

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1



FACULTE DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-
ECOLOGIE.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

ÉTUDE REALISEE DANS LE CADRE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE

SPECIALITE : BIOTECHNOLOGIE ET GENOMIQUE VEGETALE

THEME :

Application de la biotechnologie dans le développement du baume
thérapeutique à base d'huiles essentielles.
{Innovation pour le traitement des brûlures et la cicatrisation des
tissus}

PRESENTEE PAR :

MELLE OUDJER MANEL & MELLE GOURAD NOUR EL HOUDA.

DATE DE SOUTENANCE : 02/07/2025

DEVANT LE JURY :

• Dr Boukerma L.	MCB	USDB1	Présidente.
• Dr Amara N.	MCA	USDB1	examinatrice.
• Dr Yatta D.	Maitre de Recherche	INRAA/USDB 1	Promotrice.
• Mr Chikhi H.	Ingénieur en agronomie	BIOEXTRAPAMAL	Co-promoteur.

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2024/2025

Avis favorable de l'examinatrice AMARA Nacera

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1



FACULTE DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-
ECOLOGIE.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

ÉTUDE REALISEE DANS LE CADRE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE

SPECIALITE : BIOTECHNOLOGIE ET GENOMIQUE VEGETALE

THEME :

**Application de la biotechnologie dans le développement du baume
thérapeutique à base d'huiles essentielles.
{Innovation pour le traitement des brûlures et la cicatrisation des
tissus}**

PRESENTEE PAR :

MELLE OUDJER MANEL & MELLE GOURAD NOUR EL HOUDA.

DATE DE SOUTENANCE : 02/07/2025

DEVANT LE JURY :

- | | | | |
|------------------|------------------------|---------------|---------------|
| • Dr Boukerma L. | MCB | USDB1 | Présidente. |
| • Dr Amara N. | MCA | USDB1 | examinatrice. |
| • Dr Yatta D. | Maitre de Recherche | INRAA/USDB 1 | Promotrice. |
| • Mr Chikhi H. | Ingénieur en agronomie | BIOEXTRAPAMAL | Co-promoteur. |

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2024/2025

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier notre **DIEU** tout puissant, source de force, de patience et de sagesse, qui ont permis l'achèvement de ce projet dans des bonnes conditions. **الحمد لله**

Nous souhaitons exprimer notre sincère reconnaissance à notre encadrante, Dr YATTA. D. Pour son soutien inestimable, sa présence constante, ses recommandations judicieuses et sa bienveillance pendant toute la rédaction de ce mémoire. Sa discipline scientifique et son appui minutieux ont largement favorisé l'accomplissement de ce travail.

Nous tenons à remercier notre Co-encadrant, Mr. CHIKHI. H. pour son aide, sa disponibilité et son dévouement. Il nous a offert des indications précieuses et un appui sans faille tout au long de ce mémoire, mais aussi pour ses remarques, ses encouragements et sa bienveillance. Merci infiniment pour tout.

Aussi nous remercions également Dr BOUKARMA. L. Présidente du jury, pour l'honneur envers le rôle qu'elle tient en tant que présidente de ce travail. Dr AMARA. N. Examinatrice de jury de l'honneur qu'elles me font en acceptant d'évaluer notre travail et de leurs remarques enrichissantes.

Nous tenons également à remercier Dr AYADI. R., qui nous a encadrées durant ces deux dernières années. Son implication, sa présence régulière et la qualité de son enseignement ont été des piliers importants de notre formation. Son suivi a été une réelle source de motivation pour nous.

Nous remercions aussi l'ensemble des professionnels, techniciens et partenaires qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet en m'apportant un appui technique, matériel ou scientifique, notamment un grand merci à Mr. BENRAHMA. M. et Mr ATTARI. N et Dr DJILALI K, Nous remercions l'ensemble du personnel de l'INRAA et de BIOEXTRAPAMAL pour leur accueil chaleureux, leur soutien logistique et leur aide précieuse durant la formation, Nous tenons également à préciser que nos sincères gratitude à nos professeurs et aux enseignants-chercheurs de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Blida 1. Merci pour vos enseignements de qualité.

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers nos familles, spécialement nos parents, pour leur amour indéfectible, leur appui moral continu et leurs encouragements tout au

long de notre trajectoire. Nous n'oublions pas nos chers(es) collègues et nos amis(es), pour leur présence inestimable, leur soutien attentif et leurs encouragements quotidiens.

Nous vous remercions tous et toutes du plus profond de nos cœurs.

*** الاهداء ***

{الحمد لله رب العالمين}

إلى أمي التي هي لي شعب في هيئة شخص واحد إلى الحضن الدافئ الذي يحتويني إلى من تحبني بكل حالاتي إلى وطني الأول وملادي الآمن إلى قوتي وفخري إلى أقوى وأجمل وأحن امرأة في هذا الوجود إلى حياتي أمري الغالية يميني وشمالي إلى مفردة الحب الوحيدة يا أول خطوة لكل شيء جميل ومرمرة كل كسر يامن أثبتت لي أن القلب يضخ الدم فقط والأم هي النبض الذي يربطنا بالحياة

إلى أبي سndي الثابت إلى من علّمني أن الهيبة تُصنع بالموافق، لا بالكلام، وأن الثبات لا تمنحه الأيام، بل يزرعه الآباء في قلوب أطفالهم. إلى من أثبت أنه عمودي الفكري الحقيقي، فالثبات لا يأتي من العظام... بل من أب ثق أنه لن يخذلنا مهما مالت الحياة أبي الغالي

ذات الوجه الجميل والقلب الحنون حبيبي نسرين كنت عيني الثالثة التي ترى ما لا أراه، وعكازي حين أميل. كبرت وأنت تكبرين قبلي تتعلمين من الحياة و أنا أتعلم منك تحmine... وتقديمي على نفسك في كل شيء شكرًا لكونك أختي

إلى أختي ندا، يا لطيفة الحضور، يا هدوء القلب، لم تكوني يوماً كثيرة الكلام، لكنك كنت دومًا كثيرة المعنى وجودك بجانبي راحة لا تشبه سواها، يا توأمِي الصغير يا قطرات الندى لأول مطر في الخريف بعد شهور حارة يامن كانت قريبة دون إلحاح و حاضرة دون ضجيج

إلى أخي أيوب، وسيمي ورجلي الصغير أنت الفرح الذي يمشي في البيت، والروح التي تحمل من الطفولة أجمل ما فيها. كنت سندًا دون أن تدرِّي، و ضوءًا خفيًا في زوايا الأيام، ضحكتك تكفي لتغيير مزاجي، وكلماتك البسيطة كانت دائمًا تترك أثراً فيّ. شكرًا لوجودك في حياتي

في زحام العلاقات وتقلب الوجوه، كنت الثابتة... الوجه الذي لا يخذل، واليد التي لا تتأخر. هديل، أنت الصديقة التي لا تحتاج إلى مقدمات، القريبة من القلب دون جهد، أثبتت لي أن الصداقة ليست عدد السنين، بل عدد اللحظات التي شعرت فيها بالانتماء

أروقة الحياة مزدحمة ونلتقي بآلاف يومياً لكن قلة من يحملون حضوراً نقىًّا، ويسجلون تواجهًا دائمًا هادئًا، راقىًّا، ومرحباً قريباً من الروح. منال كنت الزميلة التي يمكن الاعتماد عليها، والصديقة التي تشبعني في أدق التفاصيل وتشاركني الأحلام والخطوات والطرق في أبسط التفاصيل، تترکين دائمًا أثراً جميلاً... أثراً لا يمحى. شكرًا لأنك كنت من الذين جعلوا الطريق ألين

إلى من لها ذكرى في كل سطر من هذه المذكرة إلى واصلت سعيها دون توقف إلى من كانت تائهة في أزمة الحياة. تجرب و تحاول و تتعلم إلى من عاشت النجاح و الفشل معاً إلى التي لا تعرف الاستسلام إلى الحالمة الجميلة إلى الطموحة المتيقنة أن نهاية هذا الطريق مشرقة و مرحة للقلب و الروح إلى من تثق أن الله إذا أراد لعبد طريق زرع حبه في قلبه إلى نور الهدى أهديك تعبك هذا المدفون بين طيات هذا العمل

*** الاهداء ***

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي ما نجحنا وما علمنا ولا تفوقنا إلا برضاه الحمد لله الذي ما اجترنا درباً ولا تخطينا جهداً إلا بفضله وإليه ينسب الفضل.

{يرفع الله الذين آمنوا منكم و الذين أوتوا العلم درجات}

سورة المجادلة الآية 11

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الطريق محفوفاً بالتسهيلات، لكنني فعلتها، فالحمد لله الذي يسر لنا البدایات وبلغنا النهايات بفضله وكرمه.

ها أنا اليوم أهدي نجاحي إلى كل من سعى معي لإتمام هذه المسيرة.

إلى من لا ينفصل اسمه عن اسمي، ذلك الرجل العظيم، إلى من علمني أن دنيا كفاح وسلامها العلم والمعرفة، إلى من غرس في روحي مكارم الأخلاق، داعمي الأول وسدي، إلى من سعى إلى أجل راحتني ونجاحي إلى أعظم رجل في الكون إلى فخري وإعزازي "أبي الغالي" أدامك الله لنا.

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها وسهلت لي الشدائيد بدعائها، إلى حبيبة الروح وأعظم نعم الله علي، إلى من كانت ملجأي ويدبي اليمنى في هذه المرحلة، إلى منبع الحنان ونبع العطاء "أمي الحبيبة" أطال الله في عمرك بالصحة والعافية.

إلى السنن والكتف الثابت الدين إذا مالت الدنيا لا يميلون، ملهمي نجاحي، إلى من شددت عضدي بيهم، إلى سبب سعادتي إلى أمانى الأبدى إخوتي

"فاطمة الزهراء، إكرام، أسماء، أمين، جود" أدامنا الله إلى بعض.

إلى رفيقة الدرب الطويل، إلى شريكة الحلم، إلى من كانت لي أكثر من صديقة "نور الهدى" دمتني لي نوراً في طريفي وهدى في درب.

بكل حب أهدي ثمرة نجاحي وتخرجي إلى كل من أسمهم بكلمة، بدعوة، بموقف ربما حتى وإن كان عابراً لكنه بروحى لا يزال محفوظاً دمتم لي سندأ لا عمر له.

وإلى نفسي الطموحة بعد سنوات من الجهد والجهد والتحديات أقف اليوم بفخر أمام إنجاز لطالما حلمت به. وأخيراً، نحمد الله الذي وفقنا لنصل إلى مشارف التخرج، لم تكن الرحلة قصيرة ولا سهلة، لكن بعون الله وتوفيقه ها نحن نلامس ختامها.

{الحمد لله رب العالمين}

Oudjer Manel

Liste des figures

Figure 1. Schéma du la morphologie de la <i>lavandula officinalis</i> (kohler, 1887).....	6
Figure 2. Caractéristiques distinctives <i>d'eucalyptus globulus</i> (kohler, 1897).....	10
Figure 3. Schéma de la morphologie de sésame (kohler, 1897).....	15
Figure 4. Schéma de la morphologie de <i>la mentha spicata</i> (kohler, 1897).....	19
Figure 5. Les acides entrant dans la composition des huiles végétales (frémy, 1849)	24
Figure 6. Hydro distillateur des plantes aromatiques.....	33
Figure 7. Extraction d'huile végétale.....	35
Figure 8. Filtration d'huile végétale de sésame (<i>sésamine, indicum</i>).....	35
Figure 9. Incorporation de l'huile végétale.....	37
Figure 10. Incorporation des huiles essentielles.....	38
Figure 11. Remplissage du baume.....	39
Figure 12. Mesure de ph du baume.....	39
Figure 13. La stabilité organoleptique du baume entre le 1 ^{er} jour et le jour	65
Figure 14. Cicatrisation d'une brûlure cutanée due à une exposition directe au feu	72
Figure 15. Une brûlure cause par l'utilisation de laser et traite par notre baume.....	72

Liste des Tableaux

Tableau 1. Classification botanique de la lavande officinale.....	04
Tableau 2. Classification botanique d'eucalyptus.....	09
Tableau 3. Classification botanique du sésame.....	13
Tableau 4. Classification botanique de la menthe verte.....	17
Tableau 5. Plantes aromatiques utilisées et paramètres d'hydrodistillation.....	33
Tableau 6. Conditions chromatographiques.....	40
Tableau 7. Condition de spectromètre de masse.....	40
Tableau 8. Le rendement des huiles essentielles obtenu pour les 3 espèces.....	50
Tableau 9. Composé majoritaire identifié par CG-MS (profil 1 riche en linalol et acétate de linalyle)	56
Tableau 10. Composé majoritaire identifié par CG-MS (profil 2 riche en 1,8- cineole)	57
Tableau 11. Composé majoritaire identifié par CG-MS (profil 3 riche en carvone)	57
Tableau 12. Évaluation de la stabilité organoleptique du baume à divers intervalles (J0, J15, J30, J60)	65
Tableau 13. Caractéristiques des trois patients présentant des brûlures différentes.....	70
Tableau 14. Évolutions des symptômes au cours des 15 jours.....	71

Liste d'abréviation

HV : Huile Végétale.

HE : Huile Essentielle.

Tab : Tableaux.

Fig : Figure.

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée.

Av J-C : Avant Jésus-Christ.

INRAA : Institut National Algérien de Recherche Agronomique.

EPST : Etablissement Public Scientifique et Technologique.

g : gramme.

Kg : Kilogramme.

L : litres.

ML : millilitres.

m : masse.

cm : centimètre.

mm : millimètre.

m² : mètre carré.

V : Volume.

(v/v) : Volume par Volume.

R : Rendement.

% : pour cent.

pH : potentiel Hydrogène.

CG-MS : Chromatographie en phase gazeuse - Spectrométrie de masse.

OGM : Organisme Génétiquement Modifié.

Ha : Hectare.

°C : Degré Celsius.

PCA : Agar de Comptage de Bactéries.

NaCl : Chlorure de sodium.

J : Jour.

Table des matières

Introduction.....	1
--------------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Définition des plantes médicinales.....	4
1.1. La lavande.....	4
1.2. Les Eucalyptus.....	8
1.3. Sésame.....	13
1.4. La Menthe verte.....	17
2. Les huiles essentielles.....	21
3. Les huiles végétales.....	23
3.1. Définition.....	23
3.2. Composition.....	23
3.3. Utilisation et rôle.....	24
3.4. Conservation.....	24

Chapitre II : Matériels et Méthodes

1. INRAA.....	31
2. BIOEXTRAPAMAL.....	31
3. Matériels végétales.....	32
4, Extraction des huiles essentielles et des huiles végétales.....	32
5. Préparation du baume	35
6. Analyses physico-chimiques du baume.....	39
7. Analyse microbiologique du baume	41
8. Analyses organoleptiques.....	43

Chapitre III : Résultats et Discussions

1. Rendement des huiles essentielles et végétales	48
1.1. Rendement des huiles essentielles	48
1.1.1. <i>Lavandula officinalis</i>.....	48
1.1.2. <i>Mentha spicata</i>.....	49
1.1.3. <i>Eucaluptus globulus</i>.....	49

1.1.4. Discussion et conclusion.....	50
1.2. Rendement d'huile végétale.....	53
1.2.1. Discussion et conclusion.....	53
2. Analyses physico-chimiques du baume.....	55
2.1. Mesure de ph.....	55
2.2. Analyse CG-MS.....	55
3. Analyses microbiologiques du baume.....	56
1.1. Détection des germes totaux.....	57
1.2. Détection des levures et moisissures.....	59
1.3. Discussion et conclusion.....	59
4. Caractéristiques du baume.....	64
4.1. Analyses organoleptiques.....	64
4.1.1. Discussion et conclusion.....	65
4.2. Teste de stabilité.....	67
4.2.1. Aspect visuel.....	67
4.2.2. Odeur.....	67
4.2.3. Texture et consistance.....	67
4.2.4. Discussion et conclusion.....	68
5. Activité cicatrisante	70
5.1. Discussion et conclusion.....	73
Conclusion générale et Perspective.....	76
Références Bibliographiques.....	80

Résumé :

Les brûlures cutanées constituent un enjeu de santé courant, qui exige une intervention locale appropriée afin d'encourager la guérison et d'éviter les infections. Dans le cadre de notre recherche, nous avons élaboré un baume naturel à partir d'huiles essentielles de lavande, la menthe verte et d'eucalyptus, associées à une huile végétale de sésame et à de la cire d'abeille, reconnues pour leurs vertus antiseptiques, anti-inflammatoires, cicatrisantes et apaisantes.

Nous avons examiné les propriétés organoleptiques, physico-chimiques, microbiologiques et cliniques de notre baume. L'aspect, la couleur, l'odeur et la texture du baume ont été examinés

grâce à des observations organoleptiques sur une durée de 60 jours. On a noté une stabilité sensorielle satisfaisante, sans aucune séparation de phase ni modification visible. La vérification du pH (6,5) a attesté de sa concordance avec la peau.

Les analyses microbiologiques ont prouvé l'absence complète de bactéries, moisissures et levures, confirmant ainsi la sûreté du produit. Une identification et caractérisation des principaux composés volatils présents dans les huiles essentielles utilisées a été effectuée grâce à une analyse CG-MS (Chromatographie en phase gazeuse - Spectrométrie de masse). Cette étude a révélé la présence de linalol, 1,8-cinéole, acétate de linalyle et carvone, des composés réputés pour leurs propriétés antimicrobiennes, analgésiques et cicatrisantes.

Dans le contexte clinique, le baume a été utilisé pour traiter des patients souffrant de brûlures thermiques et au laser. Les conclusions ont démontré une diminution rapide de la douleur, des rougeurs et de l'inflammation, ainsi qu'un avancement accéléré de la formation du tissu granuleux et de la réépithéialisations.

On peut conclure que, le baume élaboré dans cette recherche se caractérise par une composition entièrement naturelle, sa sûreté microbiologique, sa stabilité physico-chimique et ses bénéfices thérapeutiques démontrés. Il offre une option prometteuse, naturelle et économique par rapport aux produits traditionnels utilisés pour le traitement des brûlures superficielles à modérées.

Mots clés : baume, huiles essentiels et huiles végétale, organoleptiques, physico-chimiques, microbiologiques, CG-MS.

Abstract:

Skin Burns are a common medical condition that needs to be treated locally to encourage healing and avoid infection. In our study, we created a natural balm using beeswax, sesame vegetal oil, and the essential oils of lavender, green mint, and eucalyptus that has antibacterial, anti-inflammatory effects, restorative, and calming qualities.

We checked the balm's clinical, organoleptic characteristics, physicochemical, and microbiological. During sixty days, organoleptic observations were used to evaluate the texture, color, smell. With no discernible changes or phase separation. The product showed adequate sensory stability. Its compatibility with skin was established by a pH reading of 6.5.

The product's safety was confirmed by microbiological testing, which revealed no bacteria, molds, or yeasts at all. GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) was used to identify and characterize the primary volatile chemicals found in the essential oils. Linalool, 1, 8-cineole, linalyl acetate, and carvone compounds with antibacterial, analgesic, and restorative properties were found in this testing.

Patients with thermal and laser-induced burns were treated with the balm in a clinical setting. In addition to increased granulation tissue production and re-epithelialization, the results demonstrated a rapid decrease in discomfort, redness, and inflammation.

To sum up, the balm created in this study is unique for its entirely natural makeup, physicochemical stability, microbiological safety, and demonstrated medicinal advantages. When treating superficial to moderate burns, it provides a promising, natural, and affordable substitute for traditional products.

Keywords: balm, essential oils, vegetable oils, organoleptic, physicochemical, microbiological, GC-MS.

الملخص:

الحروق هي من المشاكل الصحية الأكثر شيوعا في العالم وتنطلب علاجات فعالة لتسريع الشفاء ومنع العدوى. في إطار بحثنا هذا قمنا بصنع بلسم طبيعي يحتوي على الزيوت الأساسية لثلاث نباتات طبية (الخزامي النعناع الأخضر والوكالبتوس) ونوع واحد من الزيوت النباتية (السمسم) إلى جانب شمع النحل الطبيعي هذه المكونات لها خصائص مطهرة مضادة للالتهابات ومساعدة على التئام الجروح ومسكنة للألم

تم القيام بإختبارات لتقدير الخصائص الحسية والميكروبولوجية والفيزيائية-الكيميائية والسريرية لهذا البلسم كما بقي تحت المراقبة لمدة شهرين للحظة اللون والرائحة والملمس حيث لوحظ استقرار كامل دون أي إنصاف للمكونات عن بعضها دون أي تغير مرئي ملحوظ كما له درجة حموضة 6.5 مثالية للبشرة.

أكدت التحاليل الميكروبولوجية خلوها تماماً من البكتيريا والعنف والخميرة مما يؤكّد سلامة المنتج كما تم تحديد المركبات الأساسية الموجودة في الزيوت الأساسية وتحليلها بتقنية CG-MS حيث تم الكشف عن وجود الينالول 1.8- سينول واسينات اليناليل والكارفون وهي مركبات أساسية لالتئام الجروح ومسكنة للألم مطهرة.

سريرياً تم تطبيق البلسم على حرائق حرارية وأخرى ناجمة عن استعمال الليزر أشارت النتائج إلى انخفاض سريع في الألم واحتفاء الأحمرار والالتهاب إلى جانب الترميم الخلوي.

نستنتج أنّ البلسم المطور في هذا البحث له تركيبة طبيعية بحثة وآمن ميكروبولوجيًا ومثبتة جميع خصائصه بتقنيات الفيزيائي الكيميائي وفوائده العلاجية مثبتة وهو خيار طبيعية آمن مقارنة بالعلاجات التقليدية المستخدمة للحروق السطحية والمتوسطة.

الكلمات المفتاحية: بلسم، زيوت أساسية، زيوت نباتية، الخصائص الحسية، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، التحاليل الميكروبولوجية، كروماتوغرافيا الغاز – مطياف الكتلة.

Introduction

Introduction :

Introduction

Au cours des dernières années, l'Algérie a connu une série d'incendies dévastateurs touchant plusieurs régions et wilayas, entraînant un nombre considérable de brûlures chez les populations. Ces incidents douloureux ont incité les chercheurs et les professionnels de santé à explorer de nouvelles solutions thérapeutiques plus efficaces pour traiter les brûlures et accélérer la guérison des patients. Dans ce cadre, l'étude des plantes médicinales en Algérie représente une piste prometteuse afin de répondre à cette demande croissante. Avec sa richesse en ressources naturelles, l'Algérie se distingue par une flore diversifiée et unique : environ 3 000 espèces de plantes y sont recensées, dont près de 15 % endémiques, appartenant à différentes familles botaniques (Jovet, 1977 ; Jules et al., 1888).

Les brûlures constituent un problème majeur de santé publique, particulièrement dans les pays à revenu faible ou intermédiaire, où l'accès aux soins spécialisés est souvent limité (OMS, 2023). Ces lésions compromettent non seulement l'intégrité de la peau, mais elles peuvent aussi entraîner des complications sévères telles que des infections, une perte de fonction et la formation de cicatrices durables. Le traitement repose principalement sur le nettoyage, l'hydratation, la prévention des infections et la stimulation de la régénération tissulaire. Toutefois, les approches conventionnelles demeurent coûteuses, parfois associées à des effets indésirables, et n'assurent pas toujours une cicatrisation optimale. Dans ce contexte, la recherche de nouvelles options thérapeutiques naturelles, efficaces et accessibles, s'impose.

L'élaboration de baumes thérapeutiques à base de plantes médicinales, en particulier grâce aux huiles essentielles, constitue une alternative innovante et prometteuse. Celles-ci sont reconnues pour leurs propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes et régénératrices, et répondent à la demande croissante de traitements naturels et performants. Leur utilisation en formulation cutanée présente un double avantage : d'une part, une action localisée au niveau de la lésion, et d'autre part, une absorption optimale des principes actifs grâce à leur faible poids moléculaire et leur caractère lipophile (Faizan et al., 2015). De nombreuses études ont déjà démontré l'efficacité des flavonoïdes et terpènes, abondants dans certaines huiles essentielles, pour améliorer la cicatrisation et soulager

les affections cutanées, dont les brûlures. Disponibles localement, ces ressources naturelles constituent une alternative durable et valorisante aux médicaments de synthèse.

L'objectif de ce travail est de développer un baume thérapeutique innovant à base d'huiles essentielles, destiné au traitement des brûlures et à la régénération des tissus, tout en valorisant les ressources naturelles algériennes. Ce projet s'inscrit dans une approche de santé durable, privilégiant des produits naturels respectueux de la peau, de la santé publique et de l'environnement.

Ce travail s'articule autour de trois grandes parties.

- La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique portant sur la peau, les brûlures et les huiles essentielles utilisées dans le traitement cutané, mettant en évidence leurs propriétés thérapeutiques et leur rôle dans la cicatrisation.
- La deuxième partie décrit les matériels, équipements et méthodes employés pour la préparation de la crème thérapeutique, ainsi que les différentes analyses physico-chimiques, biochimiques, microbiologiques et organoleptiques réalisées pour évaluer sa qualité.
- La troisième partie expose les résultats obtenus, suivis d'une discussion approfondie permettant d'interpréter les données recueillies.

Enfin, une conclusion générale vient clore ce mémoire en récapitulant les principales observations et enseignements tirés de cette étude.

Généralités

1. Définition des plantes médicinales

Les plantes médicinales se réfèrent à une catégorie de végétaux qui renferment des composés actifs naturels, comme les alcaloïdes, les flavonoïdes, les glucosides, les terpénoïdes et les quinones. Ces éléments leur attribuent des caractéristiques thérapeutiques distinctes. Ces composés bioactifs sont à l'origine de multiples actions pharmacologiques, y compris des effets anti-inflammatoires, antimicrobiens, antioxydants et antispasmodiques. L'usage de la phytothérapie s'appuie sur deux axes d'un côté, l'héritage des connaissances empiriques via les médecines traditionnelles, et de l'autre, la confirmation scientifique Contemporaine par le biais d'études en pharmacologie, biochimie et clinique, L'utilisation de ces substances, qui remonte à plusieurs millénaires, représente une base fondamentale dans l'élaboration des médicaments contemporains. (Radt, 1972) (Paul *et al.*, 2005).

1.1. La lavande

Classification botanique

La lavande (*lavandula officinalis*) fait partie de la famille des (*lamiaceae*). Sa classification botanique est la suivante (Tab. 1) (Belmont, 2013).

Tableau 1. Classification botanique de la lavande officinale.

Règne	Plantae
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Lavandula</i>
Espèce	<i>lavandula officinalis</i>

Répartition géographique

Lavandula angustifolia, aussi appelée lavande vraie (*Lavandula officinalis*), est une espèce native de la région méditerranéenne occidentale. En Algérie, sa culture est encore restreinte mais en pleine expansion, surtout dans les zones au climat méditerranéen et semi-aride. On l'observe essentiellement dans les Hautes Plaines, quelques zones des Aurès, ainsi que dans les montagnes de Kabylie et du Tell Atlas, des endroits où le climat (altitude, exposition au soleil, sols drainants) favorise sa prolifération (Toumi, 2018).

Description morphologique

La Lavande officinale est également désignée sous les noms de (lavande fine) de (lavande vraie) ou encore de (lavande à feuilles étroites) (*lavandula angustifolia* ou *lavandula officinalis chaix* ou *lavandula vera d.c.*) (kohler, 1887) (Fig. 1).

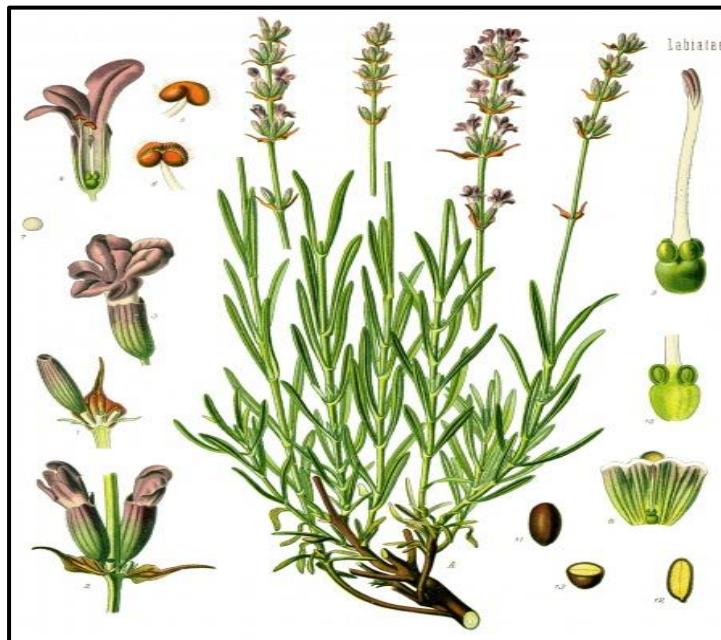


Figure 1. Schéma du la morphologie de *la lavandula officinalis* (kohler, 1887).

1.2. Eucalyptus

. Classification botanique

Le eucalyptus (*eucalyptus globulus*) fait partie de la famille des (*myrtaceae*). Sa classification botanique est la suivante (**Tab. 2**) (**Faucon, 1860**).

Tableau 2. Classification botanique d'eucalyptus.

Règne	Plantae
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Myrales</i>
Famille	<i>Myrtaceae</i>
Genre	<i>Eucalyptus</i>
Espèce	<i>Eucalyptus globulus</i>

Parmi les espèces les plus cultivées on retrouve (*Eucalyptus globulus*), (*Eucalyptus camaldulensis*) et (*Eucalyptus citriodora*). (**Brooker, 2000**).

Répartition géographique

Le genre Eucalyptus, qui fait partie de la famille des Myrtacées, trouve principalement son origine en Australie et en Tasmanie, où il représente un élément clé des écosystèmes de ces régions. Ce genre botanique extrêmement large englobe plus de 700 espèces, la majorité ayant su s'acclimater à une multitude de conditions météorologiques, des forêts tropicales humides aux régions semi-arides. (**Talbi, 2020**).

En Algérie, l'importation des eucalyptus date du XIXe siècle, pendant la période coloniale, et a été principalement motivée par des raisons d'usage Consolidation des terrains instables, en particulier pour combattre l'érosion, L'élimination de l'insalubrité des marais est réalisée grâce à la forte aptitude d'évapotranspiration de ces arbres, ce qui favorise le drainage des régions humides. Exploitation forestière, en raison de leur rapide croissance et de la qualité supérieure de leur bois.

Actuellement, les eucalyptus, au-delà de leur habitat d'origine, sont massivement cultivés dans diverses régions du globe. On les retrouve notamment en Amérique latine (Brésil, Argentine), en Asie tropicale (Inde, Chine, Indonésie) et dans certaines parties du bassin méditerranéen (Espagne, Portugal, Algérie, Maroc). Cela démontre leur remarquable capacité à s'adapter à une variété de climats et de sols. (**Galdi et al., 2003**).

Description morphologique

L'eucalyptus est un arbre à la croissance rapide, atteignant généralement des hauteurs variantes entre 30 et 90 mètres selon l'espèce. Ses principales caractéristiques sont les suivantes (**Fig. 3**).

- **Feuilles** : toujours vertes, allongées, coriaces et souvent recouvertes d'une couche cireuse. Les jeunes feuilles présentent une forme opposée et arrondie, tandis que les feuilles adultes sont disposées de manière alternative et ont une forme lancéolée,
- **Ecorce** : lisse et exfoliant pour certaines espèces comme *Eucalyptus globulus*, tandis qu'elle est rugueuse et fibreuse pour d'autres, comme *Eucalyptus camaldulensis*,
- **Fleurs** : petites, de teintes blanches, crème, rose ou rouge, groupées en ombelles et riches en nectar, ce qui attire divers pollinisateurs,**Fruits** : capsules ligneuses abritant de nombreuses graines.



Figure 2. Caractéristiques distinctives *d'eucalyptus globulus* (**kohler, 1897**).

1.3. Sésame

. Classification botanique

Le sésame (*Sesamum indicum*) fait partie de la famille des Pedaliaceae (*pédaliacées*). Sa classification botanique est la suivante (**Tab. 3**).

Tableau 3. Classification botanique du sésame.

Règne	Plantae
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Scrophulariales</i>
Famille	<i>Pedaliaceae</i>
Genre	<i>Sesamum</i>
Espèce	<i>Sesamum indicum</i>

C'est l'une des plus anciennes plantes oléagineuses cultivées par l'homme elle est cultivée pour ses graines riches en huile (**Vittori et al., 2016**).

Répartition géographique

Le sésame est originaire des régions tropicales et subtropicales d'Afrique et d'Asie, mais il est aujourd'hui cultivé dans plusieurs pays. Sésame, également connu sous le nom scientifique de *Sesamum indicum L.*, est une plante oléagineuse qui a été cultivée pendant plus de 4000 ans. Son lieu d'origine se trouve en Afrique de l'Est, spécifiquement en Éthiopie, où il aurait été domestiqué pour la première fois. Au fil du temps, sa culture a commencé à se propager sur d'autres continents, notamment en Asie, englobant des nations comme l'Inde, la Chine et le Myanmar, avant de s'étendre en Amérique latine avec une présence significative au Mexique et au Brésil. En Afrique du Nord, l'Algérie est aussi engagée dans la culture du sésame, surtout dans ses zones semi-arides où le climat propice favorise cette plante tenace.

Le sésame se distingue par sa notable résistance à la sécheresse, un atout qui fait de lui une culture de choix dans les zones semi-arides et les régions tropicales sèches, où l'eau est limitée. En raison

de son besoin minime en eau, il s'agit d'une culture stratégique dans les contextes agricoles face aux changements climatiques et à l'augmentation de la désertification.

Description morphologique

Morphologiquement, (*Sesamum indicum*) présente plusieurs adaptations structurales notables
Système racinaire : Le sésame développe une racine pivotante profonde et robuste, apte à se fixer fermement dans le sol. Cette racine présente une forte résistance au stress hydrique, ce qui permet à la plante de puiser dans des nappes d'eau souterraines profondes et de soutenir sa croissance même en situation de sécheresse extrême (**Fig. 5**).

Tige : La tige est érigée, ayant une texture herbacée à semi-ligneuse en fonction de son stade de croissance. Elle peut grandir à des hauteurs diverses, généralement de 0,5 à 2 mètres, et peut parfois présenter des ramifications secondaires selon le génotype ou les conditions de culture.

Feuilles : Les feuilles sont simples, alternes ou parfois opposées, et montrent une grande variabilité morphologique selon l'âge de la plante. Pour les jeunes plants, elles ont tendance à être plus larges et ovales, alors que les feuilles adultes prennent des formes plus étroites, parfois en forme de lance ou lobées.

Fleurs : La floraison peut se produire de manière isolée ou en duo à l'aisselle des feuilles. Les fleurs, qui présentent une forme tubulaire, sont habituellement blanches ou de teinte rosée, et sont conçues pour une auto-pollinisation, même si la pollinisation croisée peut aussi se produire grâce aux insectes.

Fruits : Le fruit constitue une capsule déhiscente qui, à maturité, s'ouvre naturellement pour libérer ses graines. Chaque gousse renferme une multitude de petites graines ovales, ayant une taille approximative de 2 à 4 mm, dont la teinte peut aller du blanc au noir selon la variété (**Sankar et al., 2011**).



Figure 3. Schéma de la morphologie de sésame (kohler, 1897).

1.4. La Menthe verte

. Classification botanique

La menthe verte fait partie de la famille des (*lamiaceae*). Sa classification botanique est la suivante (Tab. 4) (Tucker, 2007).

Tableau 4. Classification botanique de la menthe verte.

Règne	Plantae
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Lamiaceae</i>
Genre	<i>Mentha</i>
Espèce	<i>Mentha spicata</i>

Répartition géographique

La (*Mentha spicata*), souvent désignée sous le nom de menthe verte ou menthe douce, est une plante herbacée qui appartient à la famille des (*Lamiaceae*). Ce type d'espèce se trouve à l'état

naturel dans les zones tempérées d'Europe et d'Asie occidentale, où il s'épanouit dans divers habitats tels que les prairies, les rives des rivières et les terrains fertiles bien aérés. Avec le temps, grâce à ses multiples vertus médicinales, culinaires et aromatiques, (*Mentha spicata*) a été largement implantée et adaptée à d'autres parties du globe. Actuellement, sa culture s'est répandue à l'échelle internationale, avec une présence notable dans la région méditerranéenne, notamment au Maroc, en Algérie et en Tunisie où son développement optimal est encouragé par des conditions météorologiques (été chaud et hiver doux). On la cultive également abondamment en Asie, surtout en Inde et en Chine, mais aussi en Amérique du Nord, notamment aux États-Unis et au Canada. Elle est utilisée tant dans l'industrie alimentaire que cosmétique, sans oublier son application en aromathérapies.

Sa capacité à s'adapter à divers types de terrains et conditions climatiques confère à cette espèce une grande valeur agricole, lui permettant de s'implanter dans différents systèmes agricoles (**Carvalho et al., 2005**).

Description morphologique

Tiges : Les tiges sont érigées et présentent une section quadrangulaire (carrée en coupe transversale), une caractéristique typique des (*Lamiaceae*). Cette forme carrée donne à la plante une robustesse accrue et facilite le processus de photosynthèse en offrant une exposition idéale pour les feuilles.

Feuilles : Positionnées de façon opposée le long du tronc, les feuilles sont oblongues et présentent une bordure légèrement dentée. Leur teinte est un vert clair et leur texture légèrement rugueuse, dotée de nombreuses glandes sécrétant des huiles essentielles à l'origine du parfum caractéristique de la menthe verte.

Fleurs : Le processus de floraison se caractérise par la création de petites fleurs qui s'agglutinent en épis denses situés à l'extrémité des tiges. Les fleurs se présentent dans des teintes allant du violet clair au rose, chaque fleur ayant une corolle bilabiée qui les distingue. Généralement, la floraison se produit pendant l'été et stimule l'attraction d'insectes polliniseurs comme les abeilles.

Système racinaire : (*Mentha spicata*) dispose d'un système racinaire rhizomateux particulièrement bien développé. Ces rhizomes souterrains favorisent une diffusion végétative rapide, aidant la

plante à s'étendre efficacement sur de nouvelles zones, ce qui peut en faire une espèce parfois envahissante sans régulation (**Fig. 7**) (**Pauline, 2015**).



Figure 4. Schéma de la morphologie de *la mentha spicata* (**Kohler, 1897**).

1. Les Huiles essentielles

2.1. Historique

L'usage des huiles essentielles remonte à plusieurs millénaires et s'inscrit au cœur des pratiques médicales, cosmétiques et rituelles des grandes civilisations. Dès 4500 av. J.-C., les Égyptiens utilisaient des essences végétales pour la médecine traditionnelle, la parfumerie, les soins de beauté et la momification. Bien que la distillation moderne n'existe pas encore, ils employaient des méthodes primitives d'extraction, notamment la macération dans des huiles grasses suivie de pressage.

En Mésopotamie, vers 4000 av. J.-C., des tablettes d'argile attestent déjà de l'usage thérapeutique et cérémonial des plantes aromatiques. Les Grecs, influencés par ces savoirs, ont intégré les extraits parfumés dans la médecine (notamment avec Hippocrate) et l'hygiène, tandis que Dioscoride décrivit leurs vertus dans *De Materia Medica*. Les Romains, à leur tour, popularisèrent leur emploi dans les bains, les soins corporels et même la cuisine.

Au Moyen Âge, l'usage des huiles essentielles déclina en Europe sous l'influence religieuse, mais fut préservé dans les monastères. L'essor reprit au XIe siècle grâce aux érudits arabes, en particulier Avicenne, qui perfectionna les techniques de distillation par alambic, permettant d'obtenir des essences plus pures et concentrées. Cette évolution marque le fondement de l'aromathérapie moderne.

Aperçu scientifique des huiles essentielles : de la chimie aux applications

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes dominés par les terpènes et les composés oxygénés (alcools, cétones, aldéhydes), dont la composition varie selon l'origine géographique, la saison et la méthode d'extraction. Elles possèdent diverses activités biologiques : antimicrobiennes (origan, thym), antioxydantes (carvacrol), anti-inflammatoires (lavande) et neuropharmacologiques, notamment calmantes. Grâce à ces propriétés, elles sont utilisées en aromathérapie (réduction du stress, amélioration du sommeil), en cosmétique (crèmes, shampoings, parfums), dans l'industrie agroalimentaire comme aromatisants, et en agriculture comme biopesticides naturels. Leur extraction repose principalement sur la distillation à la vapeur, l'expression à froid (agrumes), l'extraction par solvant pour les essences thermosensibles, ou l'enfleurage, une technique traditionnelle basée sur l'absorption des arômes par des graisses.

Toxicité et conservation

Certaines huiles essentielles représentent une toxicité si elles sont mal utilisées. Par exemple l'huile essentielle de thuya, qui contient en effet de thuyone, une molécule neurotoxique elles sont à conserver dans des flacons hermétiques, à l'abri de la lumière et de la chaleur pour éviter leur oxydation. Les étiquettes doivent mentionner les composants chimiques et les précautions d'usage (Festy, 2012).

3. Les huiles végétales

3.1. Définition

Les huiles végétales sont des graisses d'origine naturelle, obtenues à partir des graines, des fruits ou des noyaux de différentes plantes. Leur composition principale comprend des triglycérides, qui se forment par la combinaison d'acides gras et de glycérol. Ces huiles trouvent des applications variées, notamment en cuisine, dans les soins cutanés et la formulation de produits cosmétiques.

3.2. Composition

La composition des huiles végétales varie en fonction de leur source végétale, mais elles incluent généralement (**Fig. 9**).

- **Acides gras saturés** : tels que l'acide palmitique, que l'on trouve dans l'huile de palme,
- **Acides gras monoinsaturés** : présents principalement dans l'acide oléique, comme dans l'huile d'olive,
- **Acides gras polyinsaturés** : comprenant l'acide linoléique, que l'on retrouve dans l'huile de tournesol,
- **Vitamines** : telles que A, D, E et K, qui sont essentielles pour la santé de la peau et le bon fonctionnement du métabolisme,
- **Phytostérols** : qui contribuent à la protection de la barrière cutanée.

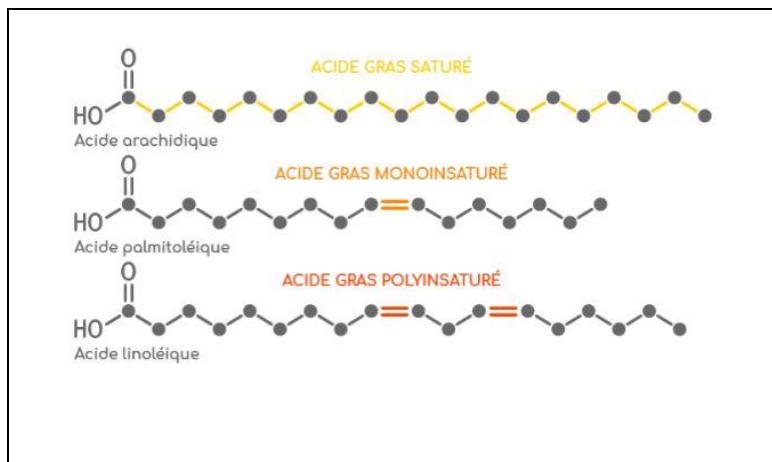


Figure 5. Les acides entrant dans la composition des huiles végétales (**Frémy, 1849**).

3.3. Utilisation et rôle

Les huiles végétales remplissent diverses fonctions selon leur utilisation (**Baser et al., 2015**).

Culinaire elles sont employées pour la cuisson, les assaisonnements et comme sources d'acides gras essentiels, Cosmétique elles contribuent à l'hydratation de la peau, au renforcement des cheveux et à l'apaisement des irritations, Pharmaceutique elles font partie de la formulation d'onguents et de baumes, Industrie : elles sont utilisées dans la fabrication de savons, de bougies, et de biodiesels.

3.4. Conservation

Pour maintenir leurs qualités les huiles végétales doivent être conservées selon certaines recommandations.

À l'abri de la lumière afin de prévenir l'oxydation des acides gras, Dans des contenants hermétiques pour minimiser le contact avec l'air, À température modérée certaines huiles, comme celles de lin et de noix, étant sensibles à la chaleur, doivent être réfrigérées, Avec des antioxydants naturels tels que la vitamine E, pour prolonger leur durée de conservation.

Matériels et Méthodes

Présentation de l'entreprise

1. INRAA (préparation du baume, les analyses physicochimiques)

L’Institut National Algérien de Recherche Agronomique (INRAA) établissement public scientifique et technologique (EPST) créé en 1966 est devenu depuis 1993 l’un des principaux acteurs de la recherche agricole au niveau national.

Dans le cadre du renforcement de ses missions, il a ouvert dans les régions stratégiques du pays à savoir le Nord (pluvieux) cultivé (de 100 à 400 mm de pluie par an) le Sud cultivé (plus de 400 mm) à Baraki s'est implantée la Station de Recherche et d'Expérimentation Mehdi Boualem suite au décret ministériel n°539SM du 30/05/1989. A son ouverture elle se composait d'une zone expérimentale voire d'un laboratoire de fertilisation de sols d'une superficie d'environ 1 065 Ha.

2. BIO.EXTRAPAMAL (l'extraction des huiles essentielles et végétales)

BIO.EXTRAPAMAL est une entreprise algérienne dont l'activité principale concerne l'extraction des huiles essentielles et végétales à partir des plantes médicinales et aromatiques, la production d'huiles essentielles et végétales ainsi que la fabrication de produits naturels 100 %. Implantée à oued el alleug, Blida, au sein de la ferme LOTRAOUI Ali BIOEXTRAPAMAL conjugue savoir-faire local et standards de qualité internationaux pour valoriser la richesse des ressources végétales algériennes.

3. Matériels végétaux

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de ce travail est composé de plusieurs espèces de plantes aromatiques et médicinales la lavande officinale (*Lavandula officinalis*) et la menthe vert (*Mentha spicata*) plus l'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) et sésame (*Sesamum indicum*).

En tant que composant naturel, la cire d'abeille aussi a été choisie pour ses propriétés particulières

4. Extraction des Huiles essentielles et Huiles Végétales

Matériels de laboratoire

Alambic (Hydro distillateur) de 50 litres en Inox alimentaire 304 L mené d'un Un réfrigérant, Un essencier ou bien séparateur de 03 litres, Un tube de liaison, Un récipient collecteur, Source de chaleur et un Balance pour peser les matières végétales, La plante fraîche (lavande, menthe, eucalyptus), 04 à 05 litres d'eau (distillée ou de source). Pour 1kg de la matière végétale fraîche, 01 flacon ambré pour conserver l'huile essentielle.

Méthodes de l'extraction

Nous avons réalisé l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation à partir de trois espèces végétales (*Lavandula officinalis*) (5 kg), (*Mentha spicata*) (10 kg) et (*Eucalyptus globulus*) (12 kg). (Tab. 5).

Pour Chaque échantillon on a ajouté un volume d'eau distillée à l'ordre de 2litre d'eau pour 1kg de la plante dans la cuve d'alambic.

On dépose la matière végétale fraîche dans la cuve de l'alambic, puis on incorpore une quantité d'eau correspondant à 2 litres pour chaque kilogramme de plante. Grâce à un chauffage maîtrisé, l'eau monte à environ 100 °C, générant de la vapeur d'eau qui passe à travers la biomasse. Cette vapeur transporte les composés aromatiques volatils présents dans les structures de sécrétion de la plante.

Une meilleure distillation doit être aux alentours de 0 à 0.4 bar de pression et à 100°C de température. Soumis à une montée en température contrôlée, favorisant l'expulsion des métabolites volatils par distillation à la vapeur. Les vapeurs produites passent dans un réfrigérant à eau froide où elles se condensent. Le distillat obtenu est récupéré dans un décanteur où il se sépare en hydrolat (sorte de phase aqueuse) et huile essentielle (sorte de phase huileuse). La durée de la distillation doit être estimée lorsqu'on réalise un volume d'hydrolat égal aux quantités de la plante c'est-à-dire 1kg de la plante pour 1litre d'hydrolat selon la nature botanique de la plante et son contenu en principes volatils actifs du monde végétal. L'huile essentielle obtenue est conservée dans un contenant en verre ambré, hermétiquement fermé, à température ambiante et à l'abri de la lumière

des photons afin d'en préserver les propriétés physicochimiques et son efficacité biologique (**Fadil, 2015**).



Figure 6. Hydro distillateur des plantes aromatiques.

Tableau 5. Plantes aromatiques utilisées et paramètres d'hydrodistillation.

Plante	Quantité (kg)	Eau (L)	Technique d'extraction
Lavande officinal (<i>Lavandula officinalis</i>)	5	12	Hydrodistillation
Menthe vert (<i>Mentha spicata</i>)	10	20	Hydrodistillation
Eucalyptus (<i>eucalyptus globulus</i>)	12	24	Hydrodistillation

Matériels de laboratoire

Presse à l'huile mécanique en inox alimentaire 304 L vis sans fin (extracteur d'huile végétale),
Grain de sésame (*Sésamum indicum*) blanc 5kg, Un récipient en inox alimentaire, Un filtre alimentaire, Une bouteille en verre ombrée avec bouchon.

Méthodes d'extraction

L'extraction par pression à froid de l'huile végétale des graines de (*Sesamum indicum*) constitue une technique traditionnelle continuellement valorisée en raison de sa capacité à conserver les

caractéristiques physico-chimiques et bioactives de l'huile extraite. Cette méthode repose sur une pression de type mécanique exercée à température ambiante, c'est-à-dire sans approvisionnement en solvant organique, et sans élévation thermique importante, ce qui limite les phénomènes d'oxydation et de dénaturalisation des composés sensibles à la température.

L'intérêt de cette méthode réside dans le secteur de la production d'huiles vierges notamment en cosmétique, en nutrition humaine et en pharmacie, car elle permet de conserver les composés lipophiles tels que les acides gras insaturés, les phytostérols, les tocophérols (tels que la vitamine E) et tous les lignine (*sésame, indicum*) dans leur meilleur état (Namiki, 2007).

Les graines de sésame sont introduites dans une presse à vis sans fin fonctionnant à température ambiante après nettoyage des impuretés. La compression mécanique des graines mène à la rupture des cellules oléagineuses et à la libération de la phase lipidique. L'extraction est donc douce, ne présentant pas d'altération prononcée des constituants thermosensibles (Fig. 7).

L'huile brute extraite lors de la première pression subit un filtrage pour éliminer les matières Particulaires, Réalisé par un papier filtres, ce filtrage permet d'obtenir une huile stable, limpide et microbiologiquement conforme. (Fig. 8).



Figure 13. Extraction d'huile végétale.



Figure 14. Filtration d'huile végétale de sésame (*sésamine, indicum*).

5. Préparation du baume

Notre baume se prépare à partir d'une formulation naturelle, simple et efficace, conçue pour stimuler la guérison de la peau et apaiser les inconforts associés aux brûlures légères. Cette composition ne contient pas de phase aqueuse, supprimant ainsi la nécessité d'agents conservateurs hydrosolubles, tout en garantissant une excellente stabilité microbiologique. Le baume obtenu a une consistance semi-solide qui se liquéfie légèrement au contact de la peau, ce qui favorise l'assimilation des principes actifs tout en formant une barrière protectrice.

Matériels du laboratoire

Bécher résistant à la chaleur, Bain-marie à 100 °C, Mixeur à main (Bras-mixeur), Balance de précision, Thermomètre, Bocaux aseptisés (100 g), trois seringues, des poches à douille.

Méthodes de préparation

Nous avons mesuré avec précision la quantité requise de cire d'abeille naturel à l'aide d'une balance de précision. Nous avons ensuite coupé et placé cette cire dans un bécher résistant à la chaleur en bain-marie, à une température de 100 °C. Nous avons continué à chauffer jusqu'à ce que la cire soit entièrement liquéfiée et présente une consistance liquide uniforme.

Incorporation de l'huile végétale Dans le bain marie et après avoir fait fondre la cire, nous avons incorporé l'huile végétale de sésame tout en utilisant une spatule stérile. Nous avons vigoureusement mélangé les deux phases lipophiles pour obtenir une préparation uniforme. Cette étape assure une bonne incorporation de l'huile à la cire fondu (Fig. 9).



Figure 9. Incorporation de l'huile végétale

Refroidissement contrôlé Nous avons ensuite retiré le bécher du bain-marie et laissé le mélange refroidir à température ambiante, sans agitation, pendant environ 15 minutes à 30 minutes. Nous avons continué ce processus de refroidissement jusqu'à atteindre une température du mélange qui soit inférieure à 40°C, condition essentielle pour maintenir l'intégrité des huiles essentielles que nous allons ajouter par la suite. Incorporation des huiles essentielles Dès que le mélange a atteint une température adéquate, nous avons ajouté progressivement les huiles essentielles de lavande officinale (*Lavandula officinalis*), de menthe verte (*Mentha spicata*) et d'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) tout en mélangeons avec le bras mixeur. Chaque huile est intégrée individuellement, en utilisant des seringues, tout en veillant à bien remuer après chaque ajout pour garantir une répartition homogène des principes actifs dans la base grasse (Fig. 10).



Figure 10. Incorporation des huiles essentielles.

Remplissage du baume Une fois l'ajout des huiles essentielles achevé et la préparation est homogène et encore fluide, nous avons réalisé immédiatement le transfert stérile du mélange dans des récipients préalablement désinfectés avec l'alcool. Nous avons utilisé des pots en verre pharmaceutique est sombre d'une capacité de 100 g, adaptés à des formulations huileuses et prévus pour une application topique. En utilisant une spatule stérilisée, nous avons disposé le baume dans les contenants en prenant soin d'éviter l'apparition de bulles d'air et tout contact direct qui pourrait mettre en péril la stérilité du produit. Après avoir procédé au remplissage, nous avons scellé soigneusement les contenants avec des couvercles à vis ou à pression pour prévenir toute contamination (**Fig. 11**).



Figure 11. Remplissage du baume.

6. Analyses physico-chimiques du baume

Mesure de pH Nous avons mesuré le pH de notre baume avec l'utilisation d'un pH-mètre de marque HANNA Instruments, modèle (HI 8417), qui présente une lecture numérique du pH et de la température.

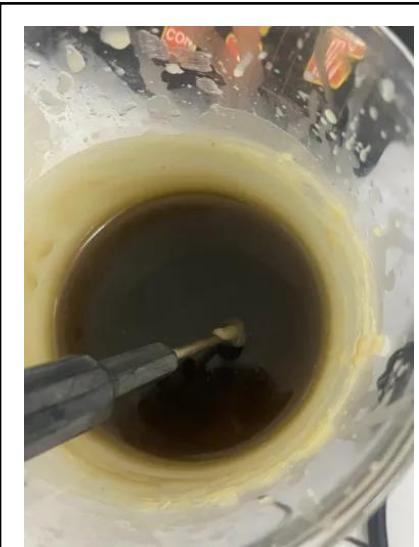


Figure 12. Mesure de ph du baume.

Analyse de CG-MS

La technique d'analyse CG-MS la chromatographie en phase gazeuse couple à la spectrométrie de masse permette de la séparation des compose d'un échantillon et la spectrométrie de masse pour identifier ces composés selon leur rapport masse/charge, est très performante (**Roland et al., 1993**).

Préparation des échantillons

Les huiles essentielles de (*Mentha spicata*), (*Lavandula officinalis*) et (*Eucalyptus globulus*) sont conservées dans des flacons en verre sombre, protégées de la lumière, de l'humidité et de la chaleur, nous avons dilué chaque huile à un solvant volatil adéquat (l'éthanol de qualité chromatographique) à une concentration habituelle de **1 % (v/v)** suivre les condition chromatographiques (**Tab. 6**) et Condition de spectromètre de masse (**Tab. 7**).

Tableau 6. Conditions chromatographiques.

Appareil utilisé	perkinElmer clarus 680
Température initiale	100C
Temps d'analyse	43 mn
Volume d'injection	1 microlitre
Température de l'injecteur	250C

Tableau 7. Condition de spectromètre de masse.

Appareil utilisé	perkinElmer clarus SQ 8T
Mode d'ionisation	EI +
Temps de scan	0.2 sec
Délai de solvant	5.9 mn
Balayage en scan	Entre m/Z [20- 470]

7. Analyse microbiologique du baume

Milieu PCA (Agar de Comptage de Bactéries) pour les germes totaux, Milieu Sabouraud chloramphénicol pour la culture de moisissures et levures, Solution saline stérile (0,9 % NaCl), Micro pipettes, Boite Pétri stérilisés, Etuve à 30 à 37 °C, La Hotte, Autoclave.

Méthodes d'analyses

Préparation de l'échantillon Nous avons préparé un échantillon du baume dans un milieu strictement aseptisé, conformément aux bonnes conditions de laboratoire bien stérile. Nous avons minutieusement dosé 1 g de notre baume à l'aide d'une spatule stérilisée, que nous avons par la suite transférée dans un tube stérile renfermant 9 ml de solution saline (NaCl 0,9 %). Cette préparation a été subtilement mélangée pour obtenir une dilution de 1/10, équivalente à une dilution 10^{-1} , phase cruciale pour abaisser la charge microbienne à des niveaux convenables pour un comptage sur milieu solide.

ensemencement Identification de l'ensemble des microorganismes aérobiques mésophiles
Pour l'évaluation quantitative des aérobies mésophiles totaux, indicateurs de la qualité microbiologique globale du produit, nous avons prélevé 1 ml de la dilution appropriée que nous avons insérée aseptiquement dans une boîte de Pétri stérile. Par la suite, nous avons introduit le milieu PCA (Agar de Comptage en Plaques), qui était encore liquide et maintenu à une température approximative de 45 °C. Nous avons alors procédé à un ensemencement en profondeur après avoir soigneusement homogénéisé le contenu dans le but d'assurer une distribution uniforme des microorganismes.

Identification des levures et des moisissures Aussi, pour la détection de moisissures et de levures, nous avons prélevé 0,1 ml de la même dilution que nous avons délicatement répartie sur le milieu Sabouraud enrichi en chloramphénicol. Ce milieu exigeant a été sélectionné pour sa capacité à entraver la prolifération bactérienne tout en stimulant la croissance des champignons microscopiques. L'ensemencement de la surface a été effectué avec une spatule en verre stérilisée, garantissant ainsi une distribution uniforme sur l'ensemble du milieu.

Incubation Les milieux PCA ensemencés, contenus dans des boîtes de Pétri, ont été placés dans une étuve bactériologique ventilée où la température était soigneusement contrôlée, oscillant entre (30 et 37 °C), pendant une durée s'étalant de (48 à 72 heures). On a sélectionné cette fourchette de température afin de stimuler la croissance idéale des bactéries mésophiles contenues dans

l'échantillon. En ce qui concerne les boîtes contenant le milieu Sabouraud chloramphénicol, elles ont été mises en incubation à une température variant entre (25 et 28 °C), dans un environnement propice aux champignons, pour une période allant de (5 à 7 jours). Cette durée étendue a favorisé le développement progressif des levures et moisissures, tout en empêchant leur dessiccation ou leur suppression par des conditions inappropriées.

8. caractéristiques organoleptiques

L'évaluation des caractéristiques du baume a reposé sur des analyses organoleptiques et des tests de stabilité, essentiels pour juger sa qualité et sa durabilité. Les paramètres sensoriels tels que l'aspect, la couleur, l'odeur, la texture et les sensations à l'application ont été examinés à différentes périodes (J0, J15, J30 et J60). Le baume, élaboré à partir d'extraits de plantes médicinales, a montré une homogénéité satisfaisante au niveau visuel, une couleur stable, une odeur persistante sans altération, et une texture onctueuse facile à étaler, procurant une sensation de confort et de fraîcheur. Parallèlement, des essais de stabilité ont été menés sur deux conditions de conservation (réfrigération à 3–5 °C et température ambiante 20–25 °C) pendant 60 jours. Les observations successives ont permis de vérifier l'absence de déphasage, de cristallisation, d'odeurs rances ou de modification notable de texture, confirmant la bonne stabilité physicochimique, sensorielle et esthétique du baume sur la durée de stockage.

9. Activité cicatrisante

L'efficacité cicatrisante du baume a été évaluée sur deux patients présentant des brûlures cutanées, l'une causée par une exposition directe au feu et l'autre par l'utilisation de laser. Après obtention du consentement éclairé, le produit a été appliqué localement deux fois par jour, pendant 15 jours, après un nettoyage préalable à la solution saline stérile et une couverture par compresse stérile. Aucun autre traitement local ou systémique n'a été administré afin d'assurer l'intégrité des résultats. Les observations cliniques quotidiennes ont révélé une diminution progressive de la rougeur et de la douleur, l'apparition d'un tissu de granulation, une cicatrisation notable des plaies et l'absence de signes de contamination. Ces résultats suggèrent que le baume favorise la régénération tissulaire et constitue une approche thérapeutique naturelle prometteuse pour la prise en charge des brûlures.

**Résultats
et
Discussions**

1. Rendement des huiles essentielles et végétales

1.1. Rendement des huiles essentielles

Dans le cadre de recherche, nous avons procédé à l'extraction des huiles essentielles de trois plantes *Lavandula officinalis* (lavande officinale), *Mentha spicata* (menthe verte) et *Eucalyptus globulus* (eucalyptus). Le taux de production d'huile essentielle a été évalué en fonction du poids de la matière végétale fraîche employée pour l'extraction et de la quantité d'huile essentielle extraite. Les résultats sont indiqués en termes de pourcentage, calculés en mettant en relation le volume d'huile récolté avec la quantité de plante initialement utilisée, selon l'équation suivante

$$\text{Rendement (\%)} = \left(\frac{\text{V huile (mL)}}{\text{m plante (g)}} \right) \times 100$$

1.1.1. *Lavandula officinalis*

On a utilisé une quantité totale de 5 kilogrammes de sommités fleuris de lavande, ce qui correspond à 5000 grammes. L'hydrodistillation a permis de recueillir un volume d'huile essentielle de 20 mL. En appliquant la formule susmentionnée (**Fig. 24**).

$$R = \left(\frac{20}{5000} \right) \times 100 = 0.40\%$$

1.1.2. *Mentha spicata*

Extraction d'huile essentielle de Menthe verte (*Mentha spicata*) On a employé 10 kilogrammes de menthe fraîche, ce qui équivaut à 10 000 grammes. On a également obtenu une quantité de 20 mL d'huile essentielle. Ainsi, le calcul du rendement a été effectué de la manière suivante (**Fig. 25**).

$$R = \left(\frac{20}{10000} \right) \times 100 = 0.20\%$$

1.1.3. *Eucalyptus globulus*

Nous avons réalisé l'extraction de l'huile essentielle à partir des feuilles d'*Eucalyptus globulus* fraîche, une espèce réputée pour sa concentration élevée en monoterpènes oxydés, en particulier le 1,8-cinéole, qui est l'élément principal de son huile. Pour réaliser cette action, nous avons employé une masse végétale fraîche de 12 kilogrammes, équivalant à 12 000 grammes, qui a été soumise à une hydrodistillation (**Fig. 26**).

$$R = \left(\frac{20}{12000} \right) \times 100 = 0.17\%$$

Le rendement d'huiles essentielles obtenues pour les 3 espèces varie de (0.17% à 0.40%) (**Tab. 8**)

Tableau 8. Le rendement des huiles essentielles obtenu pour les 3 espèces.

Spécie	Rendement (%)
<i>Lavandula officinalis</i>	0.40
<i>Eucalyptus globulus</i>	0.17
<i>Mentha spicata</i>	0.20

1.1.4. Discussion et conclusion

Notre huile essentielle des trois espèces présente des rendements faibles à modérés. Cela dépend de la richesse en métabolites volatils et des conditions d'extraction. Ces résultats sont affectés par divers facteurs.

Dans nos résultats nous avons trouvé que la *Lavandula officinalis* a produit le rendement optimal en huile essentielle (0,40 %), parce que sa composition chimique est particulièrement riche en monoterpènes, (le linalol et l'acétate de linalyle), qui sont des composés volatils largement présents dans les fleurs. Ces molécules, réputées pour leur caractère volatile et leur aisance de récupération par vapeur, participent grandement à l'efficience du processus de distillation. Ces composés sont réputés pour leur volatilité importante et leur tendance à se distiller à la vapeur, ce qui rend leur extraction plus aisée (**Cavanagh et al., 2002**) (**Renaud et al., 2001**). On sait que les parties en

fleurs des *Lamiacées* sont généralement les plus parfumées, ce qui pourrait expliquer cette forte productivité. Cette caractéristique est attribuée à l'abondance de poils glandulaires ou trichomes sécrétateurs, dédiés à la production et à l'accumulation d'huiles essentielles (**Sangwan et al., 2001**) (**Weker, 1993**). Ces glandes, localisées à la surface de l'épiderme floral, sont aisément exposées à la vapeur d'eau, ce qui contribue à l'amélioration du rendement général.

Pour (*Mentha spicata*), le rendement observé dans notre étude est de 0,20 %, un taux en accord avec les données rapportées dans la littérature pour cette espèce (**Sivropoulou et al., 1996**) (**Hussain et al., 2010**). Son huile essentielle est caractérisée par une forte teneur en carvone, un monoterpène cétonique responsable de son arôme typique. Cependant, la structure chimique de la carvone, moins volatile que celle des esters ou des alcools (comme le linalol), peut limiter sa récupération par distillation (**Lawrence, 2007**). Par ailleurs, l'humidité résiduelle du matériel végétal, ainsi que les paramètres opératoires (durée de distillation, température, pression), influencent fortement le rendement final (**Guenther, 1949**) (**Boutekedjiret et al., 2003**). Ainsi, malgré une concentration intrinsèque élevée en principes actifs, des conditions d'extraction sous-optimales peuvent réduire le taux de récupération.

En ce qui concerne (*l'Eucalyptus globulus*), il présente le rendement le plus bas dans nos trois résultats, à savoir (0,17 %). Cela peut paraître contradictoire, car cette espèce est connue pour sa forte concentration en 1,8-cinéole (eucalyptol), un monoterpène oxygéné largement connu pour ses propriétés curatives et son parfum puissant (**Batish et al., 2008**) (**Dorman et al., 2000**). Cette faible extraction peut néanmoins être expliquée par divers facteurs physiologiques et technologiques. D'un autre côté Les feuilles d'eucalyptus, sont généralement très hydratées, ce qui peut nuire à l'efficacité de la distillation en détournant une partie de l'énergie thermique vers l'évaporation de l'eau, au détriment de la libération des huiles essentielles (**Jouyban et al., 2005**).

Par ailleurs, la structure foliaire résistante de l'eucalyptus, combinée à une position profonde des glandes sécrétives dans le parenchyme, forme une barrière physique supplémentaire qui restreint l'émission des composés volatils (**Southwell et al., 1989**) (**Brophy et al., 1991**). Il est donc possible que ces traits morpho-anatomiques expliquent le rendement plutôt modeste, en dépit d'une composition chimique intrinsèquement riche.

La production d'huiles essentielles est déterminée par divers éléments : les propriétés de la plante (variété, partie exploitée, quantité d'eau), les conditions de distillation (temps, proportion

eau/plante) et l'efficience du processus de refroidissement, qui affecte la collecte des composés volatils (**Benjilali et al., 1986**).

1.2. Rendement d'huile végétale

Le pourcentage de l'extraction d'huile végétale signifie le volume d'huile produit par rapport à la quantité de matière première employée, exprimé en pourcentage. Pour obtenir une valeur précise, nous avons fait appel à la formule ci-après.

$$R(\%) = \left(\frac{V \text{ huile}}{m \text{ graines}} \right) \times 100$$

Dans notre expérience, nous avons obtenu 2,5 litres d'huile végétale à partir de 5 kg de graines. Pour obtenir des résultats fiables on a transformé les unités, la quantité d'huile (2,5 L = 2500 mL) et la quantité de graines (5 kg = 5000 g).

$$R(\%) = \left(\frac{2500}{5000} \right) \times 100 \equiv 50\%$$

1.2.1. Discussion et conclusion

Nos observations montrent un taux d'extraction de 50 % pour l'huile de sésame (*Sesamum indicum*), un résultat qui est non seulement très appréciable, mais aussi en accord avec les informations présentes dans la littérature. Ces dernières établissent généralement que la concentration en matières grasses des graines de sésame varie entre 45 % et 55 %, selon plusieurs critères comme le cultivar, les conditions agro climatiques, le stade de maturité des graines lors de la collecte, ainsi que la technique d'extraction utilisée (**Elleuch et al., 2007**) (**Anilakumar et al., 2010**).

Divers facteurs pourraient justifier cette performance élevée constatée dans notre recherche. En premier lieu, les graines de sésame employées étaient naturellement riches en graisses, un critère

intrinsèque crucial pour une bonne productivité. En outre, la qualité du matériel initial a été primordiale : les graines choisies étaient récentes, impeccables, bien entretenues, sans moisissures, contamination microbienne ou humidité excessive. Ces facteurs ont un impact significatif sur le volume d'huile récupéré, ainsi que sur sa pureté et sa stabilité.

De plus, l'adoption de la technique d'extraction par pression à froid a permis d'optimiser l'extraction sans nuire aux composés sensibles. C'est une méthode mécanique délicate qui n'exige ni chaleur ni solvants, aidant à maintenir l'intégrité des composés bioactifs comme les acides gras insaturés, les tocophérols et les lignanes (**Kanu et al., 2010**) (**Yuan et al., 2023**). À l'opposé des méthodes de raffinage ou d'extraction par solvants, l'extraction à froid minimise grandement les pertes après extraction tout en préservant les caractéristiques nutritionnelles et fonctionnelles de l'huile (**Gharby et al., 2017**). L'association de ces éléments explique le rendement optimal que nous avons obtenu dans notre série d'expérimentation.

2. Analyses physico-chimiques du baume

2.1. Mesure de pH

Un pH de 6,5 (**Fig. 27**) indique une acidité modérée, en phase avec le pH physiologique de la peau humaine qui se situe entre 5 et 7 (**Fluhr et al., 2006**). Cette qualité est indispensable pour un produit conçu pour être utilisé sur une peau abîmée, notamment en présence de brûlures. Effectivement, un pH semblable à celui de la peau aide à conserver l'équilibre du film hydrolipidique, protège la flore cutanée et stimule la guérison, tout en minimisant les risques d'irritation.

Ce pH légèrement acide génère un milieu peu propice à la multiplication des bactéries, ce qui est bénéfique pour un baume aux propriétés antiseptiques et réparatrices. En outre, les composants naturels présents dans la composition, comme les huiles essentielles de lavande, menthe verte et eucalyptus, l'huile de sésame et la cire d'abeille, ne rendent pas la formule alcaline, contribuant à garder un pH physiologiquement acceptable (**Iambers et al., 2006**).

2.3. Analyse CG-MS

L'analyse est organisée en trois tableaux, listant les composants majeurs et mineurs, leur formule chimique et leur teneur relative (%) (**Tab. 9 ,10 et 11**)

Les résultats du (**tab. 9 et 10**) ont montré que le pourcentage du 1,8-cinéole (eucalyptol : C₁₀H₁₈O) peut atteindre jusqu'à 80 %. C'est une molécule oxygénée aux propriétés antiseptiques, anti-inflammatoires, très fréquente dans les huiles essentielles d'eucalyptus, laurier, romarin, etc.

Pour le pourcentage de Linalol (C₁₀H₁₈O) varie de 30 à 40 %, C'est un Alcool terpénoïde très courant dans les huiles essentielles (lavande, basilic...) → propriétés calmantes, antimicrobiennes. Pour l'Acétate de linalyle (C₁₂H₂₀O₂) son pourcentage est situé entre 25 et 30 %. C'est Ester terpénoïde qui donne l'odeur florale, effet apaisant.

Le profil de Carvone (C₁₀H₁₄O) a montré un pourcentage situé entre 60–80 %, Présente dans la menthe verte, très bénéfique pour activité antimicrobienne. Concernant α -Bisabolol, γ -Éléménène, β -Caryophyllène, Germacrène D ont présenté des faibles concentrations et sont présents à des taux <2 % ceci contribue aux propriétés anti-inflammatoires, analgésiques, ou même insectifuge. L'échantillon analysé est très riche en 1,8-cinéole, ce qui suggère une source comme l'eucalyptus, le laurier, ou une autre plante à forte teneur en eucalyptol. D'autres profils montrent une dominance de carvone, typique de la menthe verte. La présence de nombreux composés terpénoïdes mineurs (limonène, terpinène, caryophyllène...) renforce la richesse aromatique et biologique de l'échantillon.

Tab 9. Composé majoritaire identifié par CG-MS (profil 1 riche en linalol et acétate de linalyle).

Composant	Formule moléculaire	Pourcentage (%)
Linalol	C ₁₀ H ₁₈ O	30-40
Acétate de linalyle	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	25-30
1,8- cineole (eucalyptol)	C ₁₀ H ₁₈ O	3-8
Camphre	C ₁₀ H ₁₆ O	3-6
β-Caryophyllène	C ₁₅ H ₂₄	2-3
β-Farnésène	C ₁₅ H ₂₄	0.5-1.5
α-Bisabolol	C ₁₅ H ₂₄	0.2-1

Tab 10. Composé majoritaire identifié par CG-MS (profil 2 riche en *1,8- cineole*).

Composant	Formule moléculaire	Pourcentage (%)
1,8- cineole (eucalyptol)	C ₁₀ H ₁₈ O	60-80

γ -Terpinène	C ₁₀ H ₁₆	2-5
Terpinen-4-ol	C ₁₀ H ₁₈ O	1-3
Phénol (2-méthyl-5-isopropyl)	C ₁₀ H ₁₄ O	0.5-1
Aromandendrène	C ₁₅ H ₂₄	0.5-1.5
γ -Élémène	C ₁₅ H ₂₄	0.5-1.2
(-)Spathulénol	C ₁₅ H ₂₄ O	0.3-1

Tab 11. Composé majoritaire identifié par CG-MS (profil 3 riche en carvone).

Composant	Formule moléculaire	Pourcentage (%)
Carvone	C ₁₀ H ₁₄ O	60-80
D-limonène	C ₁₀ H ₁₆	2-5
(-)β-Bourbonène	C ₁₅ H ₂₄	1-3
β-Caryophyllène	C ₁₅ H ₂₄	0.5-1
Germacrène D	C ₁₅ H ₂₄	0.5-1.5
α -Cadinol	C ₁₅ H ₂₆ O	0.5-1.2

2.3.1. Discussion et conclusion

L'analyse par GC-MS de l'huile essentielle de lavande met en évidence une concentration élevée en composés bioactifs, notamment le linalol (30 - 40%) et l'acétate de linalyle (25 - 30%). Qui ont des propriétés apaisantes, anti-inflammatoires et antiseptiques, cela explique l'utilisation traditionnelle de la lavande dans le soin des maladies cutanées (**Cavanagh, 2002**). L'huile, riche en 1,8-cinéole, camphre et β -caryophyllène, possède des vertus complémentaires comme l'excitation locale, l'action antimicrobienne et la régénération des tissus (**Lis-Balchin, 2002**). Même si leur présence est minime, l' α -bisabolol et le β -farnésène amplifient l'effet de guérison et de soulagement, prouvé par des recherches pharmacologiques récentes (**Miguel, 2010**). Grâce à sa composition équilibrée, l'huile essentielle de lavande est un incontournable en matière de traitement des brûlures et des irritations cutanées.

L'analyse par GC-MS de l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus révèle une prédominance du 1,8-cinéole (eucalyptol) (60 à 80 %), ce qui explique ses principales caractéristiques expectorantes, antiseptiques et anti-inflammatoires, en particulier sur les muqueuses et la peau (**Sadlon et al., 2010**). Les éléments secondaires tels que le γ -terpinène, le terpinen-4-ol et le

phénol méthylé C₁₀H₁₄O confèrent un effet antioxydant et antimicrobien additionnel (**Gilles et al., 2010**). De plus, la présence de sesquiterpènes tels que l'aromandendrène, le γ -élémen et le (-)-spathulénol donne à cette huile des propriétés cicatrisantes, régénératrices et immunomodulatrices. Cela renforce son attrait pour les traitements naturels des inflammations cutanées, des brûlures et des infections (**Domenico et al., 2016**). Par conséquent, l'efficacité thérapeutique étendue du traitement, au-delà de son application purement respiratoire, est expliquée par la variété et la synergie des molécules identifiées.

L'analyse CG-MS de l'huile essentielle de *Mentha spicata* montre une prédominance de la carvone (50 - 65%), un monoterpène céto qui donne à la menthe verte son odeur distinctive. Cette plante est notable pour ses vertus digestives, antispasmodiques et antibactériennes (**Moghaddam et al., 2013**). Le D-limonène (10 - 20%), reconnu pour ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, agit en harmonie avec les sesquiterpènes présents en plus faibles concentrations, tels que le β -caryophyllène, le germacrène D et le (-)- β -bourbonène. Ces derniers intensifient l'effet anti-inflammatoire, antimicrobien et cicatrisant, pertinent dans l'application topique (**Soković et al., 2010**). Finalement, l'huile bénéficie de propriétés antifongiques et apaisantes, utiles dans les préparations pour la peau, grâce à la présence de l' α -cadinol, un alcool sesquiterpénique. Cette composition entière met en évidence le vaste potentiel curatif de l'huile de menthe verte, dépassant son utilisation digestive habituelle.

L'analyse par GC-MS des huiles essentielles de lavande, d'eucalyptus et de menthe a permis de déterminer les composés bioactifs majeurs à l'origine des effets thérapeutiques du baume. Des molécules majeures comme le linalol, l'acétate de linalyle, l'eucalyptol et la carvone donnent au baume des vertus antiseptiques, anti-inflammatoires, cicatrisantes et calmantes. L'abondance et la complémentarité de ces profils chromatographiques valident scientifiquement l'importance de cette synergie naturelle pour le traitement des brûlures cutanées.

3. Analyses microbiologiques du baume

3.1. Détection des germes totaux

Une évaluation de la contamination microbienne du baume a été réalisée à partir des analyses microbiologiques, en portant particulièrement attention à la présence éventuelle de germes aérobies

mésophiles, marqueurs traditionnels d'une contamination microbienne et d'une hygiène insuffisante lors du processus de production ou d'emballage.

Pour réaliser cette analyse, (1 ml) de la dilution (10^{-1}) de la baume a été étalé sur un milieu PCA (Agar à dénombrement en plaquettes), un milieu standard employé pour compter les bactéries aérobies mésophiles. Conformément aux directives de la pharmacopée européenne et des protocoles standards en microbiologie, les boîtes de Pétri ont été incubées à une température de 37 °C pendant une durée de 72 heures.

Observations macroscopiques après incubation

La surface du milieu a conservé une texture lisse, uniforme et sans aucune colonie bactérienne observable. On n'a constaté aucune turbidité, opacité ou modification du milieu, attestant de l'absence de développement microbien. L'aspect visuel est demeuré identique à celui constaté avant l'incubation, ce qui indique une stérilité totale du lot testé à cette dilution.

Nous avons également estimé le dénombrement d'unités formant colonie (UFC) à

$$\boxed{\text{UFC/g} = 0}$$

Ce constat révèle l'absence totale de colonie bactérienne observée dans la dilution examinée, ce qui témoigne d'une absence intégrale de germes aérobies mésophiles sous les conditions expérimentales mises en œuvre (**Fig. 28**).

3.2. Détection des levures et moisissures

Aucune colonie observable n'a été identifiée sur la surface des boîtes. Le milieu est demeuré transparent et clair, uniforme et homogène, sans développement de colonies. Aucune tache d'opacité ou de pigmentation suspecte n'est présente, ni la présence de levures et de moisissures. Aucune caractéristique typique des moisissures, qu'elle soit cotonneuse, poudreuse ou pigmentée, ni présence caractéristique de colonies blanches et brillantes propres aux levures n'a été observée. Par conséquent, nous avons déterminé une valeur de $\text{UFC/g} = 0$ (**unités formant colonies par gramme**), ce qui indique qu'aucune levure ou moisissure n'a été identifiée dans l'échantillon de crème évalué à la dilution testée.

3.3. Discussion et Conclusion

L'évaluation microbiologique du baume a nécessité une étape cruciale, celle de la détection de la flore mésophile aérobiose totale. Ce dernier constitue un indicateur crucial pour mesurer l'hygiène des produits non stérilisés (**Bonvehí et al., 2003**). À cette fin, une dilution d'un dixième (10^{-1}) du baume a été effectuée et inoculée sur un milieu nutritif PCA (Agar de comptage des bactéries), qui est un milieu de culture standardisé couramment employé pour le dénombrement des micro-organismes aérobies viables. Après l'ensemencement, une incubation à 37 °C a été effectuée pendant 72 heures, conformément aux protocoles suggérés pour l'identification des germes mésophiles (**Pharmacopée Européenne, 2020**).

Après cette phase d'incubation, aucune colonie bactérienne perceptible n'a été remarquée sur les boîtes de Pétri, ce qui témoigne d'une absence intégrale de croissance microbienne détectable selon la méthode utilisée. Cela implique qu'en termes de quantité, le total des germes aérobies mésophiles est inférieur à 1 UFC/g (Unité Formant Colonie par gramme), qui est le seuil minimum détectable avec cette technique (**Bennett et al., 2019**).

Ce résultat est crucial pour l'évaluation de la sécurité microbiologique du baume. En effet, les germes aérobies mésophiles sont souvent perçus comme des bio-indicateurs de la contamination microbienne générale dans les produits dermo-cosmétiques non stériles (**Aulton et al., 2017**). Leur présence en nombre considérable indique souvent des lacunes dans les conditions d'hygiène lors de la préparation, de l'emballage ou de la conservation des produits (**Cowan et al., 2013**). En revanche, leur absence indique que les méthodes de production suivent rigoureusement les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF), notamment en ce qui concerne les mesures d'asepsie, la régulation de la chaîne de production et le contrôle de la contamination croisée.

Par conséquent, l'absence apparente de germes aérobies mésophiles dans le baume témoigne d'une qualité microbiologique élevée et souligne la minutie mise en œuvre tout au long du processus de production. Ce critère assure une protection pour l'utilisateur final, surtout lorsqu'il s'agit d'un baume appliqué sur des parties endommagées ou sensibles de la peau, comme c'est le cas pour les brûlures (**OMS, 2014**). Ce baume répondait aux critères microbiologiques des normes internationales de référence, y compris ceux de la Pharmacopée Européenne, généralement suivies comme référence réglementaire en Algérie. Nos échantillons analysés n'ont révélé aucune présence de bactéries aérobies mésophiles, ce qui démontre le respect des normes d'hygiène tout au long des

processus de fabrication, d'emballage et de conservation. Nous avons donc suivi les bonnes pratiques de production (BPP) (**ISO, 2017**).

Pour la pureté microbiologique exceptionnelle de notre produit en termes de champignons. Nos résultats montrent que l'absence de moisissures et de colonies de levures prouve que notre formulation est exempte de contamination par des champignons actifs, ce qui témoigne d'une excellente application des bonnes pratiques de production tout au long du processus d'élaboration de notre baume (**Zahraoui et al., 2020**).

La présence de contaminants fongiques est une problématique importante pour les produits dermocaustiques à base de matières premières naturelles, surtout s'ils ne contiennent pas d'agents conservateurs synthétiques connus pour leur capacité antifongique. Effectivement, les levures et moisissures peuvent compromettre la stabilité du produit, diminuer son efficacité et présenter des dangers pour la santé de la peau, en particulier chez les individus immunodéprimés ou avec des lésions cutanées (**Djeribi et al., 2013**).

Pour notre baume, nous avons choisi de la composer exclusivement à partir d'ingrédients naturels une huile de sésame végétale, de la cire d'abeille et des huiles essentielles de lavande vraie (*Lavandula officinalis*), menthe verte (*Mentha spicata*) et eucalyptus (*Eucalyptus globulus*). Nous n'y avons pas incorporé d'agents antifongiques conventionnels. Toutefois, nous n'avons constaté aucune expansion fongique sur le milieu de culture suite à l'incubation, ce qui témoigne d'une stabilité microbiologique notable.

Il est probable que ce résultat soit dû à l'effet antifongique naturel des huiles essentielles que nous avons choisies. Effectivement, ces dernières ont montré une activité antimicrobienne bien établie dans les écrits scientifiques, grâce à la présence de molécules bioactives spécifiques.

La lavande vraie (*officinalis*) a été identifiée comme contenant du linalol et de l'acétate de linalyle, deux éléments ayant démontré une puissante action antifongique, en particulier face à certaines variétés de *Candida* et d'autres champignons de la peau (**Pattnaik et al., 1997**) (**Soković et al., 2007**). La menthe verte riche en carvone, un composé connu pour ses propriétés antifongiques et anti fongistatiques sur certaines levures pathogènes (**Kumar et al., 2011**). L'*eucalyptus globulus* a montré une grande teneur en 1,8-cinéole (eucalyptol), un élément qui a dérangé les membranes cellulaires de champignons tels qu'*Aspergillus* et *Penicillium* (**Dorman et al., 2000**).

Nous avons observé que notre baume dans l'échantillon examiné, n'a montré aucune contamination due aux levures ou aux moisissures, attestant d'une qualité microbiologique fongique

exceptionnelle. Ce résultat confirme la stabilité hygiénique du produit et garantit la sécurité de sa conservation et de son application cutanée, tout en soulignant l'efficacité de notre formulation naturelle. Le respect des normes microbiologiques internationales (Pharmacopée Européenne) met en évidence la fiabilité de notre processus de production et la composition de notre baume.

4. Caractéristiques du baume

4.1. Analyses organoleptiques

Nous avons réalisé une étude approfondie des caractéristiques organoleptiques de notre baume pendant 60 jours (**Tab. 12**). Dès l'ouverture du récipient, nous avons noté la présence d'une crème uniformément texturée, sans particules ni bulles d'air détectables, et sans aucune séparation de phase, ce qui indique une excellente stabilité physique du produit.

La consistance que nous avons ressentie au contact était semi-solide, et rendant son application sur la peau aisée et sans résidu huileux ou adhésif. Nous avons observé que la crème se répartit aisément et est absorbée facilement par la peau, une caractéristique favorable pour un produit local utilisé dans le cadre de soins de la peau.

Pour ce qui est de la couleur, nous avons observé une nuance marron-vert, naturelle. Cette teinte est en accord avec la formulation à partir d'ingrédients naturels non raffinés, y compris l'huile de sésame végétale et les huiles essentielles. Elle a fait preuve d'une stabilité pigmentaire notable, n'affichant aucune variation durant la période d'observation.

Pour ce qui est de l'odeur, nous avons repéré une fraîcheur, dominée par la menthe verte, d'une intensité légèrement soutenue, mais non déplaisante. Cette prépondérance au niveau du parfum peut être attribuée à la concentration en menthol, le principal ingrédient actif de l'huile essentielle de menthe vert, réputée pour ses propriétés rafraîchissantes et antalgiques. Nous avons aussi identifié des nuances plus subtiles de lavande et d'eucalyptus, qui ont agrémenté le profil sensoriel de la crème tout en apportant une sensation de pureté et d'attention. Finalement, nous n'avons remarqué aucun changement dans l'odeur avec le temps (**Fig. 13**).

Tableau 12. Évaluation de la stabilité organoleptique du baume à divers intervalles (**J 0, J 15, J 30, J 60**).

Durée/critères	Jour 0	Jour 15	Jour 30	Jour 60
Aspect	Homogène	Homogène	Homogène	Homogène
Texture	Souple, semi-solide	Souple, semi-solide	Souple, semi-solide	Souple, semi-solide, stable
Couleur	Marronnâtre-vert	Stable	Stable	Stable
Odeur	Fraîche mentholé légèrement fort	Stable	Odeur équilibrée entre menthe lavande et eucalyptus	Aucune modification
Ressentis à applications	Absorption rapide, effet de fraîcheur	Stable	Stable	Stable



Figure 13. La stabilité organoleptique du baume entre le 1^{er} jour et le jour 60.

4.1.2. Discussion et conclusion

Dans notre expérimentation, nous n'avons noté aucune modification significative pouvant nuire à la qualité ou à l'acceptabilité du produit et ce tout au long de la durée de stockage. Nos résultats confirment la constance organoleptique de notre composition.

L'absence de séparation de phase ou de changement de couleur démontre que notre formulation a été efficacement stabilisée, particulièrement grâce à la cire d'abeille, que nous avons employée comme agent structurant gras. Cette cire, réputée pour ses caractéristiques de stabilisation (**Dweck, 2009**), a permis de conserver une consistance stable au fil du temps. Il est normal et prévu que les arômes évoluent progressivement.

Au cours du stockage, une évaporation partielle des composés volatils présents dans les huiles essentielles, en particulier ceux chargés de menthol, a été observée. Cela a mené à une légère diminution de l'odeur de menthe que nous avons notée. Cependant, l'inclusion de lavande et d'eucalyptus a assuré la conservation d'un parfum plaisant et distinctif du produit jusqu'au 60^{ème} jour (**Nerio *et al.*, 2010**).

Un aspect crucial de l'évaluation organoleptique est la sensation sur la peau lors de l'application, car cela affecte directement l'acceptation et la fidélité du consommateur. Dès le quinzième jour, nous avons perçu une sensation de fraîcheur directe, intensifiée par la teneur en menthol et en eucalyptol (**Boskabady *et al.*, 2011**). Le baume s'appliquait aisément et était vite assimilée sans résidu huileux, ce qui est un atout indéniable pour une utilisation sur des brûlures ou des peaux délicates.

Au bout de trente jours, cette impression de fraîcheur avait quelque peu diminué, mais la texture demeurait agréable, plaisante et rafraîchissante. Ceci indique une stabilité notable des matières grasses et des substances volatiles.

Au terme de deux mois, bien que la consistance ait légèrement évolué vers une plus grande souplesse, la crème demeurait très aisée à appliquer, offrant une sensation douce et apaisante, caractéristique prisée dans les produits destinés à calmer ou réparer (**Boukhatem *et al.*, 2014**). Il n'y a eu aucun signalement d'inconfort (comme des picotements, une sensation de chaleur ou une texture huileuse) lors des trois étapes, ce qui indique une bonne acceptabilité sensorielle du produit (**Reiger, 1997**).

Suite aux observations organoleptiques réalisées à (J 15, J 30 et J 60), nous avons déterminé que notre baume démontre une stabilité sensorielle satisfaisante sur une période de deux mois. On n'a observé aucune modification indésirable, que ce soit sur le plan visuel, couleur, odeur ou texture. Ces résultats attestent de l'excellence de notre formulation, de sa stabilité physique et de sa faculté à maintenir ses caractéristiques organoleptiques au fil du temps, un aspect crucial pour assurer la satisfaction et la fidélité du consommateur.

4.2. Teste de stabilité

L'évaluation organoleptique du baume sur une durée de 60 jours a confirmé une stabilité remarquable. Sur le plan visuel, les échantillons conservés au froid et à température ambiante ont maintenu une teinte brun-verdâtre homogène, sans séparation de phase, déphasage ni altération de couleur ou de texture. L'odeur est restée fraîche, agréable et caractéristique des huiles essentielles de lavande, menthe et eucalyptus, sans apparition d'arômes rances ou indésirables, hormis une légère atténuation naturelle de l'intensité au jour 45 en réfrigération. Enfin, la texture et la consistance sont demeurées homogènes, onctueuses et faciles à appliquer, sans granulation ni liquéfaction, avec une bonne résilience face aux variations modérées de température. Ces résultats témoignent d'une stabilité organoleptique optimale du baume, reflétant l'équilibre réussi de sa formulation naturelle.

4.2.4. Discussion et conclusion

La formulation du baume s'appuie sur une approche ingénieuse et naturelle qui assure sa stabilité physico-chimique, son action thérapeutique et son innocuité microbiologique. Le fait de ne pas avoir de phase aqueuse est un atout majeur, car cela freine nettement la prolifération microbienne, diminuant par conséquent l'usage de conservateurs artificiels, tout en prenant en compte la vulnérabilité des peaux abîmées ou délicates (**Chafle et al., 2020 ; Mekata., 2021**).

Le baume est élaboré à partir d'une phase grasse entièrement naturelle, sans incorporation d'eau ou d'émulsifiants chimiques, ce qui renforce naturellement sa stabilité.

Grâce à sa richesse en acides gras insaturés, notamment l'acide linoléique, ainsi qu'en antioxydants naturels comme la *sésamine* et la *sésamoline*, l'huile de sésame assure une haute stabilité oxydative au baume, le préservant du rancissement, même à température ambiante (**Yuan et al., 2023**). L'intégration d'huiles essentielles de lavande, menthe verte et eucalyptus remplit plusieurs fonctions : ces substances sont non seulement connues pour leurs caractéristiques antiseptiques, antifongiques et antioxydantes (**Nerio et al., 2010**) (**Soković et al., 2017**), mais elles servent également de conservateurs naturels, en améliorant la stabilité microbiologique du produit (**Boskabady et al., 2011**) (**Pattnaik et al., 1997**).

Les composants tels que le linalol et l'acétate de linalyle assurent la stabilité de la phase grasse tout en offrant une protection contre l'oxydation à l'inverse de la menthe poivrée, elle se compose majoritairement de carvone, un élément antioxydant et antibactérien doux. Ce dernier aide à maintenir la fragrance et assure une stabilité sensorielle.

Huile essentielle d'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) renferme de l'eucalyptol (1,8-cinéole), un conservateur naturel qui inhibe la prolifération des bactéries aérobies et des champignons. Elle contribue aussi à la stabilisation de l'odeur.

Par ailleurs, la cire d'abeille, un composant naturel aux multiples propriétés, consolide la consistance, prévient le séparage des phases grasses et joue aussi le rôle d'agent antimicrobien protecteur en raison de la présence de composés hydrophobes et esters d'acides gras (**Bouzar et al., 2022 ; Gharbi 2019**).

De plus, leur profil aromatique équilibré contribue à l'expérience sensorielle du baume et amplifie son action calmante et réparatrice sur les peaux irritées ou brûlées, surtout grâce à l'harmonie entre le linalol, le menthol et le 1,8-cinéole, qui sont les composés bioactifs majeurs de ces huiles (**Yuan et al., 2023 ; Kumar et al., 2011**).

5. Activité cicatrisante

Nous avons souligné les traits cliniques des patients soignés, y compris l'étiologie, la localisation, la profondeur de la brûlure, ainsi que la fréquence et la durée du traitement mis en œuvre (**Tab.13**).

Tableau 13. Caractéristiques des trois patients présents des brûlures diffèrent.

Patient	Etiologie de la brûlure	Localisation	Profondeur de clinique	Fréquence d'application	Duré de traitement
Patient 1	Brûlure thermique direct (flamme)	Début de bras	Approfondie	2 fois par jours	15 jours
Patient 2	Par laser dermatologique	Pied	Superficielle	2 fois par jours	15 jours

Premier a troisième jour Une forte rougeur et des douleurs allant de modérées à sévères ont été signalées chez les trois patients. Dans les trois situations, la zone était légèrement enflée (présence d'un œdème local). Il n'y a aucun indice d'infection observable (absence de pus ou d'odeur).

Quatrième a sixième jour Diminution progressive de la rougeur (environ 40 % de baisse de l'erythème par rapport au premier jour). Les patients ont eu une réduction significative de la douleur, avec un soulagement accru dès le cinquième jour. L'apparition précoce de tissu de granulation rose-rouge sur les marges de la plaie signale une progression vers la phase proliférative.

L'apparence de la plaie est demeurée nette, sans écoulement ni indication d'infection secondaire.

Rougeur minimale la peau entourant la brûlure commence à regagner sa teinte originale. Le tissu granulaire est bien formé et couvre progressivement toute la blessure. Formation de croûtes sèches observée chez le patient 1 (brûlure par le feu) et le patient 3 (brûlure par l'eau chaude).

Septième a quinzième Jour Une réépithérialisation complète a été observée chez tous les patients la peau était entièrement régénérée, sans aucune trace de cicatrice visible. La guérison était presque totale, avec une peau encore légèrement teintée de rose, indiquant un processus de remodelage en cours. Pas de douleur, de fuite ou d'irritation persistante.

Durant toute la période de traitement, aucune infection locale n'a été signalée (**Tab.14**).

Tableau 14. Évolutions des symptômes au cours des 15 jours.

Jour/ symptômes	Rougeur	Infection	Douleur	Réépithérialisations	Tissu de granulation
Jour 1	+++	-	+++	-	-
Jour 2	++	-	-	-	-
Jour 3	+	-	-	-	+
Jour 4	+	-	-	-	++
Jour 5	-	-	-	-	++
Jour 6	-	-	-	+	+++
Jour 7	-	-	-	++	+++
Jour 8	-	-	-	++	+++
Jour 9	-	-	-	++	+++
Jour 10	-	-	-	+++	+++
Jour 11	-	-	-	+++	+++
Jour 12	-	-	-	+++	+++
Jour 13	-	-	-	+++	+++
Jour 14	-	-	-	+++	+++
Jour 15	-	-	-	+++	+++

- : Absence,

+ : Présence discrète,

++ : Présence moyenne,

+++ : Présence notable.

Nous avons mis en évidence l'évolution clinique des lésions chez les deux patients en utilisant des photos capturées à diverses étapes du traitement, soulignant ainsi l'amélioration graduelle de la cicatrisation (**Fig. 14** ; **Fig. 15**).

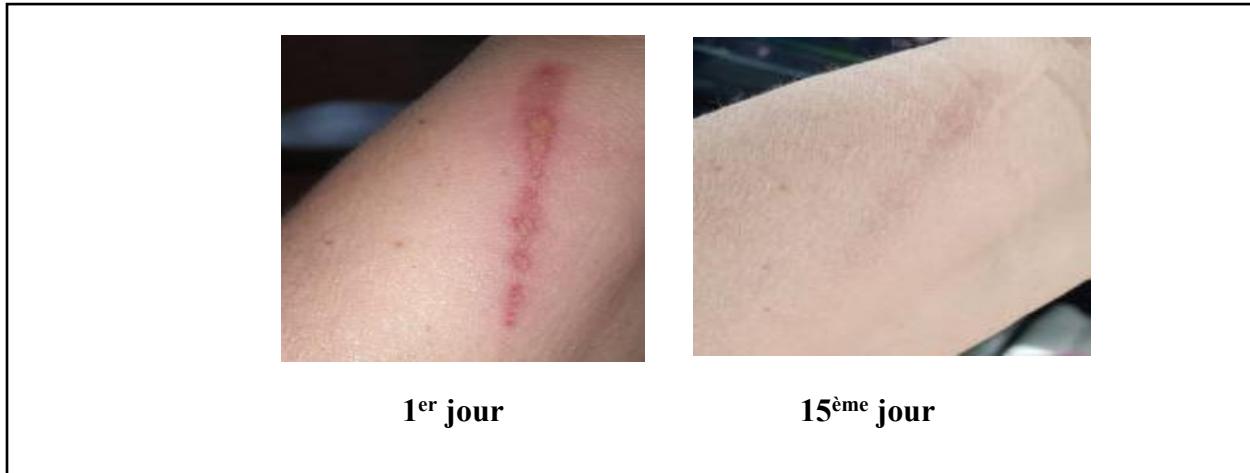


Figure 14. Cicatrisation d'une brûlure cutanée due à une exposition directe au feu.



Figure 15. Une brûlure cause par l'utilisation de laser et traite par notre baume.

5.1. Discussion et conclusion

Les résultats de cette analyse clinique attestent de l'efficacité de notre baume pour traiter les brûlures superficielles à modérées, quel que soit leur type thermique, mécanique et chimique.

Réduction rapide de l'inflammation (rougeur et douleur)

Dès les premiers jours, l'un des premiers effets observés est une diminution notable de la rougeur et de la douleur. Ce résultat pourrait être dû à l'inclusion de composés bioactifs ayant des propriétés anti-inflammatoires et analgésiques dans la préparation, comme l'huile essentielle de lavande qui contient du linalol et de l'acétate de linalyle, qui sont réputés pour leur capacité à inhiber les

médiateurs inflammatoires tels que les prostaglandines et la cyclooxygénase-2 (COX-2) (**Peana et al., 2002 ; Ghelardini et al., 1999**).

Stimulation efficace de la phase de multiplication (tissu granulé)

La présence de tissu granulaire dès le cinquième jour est un indicateur clé du bon processus de cicatrisation. Ce tissu, abondant en fibroblastes et en vaisseaux sanguins, est essentiel pour la cicatrisation de la plaie.

L'huile de sésame, qui regorge d'acide linoléique et de vitamine E, favorise la régénération des cellules, alimente les cellules environnantes et optimise l'élaboration de la matrice extracellulaire (**Bhaskar et al., 2014 ; Moayedi et al., 2018**).

Les huiles contiennent des antioxydants tels que les polyphénols et les tocophérols qui réduisent le stress oxydatif local, un élément qui freine la réparation des tissus (**Gharby et al., 2013 ; Niki et al., 2014**).

Accélération du processus de réépithélialisations (fermeture de la plaie)

L'accélération de la réépithélialisations, notamment chez le patient qui a subi une brûlure par flamme, indique que le baume favorise efficacement la régénération de l'épiderme. Ce phénomène est encouragé par la stimulation de la régénération des kératinocytes par les acides gras insaturés (**Calder, 2015**).

Le baume, composée d'huiles et de cire d'abeille, crée un environnement hydraté qui prévient la déshydratation de la plaie (**Loden et al., 2000**). L'absence de composants irritants ou d'agents chimiques agressifs contribue à une meilleure acceptation cutanée et réduit les chances de réactions indésirables, ce qui le rend approprié pour les peaux délicates ou endommagées.

Ces premières observations cliniques soulignent l'efficacité de notre baume pour le traitement local des brûlures légères à modérées. Il garantit une guérison rapide, sans risque d'infection, diminue les douleurs et les rougeurs, et encourage une régénération de la peau saine. Elle pourrait donc constituer une option naturelle, performante et abordable en remplacement des crèmes de cicatrisation traditionnelles.

Conclusion Générale et perspectives

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Conclusion générale et perspectives

Ce travail a permis l'élaboration et l'évaluation d'un baume thérapeutique innovant destiné au traitement des brûlures cutanées. La formulation, reposant sur l'association de cire d'abeille, d'huile végétale de sésame et d'huiles essentielles de lavande, de menthe et d'eucalyptus, a permis d'obtenir un produit stable, homogène et exempt de conservateurs chimiques. Les analyses physico-chimiques et organoleptiques ont confirmé une stabilité remarquable sur une durée de 60 jours, sans modification de couleur, d'odeur ou de texture, tandis que les tests microbiologiques ont mis en évidence une absence totale de contamination.

L'évaluation chimique par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-MS) a identifié des composés bioactifs majeurs tels que le linalol, le menthol et le 1,8-cinéole, reconnus pour leurs propriétés anti-inflammatoires, antiseptiques et cicatrisantes. L'application clinique du baume chez des patients souffrant de brûlures thermiques et laser a révélé une accélération notable du processus de cicatrisation, une diminution de la douleur et une réépithérialisation harmonieuse, sans réactions indésirables. Ces résultats confirment la tolérance cutanée et le potentiel thérapeutique du produit.

Ainsi, ce baume associe efficacité clinique, innocuité, biodisponibilité des principes actifs et respect de l'environnement, répondant à une demande croissante pour des solutions naturelles et écologiques. Sur le plan prospectif, l'extension des essais cliniques à un échantillon plus large, la standardisation des procédés de production, l'exploration de synergies avec d'autres extraits végétaux, ainsi que l'étude de la stabilité à long terme représentent des étapes clés.

Au-delà de l'intérêt pharmaceutique, ce projet valorise les ressources végétales locales, encourage une approche écoresponsable et ouvre la voie à la mise en place d'une filière dermocosmétique durable, alliant innovation scientifique, bénéfices thérapeutiques et retombées socio-économiques positives.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

1. Anilakumar, K. R., Pal, A., Khanum, F., Bawa, A. S., 2010. Vue d'ensemble des utilisations nutritionnelles, médicinales et industrielles des graines de sésame (*Sesamum indicum L.*). Agriculture Conspectus Scientificus, 75(4), 159-168.
2. Anonyme, 2015. Un guide sur La lavande : son histoire, ses caractéristiques, sa culture, sa composition, ses propriétés en phytothérapie et ses contre-indications.
3. Aulton, M. E., et Taylor, K. M. G., 2017. Pharmaceutics d'Aulton : La conception et la fabrication des médicaments (5e édition). Churchill Livingstone/Elsevier.
4. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils A review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475
5. Barel, A. O., Paye, M., Maibach, H. I., 2014. Handbook of Cosmetic Science and Technology (4th ed.).
6. Barel, A. O., Paye, M., Maibach, H. I., 2014. Manuel de la science et technologie des cosmétiques (4ème édition).
7. Baser, H., Buchbauer, G., 2015. Livre d'huile essentiel : la Science, Technologie, et Applications.
8. Batish, D. R., Singh, H. P., Setia, N., Kaur, S., Kohli, R. K., 2008. Toxicité phytotoxique de l'huile volatile provenant d'Eucalyptus citriodora sur certaines espèces indésirables. Journal of Environmental Biology.
9. Belaiche, P., 1997. Livre (Traite de phytothérapie et d'aromathérapie).
10. Belmont, M., 2013. *Lavandula angustifolia* M., *Lavandula latifolia* M., *Lavandula x intermedia* E.:études botaniques, chimiques et thérapeutiques (Mémoire de master, Sciences pharmaceutiques).
11. Benjilali, B., Richard, H., Collin, G., 1986. Impact de certains éléments sur la production et la composition de l'huile essentielle obtenue à partir de la menthe verte (*Mentha spicata L.*). Médicinal Plants and Phytotherapy, 20(2), 105-110
12. Bennett, A. R., Greenwood, D., Tennant, C., Banks, J. G., 2019. Méthodes microbiologiques pour évaluer les cosmétiques et les produits de soin personnel.
13. Bhaskar, V. H., Mohan, T., 2014. livre Potentiel de guérison des blessures par l'huile de sésame chez les rats albinos. Science Ancienne de la Vie, 33(3), 141–144.

Références Bibliographiques

14. Bonvehí, J. S., Soliva, M., et Ventura, F., 2003. Évaluation de la qualité microbiologique du miel. *Revista de la Ciencia del Alimento y la Agricultura*, 83(1), 71–74.
15. Boskabady, M. H., Kiani, S., Rakhshandah, H., 2011. Effets relaxants de la Rosa damascena sur les chaînes trachéales du cobaye et ses mécanismes possibles. *Journal of Ethnopharmacology*.
16. Boskabady, M. H., Kiani, S., Rakhshandah, H., 2011. Effets relaxants... *Journal of Ethnopharmacology*.
17. Boukhatem, M. N., 2013. Article L'huile essentielle de lavande possède des propriétés cicatrisantes et antimicrobiennes.
18. Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kameli, A., Saidi, F., Kebir, H. T., 2014. Les progrès des études concernant l'huile essentielle de lavande vraie (*Lavandula angustifolia*). *Phytothérapie*.
19. Boutekedjiret, C., Bentahar, F., Belabbes, R. Bessiere, J. M., 2003. Obtention de l'huile essentielle de romarin par distillation à la vapeur et hydrodistillation. *Journal de la saveur et du parfum*, 18(6), 481–484.
20. Bouzar, A., Djellouli, R., Ladjel, S., 2022. Évaluation du potentiel anti-inflammatoire et antimicrobien des huiles essentielles issues de *Lavandula angustifolia* et *Mentha piperita*. *Biodiversity Resources Review*, 12(1), 45-56.
21. Brooker, M., 2000. Article (A new classification of the genus *Eucalyptus* (*Myrtaceae*). *Australian Systematic Botany*).
22. Brophy, J. J., Goldsack, R. J., Forster, P. I., Lepshi, B. J., 1991. Les huiles de feuilles du genre *Eucalyptus* (*Myrtaceae*) : études chimiotaxonomiques. *Journal Australien de Botanique*.
23. Burt, S., 2004. Review Huile essential : les propriétés et l'application potentiel dans le domaine de nutrition.
24. Calder, P. C., 2015. Rôles fonctionnels des acides gras et leurs impacts sur la santé humaine. *Revue de Nutrition Parentérale et Entérale*.
25. Çalimli, A., Doker, O., Salgin, U., Karabudak, N., Aydogmus, M., 2010. Extraction of sesame seed oil using supercritical CO₂ and mathematical modeling. *Journal of food engineering*.
26. Carvalho, C., silva, R., Oliveira, M., 2005. Article Caractérisation morphologique et anatomique des espèces de *mentha* archives brésiliennes de biologie et technologie.
27. Cavanagh, H., Wilkinson, J., 2002. Article Biological activities of Lavender essential oil

Références Bibliographiques

28. Cavanagh, H.M.A., Wilkinson, J.M., 2002. Activités biologiques de l'huile essentielle de lavande. Recherche en Phytothérapie, 16(4), 301–308.
29. Cavanagh, H.M.A., Wilkinson, J.M., 2002. Article Biological activities of lavender essential oil. Phytotherapy Research.
30. Chafle, K., Sahasrabuddhe, S., Ballamwar, K., 2020. Revue : La Technologie Hurdle – Technologie d'Auto-Préservation dans les Cosmétiques. Publication Internationale de Recherche et de Science, 10(8), 32-37
31. Cloëz, F. S., 1870. Remarque concernant l'huile d'eucalyptus. Actes de l'Académie des Sciences, 70, 917-918.
32. Cowan, M. M., et Talaro, K. P., 2013. Microbiologie : Une approche systémique (4e édition).
33. Djeribi, R., Djelloul, S., Boulekache, H., Boudiaf, R., Gherib, A., 2013. Évaluation microbiologique de crèmes dermatologiques issues de plantes médicinales produites localement. Revue des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques,
34. Domenico, P., Nabavi, S. F., Sureda, A., Khan, H. Nabavi, S. M., 2016. Sesquiterpènes des huiles essentielles d'Eucalyptus : Activité biologique et potentiel thérapeutique. Revista de Etnofarmacología, 191, 106–114.
35. Dorman, H. J. D., Deans, S. G., 2000. Agents antimicrobiens d'origine végétale activité antibactérienne des huiles volatiles de plantes. Journal of Applied Microbiology,
36. Dorman, H. J. D., Deans, S. G., 2000. Agents antimicrobiens d'origine végétale : Activité antibactérienne des huiles volatiles de plantes. Journal of Applied Microbiology.
37. Draelos, Z. D., 2018. Livre Dermatologie Esthétique Produits et Interventions (2ème édition).
38. Dweck, A. C., 2009. Crédit de cosmétiques naturels. Magazine Soins Personnels, 10(3), 19-
39. Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. et Attia, H., 2007. Fibre alimentaire et sous-produits riches en fibres issus du traitement des aliments Caractérisation, fonctionnalité technologique et applications commerciales Une revue. La chimie des aliments.
40. Fadil, M., Farah, A., Bouchaib, I., 2015. Article Optimisation des paramètres influençant l'hydrodistillation de (*Rosmarinus officinalis L.*). par la méthodologie de surface de réponse Optimization of parameters influencing the hydrodistillation of (*Rosmarinus officinalis L.*). by response surface methodology

Références Bibliographiques

41. Faizan, A., Muslim, A., Cobanoglu, C., 2015. Article An Integrated Model of Service Experience, Emotions, Satisfaction, and Price Acceptance: An Empirical Analysis in the Chinese Hospitality Industry
42. Faucon, E., 1860. Article dans Le Langage des fleurs (Théodore Lefèvre Éditeur). Ultrastructure and cytochemistry of *Eucalyptus globulus* (*Myrtaceae*) pollen grain.
43. Festy, D., 2012. Guide complet d'aromathérapie (ma bible des huiles essentielles).
44. Fluhr, J. W., Darlenski, R., Angelova-Fischer, I., Tsankov, N., Gloor, M., 2006. pH de la peau : De la science fondamentale aux soins cutanés essentiels. *Acta Dermato-Vénérologica*.
45. Frémy, E., 1840. Études sur la composition chimique des matières grasses et sur les acides gras qu'elles contiennent.
46. Galdi, E., 2003. Article (Exacerbation of asthma related to *Eucalyptus* pollens and to herb infusion containing *Eucalyptus*).
47. Garcia, M., 2018. Le guide pour débuter avec les huiles essentielles.
48. Gharbi, D., 2019. Analyse phytochimique et évaluation biologique des huiles essentielles issues de certaines plantes médicinales algériennes. Thèse de Master, Université de Tlemcen, Algérie.
49. Gharby, S., Harhar, H., Bouzoubaa, W., Asdadi, A., El Yadini, A., Charrouf, Z., 2013. Analyse chimique de l'huile de sésame produite selon diverses méthodes au Maroc. *Revue de la Société Saoudienne des Sciences Agricoles*, 12(2), 89–94.
50. Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Haddad, A., Matthäus, B., Charrouf, Z., 2017. Analyse chimique de l'huile de graine de *Nigella sativa* L. produite au Maroc. *Revue de la Société Saoudienne des Sciences Agricoles*, 16(2), 105-111.
51. Ghelardini, C., Galeotti, N., Salvatore, G., Mazzanti, G., 1999. livre Activité anesthésique locale de l'huile essentielle de *Lavandula angustifolia*. *Planta Medica*,
52. Gilles, M., Zhao, J., An, M., Agboola, S., 2010. Composition chimique et propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles de trois espèces d'eucalyptus australiennes.
53. Guenther, E. 1949. Les Huiles Essentielles : Tome 1. Histoire, Origine dans les Plantes.
54. Guy, A., Félicien, A., Valentin, D., Edwige, A., Dangou, J., Dominique, C.K., 2003. Mémoire Composition chimique, propriétés antimicrobiennes et activités sur les tiques de l'huile essentielle d'(*Eucalyptus tereticornis* sm).
55. Herndon, D., 2017. livre Total Burn Care. 5th Edition Elsevier.

Références Bibliographiques

56. Hettiaratchy, S., Papini, R., 2004. Prise en charge initiale d'une brûlure grave : Évaluation et réanimation. British Medical Journal.
57. Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H., Przybylski, R., 2010. Seasonal fluctuations affect the essential oils of basil (*Ocimum basilicum*) in terms of their chemical makeup, antioxidant properties, and antibacterial properties. 986–995 in Food Chemistry, 108(3).
58. Hyun, J., Eun, N., Yongmi, L., Myoungsuk, K., 2019. (How Strong is the Evidence for the Anxiolytic Efficacy of Lavender? Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials).
59. ISO29621, 2017. Organisation internationale de normalisation Cosmétiques - Microbiologie - Directives pour l'évaluation du risque et la détermination de produits à risque microbiologique faible.
60. Jouyban, A., Soltanpour, S., Fakhree, M. A. A., 2005. Une analyse des impacts de la température et de l'humidité sur la stabilité des produits pharmaceutiques.
61. Jovet, P., 1977. Livre Flore du Sahara. Seconde édition revue et complétée, 626 p. dont 176 planches, 1 carte du Sahara. Edition du C.N.R.S.
62. Jules, B., Louis, T., 1888. Article Atlas de la flore d'Algérie Ancienne flore d'Alger transformée, contenant la description de toutes les plantes signalées jusqu'à ce jour comme spontanées en Algérie, Alger, Adolphe Jourdan.
63. Kaloustian, J., Hadji-Minaglo, F., 2012. Livre de La connaissance des huiles essentielles : qualitologie et aromathérapie. Paris. Edition Springer.
64. Kanu, P. J., Bahsoon, J. Z., Kanu, J. B., Kandeh, J. B. A., 2010. Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles de l'huile de sésame : Une revue de la littérature. Journal d'Agriculture et de Biologie de l'Amérique du Nord, 1(5), 1079–1085.
65. Köhler, F. E., 1887. Livre de plantes médicinales Le « Köhler's Medizinal-Pflanzen »
66. Köhler, F. E., 1897. Livre de plantes médicinales Le « Köhler's Medizinal-Pflanzen »
67. Kowalczyk, A., Smigielski, K., Gruska, R., Raj, A., Węglarz, Z., 2021. Article « Composition chimique de l'huile essentielle des nouveaux cultivars de *Lavandula angustifolia* Mill. Élevées en Ukraine », Molecules, 26(18), 5681.
68. Kumar, A., Shukla, R., Singh, P., Prasad, C. S., Dubey, N. K., 2011). Évaluation de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris L.* comme préservatif botanique sûr contre l'infestation fongique

Références Bibliographiques

- post-récolte des denrées alimentaires. Innovative Food Science et Emerging Technologies, volume 12, numéro 3, pages 445 à 453.
69. Kumar, A., Singh, A., Bhushan, V., 2011. Potentiels thérapeutiques des huiles essentielles dans la gestion de la douleur et de l'inflammation : un examen. Revue Internationale des Sciences et de la Recherche Pharmaceutiques, 2(8), 1937–1945
70. Lambers, H., Piessens, S., Bloem, A., Pronk, H., Finkel, P., 2006. Le pH naturel de la surface de la peau est généralement inférieur à 5, ce qui est favorable à sa flore résidente. Journal International de Science Cosmétique.
71. Lawrence, A., 2007. Article Perspective en agriculture. Sciences vétérinaires, nutrition et ressources naturelles.
72. Lawrence, B.M., 2007. Essential oil advancements. Flavorist and Perfumer, 32, 44–59.
73. Lis-Balchin, M., 2002. Lavande : Le genre *Lavandula*. CRC Press.
74. Lodén, M. et Maibach, H. I., 2000. Livre Peau sèche et hydratants : Chimie et fonctionnement. Dans : Lodén M., Maibach H.I. (dir.), Peau sèche et hydratants. Boca Raton, Floride: CRC Press. Pages 1 à 24.
75. Lodén, M., Maibach, H. I., 2009. Soin du syndrome de la peau sèche livre l'art et la science des hydratants.
76. Lodhi, S., Jain, A., Singhai, A. K., 2009. "Wound-healing effect of flavonoid-rich extract of *Sesamum indicum L.* seed in rats." Indian Journal of Pharmacology, 41(3), 160–
77. Maruzzella, J. C., Sicurella, N. A., 1960. Antibacterial activity of essential oil vapors. Journal of Pharmaceutical Sciences.
78. Mekata, H., 2017. Conception de formulations sans conservateurs et sans parabènes pour les cosmétiques. Revue de la Société des Chimistes Cosmétiques du Japon 51(1), 2–11.
79. Mélissopoulos, A., Levacher, C., Ladislas, R., Ballotti, R., 2012. Livre (La peau : Structure et physiologie. 2eme édition Paris).
80. Miguel, M.G., 2010. Activités anti-inflammatoires et antioxydantes des huiles essentielles : un bref aperçu. Molecules, volume 15, numéro 12, pages 9252 à 9287.
81. Moayedi, V., Ghaffari, S. M., Rafieian-Kopaei, M., Shahinfard, N., 2018. L'effet de l'huile de sésame sur la cicatrisation : Une revue systématique. Journal of Herbmed Pharmacology, volume 7, numéro 1, pages 25 à 30.

Références Bibliographiques

82. Moja, S., jullien, F., 2014. Article Les menthes diversités et espèces et composition chimiques, jardin de France.
83. Montagna, W., Parakkal, P. F., 1974. La Structure et la Fonction de la Peau (3ème édition).
84. Munteanu, A., Apetrei, C., 2021. Natural products for the treatment of burns: An updated review. Applied Sciences.
85. Namiki, M., 2007. Fonctions nutraceutiques du sésame : une revue. Critiques critiques dans la science et la nutrition alimentaire, 47(7), 651–673.
86. Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., Stashenko, E., 2010. Activité répulsive des huiles essentielles : Une revue. Technologie des Bioressources, 101(1), 372–378.
87. Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., Stashenko, E., 2010. Activité répulsive des huiles essentielles : Une revue. Technologie des Bioressources, 101(1), 372–378.
88. Niki, E., Yoshida, Y., Saito, Y., Noguchi, N., 2014. Peroxydation lipidique : Mécanismes, inhibition et effets biologiques. Communications en biologie biochimique et biophysique, 417(1), 5-11.
89. Organisation mondiale de la santé (OMS).,2014. Directives sur les bonnes pratiques de fabrication pour les produits cosmétiques.
90. Organizations mondiale de la sante 13 octobre 2023.
91. Pattnaik, S., Subramanyam, V. R., Bapaji, M., et Kole, C. R., 1997. Activité antibactérienne et antifongique des composants aromatiques des huiles essentielles. Microbios, 89(358).
92. Pattnaik, S., Subramanyam, V. R., Bapaji, M., Kole, C. R., 1997. Activité antibactérienne et antifongique des composants aromatiques des huiles essentielles. Microbios, 89(358), pages 39 à 46.
93. Paul, S., Ferdinand, P., 2005. Guide des plantes médicinales : Analyse, description et utilisation de 400 plantes.
94. Pauline, C.L., 2015. Livre de (*Mentha spicata* : description et utilisation en thérapeutique et en agriculture comme antigerminative sur la pomme de terre).
95. Peana, A. T., D'Aquila, P. S., Panin, F., Serra, G., Pippia, P., Moretti, M. D. L., 2002. Article d'activité anti-inflammatoire du *linalol* et de *l'acétate de linalyle*, composants des huiles essentielles.
96. Pharmacopée européenne (2020). Dixième édition. Direction européenne de la qualité du médicament et des soins de santé (EDQM), qui fait partie du Conseil de l'Europe.

Références Bibliographiques

97. Piérard, G.E., 1989. Article «Histological and rheological grading of cutaneous sclerosis in scleroderma» *Dermatologica*.
98. Piérard, G.E., Henry, F., 1995. Article « Essai de classement catégoriel des propriétés biomécaniques de la peau. Évaluations par la méthode de succion ».
99. Piérard, G.E., Lapière, C.H., 1977. Article (Physiopathological variations in the mechanical properties of the skin).
100. Putievsky, E., Galambosi, B., 1999. Article Culture et utilisation de plantes médicinales. Coopération Européenne dans le domaine de la recherche scientifique.
101. Radt, C.H., 1972. Article (Les Plantes Médicinales et leurs utilisations).
102. Reiger, M. M., 1997. Harry's Cosmeticology (8ème édition). Chemical Publishing Company.
103. Renaud, E., Charles, D., Simon, J. E., 2001. La quantité et la composition des huiles essentielles provenant de 10 cultivars de basilic (*Ocimum basilicum L.*) cultivés dans le sud des États-Unis. 49 (1), 131–137 dans le *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
104. Sadlon, A. E., Lamson, D. W., 2010. Effets antimicrobiens et de modification immunitaire de l'huile d'eucalyptus et des dispositifs d'inhalation simples. *Revue de Médecine Alternative*, 15(1), 33–47.
105. Sangwan, N.S., Farooqi, A. H.A., Shabih, F., Sangwan, R.S., 2001. Régulation de la production d'huiles essentielles chez les plantes. *Régulation de la croissance des plantes*, 34(1), 3–21.
106. Sankar, D., Ali, A., Sambandam, G., Rao, R., 2011. Article Sesame oil exhibits synergistic effect with anti-diabetic medication in patients with type 2 diabetes mellitus.
107. Saranya, S., Vijayalakshmi, G., Joyce, N., Amitava, M., Natarajan, C.h., 2013. Article (Ultrasonic emulsification of eucalyptus oil nanoemulsion: An
- 108.
109. tibacterial activity against *Staphylococcus aureus* and wound healing activity in Wistar rats).
110. Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M., 1996. Essential oils of mint have antimicrobial properties. 43(8), 2384–2388, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.

Références Bibliographiques

111. Soković, M., Glamočlja, J., Marin, P. D., Brkić, D., van Griensven, L. J. L. D., 2007. Article Effets antibactériens des huiles essentielles d'herbes médicinales couramment consommées en utilisant un modèle in vitro.
112. Soković, M., Glamočlja, J., Marin, P. D., Brkić, D., van Griensven, L. J. L. D. 2007/2010. Effets antibactériens des huiles essentielles.
113. Southwell, I. A., Stiff, I. A., 1989. Variation saisonnière des monoterpènes dans l'huile de feuille d'*Eucalyptus radiata*. Phytochemistry.
114. Svoboda, K., Pandhampson, J.B., 1999. Article (bioactivity of esential oil of slected temperate aromatic plants antibacterial antioxidant anti-inflammatory and other related pharmacological activities).
115. Talbi, S., 2020. Article sur l'étude phytochimique et microbiologique et valorisation pharmaceutique des extraits des fleurs de *eucalyptus globulus*.
116. Toumi, M., 2018. Article de conférence (Valorisation et développement des plantes aromatiques et médicinales en Algérie).
117. Tsujimoto, H., 1927. Éléments constitutifs de l'huile de sésame. Isolement de la sésamine. La société japonaise de l'industrie chimique du Japon.
118. Tucker, A., 2007. Article Mentha un aperçu de la classification et les relations en 16-17 du genre mentha.
119. Vittori, G.,Carolina, A.,Glaucia, M., Glorimar, R.,Annie, S., 2016.Effects of the Intake of sesame seeds (*Sesamum indicum L.*) and derivatives on oxidative stress: A systematic review. Journal of medicinal food.
120. Warra, A., 2011. (*Sesamum Indicum L.*) seed oil methods of extraction and its prospects in cosmetic industry a review. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences.
121. Werker, E., 1993. A review of the role of glandular hairs that secrete essential oils in fragrant plants belonging to the Lamiaceae family. Journal of Flavour and Fragrance, 8(5), 249–255.
122. Wessely, F., 1933-1940. Un pionnier dans l'étude des composés aromatiques phénoliques dérivés des plantes.

Références Bibliographiques

123. Yuan, G., Zhao, X., Wang, Q., Liu, X., Liu, J., Zhang, H., 2023. Avantages pour la santé et transformation de l'huile de sésame (*Sesamum indicum L.*) : Une revue. Revue Internationale de Gastronomie, 39(2), 1036–1056.
124. Yuan, Y., Wang, Y., Liu, J., Zhang, L., 2023. Activités anti-inflammatoires et de cicatrisation des huiles essentielles : Une revue systématique des mécanismes et des applications. Revue d'Éthnopharmacologie, 312, 116394.
125. Zahraoui, A., Tabet, R., Benkhaled, L., Ould-Kaddour, R., Laouer, H., 2020. Évaluation de la qualité microbiologique des cosmétiques en Algérie : comparaison entre les standards locaux et internationaux. Revue Algérienne des Sciences Pharmaceutiques, 6(1), 31–40