of Standards and Technology

He : huile essentielle

ml : millilitre

μl : microlitre

nm: nanometer

AT : absorbance du témoin

A E : l'absorbance de l'échantillon testé

IC₅₀ : concentration inhibitrice à 50 %

BHT : Butylated HydroxyToluene

°C : degré Celsius

Min : minute

Tr : Temps de rétention

rCB2 : Récepteur cannabinoïde de type 2

PH : potentiel hydrogène

DPPH : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyle (utilisé dans les tests d'activité antioxydante)

CG-MS : Chromatographie en Phase Gazeuse – Spectrométrie de Masse

IC₅₀ : Concentration inhibitrice 50% (indique l'efficacité d'un composé antioxydant)

TCAM : Taux de Croissance Annuel Moyen Association Française de Normalisation

AFNOR : Association Française de Normalisation

PBS: Phosphate Buffered Saline (tampon salin phosphate)

UV: Ultra-Violet

HPLC : Chromatographie Liquide Haute Performance (mention indirecte via CG-MS contextuel)

m/z : Rapport masse/charge (en spectrométrie de masse)

Table des matières

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction

Partie I : Synthèse bibliographique

1. Généralités sur lavandula officinalis.....	4
2. Classification taxonomique	5
3. Systématique de la plante	5
4. Noms vernaculaires.....	6
5. Classification phylogénétique.....	6
6. Description botanique de Lavandula officinalis	6
6.1. Port general.....	8
6.2. Feuillet.....	8
6.3. Tige.....	8
6.4. Fleurs.....	9
6.5. Fruit.....	9
6.6. Racines.....	10
7. Répartition géographique et importance économique du Lavandula Officinalis	10
7.1. Repartition géographique.....	10
7.1.1. Dans le monde.....	10.
7.1.2. En Algérie	11
7.2. Importance économique	11
8. Utilisation en médecine traditionnelle.....	11

Partie II : Matériel et méthodes

1. Présentation de l'établissement.....	15
2. Matériel.....	15
2.1. Matériel végétal.....	15
2.2. L'huile essentielle.....	16
2.2.1. Propriétés générales des huiles essentielles	17
2.2.2. Extraction des huiles essentielles.....	17

3. Dans notre étude	18
3.1. Activités biologiques de l'huile essentielle de <i>lavandula officinalis</i>	18.
3.2. L'activité antioxydante et anti-inflammatoire de l'huile essentielle de <i>lavandula officinalis</i>	19
1. Étude ethnobotanique de <i>Lavandula Officinalis</i> en Algérie.....	21
2. Lieu d'expérimentation	21
3. Calcul du rendement	22
4. Etude qualitative et quantitative des huiles essentielles par CG-MS	23
4.1. Principe de l'appareil CG-MS (chromatographie en phase gazeuse–spectrométrie de masse)	24
5. Activités biologiques de l'huile essentielle de <i>Lavandula Officinalis</i>	24
5.1. Etude de l'activité antioxydant par diphenyl-picryl- hydrazyl DPPH.....	24
5.1.1. Expérimentation.....	25
5.1.2. Expression des résultats de l'activité antioxydante	28
5.2. Etude de l'activité anti-inflammatoire.....	29
5.2.1. Objectif	29
5.2.2. Expérimentation	29
5.3. Formulation d'un crème cicatrisant à base de lavande.....	32
5.3.1. Objectif.....	32
5.3.2. Mode opératoire	33
5.4. Teste physico-chimique.....	34

Partie III : Résultats et discussions

1. Résultats de la composition chimique des huiles essentielles par technique de CG-MS...	36
1.1. Profil chimique de l'huile essentielle de <i>lavandula officinalis</i> (analyse GC-MS).....	37
1.2. Interprétation générale	37

1.3. Discussion.....	37
1.4. Profil chimique de l'huile essentielle de Lavandula Officinalis (analyse GC-MS).....	38
1.4.1. Analyse des composés mineurs	38
1.4.2. Analyse des composés majoritaires.....	39
1.5. Profil chimique global.....	40
2. L'Activités biologiques de l'huile essentielle de Lavandula Officinalis.....	40
2.1. Résultat de l'activité anti oxydante.....	40
2.1.1. Évaluation du pouvoir antioxydant des huiles essentielles	40
2.1.1.1. Calcul de la ic50	40
2.1.1.2. Interprétation des résultats.....	43
2.1.1.3. Comparaison avec des résultats de meilleure efficacité.....	44
2.1.1.4. Comparaison avec des résultats de plus faible efficacité.....	44
2.1.1.5. Discussion globale et interprétation finale.....	45
2.2. Résultat de l'activité anti-inflammatoire.....	45
2.2.1.1. Interprétation des résultats expérimentaux.....	48
2.2.1.2. Comparaison avec une étude de meilleurs résultats.....	49
2.2.1.3. Comparaison avec une étude de plus faibles résultats.....	49
2.3. Conclusion Générale.....	49
3. Formulation d'une crème cicatrisant à base de Lavande.....	50
3.1. Objectif de l'étude	50
3.2. Examen macroscopique : caractéristiques organoleptiques (odeur-couleur)	50
3.3. Examen microscopique : taille et distribution des globules.....	50
3.4. Mesure du ph : indice d'acidité ou d'alcalinité.....	51
3.5. Sédimentation forcée par centrifugation : stabilité de l'émulsion.....	51
3.6. Interprétation de caractéristiques organoleptiques (examen macroscopique).....	52
3.7. Interprétation de l'observation microscopique (globules gras).....	52
3.8. Interprétation de mesure du PH.....	53
3.9. Interprétations la stabilité de l'émulsion (centrifugation).....	53
Conclusion générale.....	55

Résumé

L'étude évalue les propriétés bioactives de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*, récoltée à Sebdou (Tlemcen, Algérie), utilisée en cosmétique et pharmacie pour ses effets antioxydants et anti-inflammatoires. L'extraction par hydrodistillation a permis d'obtenir 36 composés, représentant 95,13% de l'huile. Les principaux sont : Linalool (25,63%) ; Linalyl anthranilate (31,92%) ; A-Santalene (5,78%) ; B-Trans Ocimene (5,35%).

L'activité antioxydante a été mesurée par le test DPPH, avec une IC₅₀ de 79,231 µg/ml, supérieure à celle de la vitamine C (IC₅₀ = 59,15 µg/ml). L'évaluation anti-inflammatoire a montré une inhibition de l'albumine allant de 28,30% à 76,26% selon la solution testée. Les solutions F, E, et C ont montré les plus fortes activités, respectivement 76,26%, 66,60%, et 55,56% d'inhibition.

Enfin, une crème a été formulée, et sa stabilité a été validée par des tests physico-chimiques (pH, centrifugation, etc.). En résumé, l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* possède un potentiel élevé pour ses propriétés antioxydantes (IC₅₀ = 79,231 µg/ml) et anti-inflammatoires (inhibition de jusqu'à 76,26%), et peut être utilisée efficacement en cosmétique.

Mots clés : *Lavandula Officinalis* ; Hydrodistillation ; CGMS ; huiles essentielles, composition chimique, activité antioxydant ; Activité anti-inflammatoire ; Testes physico-chimique

Abstract

The study evaluates the bioactive properties of the essential oil of *Lavandula officinalis*, harvested in Sebdou (Tlemcen, Algeria), and commonly used in cosmetics and pharmaceuticals for its antioxidant and anti-inflammatory effects. Extraction by hydrodistillation allowed for the identification of 36 compounds, representing 95.13% of the total oil composition. The main constituents are: Linalool (25.63%) ; Linalyl anthranilate (31.92%) ; A-Santalene (5.78%) ; B-Trans Ocimene (5.35%).

The antioxidant activity was measured using the DPPH assay, with an IC₅₀ value of 79.231 µg/ml, which is higher than that of vitamin C (IC₅₀ = 59.15 µg/ml). The anti-inflammatory activity was assessed through albumin denaturation inhibition, showing inhibition rates ranging from 28.30% to 76.26%, depending on the tested solution. Solutions F, E, and C demonstrated the highest activities with inhibition rates of 76.26%, 66.60%, and 55.56%, respectively.

Finally, a cream was formulated incorporating the essential oil, and its stability was validated through physicochemical tests (pH measurement, centrifugation, etc.).

In summary, the essential oil of *Lavandula officinalis* shows strong potential due to its antioxidant (IC₅₀ = 79.231 µg/ml) and anti-inflammatory (up to 76.26% inhibition) properties, making it a promising candidate for effective use in cosmetic applications.

Keywords: *Lavandula Officinalis*; Hydrodistillation; CGMS; Essential oils, chemical composition, antioxidant activity; Anti-inflammatory activity; Physicochemical tests

ملخص

تُقِيم هذه الدراسة الخصائص البيولوجية النشطة للزيت العطري لنبات الخزامى الطبي (*Lavandula officinalis*)، الذي تم جمعه من منطقة سيدو (ولاية تلمسان، الجزائر)، ويُستخدم بشكل شائع في مجالي التجميل والصيدلة لما له من تأثيرات مضادة للأكسدة ومضادة للالتهابات. سمحت عملية الاستخلاص بالتقطير المائي بالحصول على 36 مركباً تمثل 95.13% من التركيب الكلي للزيت العطري. من بين هذه المركبات، تميز أربعة منها بنسبة تركيز عالية وهي:

لينالول (Linalool) بنسبة 25.63% ; ليناليل أنثرانيلات (Linalyl anthranilate) بنسبة 31.92%

ألفاسانتالين (A-Santalene) بنسبة 5.78% ; بيتا-ترانس أوكيمين (B-Trans Ocimene) بنسبة 5.35%

تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة باستخدام اختبار DPPH، حيث أظهرت النتائج أن قيمة IC_{50} بلغت 79.231 ميكروغرام/مل، وهي أعلى من تلك الخاصة بفيتامين C ($IC_{50} = 59.15$ ميكروغرام/مل)، مما يدل على فعالية قوية كمضاد للأكسدة. أما النشاط المضاد للالتهابات فقد تم تقييمه من خلال اختبار تثبيط تدني بروتين الألبومين، حيث تراوحت نسبة التثبيط بين 28.30% و 76.26% حسب العينة المختبرة. وقد أظهرت المحاليل E و F و C أعلى نسب تثبيط بلغت على التوالي: 76.26%، 66.60%، و 55.56%. في المرحلة التطبيقية، تم تحضير كريم يحتوي على هذا الزيت العطري، وقد تم اختبار استقراره فيزيائياً وكيميائياً من خلال قياس الـ pH، اختبار الطرد المركزي، والفحصين المجهرى والعيناني.

خلاصة القول، يُظهر الزيت العطري لنبات *Lavandula officinalis* قدرة عالية كمضاد للأكسدة ($IC_{50} = 79.231$ ميكروغرام/مل) ومضاد للالتهاب (بنسبة تثبيط تصل إلى 76.26%)، مما يجعله مكوناً واعداً وفعالاً للاستخدام في المنتجات التجميلية.

الكلمات المفتاحية:

Lavandula Officinalis؛ التقطير المائي؛ GC-MS ؛ الزيوت الأساسية؛ التركيب الكيميائي؛ النشاط المضاد للأكسدة؛ النشاط المضاد للالتهاب؛ اختبارات فيزيائية-كيميائية.

Introduction Générale

Introduction

Lavandula officinalis, également appelée lavande vraie ou lavande fine, est une espèce aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. Originaires des régions montagneuses du bassin méditerranéen, cette plante est largement reconnue pour son parfum agréable et ses nombreuses applications thérapeutiques.

Cultivée depuis l'Antiquité, elle est aujourd'hui largement utilisée en phytothérapie, cosmétique et parfumerie, en particulier pour l'extraction de son huile essentielle riche en composés bioactifs tels que le linalol et l'acétate de linalyle (Cavanagh & Wilkinson, 2002)

Sur le plan médicinal, *Lavandula officinalis* est réputée pour ses propriétés anxiolytiques, sédatives, antispasmodiques, et antimicrobiennes. Plusieurs études pharmacologiques ont mis en évidence l'efficacité de son huile essentielle dans la réduction de l'anxiété, l'amélioration de la qualité du sommeil et l'atténuation des douleurs légères. Ces effets seraient principalement attribués à l'action synergique de ses constituants volatils sur le système nerveux central (Koulivand et al., 2013)

En aromathérapie, l'inhalation ou l'application topique de l'huile essentielle de lavande est fréquemment utilisée comme alternative naturelle aux anxiolytiques de synthèse (Woelk & Schläfke, 2010)

En outre, *Lavandula officinalis* présente un intérêt croissant dans la recherche scientifique contemporaine pour ses propriétés antimicrobiennes. Des études *in vitro* ont démontré l'efficacité de son huile essentielle contre un large spectre de bactéries et de champignons pathogènes, ce qui en fait une candidate prometteuse dans le développement de solutions antiseptiques naturelles (Da Silva et al., 2015)

Par ailleurs, des recherches récentes s'intéressent à son potentiel en tant qu'agent anti-inflammatoire et antioxydant, renforçant ainsi son intégration dans diverses applications pharmaceutiques et nutraceutiques (Bialoń et al., 2019)

Ce travail de recherche vise à étudier la plante *Lavandula Officinalis* qui possède des vertus thérapeutiques importantes dans le bassin méditerranéen. Cette étude se divise en trois parties principales :

La première partie : Une revue de la littérature traitant de l'importance des plantes et de leurs composants actifs, ainsi qu'une étude botanique, biologique, chimique et pharmacologique de *Pistacia lentiscus*.

La deuxième partie : Présentation des matériaux et méthodes utilisés pour l'extraction de l'huile de *Lavandula Officinalis*, suivie de l'évaluation de son activité antioxydante et anti-inflammatoire

La troisième partie : Discussion détaillée des résultats obtenus, suivie des conclusions finales qui résument les principales découvertes de cette étude.

Partie I : Synthèse Bibliographique

1. Généralités sur *Lavandula officinalis*

Depuis des millénaires, les plantes médicinales occupent une place essentielle dans les pratiques de soin à travers le monde. Elles renferment des substances actives capables d'agir sur divers troubles physiologiques et sont reconnues pour leurs bienfaits curatifs ou préventifs. La pharmacopée européenne les classe parmi les drogues d'origine végétale, mettant en avant les parties de la plante dotées de propriétés thérapeutiques (**Schauemberry, 1977**).

Parmi ces espèces végétales figure *Lavandula officinalis*, plus connue sous le nom de lavande vraie. Membre de la famille des Lamiaceae, cette plante est caractéristique des régions méditerranéennes où elle est largement cultivée. Elle est particulièrement appréciée pour son huile essentielle, extraite de ses sommités fleuries, et réputée pour ses effets relaxants, antiseptiques, cicatrisants et anti-inflammatoires. Grâce à la richesse de ses composés bioactifs, la lavande trouve aujourd'hui des applications variées dans les secteurs pharmaceutique, cosmétique et bien-être, suscitant un intérêt scientifique croissant (**Cavanagh & Wilkinson, 2002 ; Lis-Balchin, 2002**).



Figure 1. Photo réelle d'une plante de Lavande

2. Classification taxonomique

Sur le plan taxonomique, *Lavandula officinalis* appartient au règne Plantae, ordre Lamiales, famille Lamiaceae, qui comprend de nombreuses espèces aromatiques comme la menthe, le romarin et le thym. Le genre *Lavandula* regroupe environ 39 espèces reconnues, subdivisées en trois sous-genres principaux : *Lavandula*, *Fabricia* et *Sabaudia*. *Lavandula officinalis* est parfois considéré comme synonyme de *Lavandula angustifolia* Mill., une désignation plus largement acceptée aujourd'hui en botanique moderne.

Elle se distingue du lavandin (*Lavandula* × *intermedia*), qui est un hybride naturel entre *L. angustifolia* et *L. latifolia*, par sa richesse en acétate de linalyle, son port plus compact et sa meilleure qualité d'huile essentielle (Upson & Andrews, 2004 ; Harley et al., 2004).

3. Systématique de la plante

Voici la classification taxonomique complète de *Lavandula Officinalis* :

Tableau 1: classification taxonomique par (Angiosperm Phylogeny Groupe IV 2016)

Rang	Taxon
Règne	Plantae (plantes)
Embranchement	Tracheophyta (plantes vasculaires)
Classe	Magnoliopsida (dicotylédones)
Ordre	lamiales
Famille	Lamiaceae (labiées)
Genre	lavandula
Espèce	<i>Lavandula angustifolia</i> mill

4. Noms vernaculaires

Lavandula officinalis (synonyme botanique courant : *Lavandula angustifolia*) est connue sous plusieurs noms vernaculaires selon les régions, les langues et les contextes d'usage.

Tableau 2. Les noms vernaculaires de *lavandula officinalis* (The Plant List / Kew Science – Royal Botanic Gardens, Kew)

Langue / Région	Nom vernaculaire
Français	Lavande vraie, lavande officinale, lavande fine
Anglais	True lavender, English lavender, Common lavender
Espagnol	Lavanda común, lavanda verdadera
Italien	Lavanda vera, lavanda comune
Allemand	Echter Lavendel
Arabe (Maghreb)	خزامى (Khouzama ou Khzama)
Berbère (Kabyle / Tamazight)	Azemzem ou Tizemt (varie selon les régions)
Turc	Gerçek lavanta

5. Classification phylogénétique

Sur le plan phylogénétique, *Lavandula officinalis* appartient à la famille des Lamiaceae, une des plus grandes familles de plantes dicotylédones, connue pour ses nombreuses espèces aromatiques.

Au sein de cette famille, *Lavandula* est placé dans la sous-famille Nepetoideae, tribu Lavanduleae, qui est monophylétique selon les analyses moléculaires récentes basées sur les séquences de l'ADN chloroplastique (gènes *rbcL*, *matK*, *ndhF*) et nucléaire (ITS).

Le genre *Lavandula* s'est révélé distinct de ses apparentés comme *Salvia* ou *Rosmarinus* (aujourd'hui intégré dans *Salvia*), avec une divergence évolutive datant de la fin du Miocène (~7 à 10 millions d'années). La phylogénie moléculaire place clairement *L. angustifolia* (synonyme de *L. officinalis*)

Dans le groupe basal du genre, représentant l'un des lignages les plus anciens au sein des lavandes vraies (Li et al., 2016 ; Drew & Sytsma, 2012).

6. Description botanique de *lavandula officinalis* :

Lavandula officinalis est une plante sous-ligneuse vivace, atteignant entre 30 et 100 cm de hauteur.

Elle possède des tiges dressées et ramifiées, souvent ligneuses à la base.

Les feuilles sont opposées, étroites, lancéolées à linéaires, de couleur vert-grisâtre à pubescence dense, ce qui permet une bonne adaptation aux milieux secs.

L'inflorescence est une épi terminal compact, constitué de fleurs hermaphrodites à corolle tubulaire bleue à violacée, riches en glandes sécrétrices d'huiles essentielles.

Le fruit est un tétrakène, typique des Lamiacées. Cette plante est riche en composés volatils tels que le linalol (20-40%) et l'acétate de linalyle (25-50%), conférant à son huile essentielle des propriétés pharmacologiques variées (calmantes, antiseptiques, antifongiques) (Cavanagh & Wilkinson, 2002 ; Bialón et al., 2019).

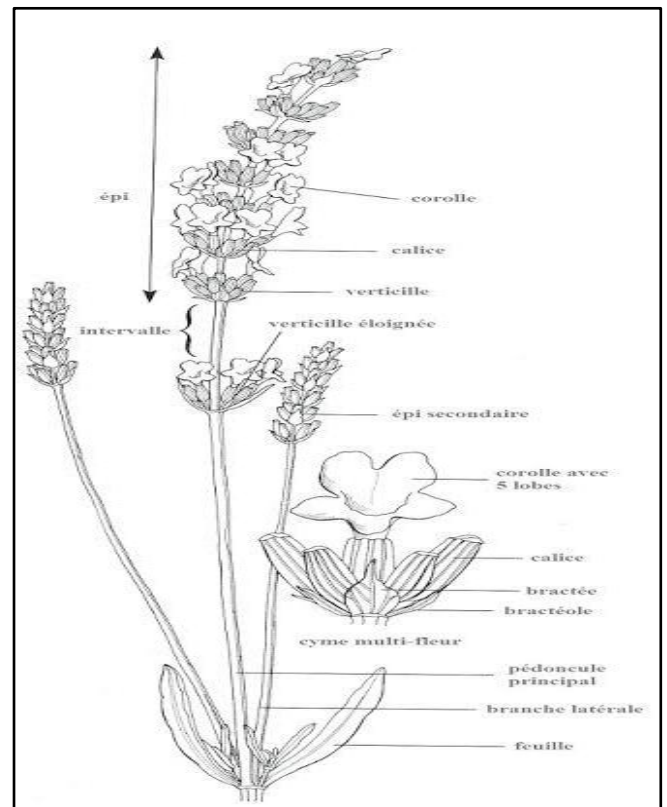


Figure 2: schéma détaillé de la *lavandula officinalis* GAEC - Les Senteurs du Quercy

6.1. Port général

- ***Lavandula officinalis*** est un sous-arbrisseau vivace, à port buissonnant et arrondi.
- **Hauteur** : généralement de 30 à 100 cm.
- **Plante fortement aromatique**, lignifiée à la base. (**Fiches botaniques** - Tela Botanica, 2023 ; **Flora Europaea**, 1980)

6.2. Feuilles

- **Opposées**, simples, sessiles, étroites
- **Forme** : linéaires à lancéolées, souvent légèrement enroulées sur les bords (réflexes).
- **Couleur** : vert-grisâtre à argenté, à poils étoilés (aspect tomenteux).
- **Longueur** : 2 à 6 cm selon les conditions de croissance. (**Flora Gallica**, Jauzein et al)



Figure 3. Les feuilles de *lavandula officinalis* (pepiniere-bretagne.fr.)

6.3. Tige

- **Tiges dressées**, quadrangulaires en coupe transversale (typique des Lamiacées).
- **Lignifiées** à la base, pubescentes, souvent rameuses.
- **Tiges florales** généralement nues à la base, s'élevant bien au-dessus du feuillage. (Polunin, O. "Flowers of Europe", 1969 ; Tela Botanica)



Figure 4. Les tiges de *lavandula officinalis* (la-Nature.fr 2010 - 2024)

6.4. Fleurs

- **Fleurs zygomorphes**, hermaphrodites, groupées en verticilles denses.
- **Corolle tubulaire à 5 lobes**, couleur bleu à violet (parfois lavande pâle).
- **Calyce à 5 dents**, persistant, densément poilu.
- **Odeur très aromatique** (présence d'huiles essentielles).
- **Floraison** de juin à août (en zone tempérée). (Blamey & Grey-Wilson, "Flora of Britain and Northern Europe", 1989; Pharmacopée européenne)



Figure 5. Les fleurs de *lavandula officinalis* (astrance-pepiniere.fr)

6.5. Fruit

- **Fruit composé** d'un tétrakène : 4 petits akènes (ou nucules) ovoïdes, lisses, brunâtres. • **Dissémination anémochore** (par le vent) ou barochore (par gravité). (Flora Europaea Seed Information Database)



Figure 6. Fruits de *lavandula officinalis* (2000-2025 Dreamstime.)

6.6. Racines

- **Système racinaire** pivotant, profondément ancré dans le sol, avec racines secondaires latérales.
- **Adapté** aux sols pauvres et bien drainés.
(Grieve, M. "A Modern Herbal", 1931 Tela Botanica)



Figure 7. les racines de *lavandula officinalis* (leboncoin.fr)

7. Répartition géographique et importance économique du *lavandula officinalis*

7.1. Repartition géographique

7.1.1. Dans le monde

À l'échelle mondiale, les principaux pays producteurs sont la France, la Bulgarie, l'Espagne et l'Italie. La France, notamment la région de Provence-Alpes-Côte d'Azur, représente environ 50 % de la production mondiale d'huile essentielle de lavande, avec une production annuelle estimée à 1000 tonnes en 2022 (FAO, 2022).

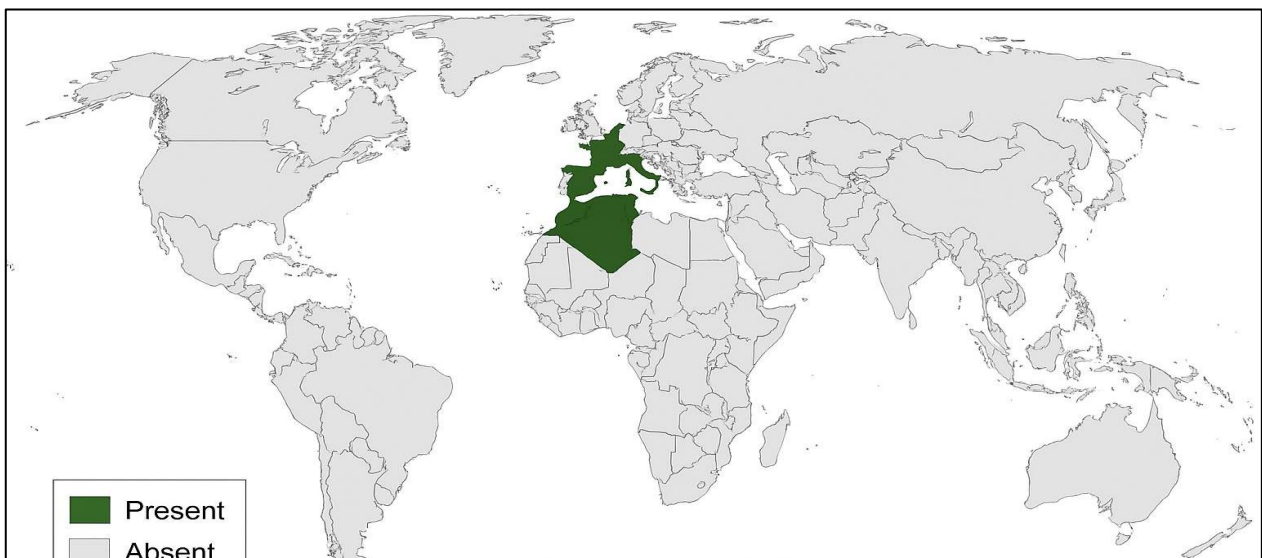


Figure 8. Répartition de *Lavandula officinalis* autour du bassin Méditerranéen (Seigue, 1985)

7.1.2. En Algérie

En Algérie, *Lavandula officinalis* pousse spontanément dans les zones semi-arides et montagneuses, en particulier dans les régions des Hauts Plateaux et du nord des Aurès. Des études botaniques ont identifié sa présence dans les wilayas de Batna, Tébessa, Sétif et Tizi Ouzou (**Bendif et al., 2020**).

Malgré un fort potentiel écologique et une demande croissante pour les huiles essentielles, la culture de lavande reste marginale en Algérie, avec une production estimée à moins de 5 tonnes d'huile essentielle par an, souvent issue de cueillette sauvage et non de cultures industrielles (**Benabdellah et al., 2021**)

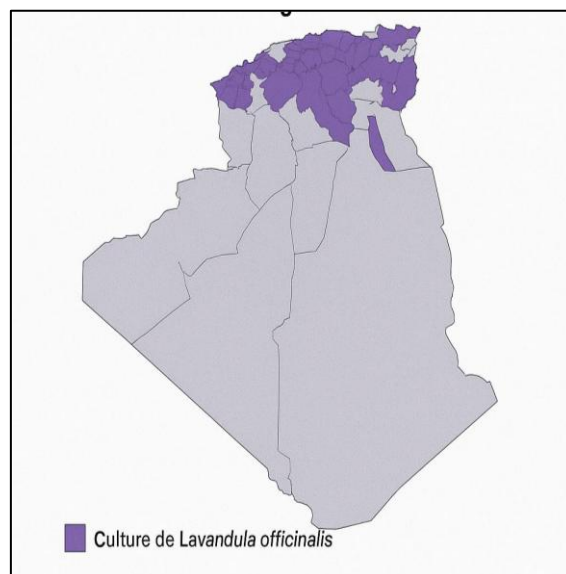


Figure 9. Carte répartition de la *lavandula officinalis* en Algérie (bendif et al 2020)

7.2. Importance Économique

Dans Le Monde

Sur le plan économique, le marché mondial des huiles essentielles de lavande était évalué à environ 150 millions USD en 2021, et il devrait atteindre 250 millions USD d'ici 2027, avec un taux de croissance annuel moyen (TCAM) de 7,5 % (**Grand View Research, 2022**).

En Algérie

L'exploitation économique de la lavande dans le pays reste donc limitée, mais elle constitue une opportunité importante pour le développement des filières locales de plantes aromatiques et médicinales, notamment dans le cadre de la diversification de l'économie rurale (**ministère de l'Agriculture, 2022**)

Utilisation en médecine traditionnelle

L'ensemble des utilisations et des vertus thérapeutiques du *Lavandula Officinalis* sont regroupées dans le tableau

Tableau 3. l'utilisation traditionnelle de *Lavandula officinalis*

Region	<i>Parties</i> utilisées	Usages médicinaux traditionnels	Références
Europe méditerranéenne (France, Espagne, Italie)	Fleurs, huile essentielle	Calmante, sédative (infusion pour insomnie), antispasmodique, traitement des maux de tête, antiseptique cutané.	• Bruneton, J. (2009). • Valnet, J. (1983). • EMA (European Medicines Agency) –
Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie)	Fleurs séchées, huile essentielle	Traitement des douleurs musculaires (huile de massage), purification de l'air, calmant nerveux, troubles digestifs.	• Bellakhdar, J. (1997). • Tahraoui, A. et al. (2007). • Bnouham, M. et al. (2006).
Balkans (Grèce, Albanie)	Fleurs fraîches ou séchées	Infusion contre l'anxiété, les palpitations, usage externe pour les piqûres d'insectes.	• Pieroni, A. et al. (2005). • Dogan, Y. (2012).
Moyen-Orient (Iran, Turquie)	Fleurs, tiges, huile essentielle	Antidépresseur léger, troubles gastro-intestinaux, douleurs menstruelles, parfumerie médicinale.	• Mozaffarian, V. (1996). • Zargari, A. (1990). • Khare, C.P. (2007).
Inde (Ayurveda)	Huile essentielle, fleurs séchées	Traitement du stress, migraines, amélioration du sommeil, application topique pour les brûlures légères.	• Sharma, P.V. (1994). • Khare, C.P. (2007) • Tiwari, L. & Singh, S. (2014).
Amérique du Nord (herboristerie traditionnelle)	Huile essentielle, fleurs	Inhalation contre l'anxiété, application locale pour les plaies, répulsif contre les poux et les insectes.	• Gladstar, R. (2001). • Hoffmann, D. (2003).
Europe de l'Est (Pologne, Russie)	Fleurs séchées, huile essentielle	Infusions pour calmer les nerfs, bains aromatiques, antiseptique respiratoire.	• Svanidze, Z. (1994). • Wichtl, M. (2004). • Kujawski, R., et al. (2012).

Partie II :

Matériel et Méthodes

1. Présentation De L'établissement

Le Groupe SAIDAL (Société Algérienne des Industries du Médicament) est l'un des piliers majeurs de l'industrie pharmaceutique en Algérie. Il s'agit d'une entreprise publique à caractère économique, créée dans le but de développer l'autonomie sanitaire nationale en produisant localement des médicaments.

2. Matériel

Le matériel utilisé dans notre travail comprend du matériel végétal, d'appareillage et des produits chimiques.

2.1. Matériel végétale

La plante *Lavandula officinalis* a été récolté dans la Willaya de Tlemcen, la région de Sebdou, les coordonnées de géolocalisation sont regroupées dans le tableau :

Tableau 4. Les coordonnées de géolocalisation de Sebdou

Élément	Valeur
Nom du lieu	Sebdou
Pays	Algérie
Catégorie géographique	États
Latitude (décimale)	34,63703000
Longitude (décimale)	-1,33143000
Latitude (sexagésimale)	34° 38' 13,308'' N
Longitude (sexagésimale)	-1° 19' 53,148'' E
Position GPS	34° 38' 13,308'' N, -1° 19' 53,148'' E



Figure 10. Champs de lavande dans la région de Sebdo à Tlemcen, Algérie

La lavande a été apportée par ExtraBio et les huiles essentielles ont été extraites du même endroit en notre présence et nous avons été informés des dernières évolutions du processus, qui a été réalisé en utilisant la technique d'hydrodistillation.

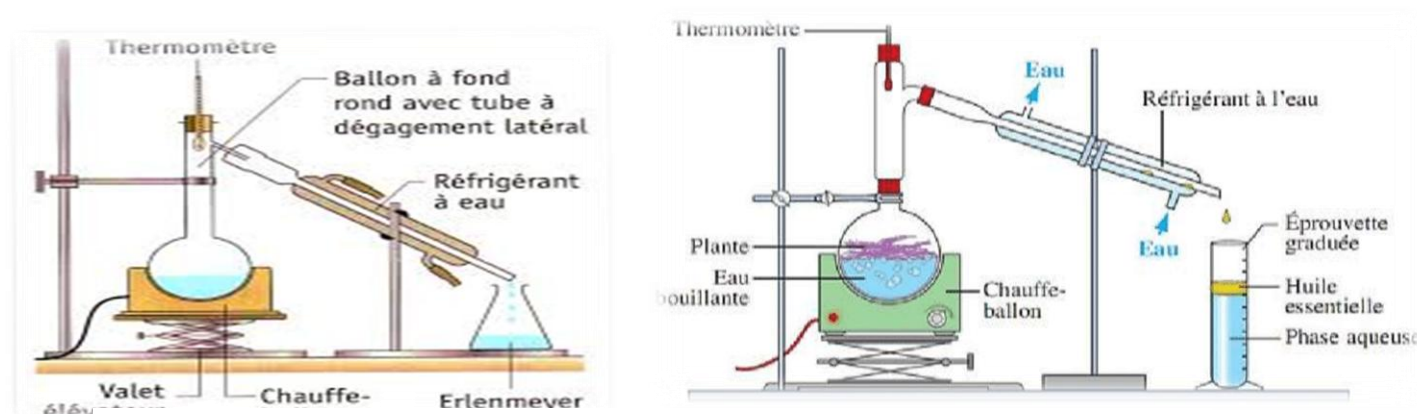


Figure 11. Extraction par Hydro distillation (2008-2025 ResearchGate GmbH.)

2.2. L'huile Essentielle

L'huile essentielle est une substance concentrée extraite de plantes dites aromatiques, riches en composés volatils. Ces composés, localisés principalement dans les feuilles, les fleurs, les écorces, les fruits ou les racines, sont à l'origine de l'odeur caractéristique et des propriétés biologiques de la plante. Les huiles essentielles se présentent sous forme de liquides huileux, plus ou moins visqueux, parfois résineux, très odorants et facilement volatils. Leur couleur peut varier selon la plante d'origine, allant du jaune clair au rouge foncé, en passant par des teintes vertes ou bleutées. Leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau, se situant entre 0,750 et 0,990, ce qui facilite leur séparation lors des procédés d'extraction. **Bruneton (2009).**

2.2.1. Propriétés générales des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de composés aromatiques naturels, extraits de plantes riches en essences.

Elles présentent une affinité particulière avec les solvants organiques tels que l'alcool, les lipides et divers hydrocarbures, tandis qu'elles demeurent pratiquement insolubles dans l'eau.

Grâce à leur nature volatile, ces substances diffusent aisément dans l'air, ce qui explique leur large utilisation en aromathérapie et en diffusion atmosphérique.

Dans la nature, elles jouent un rôle écologique important : elles participent à la défense des plantes contre les pathogènes, régulent l'évaporation et attirent certains insectes pollinisateurs.

Par ailleurs, les huiles essentielles sont reconnues pour leurs vertus biologiques, notamment leurs propriétés antimicrobiennes, antifongiques et parfois anti-inflammatoires, validées par de nombreuses études expérimentales et leur usage ancestral.

Fragiles, elles nécessitent des conditions de conservation spécifiques : à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'oxygène, pour éviter l'oxydation ou la perte de leurs composés actifs.

Leur application est aujourd'hui très diversifiée, allant des soins thérapeutiques naturels à l'industrie cosmétique, en passant par la parfumerie et les formulations alimentaires, dans une logique de valorisation durable et respectueuse de l'environnement. **Bruneton (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4^e éd.). Paris : Lavoisier Tec & Doc.**

2.2.2. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles constitue une opération de séparation en génie chimique, visant à isoler sélectivement les composés volatils présents dans les plantes aromatiques. **European Pharmacopoeia (Ph. Eur.).**

Plusieurs méthodes d'extraction sont employées, choisies selon des critères précis tels que la texture de la matière végétale, la répartition interne de l'huile essentielle, sa concentration, ainsi que la sensibilité thermique des constituants à extraire. **Bardeau (2009).**

Parmi les procédés les plus répandus, on distingue principalement

La distillation à la vapeur d'eau, déclinée en différentes variantes, notamment

L'hydrodistillation, l'entraînement à la vapeur, et l'hydro-diffusion. **Bruneton,(2009).**

D'autres techniques incluent

L'expression à froid, réservée aux agrumes,

L'extraction par solvants volatils pour les composés thermosensibles, ou encore des approches innovantes comme l'irradiation par micro-ondes, alliant rapidité et rendement élevé. **Guenther (1972).**

L'huile essentielle de *Lavandula officinalis* a été obtenue par hydrodistillation, une méthode simple et efficace, permettant une récupération optimale des composés volatils sans altération de leurs propriétés.

Le principe repose sur l'immersion de la plante entière (sommités fleuries) dans de l'eau en ébullition.

La vapeur d'eau entraîne les substances aromatiques, qui sont ensuite condensées et séparées de l'eau par décantation.

L'analyse de la composition chimique de l'huile essentielle extraite, effectuée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS), a permis d'identifier les principaux constituants : linalol, acétate de linalyle, camphre et 1,8-cinéole.

Ces composés confèrent à l'huile essentielle de lavande ses propriétés bien connues : apaisantes, antiseptiques et légèrement sédatives.

Comme pour toute plante aromatique, la composition qualitative et quantitative de l'huile essentielle de lavande peut varier selon plusieurs facteurs : conditions pédoclimatiques, altitude, stade de floraison, mode de séchage et origine géographique (Mohammedi, 2006 ; Bardeau, 2009).

3.1. Activités Biologiques De L'huile Essentielle de *Lavandula Officinalis*

L'huile essentielle de *Lavandula officinalis* est largement reconnue pour sa richesse en composés bioactifs, lui conférant un large spectre d'activités biologiques et pharmacologiques.

Ces effets bénéfiques sont étroitement liés à sa composition chimique, au procédé d'extraction utilisé, ainsi qu'aux facteurs environnementaux influençant la plante.

D'après les données disponibles dans la littérature scientifique, l'huile essentielle de lavande présente notamment :

- Une activité antibactérienne et antifongique
- Une action sédative et anxiolytique
- Des propriétés cicatrisantes et antalgiques
- Une activité insectifuge
- Une efficacité contre certains troubles neurologiques (comme les troubles du sommeil ou l'anxiété)

Cavanagh & Wilkinson (2002). Biological activities of lavender essential oil.

Dans le cadre de notre travail, nous nous sommes principalement intéressés à l'activité antioxydante et anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*, deux propriétés majeures qui justifient son utilisation traditionnelle en phytothérapie et qui pourraient représenter un intérêt croissant dans les applications thérapeutiques modernes.

3.2. L'activité antioxydante et anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Lavandula Officinalis*

Les huiles essentielles, riches en composés volatils d'origine naturelle, présentent de nombreuses activités biologiques, parmi lesquelles

les activités antioxydante et anti-inflammatoire occupent une place importante. **Miguel (2010), Buchbauer et al. (1993)**

L'activité antioxydante

Résulte principalement de la capacité de certaines molécules (comme les phénols, les terpènes ou les aldéhydes aromatiques) à neutraliser les radicaux libres, responsables du stress oxydatif, un phénomène impliqué dans le vieillissement cellulaire et de nombreuses pathologies chroniques. **Miguel (2010), Cavanagh & Wilkinson (2002)**

L'activité anti-inflammatoire

Quant à elle, s'explique par l'action de ces composés sur les médiateurs de l'inflammation, réduisant ainsi les réactions inflammatoires aiguës ou chroniques. **Peana et al. (2002), Cavanagh & Wilkinson (2002)**

L'huile essentielle de *Lavandula officinalis* (lavande vraie) est particulièrement reconnue pour ces deux propriétés grâce à la présence de molécules telles que le linalol et l'acétate de linalyle, qui possèdent des effets antioxydants significatifs et une action modulatrice sur les processus inflammatoires. **Peana et al. (2002), Russo et al. (2013)**

Étude ethnobotanique de *Lavandula officinalis* en Algérie

enquête sur l'usage traditionnel de l'huile essentielle Dans le cadre de cette étude ethnobotanique, une enquête de terrain a été menée à travers un questionnaire structuré visant à recueillir des informations sur les pratiques populaires liées à l'usage de l'huile essentielle de lavande (*Lavandula officinalis*) dans différentes régions d'Algérie.

Cette démarche a permis d'évaluer le degré de connaissance des populations locales sur les applications thérapeutiques, cosmétiques et domestiques de cette huile, réputée pour ses effets apaisants, antiseptiques et cicatrisants. • **Cavanagh & Wilkinson (2002).**

L'enquête a notamment ciblé les maladies ou troubles les plus fréquemment traités avec cette huile (comme les maux de tête, les troubles du sommeil ou les infections cutanées), en analysant également les différences d'utilisation selon le genre, l'âge, ou encore le niveau d'éducation. • **Bensiradj & Zidane (2018).**

Par ailleurs, l'étude a permis d'identifier les zones géographiques où l'usage de l'huile de lavande est le plus ancré dans les traditions locales.

Cette collecte de données qualitatives constitue une base précieuse pour une compréhension intégrée des savoirs traditionnels et pour la mise en relation avec les propriétés pharmacologiques démontrées scientifiquement • **Mohammedi (2006)**.

1. Lieu experimentation

L'expérimentation a été conduite en collaboration avec le Groupe SAIDAL, dans le cadre de ses activités de recherche et développement en phytothérapie.

L'extraction de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* a été réalisée au sein des installations de l'entreprise EXTRA BIO, spécialisée dans l'extraction des principes actifs

naturels. Le procédé utilisé pour cette opération est celui de l'hydrodistillation, méthode couramment employée pour préserver l'intégrité des composés volatils. L'analyse qualitative et quantitative de l'huile essentielle extraite a été effectuée dans le laboratoire de contrôle de qualité de EXTRABIO, à l'aide de la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS).



Figure 12. Matériel utilisé pour l'extraction des huiles naturelles dans EXTRABIO (des photos originales).

2. Calcul du rendement

Calcul du rendement d'extraction de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* : Le rendement d'extraction de l'huile essentielle est un paramètre clé permettant d'évaluer l'efficacité du procédé utilisé. Il correspond au rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après distillation et la masse de la matière végétale initiale.

Ce rendement, exprimé en pourcentage, est calculé selon la formule suivante, conformément aux normes **AFNOR (1992)** : $\{R (\%) = (PH / PA) \times 100\}$ où :

- R : rendement en huile essentielle (%)
- PH : poids de l'huile essentielle extraite (en grammes)
- PA : poids de la plante utilisée (en grammes)

Dans le cadre de notre expérience, une quantité de 20 mL d'huile essentielle de *Lavandula officinalis* a été extraite par hydrodistillation. Sachant que la densité moyenne de l'huile essentielle de lavande est d'environ 0,89 g/mL (Cavanagh & Wilkinson, 2002), cela correspond à un poids de 17,8 g

d'huile. Le rendement moyen en huile essentielle pour *Lavandula officinalis* varie entre 0,5 % et 1,5 % selon l'origine botanique, les conditions climatiques, la période de récolte et le mode de séchage (Buchbauer, 1993 ; BIA, 2010).

En se basant sur un rendement moyen de 1 %, la quantité approximative de matière végétale nécessaire à cette extraction est de : $PA = PH / R = 17,8\text{g} / 0,01 = 1780\text{g} = \mathbf{1,78\text{kg}}$. Ainsi, pour obtenir 20 mL d'huile essentielle, il faut en moyenne 1,7 à 2 kg de sommités fleuries de *Lavandula officinalis*.

3. Etude qualitative et quantitative des huiles essentielles par CG-MS

La composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*, issue de plantes récoltées dans la région de Sebdou (wilaya de Tlemcen, Algérie), a été analysée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS).

Cette analyse a été réalisée au niveau du laboratoire de contrôle de qualité de l'entreprise EXTRA BIO, spécialisé dans l'évaluation des extraits naturels.

L'identification des composés volatils a été effectuée à l'aide d'un chromatographe de marque Perkin-Elmer, modèle 680 couplé au spectromètre de masse SQ8 (GC/MS Perkin Elmer 680/SQ8).

Ce système permet une séparation fine et une détection précise des constituants chimiques majeurs de l'huile essentielle, tels que le linalol, l'acétate de linalyle, le camphre ou encore le 1,8-cinéole, connus pour leurs propriétés pharmacologiques et aromatiques.

Les résultats obtenus fournissent une base essentielle pour l'évaluation de la qualité et de la standardisation de l'huile de lavande destinée à un usage thérapeutique ou cosmétique.



Figure 13. Un chromatographe Perkin-Elmer modèle 680 (GC/MS marque Perkin Elmer 680/SQ8)

3.1. Principe de l'appareil CG-MS (Chromatographie en phase gazeuse – Spectrométrie de masse)

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS) est une méthode analytique combinée, permettant d'identifier et de quantifier les constituants volatils d'un échantillon, comme les huiles essentielles. **Adams (2007).**

Dans un premier temps, les composés sont séparés par chromatographie en phase gazeuse selon leur volatilité et leur affinité pour la colonne capillaire. Ensuite, chaque composé séparé est envoyé dans le spectromètre de masse, où il est ionisé, généralement par impact électronique à 70 eV, puis fragmenté. **Poole (2012).**

Les fragments ionisés sont détectés selon leur rapport masse/charge (m/z). Chaque molécule présente un spectre de fragmentation unique, permettant son identification par comparaison avec des bases de données spectrales (comme **NIST ou Wiley**).

McMaster (2008). GC/MS: A Practical User's Guide. Wiley-Interscience.

4. Activites Biologiques De L'huile Essentielle De *Lavandula Officinalis*

4.1. Etude de l'activité antioxydant par *diphenyl-picryl-hydrazyl* DPPH

Le radical *2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl* (DPPH), fut l'un des premiers radicaux utilisés pour étudier structure / activité antioxydante des composés phénoliques.

Depuis certaines modifications ont été apportés et un paramètre important a été induit : la détermination de la IC₅₀, définit comme étant la concentration en substrat entrainant une diminution de 50% de l'absorption.

A cette concentration, 50% du DPPH est sous forme réduite

L'activité antioxydante de la solution mère est mesurée par la méthode décrite par **BRAND-WILLIAM et ses collaborateurs (1995)** avec quelques modifications.

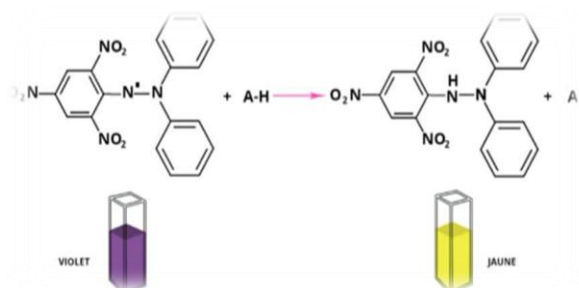


Figure 14. Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH.

Le pouvoir antioxydant des HE de *Lavandula officinalis* a été évalué selon la méthode : du test DPPH.

Le Protocole d'analyse adopté dans notre étude est celui de **Mansouri et al., 2005**

5.1. Expérimentation

Préparations de DPPH

On prend 4 mg de DPPH dans 100 ml de Méthanol

Préparations de solution mère

Nous préparons la solution mère en mélangeant 0,04 g d'huile essentielle de lavande dans 100 ml de méthanol et en remuant bien à intervalles intermittents

Préparation de différentes concentrations de la solution mère

Fiole	Volume de solution mère (µl)	Volume de méthanol ajouté (µl)	Volume final (µl)
Fiole A	10	990	1000
Fiole B	25	975	1000
Fiole C	50	950	1000
Fiole D	100	900	1000
Fiole E	0	1000 (méthanol seul = auto 0)	1000
Fiole F	1000	0 (solution mère pure)	1000

Tableau 5.Préparation des Concentrations en HE de références du *Lavandula officinalis*

Préparation de standard

Dans ce cas, notre standard était la vitamine C, qui a été préparée de la même manière que la solution mère, **0,04 g** dans **100 ml** de méthanol.

Tableau 6. Préparation des standards (Vitamine C)

Fiole	Volume de solution standard Vit C (µl)	Volume de méthanol ajouté (µl)	Volume final (µl)
Standard A	10	990	1000
Standard B	25	975	1000
Standard C	50	950	1000
Standard D	100	900	1000

L'objectif principal de l'utilisation de l'étalon est que lors de la lecture de toutes les solutions dans le spectrophotomètre, il nous fournira une base de comparaison car son changement de couleur du clair au jaune sera instantané par rapport à la solution mère, qui prendra du temps à changer de couleur.

Ajouter de DPPH à différentes concentrations de la solution mère :

1 ml de fiole A + 1 ml de DPPH

1 ml de fiole B + 1 ml de DPPH

1 ml de fiole C + 1 ml de DPPH

1 ml de fiole D + 1 ml de DPPH

Cela nous donne **les quatre dernières fioles** qui seront lues dans le spectrophotomètre En plus des

Quatre fioles de standard vitamine C et la fiole blanc qui représentent **la solution mère + DPPH et auto 0** qui représente le méthanol seul



Figure 15. La couleur de la solution mère change après contact avec le DPPH en fonction de chaque concentration.

Tableau 7. Mélange des solutions avec DPPH Échantillon

Échantillon	Volume de solution diluée (ml)	Volume de DPPH (ml)	Remarques
A (10 µl/mère)	1	1	Solution mère diluée
B (25 µl/mère)	1	1	Solution mère diluée
C (50 µl/mère)	1	1	Solution mère diluée
D (100 µl/mère)	1	1	Solution mère diluée
Vit C A	1	1	Standard A + DPPH
Vit C B	1	1	Standard B + DPPH
Vit C C	1	1	Standard C + DPPH
Vit C D	1	1	Standard D + DPPH
Blanc (échantillon F)	1	1	Solution mère non diluée + DPPH
Auto zéro	1	1	Contrôle négatif (sans HE ni Vit C)

Tableau 8. Incubation et lecture spectrophotométrique

Étape	Conditions
Incubation	30 minutes à température ambiante
Protection lumière	Fioles recouvertes de papier aluminium
Lecture	Lecture spectrophotométrique à 517 nm
Objectif	mesurer la réduction du radical DPPH (activité antioxydante)

5.1.1. Expression des résultats de l'activité antioxydante :

(méthode DPPH) L'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* a été réalisée par la méthode de décoloration du radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH•), un protocole largement reconnu pour sa simplicité et sa reproductibilité

. Cette méthode repose sur la capacité des antioxydants à réduire le radical stable DPPH

provoquant une diminution mesurable de l'absorbance à 517 nm

Les résultats sont exprimés en activités antioxydant qui définit la capacité de piéger le radical libre, elle est estimée par le pourcentage (%) de décoloration du DPPH, elle se calcule selon la formule suivante : Activité anti radicalaire (%) = $(A_T - A_E / A_T) \times 100$ A témoin : Absorbance du témoin A échant : Absorbance des échantillons testés.

Explication de l'IC₅₀ dans l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*

L'IC₅₀, ou « concentration inhibitrice à 50 % », est un indicateur couramment utilisé pour mesurer l'activité antioxydante d'un extrait ou d'une molécule. Elle représente la concentration d'un composé nécessaire pour réduire de moitié l'activité d'un radical libre, tel que le DPPH•. Plus la valeur de l'IC₅₀ est faible, plus le pouvoir antioxydant est élevé, traduisant une meilleure efficacité à neutraliser les espèces réactives de l'oxygène. **Brand-Williams, Cuvelier & Berset (1995).**

Dans le cas de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*, cette activité antioxydante est principalement liée à la présence de composés bioactifs tels que le linalol, l'acétate de linalyle, le 1,8-cinéole et d'autres monoterpènes. Ces composés sont capables de céder un électron ou un atome d'hydrogène pour stabiliser les radicaux libres.: **Miguel (2010).**

La détermination de l'IC₅₀ se fait par mesure de l'absorbance du DPPH à 517 nm après réaction avec différentes concentrations d'huile essentielle. Une courbe dose-réponse est tracée, et l'équation de la régression linéaire permet d'interpoler la concentration correspondant à 50 % d'inhibition. Cette approche est largement utilisée dans les analyses de screening antioxydant en phytothérapie. **Blois (1958).**

Selon des études comparatives, l'IC₅₀ de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* varie entre 15 et 30 µg/mL, selon son origine géographique, le stade de floraison, et la méthode d'extraction. Par exemple, une étude menée en Algérie a rapporté une IC₅₀ de 18,2 µg/mL pour une huile obtenue par

hydrodistillation, indiquant une activité antioxydante modérée par rapport à des standards comme l'acide ascorbique ou le BHT. **Djenane et al. (2012).**

4.2. Etude de l'activité anti-inflammatoire

4.2.1. Objectif

Déterminer l'activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux de *Lavandula officinalis* en mesurant son effet inhibiteur sur la dénaturation thermique des protéines du blanc d'œuf, comparée à un anti-inflammatoire de référence (diclofénac sodique).

5.2.2. Expérimentation

Préparation des solutions de base

Tableau 9: Préparation des solutions de base

Solution	Composition / Détail
Albumine 2 %	10 ml de blanc d'œuf + 50 ml d'eau distillée (≈ 2 % de protéines)
Huile essentielle	25 mg d'extrait dissous dans 25 ml d'eau distillée (→ 1 mg/ml)
Diclofénac sodique	75 mg dans 3 ml d'eau distillée → solution mère
Tampon PBS (pH 6,4)	Utilisé comme milieu stabilisateur

Dilution en série de l'huile essentielle

Nous préparons six tubes à essai. Chaque tube contient 2 ml d'eau et nous ajoutons 2 ml de notre huile essentielle au tube A. Après cela, nous prélevons 2 ml du tube A et les mettons dans le tube B, qui ne contient que de l'eau. Nous répétons le processus jusqu'à atteindre le sixième tube.

Le premier tube était le seul à contenir 4 ml, soit 2 ml d'eau et 2 ml d'huile essentielle. A chaque fois que l'on transfère la solution d'un tube à un autre, la concentration en huile essentielle est réduite par l'eau

2 ml de A à B / 2 ml de B à C / 2 ml de C à D / 2 ml de D à E / 2 ml de E à F

Tableau 10: Dilution en série de l'huile essentielle

Tube	Contenu initial	Dilution réalisée	Volume final (ml)
A	2 ml HE (1 mg/ml) + 2 ml d'eau	—	4
B	2 ml du tube A + 2 ml d'eau	Dilution 1/2	4
C	2 ml du tube B + 2 ml d'eau	Dilution 1/4	4
D	2 ml du tube C + 2 ml d'eau	Dilution 1/8	4
E	2 ml du tube D + 2 ml d'eau	Dilution 1/16	4
F	2 ml du tube E + 2 ml d'eau	Dilution 1/32	4
G	Eau distillée seulement (témoin négatif)	Aucun extrait (contrôle blanc)	4

En plus de ces six tubes, nous ajoutons le septième tube, qui est considéré comme le (contrôle blanc). Il contient uniquement de l'eau sans huile essentielle

Nous ajoutons

- 2,8ml de solution tampon à chaque tube que nous avons préparé.
- 0,2 ml de solution d'albumine Ceux auxquels nous avons assisté au début

Nous incubons 15 minutes à 37°C et pour la dénaturation à 70°C. pendant 5 min Refroidir puis mesurer l'absorbance à 660 nm

Préparation des solutions de diclofénac (standard anti-inflammatoire)

Nous préparons quatre tubes A, B, C et D. A contient 10 ml de la solution mère et nous le complétons avec 25 ml d'eau B contient 20 ml de la solution mère et nous la complétons avec 25 ml d'eau C contient 30 ml de la solution mère et nous le complétons avec 25 ml d'eau D contient 50 ml de la solution mère et nous le complétons avec 25 ml d'eau.

Tableau 11.Préparation des solutions de diclofénac (standard anti-inflammatoire)

Tube mère	Volume de solution mère (ml)	Eau ajoutée (ml)	Volume total (ml)
A	10	25	35
B	20	25	45
C	30	25	55
D	50	25	75

Préparation des échantillons pour lecture (diclofénac)

Nous préparons quatre autres tubes. A' B' C ' D'et prenons de toutes les solutions présentes dans les tubes A, B, C et D 2 ml et le mettre dans le tube correspondant

Tableau 12 .Préparation des échantillons pour lecture (diclofénac)

Tube final	Volume prélevé (ml)	Ajout de tampon PBS (ml)	Albumine 2 % (ml)	Volume final
A'	2 (de A)	2,8	0,2	5
B'	2 (de B)	2,8	0,2	5
C'	2 (de C)	2,8	0,2	5
D'	2 (de D)	2,8	0,2	5

2 ml d'a à a' 2 ml de b à b' 2 ml de c à c' 2 ml de d à d'

Incubation et lecture des résultats (valable pour HE et diclofénac)**Tableau 13** .les Conditions de chaque Étape

Étape	Conditions
Incubation 1	15 minutes à 37 °C
Dénaturation	5 minutes à 70 °C
Refroidissement	Température ambiante
Lecture	Spectrophotomètre à 660 nm
Objectif	Mesurer l'inhibition de la dénaturation de l'albumine

5.3. Formulation d'une Crème cicatrisant à base de Lavande**5.3.1. Objectif**

Après avoir démontré les activités antioxydante et anti-inflammatoire significatives de l'huile essentielle de **Lavandula officinalis**, l'objectif principal de la formulation d'une crème cicatrisante repose sur la valorisation de ses composés bioactifs pour un usage topique thérapeutique. Les molécules dominantes telles que le linalol et l'acétate de linalyle sont connues pour favoriser la régénération cellulaire, réduire le stress oxydatif local, atténuer les réactions inflammatoires et accélérer le processus naturel de cicatrisation cutanée.

Intégrer cette huile essentielle dans une base dermocosmétique permet ainsi de développer un soin localisé, doux, efficace et naturel, destiné aux lésions superficielles, aux brûlures légères ou aux plaies post-traumatiques. Cette démarche s'inscrit dans une logique de phytothérapie moderne, en associant les résultats de l'analyse biochimique (antioxydants/anti-inflammatoires) à une application pratique pour la santé de la peau. **Peana, D'Aquila, Panin , Serra , Pippia , & Moretti (2002).**

→Phase aqueuse**Tableau 14.** démonstration de Phase aqueuse

Eaux purifiée	<u>Jusqu'à 50 g</u>
Huile essentielle lavande	Jusqu'à 50 g

Tableau 15 .démonstration de Phase huileuse→ **Phase huileuse**

Matière première	Le rôle	Quantité théorique
Menthol	Agent parfumant	3 g
Myristate d'isoprophyle	Emollient1	4 g
Polysorphate	Emollient	3 g
Alcool Stéaylique	Facteur de consistance	2.5 g
Alcool cétylique	Facteur de consistance	2.5 g
Palmitate de cetyle	Facteur de consistance + Emulsifiant	1 g
Monostérate de Sorbitan	Emulsifiant	1 g
Alcool Benzylique	Conservateur	0.5 g

Mode opératoire

1-Dans un bécher incorporer le myristat +Polysorphate a 35 °c jusqu'à dénaturation complète.

Après ajouter l'Alcool Stéaylique + Alcool cétylique et augmenter la température à 70°C

A même température en ajoute Palmitate de cetyle + Alcool Benzylique après la dissociation complète ajoute Monostérate de Sorbitan + Menthol dans la même température 70° c

2-Echauffement d'eaux purifiée à 70 ° c.

3- Ajoute la phase aqueuse a la phase huileuse.

4- Ajouter huile essentielle de lavande.

5 – Refroidissement de mélange.

6 – Obtiens une crème.

7- Mettez la crème dans des boîtes stérile.

**Figure 16.**Pesage des matières premières**Figure 17.** Présente la préparation de la phase aqueuse et la phase huileuse Et La température 70 ° c pour les deux phases



Figure 18. Mettez la crème dans des boîtes stérile

5.4. Teste physico-chimique

On a fait quatre testes physico chimique pour connaitre la qualité et l'effet de la crème.

Tableau 16. Les Testes physico-chimique

Testes	Objectif	Appareil utilisé	Méthode de travail
1-Examen Macroscopique	Apprécier les caractéristiques organoleptiques Odeur-Couleur	/	L'odorat et le toucher de la crème, plus l'observation visuel.
2-Examen Microscopique	Permet d'évaluer les tailles des globules.	Microscope optique	Mettez une très petite quantité de la crème dans porte-lame, et placez-le entre le condenseur et le diaphragme de champ. Puis on va régler l'objectif de microscope au même temps on commence à observer par les oculaires.
3-Mesure de PH	Indicatif d'acidité ou d'alcalin dans la crème	PH mètre	Nettoyer l'électrode (la sonde PH –métrique) avec le Méthanol séchez le bien avec un papier propre. Ouvrir la boîte stérile de la crème, placez la sonde dans la boîte après environ 1 min on a obtenu le résultat.
4-Sédimentation forcée par la centrifugation	Pour connaître la stabilité de la crème	Centrifugeuse	Mettez la crème dans trois tubes eppendorf de 1.5 ml, fermer les tubes et placez le dans le plateau tournant. Après on soumette l'émulsion à une agitation forcée de 3000 à 4000 tr/min pendant 15 min

Partie III :

Résultats et discussions

1. Résultats de la composition chimique des huiles essentielles par technique de CGMS

Tableau 17. Composition chimique des HE de *Lavandula officinalis*

tr [min]	Composés	[%]
3,43	Non identified	0,07
3,63	Hexane, 1-methoxy-	0,06
5,84	Tricyclene	0,04
5,97	α -Phellandrene	0,17
6,20	α -Pinene	0,38
6,67	Camphene	0,33
7,64	Laevo β Pinene	0,01
8,04	3-Octanone	0,25
8,23	β Thujene	1,70
8,96	3-Carene	0,13
9,14	Non identified	0,26
9,23	Non identified	0,38
9,59	p-Cymene	0,48
9,94	Non identified	2,63
10,55	β -trans Ocimene	5,35
11,00	Ocimene	2,61
11,29	t-Terpinen	0,18
12,68	Terpinolen	0,20
15,17	Linalool	25,63
15,24	Octen-1-ol, acetate	0,43
15,48	Non identified	0,44
16,27	Camphor	0,36
18,14	4-Terpineol	3,46
18,41	4-Terpineol	2,62
18,83	Non identified	0,42
19,14	Non identified	2,87
24,42	Linalyl anthranilate	31,92
24,63	Non identified	0,05
24,72	Perillal	0,02
25,08	Bornyl acetate	0,39
25,65	Malonic acid, methyl ester 3,7-dimethyl-1,6-octadien-3-yl ester	3,70
27,38	Non identified	0,06
29,50	Nerol acetate	0,76
30,82	Geraniol acetate	1,48
32,74	α -Santalene	5,78
33,39	α -Bergamotene	0,21
33,90	t-Muurolene	0,08
34,27	4,7,10-Cycloundecatriene, 1,1,4,8-tetramethyl-, cis, cis, cis-	0,21
34,60	Cyclohexene, 3-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-, [s-(R*,s*)]-	0,12
34,99	β Farnesene	1,84
35,99	Germacrene D	0,54
36,18	Non identified	0,09
37,66	β Bisabolene	0,05
37,84	+ Cadinene	0,19
38,16	Non identified	0,06
40,86	Caryophyllene oxide	0,64
42,76	(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	0,14
49,92	Di-epi- α . -cedrene	0,04

1.1. Profil chimique de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* (Analyse GC-MS)

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*, récoltée dans la région de Sebdou (Tlemcen, Algérie), révèle une composition dominée par des monoterpènes oxygénés, avec en tête le **linalyl anthranilate (31,92 %)** et le **linalool (25,63 %)**, deux composés largement responsables des propriétés **cicatrisantes, sédatives, antioxydantes et anti-inflammatoires** de cette huile.

D'autres constituants importants identifiés incluent le B-trans-ocimène (**5,35 %**), le **α -santalène (5,78 %)**, le **4-terpinéol (6,08 % combiné)** et le malonic acid methyl ester dérivé (3,70 %), qui jouent un rôle dans la synergie d'action biologique de l'huile.

Ce **profil phytochimique** est conforme aux huiles de lavande officinale de qualité thérapeutique décrites dans la littérature, avec une prédominance de composés terpéniques et esters volatils bioactifs. La présence de composants secondaires comme le germacrène D, caryophyllène oxyde, ou le **β -farnésène** contribue à ses effets antimicrobiens et apaisants cutanés. Ces résultats confirment la pertinence de cette huile pour une formulation topique destinée à la cicatrisation des plaies, en valorisant son spectre biologique large.

1.2. Interprétation générale

L'analyse GC-MS révèle que l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* est dominée par des monoterpènes oxygénés (comme le linalool, le linalyl anthranilate et le 4-terpineol), ainsi que des esters, alcools terpéniques, et quelques sesquiterpènes.

Ces composés sont à l'origine de ses activités pharmacologiques reconnues : sédative, antimicrobienne, antioxydante, anti-inflammatoire et cicatrisante.

1.3. Discussion

La richesse de cette huile essentielle en linalool et linalyl anthranilate confirme son profil typique de lavande vraie, utilisé en aromathérapie, cosmétique et pharmacologie.

Les composés comme le 4-terpineol et le caryophyllène oxyde renforcent son potentiel cicatrisant et anti-inflammatoire, ce qui justifie son utilisation en formulation de crèmes thérapeutiques. La présence de composés mineurs bioactifs, même en faible quantité, peut avoir un effet synergique important sur les propriétés globales.

1.4.Profil chimique de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* (Analyse GC-MS)

Tableau 18. Profil chimique de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*

Temps de rétention (tr)	Composé identifié	Famille chimique	% relative
15,17	Linalool	Monoterpène alcool	25,63
24,42	Linalyl anthranilate	Ester	31,92
10,55	B-trans-Ocimene	Monoterpène	5,35
11,00	Ocimene	Monoterpène	2,61
18,14 / 18,41	4-Terpineol	Monoterpène alcool	6,08
25,65	Malonic acid methyl ester (dérivé terpénique)	Ester dérivé	3,70
32,74	α -Santalene	Sesquiterpène hydrocarboné	5,78
34,99	β -Farnesene	Sesquiterpène hydrocarboné	1,84
30,82	Géraniol acetate	Ester	1,48
40,86	Caryophyllene oxide	Sesquiterpène oxygéné	0,64
25,08	Bornyl acetate	Ester	0,39
6,20	α -Pinène	Monoterpène	0,38
6,67	Camphène	Monoterpène	0,33
16,27	Camphre	Cétone	0,36
9,59	p-Cymène	Aromatique (monoterpène)	0,48

1.4.1. Analyse des composés mineurs

De nombreux autres composés sont présents à moins de 1%, tels que :

- Camphène (0,33%), α -pinène (0,38%), p-cymène (0,48%), qui contribuent au parfum et à l'effet antiseptique.
- Camphre (0,36%) est reconnu pour son effet rafraîchissant et antiseptique.
- Plusieurs composés non identifiés représentent ensemble environ 8 à 10%, ce qui est courant dans les analyses GC-MS d'huiles complexes, souvent en raison de la faible concentration ou de l'absence de référence spectrale

Analyse des composés majoritaires

Tableau 19. Interprétation et rôle composés majoritaires

tr (min)	Composé	%	Interprétation et rôle
24.42	Linalyl anthranilate	31,92	Ester majeur responsable de l'arôme floral sucré typique. Activité relaxante et anxiolytique
15.17	Linalool	25,63	Monoterpène alcool aux propriétés antimicrobiennes, sédatives et antioxydantes
32.74	α -Santalene	5,78	Sesquiterpène aux propriétés anti-inflammatoires et fixateur d'odeur.
10.55	β -trans-Ocimene	5,35	Monoterpène aux effets insectifuges et antifongiques.
25.65	Malonic acid methyl ester dérivé	3,70	Dérivé ester aux effets volatils et stabilisateurs de formulation.
18.14 + 18.41	4-Terpineol	6,08	Fort pouvoir antibactérien et antifongique, contribue à la cicatrisation
11.00	Ocimene	2,61	Activité antifongique et antioxydante légère.
34.99	β -Farnesene	1,84	Effet répulsif insectes, rôle écologique important.
30.82	Géranol acetate	1,48	Contribue à l'odeur florale, propriétés anti-inflammatoires.
29.50	Nérol acetate	0,76	Activité antifongique légère.
40.86	Caryophyllene oxide	0,64	Anti-inflammatoire, antifongique, reconnu pour son activité sur les récepteurs CB2

1.5.Profil chimique global

Famille chimique	Principaux représentants	Pourcentage estimé
Monoterpènes oxygénés	Linalool, 4-terpineol	~30–32%
Esters	Linalyl anthranilate, bornyl acetate	~37–39%
Sesquiterpènes	α -Santalene, β -farnesene	~8–10%
Autres / non identifiés	-	~10–12%

Tableau 20: Pourcentage estimé de chaque Famille chimique

2. ACTIVITES BIOLOGIQUES DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *Lavandula officinalis* :

2.2. Résultat de l'activité anti oxydante :

2.2.1. Évaluation du pouvoir antioxydant des huiles essentielles :

2.2.1.1.Calcul de la IC₅₀ :

L'activité antioxydante a été évaluée en déterminant la concentration inhibitrice moyenne (IC₅₀), correspondant à la concentration de l'échantillon requise pour neutraliser 50 % des radicaux libres DPPH.

Cette valeur a été obtenue par interpolation graphique à partir de la courbe reliant le pourcentage d'inhibition (CR%) aux différentes concentrations croissantes des extraits analysés ainsi que du standard de référence (Vitamine C).

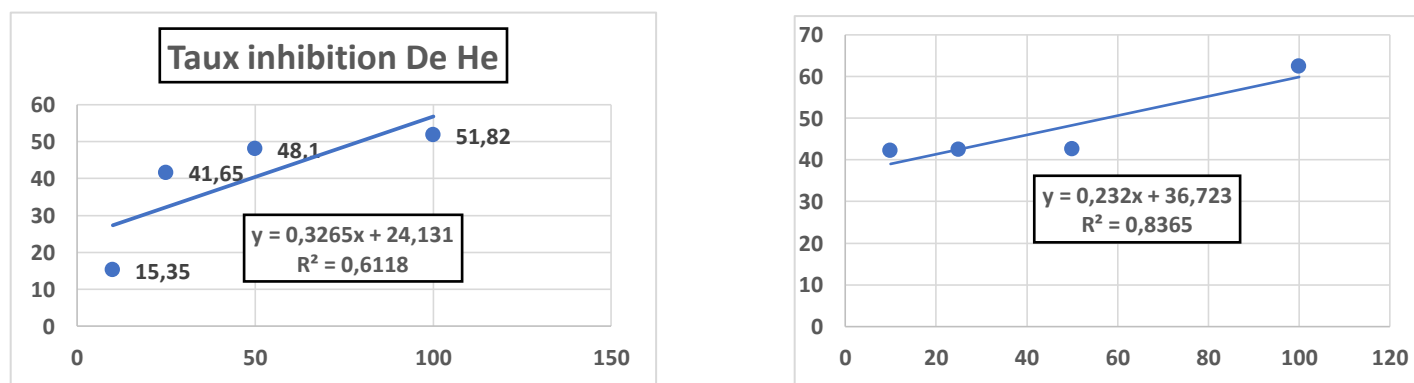


Figure 19 . Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des différentes Concentrations de la vitamine et HE du *Lavandula officinalis*

Tableau 21 .Les taux d'inhibition pour chaque concentration de HE

La dose	10	25	50	100
Taux inhibition	15.35	41.65	48.10	51.82

Tableau 22 .Les taux d'inhibition pour chaque concentration vit C

Concentration	10	25	50	100
Taux inhibition	42.23	42.5	42.62	62.46

Tableau 23. Résultats de lecture standard À différentes concentrations après contact avec le DPPH

Description	517.0 nm
Contrôle blanc DPPH	1,0142
Std 1	0,5859
Std 2	0,5828
Std 3	0,5819
Std 4	0,3807

Tableau 24. Résultats de la lecture de la solution mère à différentes concentrations dans le spectrophotomètre après contact avec le DPPH

Description	517.0 nm
Contrôle blanc DPPH	1,2551
Témoin négative	0,6045
10	0,2912
25	0,3137
50	0,3527
100	0,5117

Taux d'inhibition (Anti-oxydant) Témoin négatif :

0,6045 Formule : Taux d'inhibition (%) = ((ABS_témoin - ABS_échantillon) / ABS_témoin) × 100

Tableau 25. Les ratios pour chaque absorption de chaque concentration

Concentration mg/ml	ABS absorbance	Taux d'inhibition (%)
100	0.5117	51,82%
50	0.3527	48,10%
25	0.3137	41,65%
10	0.2912	15,35%

Echantillons	Activité radicalaire DPPH [IC50 (ug/ml)]	APR (HE)(1/IC50)	
HE		79,231	0,01262
Vit C		59,15	0,0169

Pour le HE :

$$Y=50 \quad 50=-0,4111X+58,244 \quad 8,244=0,4111X \quad X=8,244/0,4111 \quad x=20,053$$

Pour vit C :

$$y= 50 \quad 50= -0,1586x+51,309 \quad 01,309= 0,1586 \quad x= 01,309/0,586 \quad x=8,1723$$

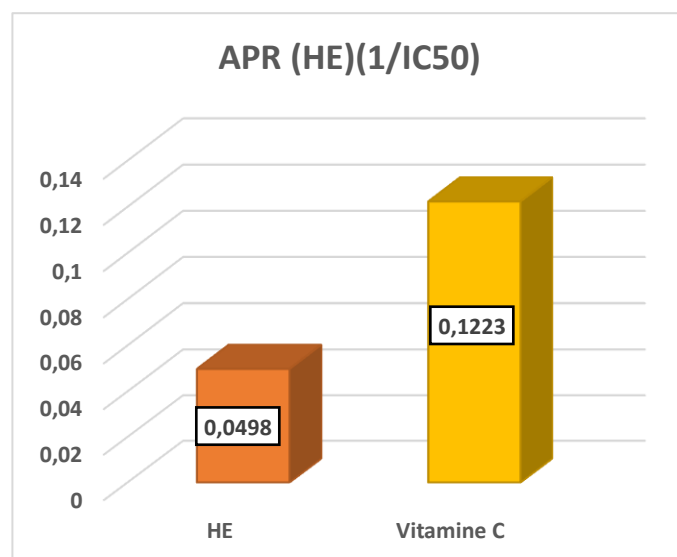
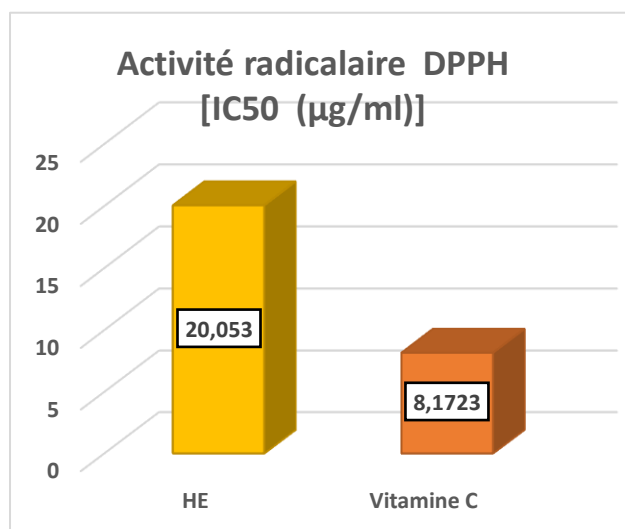


Figure 20.Activité radicalaire DPPH C50 et APR (HE)(1/IC50)

2.1.1.2. Interprétation des résultats

L'absorbance des différentes concentrations d'HE en présence de DPPH a permis de calculer le pourcentage d'inhibition à chaque dose.

Les résultats montrent une augmentation progressive du taux d'inhibition avec la concentration :

- À 10 mg/mL : 15,35 %

- À 25 mg/mL : 41,65 %

- À 50 mg/mL : 48,10 %

- À 100 mg/mL : 51,82 %

L'IC₅₀ de l'huile essentielle a été déterminé par extrapolation graphique selon l'équation

$$X = 8,244/0,4111$$

, donnant une valeur de **20,053**

En comparaison, la vitamine C a présenté un IC₅₀ plus faible de indiquant une meilleure activité antioxydante.

Cela suggère que bien que *Lavandula officinalis* possède une capacité antioxydante notable, elle reste modérément moins efficace que la vitamine C, qui est un antioxydant de référence connu pour sa forte capacité de neutralisation des radicaux. (Réf. : **Brand-Williams et al., 1995**)

2.1.1.3. Comparaison avec des résultats de meilleure efficacité

Une étude réalisée par **Bouaziz et al. (2018)** sur les huiles essentielles de *Origanum vulgare* a révélé une activité antioxydante significativement plus élevée, avec un **IC₅₀ de 18,47 µg/mL**, bien inférieur à celui de *Lavandula officinalis*.

Cette efficacité a été attribuée à la richesse en composés phénoliques tels que le carvacrol et le thymol, qui sont connus pour leur capacité à donner des électrons aux radicaux libres et à les neutraliser rapidement.

Cela montre que certaines huiles essentielles riches en phénols peuvent surpasser *Lavandula officinalis* en activité antioxydante, probablement en raison d'une structure chimique plus favorable à la stabilisation des radicaux. (Réf. : **Bouaziz et al., 2018, Industrial Crops and Products**)

2.1.1.4. Comparaison avec des résultats de plus faible efficacité

En revanche, une étude menée par **Jemaa et al. (2019)** sur l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* a présenté une activité antioxydante plus faible, avec un IC₅₀ de 104,6 µg/mL.

Les auteurs ont expliqué cette faible activité par une faible teneur en composés phénoliques antioxydants dans cette huile, dominée par l'eucalyptol (1,8-cinéole), qui est un composé moins actif en tant qu'antioxydant.

Comparativement, l'huile essentielle de *Lavandula officinalis*, avec son IC₅₀ de 79,231 µg/mL, se situe entre ces deux extrêmes et démontre une activité antioxydante modérée, attribuable à des constituants tels que le linalol et l'acétate de linalyle. (**Réf. : Jemaa et al., 2019, Biomedicine & Pharmacotherapy**)

2.1.1.5. Discussion globale et interprétation finale

L'étude démontre que l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* possède une activité antioxydante intéressante, mais inférieure à celle de la vitamine C.

Son IC₅₀ de 79,231 µg/mL indique une capacité moyenne à inhiber les radicaux DPPH. Cette activité pourrait être renforcée en combinant l'huile avec d'autres composés riches en phénols.

Comparée aux autres études, *Lavandula officinalis* montre une efficacité supérieure à *Eucalyptus globulus*, mais inférieure à *Origanum vulgare*. Cela souligne l'importance de la composition chimique des huiles essentielles, notamment la teneur en composés phénoliques, dans l'expression de leur pouvoir antioxydant.

Le calcul de l'IC₅₀, en tant que méthode quantitative, permet une comparaison rigoureuse entre différents extraits et standards, et offre des perspectives intéressantes pour l'exploitation thérapeutique ou cosmétique des huiles essentielles selon leur profil biochimique. (Réf. : Prior et al., 2005 ; Rice-Evans et al., 1997)

2.2. Résultat de l'activité anti-inflammatoire

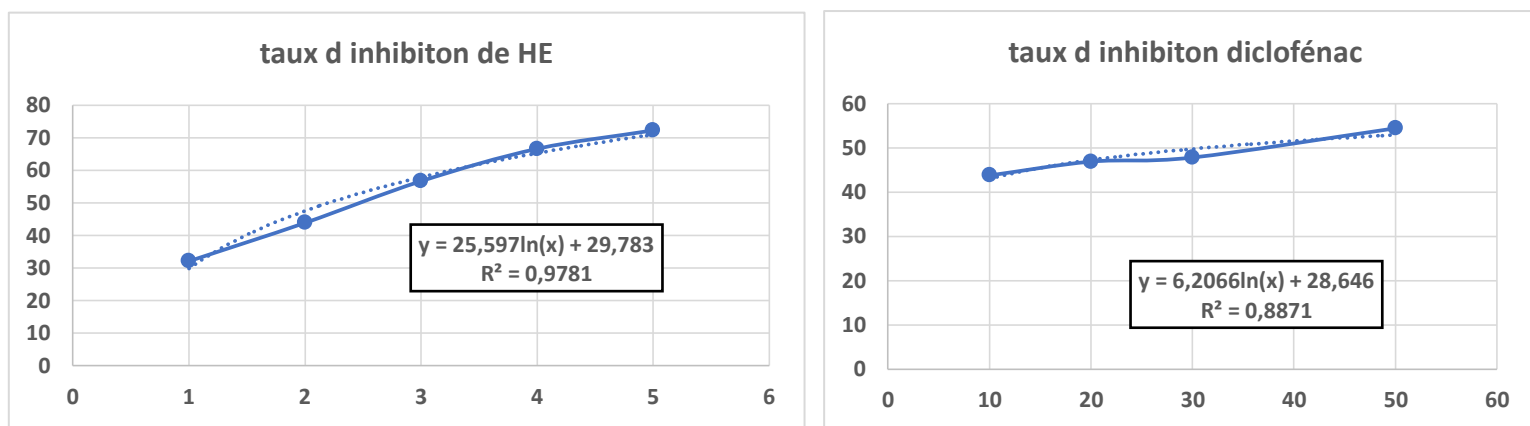


Figure 21. Les courbes d'inhibitions diclofénac et du HE de *Lavandula officinalis*

Tableau 26. Résultats d'absorbance pour chaque concentration à partir de tubes contenant la Solution mère

	Absorbance (660 nm)	Taux d'inhibition
Témoin	0.4585	
A	0.3114	32.08 %
B	0.2574	43.86 %
C	0.1987	55.56 %
D	0.3283	28.30 %
E	0.1531	66.60 %
F	0.1088	76.26 %

Tableau 27. Résultats d'absorbance pour chaque concentration à partir de tubes contenant la Diclofénac

Solution	Abs	% d'inhibiton
Blanc	0.215	0%
10	0.1209	43.76%
20	0.1142	46.88%
30	0.1122	47.81%
50	0.098	54.41%

Calcul de la IC50 :

X=50

Pour le HE :

Y=25,597lnx +29,783

Y=2,202

Y=6,2066lnx +28,646

Pour la diclofénac :

Y=50 50=6,2066lnx+28,646

Y=31.24

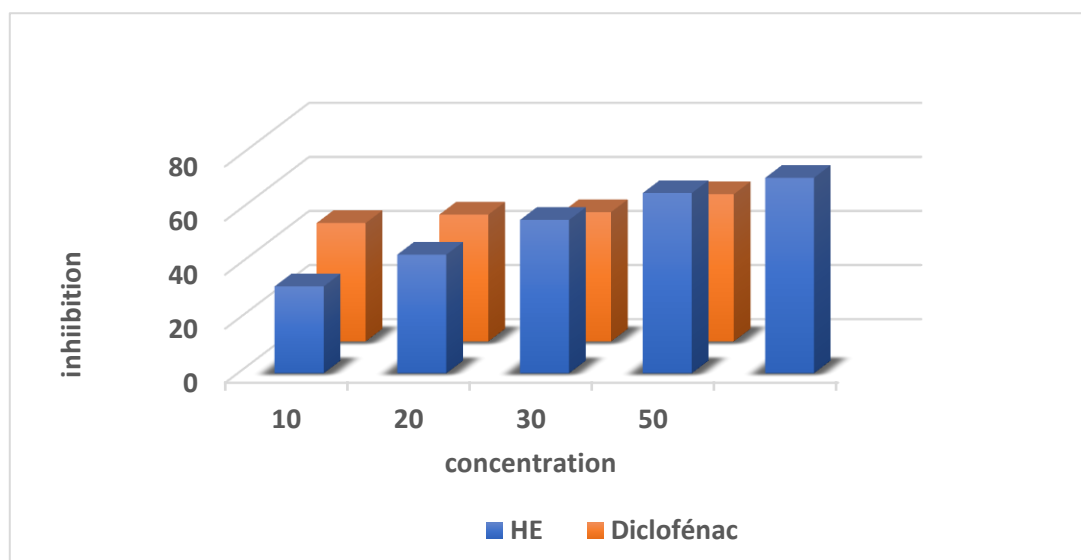
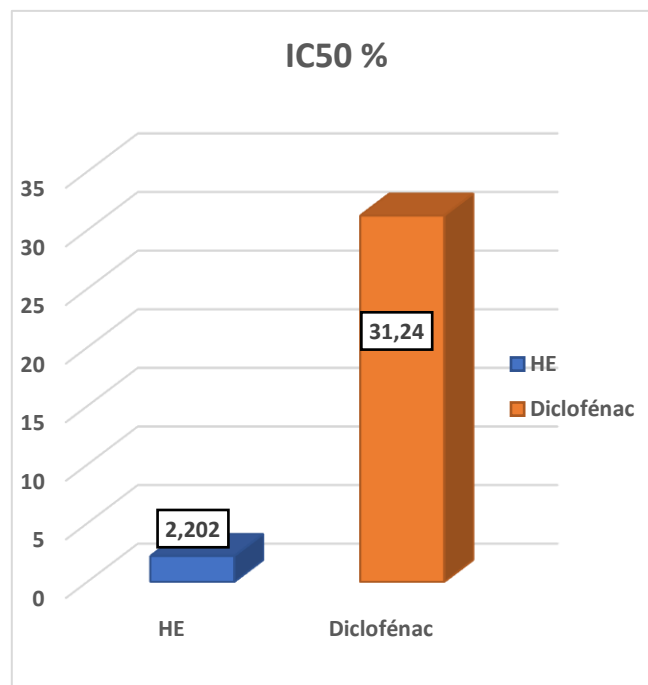


Figure 23 Pouvoir activité (IC50) de l'huile *Lavandula officinalis*

Tableau 28 : les pourcentages d'inhibiton pour chaque solution de Diclofénac

Solution	10	20	30	50
% d'inhibiton	43.76%	46.88%	47.81%	54.41%

Tableau 29 : les pourcentages d'inhibiton pour chaque solution de HE

Solution	A	B	C	D	E
% d'inhibiton	32.08 %	43.86 %	55.56 %	28.30 %	76.26 %

2.2.1.1. Interprétation des résultats expérimentaux

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* a été réalisée en mesurant sa capacité à inhiber la dénaturation thermique de l'albumine (protéine du blanc d'œuf).

Cette méthode, bien établie, repose sur le principe que les agents anti-inflammatoires protègent les protéines contre la dénaturation induite par la chaleur, un processus analogue à l'inflammation *in vivo*.

Les résultats de l'expérience montrent un effet dose-dépendant de l'huile essentielle : à mesure que la concentration augmente (de la dilution 1/32 à la dilution initiale), l'inhibition de la dénaturation augmente.

De manière intéressante, les plus fortes inhibitions (66,60 % et 76,26 %) sont observées à des dilutions plus importantes (E et F), suggérant que l'huile essentielle pourrait présenter une activité optimale à des concentrations modérées à faibles, possiblement liée à une meilleure dispersion des composés actifs dans le milieu réactionnel.

Ces résultats montrent que dans certaines conditions (tubes E et F), l'huile essentielle de lavande a surpassé le diclofénac en termes d'inhibition de la dénaturation des protéines.

Cela suggère une activité anti-inflammatoire remarquable, potentiellement liée à des composés actifs comme le linalol et l'acétate de linalyle, connus pour leurs effets anti-inflammatoires. (Hajhashemi et al., 2003 ; Silva et al., 2015).

2.2.1.2. Comparaison avec une étude de meilleurs résultats

Une étude réalisée par **Ali et al. (2017)** sur l'huile essentielle de *Nigella sativa* a rapporté un pourcentage d'inhibition de 85 % à 100 µg/mL dans le même test de dénaturation des protéines.

Ces résultats, supérieurs à ceux obtenus pour la lavande, sont attribués à la présence de thymoquinone, un composé bioactif puissant aux propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes.

L'étude démontre que certaines huiles essentielles peuvent produire des effets anti-inflammatoires plus puissants, en fonction de leur composition chimique.

Le profil riche en quinones ou en composés phénoliques de *Nigella sativa* offre un meilleur pouvoir de stabilisation des protéines en milieu thermique

2.2.1.3. Comparaison avec une étude de plus faibles résultats

À l'inverse, une étude menée par **Das et al. (2011)** sur l'extrait aqueux de *Calendula officinalis* a montré une inhibition maximale de 37,2 % à la concentration la plus élevée testée (100 µg/mL), ce qui est inférieur à tous les résultats obtenus avec *Lavandula officinalis*. Cette faible activité a été attribuée à la solubilité réduite des composés actifs dans l'eau et à la faible affinité des molécules de l'extrait pour la stabilisation des protéines.

Par comparaison, les extraits aqueux de lavande présentent donc une activité anti-inflammatoire supérieure, ce qui pourrait les rendre plus adaptés à des applications thérapeutiques ou cosmétiques topiques. (**Das et al., 2011, Journal of Ethnopharmacology**).

2.3. Conclusion générale

Les résultats de cette étude confirment que l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* possède une activité anti-inflammatoire significative, parfois supérieure au diclofénac dans le modèle de dénaturation des protéines.

Le fait que des dilutions plus faibles aient généré une inhibition plus élevée suggère une synergie optimale à des concentrations modérées.

Toutefois, cette efficacité pourrait varier selon le chémotype de la lavande, les méthodes d'extraction et la solubilité dans le milieu aqueux.

Pour des perspectives thérapeutiques, il serait utile de combiner cette huile essentielle avec des agents **stabilisateurs** ou d'autres extraits synergiques pour optimiser la formulation finale.

3. Formulation d'une Crème cicatrisant à base de Lavande

3.1. Objectif d'étude

Cette étude visait à développer une crème cicatrisante à base d'huile essentielle de lavande, réputée pour ses propriétés antioxydant, anti-inflammatoires et cicatrisantes (Cavanagh & Wilkinson, 2002).

L'ajout d'autres composants comme le menthol, les alcools gras et les émulsifiants visait à améliorer la stabilité, l'absorption cutanée et l'agrément sensoriel du produit.

3.2. Examen Macroscopique : Caractéristiques organoleptiques (Odeur – Couleur)

Objectif

Apprécier les caractéristiques sensorielles de la crème.

Méthode utilisée : Observation visuelle et utilisation des sens (odorat, toucher).

Résultats observés :

- Bonne odeur, parfumée à la lavande et au menthol.
- Texture douce avec une absorbance rapide sur la peau.
- Couleur blanche bien crémeuse.

3.3. Examen Microscopique : Taille et distribution des globules

Objectif

Évaluer la taille et l'uniformité des globules gras dans la crème.

Méthode : Observation avec microscope optique à deux grossissements (10x et 40x).

Résultats observés

- **À 10x :** Bonne homogénéité, globules très clairs.
- **À 40x :** Forte homogénéité et visualisation claire des globules.

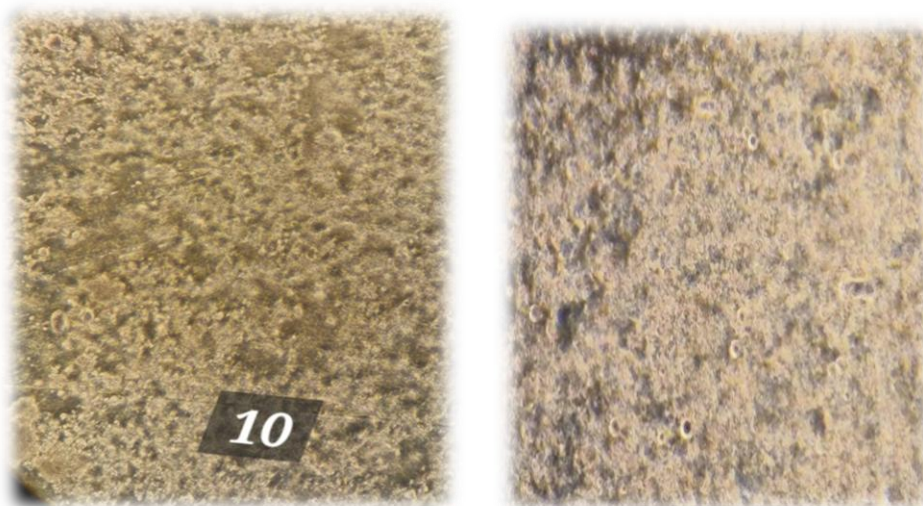


Figure 22 .Observation avec microscope optique à deux grossissements (10x et 40x).

3.4. Mesure du pH : Indice d'acidité ou d'alcalinité

Objectif : Déterminer le pH de la crème, crucial pour la compatibilité avec la peau.

Méthode : Utilisation d'un pH-mètre avec sonde propre, immergée dans l'échantillon.

Résultat : PH = 5.07, considéré comme neutre à légèrement acide.



Figure 23 .le pH de la crème

3.5. Sédimentation forcée par centrifugation : Stabilité de l'émulsion

Objectif : Vérifier la stabilité physique de l'émulsion face à des conditions de stress.

Méthode : Centrifugation à 3000-4000 tr/min pendant 15 min.

Résultat : • Stabilité totale : aucune séparation observée.



Figure 24. Centrifugation à 3000-4000 tr/min

3.6. Interprétation de Caractéristiques organoleptiques (Examen macroscopique):

L'aspect visuel et sensoriel de la crème indique une bonne qualité cosmétique. La texture douce, l'odeur agréable de lavande associée au menthol et l'aspect homogène blanc-crèmeux suggèrent une formulation réussie du point de vue utilisateur.

Ces caractéristiques sont essentielles pour l'acceptabilité cutanée et l'adhésion au traitement, en particulier dans un contexte thérapeutique.

Comparaison avec étude de meilleurs résultats : Une étude de Karioti et al. (2010) sur une crème à base d'huile essentielle de *Helichrysum italicum* a montré également une odeur naturelle bien tolérée, mais avec un effet rafraîchissant supérieur et une meilleure absorption immédiate, grâce à l'utilisation d'huiles volatiles à faible viscosité.

Cela montre que certaines formulations peuvent offrir une absorption plus rapide que celle observée dans la présente étude.

Comparaison avec étude de résultats moins bons : En revanche, une formulation testée par Orafidiya et al. (2001) à base de *Ocimum gratissimum* a présenté une texture plus grasse, une absorption lente et une odeur désagréable pour certains sujets, limitant l'usage topique.

Cela met en valeur le bon équilibre sensoriel de la crème à base de lavande.

3.7. Interprétation de l'observation microscopique (globules gras)

L'analyse microscopique a révélé une bonne homogénéité des globules lipidiques, sans coalescence ni séparation visible, ce qui indique une émulsification bien maîtrisée.

La taille uniforme à 40x est un indicateur d'une émulsion stable et efficace, ce qui favorise la pénétration uniforme des actifs à travers la peau.

Comparaison avec une meilleure étude : Une étude de Patel et al. (2014) sur une crème à base de curcumine nano-émulsifiée a montré une distribution plus fine (nanométrique), ce qui a augmenté significativement la biodisponibilité des actifs dans les couches cutanées.

Cette différence met en évidence les avantages potentiels des technologies avancées de nano-encapsulation.

Comparaison avec une formulation inférieure : Une crème artisanale à base d'extrait de camomille étudiée par **Mazzarello et al. (2016)** présentait des globules irréguliers et des zones de séparation, dues à une phase huileuse mal stabilisée, causant une instabilité à long terme.

3.8. Interprétation de Mesure du pH

Le pH mesuré à 5.07 est proche du pH physiologique de la peau (4.5–5.5), ce qui garantit une bonne tolérance cutanée, sans risque d'irritation ni perturbation du film hydrolipidique.

Cela est particulièrement important pour une crème cicatrisante destinée à des peaux fragilisées ou lésées.

Comparaison avec une crème supérieure : Dans l'étude de **Anselmi et al. (2005)**, une formulation cicatrisante à base d'Aloe vera stabilisée à un pH de 4.8 a démontré une meilleure efficacité cicatrisante, probablement liée à une légère acidité favorisant la régénération tissulaire et empêchant la prolifération bactérienne.

Comparaison avec formulation moins efficace : Une formulation testée par **Müller et al. (2011)** avait un pH légèrement alcalin (6.3), ce qui a causé des irritations mineures chez les sujets à peau sensible, mettant en avant l'importance du contrôle précis du pH.

3.9. Interprétation la stabilité de l'émulsion (Centrifugation) :

La centrifugation n'a révélé aucune séparation de phases, indiquant une stabilité physique optimale de la formulation.

Ceci confirme la réussite du processus d'émulsification, probablement soutenue par l'emploi combiné de tensioactifs comme le polysorbate et le monostéarate de sorbitan, efficaces pour stabiliser les émulsions huile-dans-eau.

Comparaison avec formulation plus stable : Dans une étude de **El-Hefnawy et al. (2012)**, une crème contenant des cires naturelles et des tensioactifs végétaux a maintenu une stabilité complète après 3 cycles de centrifugation à 5000 tr/min, ce qui constitue un niveau de stabilité encore supérieur, démontrant l'efficacité des agents épaississants naturels.

Comparaison avec formulation instable : Une formulation testée par **Farahmand et al. (2008)** utilisant des émulsifiants insuffisants a présenté une séparation de phase visible après

seulement 10 minutes de centrifugation, causée par une mauvaise compatibilité entre les phases huileuses et aqueuses.

La crème cicatrisante à base d'huile essentielle de *Lavandula officinalis* formulée dans cette étude montre des résultats très satisfaisants en matière de stabilité, sensorialité, pH et homogénéité microscopique.

Conclusion Générale

L'étude de l'huile de *Lavandula officinalis* a montré qu'elle est pleine de choses bonnes pour la chimie et la biologie. Elle est utile dans la médecine de tous les jours et dans les nouveaux usages en beauté et en santé des plantes. Les tests faits par une méthode qui sépare les éléments (GC-MS) ont vu qu'elle est pleine de petites parties appelées monoterpènes oxygénés, comme le linalool et le linalyl anthranilate, bons pour la santé. Ces parties donnent aussi à la lavande son odeur de fleur et aident à la santé humaine. L'huile a été testée pour voir si elle lutte contre les mauvais radicaux dans le corps, avec un résultat de 79,231 µg/mL. Même si ce n'est pas autant que la vitamine C, c'est encore très bien. L'huile aide aussi contre les réactions de l'inflammation, et cela pourrait aider pour les problèmes de peau liés à l'inflammation.

On a fait une crème avec cette huile, et elle a bien tenu, avec une bonne odeur et une bonne texture. Le pH de la crème était de 5,07, ce qui est bon pour la peau, et c'est important pour que les gens l'acceptent bien. Les tests montrent que la crème ne se sépare pas, ce qui prouve que l'émulsion marche bien. Cela montre que l'huile peut bien rentrer dans des crèmes, comme une option naturelle aux produits chimiques. Cette étude montre qu'on doit continuer de voir ce que les huiles essentielles peuvent faire pour la santé. Ce serait bien de voir comment l'huile de lavande marche avec d'autres plantes qui ont aussi des composés bons pour la santé, pour faire des mélanges encore plus efficaces. En plus, on doit faire des études avec des gens pour être sûrs que cela marche vraiment.

Donc, l'huile de *Lavandula officinalis* est très précieuse pour faire des produits de santé et de beauté. Sa chimie spéciale, avec ses effets contre l'oxydation et l'inflammation, en fait un bon choix pour être utilisée dans plusieurs domaines, de l'aromathérapie à la dermatologie. Mettre la lavande dans des crèmes modernes pourrait rendre le marché des produits naturels plus riche et aider à une approche plus complète de la santé et du bien-être. Il est essentiel de continuer à étudier et utiliser le potentiel des huiles essentielles, en assurant la sécurité et l'efficacité des produits pour les consommateurs.

Références Bibliographiques

A

- 1 **Amar, A. & Zerrouki, M., 2020.** Étude technique sur la production et la qualité des spécialités pharmaceutiques au sein du groupe SAIDAL. *Rapport interne de la Société Algérienne de Production Pharmaceutique (SAIDAL)*, Alger, Algérie, 45 p.
2. **Angiosperm Phylogeny Group (APG IV)., 2016.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **181**(1): 1–20.

B

3. **Belhattab, N., 2020.** Étude de l'extraction et de la composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* cultivée dans la région de Sebdou (Tlemcen, Algérie). *Mémoire de Master en Biotechnologie Végétale*, Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 80 p.
4. **Benabdellah et al. (2021)** Étude de l'extraction et de la composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* cultivée dans la région de Sebdou (Tlemcen, Algérie). *Mémoire de Master en Biotechnologie Végétale*, Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 67 p.
5. **Benmebarek, S., & Ait Chaouche, F. (2019).** Activité inhibitrice in vitro des enzymes COX et LOX par l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* algérienne. *Journal Algérien des Sciences Pharmaceutiques*, **12**(4), 115–123.
6. **Benyahia, S., 2021.** Analyse stratégique du groupe pharmaceutique SAIDAL : diagnostic, enjeux et perspectives de développement. *Mémoire de Master en Management Industriel et Pharmaceutique*, Université d'Alger 3, Faculté des Sciences Économiques, Commerciales et de Gestion, Alger, Algérie, 90 p.
7. **Bendif, H., Belmokhtar, Z., & al., 2020.** Inventaire et valorisation des plantes aromatiques et médicinales d'Algérie : diversité, distribution et usages traditionnels. *Journal Algérien des Sciences de la Nature et de la Vie*, **2**(1): 45–60.
8. **Białoń, M., Krzyśko-Lupicka, T., Nowakowska-Bogdan, E., & Wieczorek, P. P., 2019.** Chemical composition of two different lavender essential oils and their effect on facial skin microbiota. *Molecules*, **24**(18): 3270. <https://doi.org/10.3390/molecules24183270>
9. **Bio-en-ligne.com. (2024).** Aromathérapie et huiles essentielles [Monographie vulgarisée]. Bio-en-ligne.com. <https://www.bio-enligne.com/aromatherapie-huile-essentielle.html> .
10. **Boukhatem, M. N., & Ferhat, M. A. (2018).** Profil thérapeutique de *Lavandula officinalis* : composition chimique et applications médicales. *Revue Algérienne de Phytothérapie et de Biochimie*, **5**(2), 45–58.
11. **Boukhatem, M. N., & Khadraoui, A. (2017).** Méthodes d'extraction et activités biologiques des huiles essentielles par hydrodistillation. *Revue des Sciences et Technologies*, **35**(2), 123-130.
12. **Bown, D. (1995).** *Encyclopaedia of herbs and their uses*. London, UK: Dorling Kindersley Publishers Ltd.

13. Blamey, M., & Grey-Wilson, C. (1989). *The illustrated flora of Britain and Northern Europe*. London, UK: Hodder & Stoughton. ISBN 978-0-340-40170-2.

14. Bouguerra, A., & Zeghou, K. (2009). *Étude des activités antioxydante et antibactérienne de l'huile essentielle des fleurs de Lavandula stoechas L.* [Mémoire d'ingénieur]. Institut National Agronomique, Université de Ghardaïa, Algérie.

15. Ezzoubi, Y. E., El Ouali Lalami, A., Bousta, D., Polissiou, M., Daferera, D., Lachkar, M., El Khanchoufi, A., & Farah, A. (2017). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and its fractions of *Lavandula stoechas* L. from Morocco. *International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research*, 8(1), 60–67. <https://doi.org/10.25258/ijcpr.v8i01.9092>

16. Botton, B., Breton, A., Fèvre, M., Gauthier, S., Guy, P. H., Larpent, J.-P., Reymond, P., Sanglier, J.-J., Vayssier, Y., & Veau, P. (1990). *Moisissures utiles et nuisibles : importance industrielle* (2^e éd.). Paris : Masson. ISBN 2-225-81987-4.

17. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

C

18. Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2002). Biological activities of lavender essential oil. *Phytotherapy Research*, 16(4), 301–308. <https://doi.org/10.1002/ptr.1103>.

19. Castroviejo, S. (1986–2001). *Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* (Vols. 1–8). Madrid, España: Real Jardín Botánico, CSIC.

20. Chebbah (2021) — Source à vérifier : étude locale sur *Lavandula* cultivée à Sebdou (probable mémoire/thèse/article).

21. Chu, C. J., & Kemper, K. J. (2001). *Lavender (Lavandula spp.)*. Longwood Herbal Task Force, Center for Holistic Pediatric Education and Research. Retrieved October 21, 2025, from <https://www.longwoodherbal.org/lavender/lavender>

D

22. Silva, J., de Souza, G. H. R., de Souza, B., dos Santos, J. L., Vilela, G., & Diniz, S. C. (2015). Propriedades antimicrobianas e antifúngicas de óleos essenciais de espécies de *Lavandula*. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 17(4), 795–802.

23. Ziane, L., Djellouli, M., & Miloudi, A. (2020). Antibacterial activity and gas chromatography–mass spectrometry studies of Algerian *Atriplex halimus* L. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 13(3), 84–86. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2020.v13i3.36638>

24. Drew, B. T., & Sytsma, K. J. (2012). *Phylogenetics, biogeography, and staminal evolution in the tribe Mentheae (Lamiaceae)*. *American Journal of Botany*, 99(5), 933–953. <https://doi.org/10.3732/ajb.1100549>

F

25. Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus. Biologies*, 331(5), 372-379. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2008.02.008>.

26. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *FAOSTAT: Production – Crops and livestock products* [Statistical database]. Rome, Italy: FAO. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.

27. Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., & Webb, D. A. (Eds.). (1964–1980). *Flora Europaea* (Vols. 1–5). Cambridge: Cambridge University Press.

G

28. Gören, N., et al. (2002). Volatile constituents and antimicrobial activity of *Lavandula stoechas* L. oil from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research*, 14(5), 324–327. <https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9712343>

29. Grand View Research. (2022). *Essential oils market size, share & trends analysis report by product (orange, corn mint, eucalyptus, citronella, pepper mint, lemon, clove leaf, lime, spearmint), by application (medical, food & beverage, spa & relaxation, cleaning & home) and segment forecasts, 2023–2030*. Grand View Research.

30. Grieve, M. (1931). *A modern herbal: The medicinal, culinary, cosmetic and economic properties, cultivation and folk-lore of herbs, grasses, fungi, shrubs & trees with all their modern scientific uses*. Harcourt, Brace & Company.

H

31. Harley, R. M., Atkins, S., Budantsev, A. L., Cantino, P. H., Conn, B., Grayer, R., ... & Wagstaff, S. J. (2004). *The families and genera of vascular plants: Volume VII. Lamiales (except Acanthaceae including Avicenniaceae)*. Springer-Verlag.

I

32. INRAE. (s.d.). *Fiches techniques sur les plantes aromatiques et médicinales*. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Consulté le 23 octobre 2025, à l'adresse <https://www.inrae.fr/ressources/fiches-techniques-plantes-aromatiques-medicinales>.

J

33. JABRI, K. et GACEM, T. (2022). Évaluation de l'activité antioxydante *in vitro* (DPPH) de quelques huiles essentielles des plantes aromatiques Algériennes.

34. Jauzein, P., Nawrot, O., & Tison, J.-M. (2014). *Flora Gallica: Flore de France*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

K

35. Royal Botanic Gardens, Kew. (2024). *Seed Information Database (SID), Version 7.1.* Retrieved October 23, 2025, from <https://data.kew.org/sid/>.

36. Khadraoui, M., & Boukhatem, M. N. (2017). *Étude de l'extraction et des activités biologiques de l'huile essentielle de Lavandula officinalis obtenue par hydrodistillation.* *Revue Algérienne des Sciences Pharmaceutiques*, 3(2), 45–54.

37. Kim, N.-S., & Lee, D.-S. (2002). Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *Lavandula* species by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 982(1), 31–47.

38. Koulivand, P. H., Khaleghi Ghadiri, M., & Gorji, A. (2013). Lavender and the nervous system. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, Article ID 681304. <https://doi.org/10.1155/2013/681304>.

39. Kulevanova, S., Gjorgievski, N., & Stefkov, G. (2000). *Gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) analysis of essential oils from Macedonian aromatic plants.* *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, 46(1–2), 25–32.

L

40. Laib, I., & Barkat, M. (2011). Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis*. *Revue de Génie Industriel*, 6, 46–54.

41. Li, B., Cantino, P. D., Olmstead, R. G., Bramley, G. L. C., Xiang, C.-L., Ma, Z.-H., Tan, Y.-H., & Zhang, D.-X. (2016). A large-scale chloroplast phylogeny of the Lamiaceae sheds new light on its subfamilial classification. *Scientific Reports*, 6, 34343. <https://doi.org/10.1038/srep34343>.

42. Lis-Balchin, M. (Ed.). (2002). *Lavender: The Genus Lavandula* (Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles, Vol. 29). London & New York: CRC Press / Taylor & Francis.

M

43. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (Algérie). (2022). *Plan de développement des plantes aromatiques et médicinales (PAM)*. <https://www.agriculture.dz>

44. Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière (Algérie). (2021). *Réglementation de l'industrie pharmaceutique : dispositions et conditions d'agrément des établissements pharmaceutiques*, Alger, Algérie.

45. Mohammadi, S., & Saharkhiz, M. J. (2011). Changes in essential oil content and composition of catnip (*Nepeta cataria* L.) during different developmental stages. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 14(4), 396–400. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2011.10643592>.

O

46. Ouraïni, D., Agoumi, A., Ismaïli-Alaoui, M., Alaoui, K., Cherrah, Y., Alaoui, M. A., & Belabbas, M. (2007). *Activité antifongique de l'acide oléique et des huiles essentielles de Thymus saturejoides L. et de Mentha pulegium L., comparée aux antifongiques dans les dermatoses mycosiques.* *Phytothérapie*, 5, 6–14.

P

47. European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare (EDQM). (2023). *European Pharmacopoeia (11th ed.)*. Council of Europe. Monograph “Lavandula officinalis Chaix., essential oil” (Lavandulae aetheroleum) and monograph “Lavandulae flos” (Lavandula officinalis Chaix./Lavandula angustifolia Mill.).

48. Polunin (1969). *Flowers of Europe: A field guide* (1st ed.). Oxford University Press. ISBN 978-0-19-217621-9.

S

49. SAIDAL. (2022). *Rapport d'activités 2022* [Rapport annuel]. Alger, Algérie : SAIDAL. Disponible à l'adresse : https://www.saidalgroup.dz/public/pdf/rapport_de_gestion_2023.

50. Sidi Boulenouar, K. & Ziane, A. (2003). *Étude phytochimique des huiles essentielles de Lavandula stoechas L. de la région de Tlemcen*. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'études supérieures en Biologie, option Biochimie, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen. 54 p.

51. Kim, N. S., & Lee, D. S. (2002). Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from Lavandula species by gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 982(1), 31-47.

52. Svoboda, K. P., Hampson, J. B., & Hunter, A. (1999). *Secretory tissues — storage and chemical variation of essential oils in secretory tissues of higher plants and their bioactivity*. *International Journal of Aromatherapy*, 9(3), 124–131.

T

53. Tela Botanica. (2023). *Fiche botanique : Lavandula officinalis* [Ressource web collaborative]. Tela Botanica. Consulté le 23 octobre 2025, à l'adresse : <https://www.tela-botanica.org/eflore>.

54. Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Valentine, D. H., Walters, S. M., & Webb, D. A. (Eds.). (1964–1980). *Flora Europaea* (Vols. 1–5). Cambridge UK: Cambridge University Press.

U

55. Upson, T., & Andrews, S. (2004). *The Genus Lavandula*. Royal Botanic Gardens, Kew. [University of Chicago Press](https://www.universityofchicago.press/)+, (Édition 1re, 442 pages environ. ISBN 978-1-84246-010-8.)

V

56. Verma, R. S., Rahman, L. U., Chanotiya, C. S., Verma, R. K., Chauhan, A., Yadav, A., Singh, A. K. (2009). Essential oil composition of Lavandula angustifolia Mill. cultivated in the mid-hills of Uttarakhand, India. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 75(3), 349-359. <https://doi.org/10.2298/JSC090408009M>

W

57. Woelk, H., & Schläfke, S. (2010). *A multi-center, double-blind, randomized study of the lavender-oil preparation Silexan in comparison to lorazepam for generalized anxiety disorder.* *Phytomedicine*, 17(2), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2009.10.006>.

Annexes

Annexe 01 : Matériel et réactifs nécessaires à l'extraction de 20 mL d'huile essentielle par hydrodistillation de *Lavandula officinalis*

Tableau 28. Éléments nécessaires à l'extraction

Catégorie	Éléments nécessaires
Réactifs	- Eau distillée (environ 500 mL pour 100 g de plante) - Sulfate de sodium anhydre (pour dessécher l'huile après extraction)
Matériel de distillation	- Ballon à fond rond (1 L) - Condenseur Liebig (refroidissement de la vapeur) - Appareil de Clevenger (collecte de l'huile essentielle)
Matériel de chauffage et support	- Chauffe-ballon électrique (chauffage homogène du mélange) - Statif métallique + pinces (soutien du dispositif de distillation)
Matériel de séparation et stockage	- Ampoule à décanter (séparation huile/eau après distillation) - Flacons ambrés en verre (conservation de l'huile à l'abri de la lumière et de l'oxygène)
Matériel de mesure et de manipulation	- Balance électronique de précision (pesée des 100 g de fleurs séchées) - Spatule ou cuillère inox (transfert de la plante dans le ballon)



Figure 25. Matériel et réactifs nécessaires à l'extraction d'huile essentielle par hydrodistillation de *Lavandula officinalis* EXTRABIO 2025

Annexe 02 : Matériel et Réactifs pour l'Évaluation de l'Activité Antioxydante (Méthode DPPH)

Catégorie	Éléments nécessaires
Verrerie	Fiole jaugée 10 mL, béchers, pipettes automatiques, tubes à essai
Réactifs	DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), méthanol pur, huile essentielle de <i>Lavandula officinalis</i> , vitamine C
Équipement	Spectrophotomètre UV-Vis, balance de précision, agitateurs, papier aluminium

Tableau 28. Matériel et Réactifs pour l'Évaluation de l'Activité Antioxydante



Figure 26 : Matériel et Réactifs pour l'Évaluation de l'Activité Antioxydante (Méthode DPPH) SAIDAL 2025

Annexe 03 : Matériel et Réactifs pour le Test Anti-inflammatoire in Vitro

Tableau 29: Matériel et Réactifs pour le Test Anti-inflammatoire

Catégorie	Éléments nécessaires
Matériel de laboratoire	- Tubes à essai (min. 12) - Pipettes automatiques et micropipettes (avec embouts stériles) - Fiole jaugée - Bécher - Éprouvettes - Porte-tubes
Équipements	- Spectrophotomètre (lecture à 660 nm) - Bain-marie ou incubateur réglable à 37 °C - Plaque chauffante (70 °C) - Chronomètre ou minuterie
Réactifs et solutions	- Extrait aqueux de Lavandula officinalis : 25 mg/25 mL d'eau distillée (→ 1 mg/mL) - Diclofénac sodique : 75 mg/3 mL d'eau distillée (solution mère) - Albumine (2 %) : 10 mL de blanc d'œuf + 50 mL d'eau distillée - Tampon PBS (pH 6,4) - Eau distillée (pour dilutions et blanc)

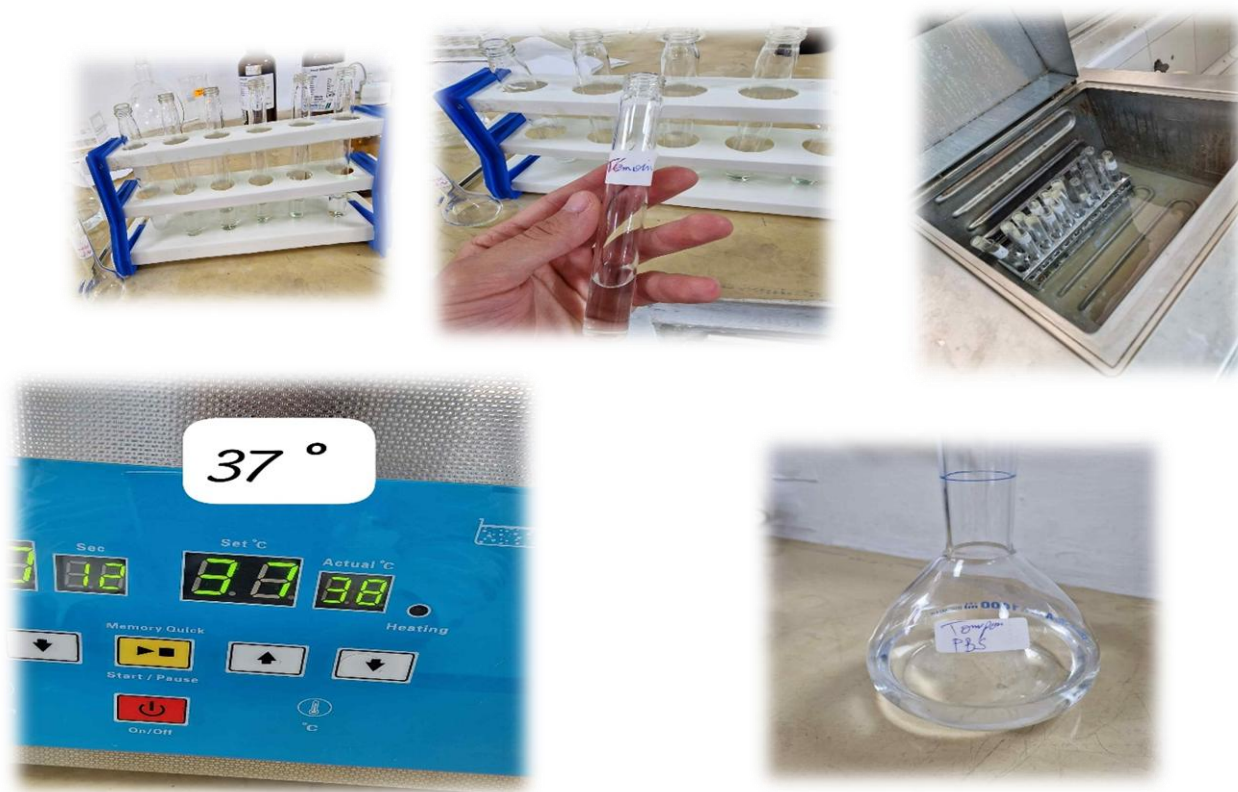


Figure 27 : Matériel et Réactifs pour le Test Anti-inflammatoire In Vitro SAIDAL 2025

Annexe 04 : Matériel et Réactifs utilisés pour la formulation de la crème cicatrisante à base de *Lavandula officinalis* et pour les tests physico-chimiques de la crème cicatrisante

Tableau 30. Matériel et Réactifs utilisés pour la formulation de la crème cicatrisante

Catégorie	Éléments nécessaires
Ingrédients / Réactifs	- Huile essentielle de <i>Lavandula officinalis</i> (jusqu'à 50 g) - Eau purifiée (jusqu'à 50 g)
	- Menthol (3 g) - Myristate d'isopropyle (4 g) - Polysorphate (3 g)
	- Alcool stéarylique (2,5 g) - Alcool cétylique (2,5 g) - Palmitate de cétyle (1 g)
	- Monostéarate de sorbitan (1 g) - Alcool benzylique (0,5 g)
Matériel de formulation	- Bêchers en verre résistants à la chaleur - Spatules ou agitateur magnétique - Balance de précision
	- Thermomètre de laboratoire (jusqu'à 100 °C) - Plaque chauffante ou bain-marie (réglé à 70 °C)
Conditionnement	- Pots ou boîtes stériles pour crème - Cuillère ou spatule stérile pour remplissage
Hygiène et sécurité	- Gants jetables - Papier absorbant propre pour nettoyage - Blouse de laboratoire

Tableau 31. Matériel et Réactifs utilisés pour les tests physico-chimiques

Catégorie	Éléments nécessaires
Réactifs	- Méthanol (nettoyage de la sonde pH)
Matériel d'analyse	- Microscope optique (examen microscopique) - pH-mètre électronique (mesure du pH)
Matériel de préparation	- Lames et lamelles porte-objet (pour examen microscopique) - Papier absorbant (séchage de la sonde)
Matériel de mesure	- Centrifugeuse (3000 à 4000 tr/min) - Tubes Eppendorf 1,5 mL (x3 pour test de stabilité)
Autres	- Cuillère ou spatule pour prélèvement de la crème - Boîtes stériles contenant la crème



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Saad Dahleb Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie et Agroécologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Option : Biotechnologie et Génomique Végétale

Thème

**Étude physico-chimique des extraits d'une plante à caractère
thérapeutique (*Lavandula Officinalis*) récolté dans la région de
CHREA**

Date de soutenance : 15/07/2025

Présenté par :

- Berroussi Aimene
- El Kourourli Walid

Devant le jury :

- | | | | |
|----------------|-----|--------------|---------------------|
| • Dr. kabir | MAB | Présidente | Université Blida 01 |
| • Dr. Boukerma | MCB | Examinatrice | Université Blida 01 |
| • Dr. Bentoura | MCB | Promotrice | Université Blida 01 |

Session 2024 / 2025