

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

*Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj*

*Faculté des Sciences et de la technologie*

*Département des Sciences de la Matière*



Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A -



Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A -

# *Mémoire Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme de Master*

FILIERE : Chimie

Spécialité : Chimie analytique

Intitulé :

*Développement d'une Gamme de Vaseline Naturelle à Base de Cire  
d'Abeille et d'Huiles Essentielles*

Présenté par :

**MOUHOUB Maria**

*Soutenu le : 02/07/2025*

Devant le jury :

<b>Président :</b>	Boubatra Moustapha	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
<b>Encadrant :</b>	Hachaichi Amina	MCB	Université de Bordj Bou Arreridj
<b>Examineur</b>	Bounab Farida	MAA	Université de Bordj Bou Arreridj
<b>Invitée :</b>	Hamla Meriem	MCA	Université de Bordj Bou Arreridj

Année Universitaire 2024/2025

# Remerciements

Avant toute chose, je remercie **Allah, Le Tout-Puissant**, de m'avoir accordé la patience, la force et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma plus profonde reconnaissance à **Dr. Amina Hachaichi**, mon encadrante, pour son accompagnement exceptionnel, sa disponibilité constante, sa patience et son engagement sans faille. Elle a été présente à chaque étape de ce projet, partageant généreusement son savoir et m'offrant des conseils précieux. Son encadrement rigoureux et bienveillant a été un véritable pilier dans la réalisation de ce travail, et je lui en suis sincèrement reconnaissante.

Mes remerciements les plus sincères vont également à mes Co-encadrants :

- **Dr Djahida Lerari**, Directrice du Centre de Recherche Scientifique (CRAPC), pour son accompagnement attentif, ses conseils judicieux et son soutien tout au long de ce projet.
- **Dr Farid Ouazib**, enseignant-chercheur à l'Université Yahia Fares de Médéa, pour son encadrement scientifique, sa disponibilité et la qualité de ses orientations, qui ont grandement enrichi mon travail.

Je tiens à remercier chaleureusement les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer ce mémoire :

**Dr. Boubatra Mustapha**, Président du jury et **Dr. Bounab Farida**, Examinatrice de ce travail, Je suis convaincue que leurs remarques pertinentes, leurs suggestions constructives et la richesse de leurs échanges contribueront à approfondir ma réflexion et à améliorer davantage ce travail.

J'adresse également mes sincères remerciements à **Dr. Hamla Meriem**, Chef du Département de Sciences de la Matière, pour son accompagnement administratif, sa disponibilité et son soutien tout au long de ce parcours académique.

Je remercie également Dr. **Makhoukh**, ingénieur de laboratoire à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV), pour son assistance technique et son professionnalisme. Mes remerciements vont aussi aux ingénieurs **M.Zyani Issam**, **M.Belaalmi Abdelwahab** et **M.Belhoule Hamoudi** pour leur aide précieuse, leur disponibilité et leur collaboration au sein du laboratoire.

À toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, je témoigne ma gratitude la plus sincère.

# Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille, ma plus grande source de force, d'équilibre et d'inspiration.

À **mon père**, mon pilier, mon repère, celui qui m'a toujours soutenue avec courage, constance et détermination.

À **ma mère**, source inépuisable d'amour, d'énergie et de tendresse, qui m'a portée, encouragée et épaulée à chaque étape de mon parcours.

À **mes sœurs** :

- **Kami**, ma petite sœur au cœur tendre,
- **Lidya**, ma seconde maman, pour sa sagesse, son affection et son soutien indéfectible.

À ses enfants, **Massi** et **Sabine**, et à son mari, pour leur chaleur, leur gentillesse et leur bienveillance au quotidien.

À **mon frère Massi**, qui me manque profondément. Son souvenir m'accompagne chaque jour, avec douceur et émotion.

À **mon grand frère Krimo**, pour sa générosité, son aide précieuse et son soutien constant. Merci également à son épouse et à leur fils **Zaki**, une véritable lumière dans notre famille.

À **mon frère Aghilese**, pour sa présence rassurante, son affection sincère et son accompagnement fidèle.

À vous tous, merci d'être ma force et mon refuge. Ce travail est le fruit de votre amour.

Maria

---

**Sommaire**

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Remerciements</b>	<b>I</b>
<b>Dédicace</b>	<b>II</b>
<b>Sommaire</b>	<b>III</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>VI</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>VII</b>
<b>Résumé</b>	<b>VIII</b>
<b>Introduction</b>	<b>IX</b>

**Partie Bibliographique**

I.1. Les produits cosmétiques et leur réglementation.....	7
I.1.1. Histoire et évolution des produits cosmétiques.....	7
I.1.2. Définition des produits cosmétiques.....	8
I.1.3. Classification des familles de cosmétiques.....	8
I.1.4. Composition générale des produits cosmétiques.....	9
I.1.5. Les grandes fonctions chimiques en cosmétique.....	11
I.1.6. Effets indésirables des cosmétiques conventionnels.....	12
I.1.7. Les produits cosmétiques naturels.....	13
I.1.8. Réglementation des produits cosmétiques.....	15
I.2. Les huiles essentielles dans la formulation cosmétique.....	18
I.2.1. Définition.....	18
I.2.2. Répartition, localisation et biosynthèse.....	18
I.2.3. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	19
I.2.4. Critères influençant la qualité des huiles essentielles.....	24
I.2.5. Principaux domaines d'application des huiles essentielles.....	25

I.2.6. Cas d'étude.....	26
I.3. La cire d'abeille : matière grasse naturelle multifonction.....	34
I.3.1. Origine de la cire d'abeille.....	34
I.3.2. Composition chimique de la cire d'abeille.....	35
I.3.3. Propriétés physico-chimiques de la cire d'abeille.....	35
I.4. La vaseline : état des lieux et alternatives naturelles.....	38
I.4.1. Définition, origine et usages traditionnels de la vaseline.....	38
I.4.2. Limites de la vaseline conventionnelle (origine pétrochimique, impacts environnementaux).....	39
I.4.3. Intérêt du développement de vaseline naturelle à base de cire et d'huiles essentielles.....	39
I.4.4. État de l'art sur les substituts naturels de la vaseline (beurres végétaux, cires naturelles, etc.).....	40

## **Partie expérimentale**

II. 1. Matériels et méthodes.....	49
II.1.1. Objectif.....	49
II.1.2. Matériaux utilisés.....	49
II.1.3. Extraction des huiles essentielles par la technique d'hydrodistillation.....	50
II.1.4. Traitement de la Cire d'abeille.....	51
II.1.5. Préparation d'une gamme de vaselines naturelles.....	51
II.2. Méthodes de caractérisation .....	53
II.2.1. Méthodes de caractérisation des extraits .....	53
II.3. Résultat et discussion.....	56
II.3.1. Caractérisation des huiles essentielles .....	56
II.3.2. Caractérisation de la cire d'abeille.....	72
II.3.3. Analyses des produits cosmétique.....	75

<b>Conclusion.....</b>	<b>82</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>84</b>

## Liste des tableaux

N°	Titre de tableaux	Page
<b>Partie Bibliographique</b>		
01	Tableau 1. Catégories de produits cosmétiques selon l'ANSM.....	8
02	Tableau 2. Les grandes familles chimiques utilisées en cosmétique et leurs fonctions.....	10
03	Tableau 3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	23
04	Tableau 4. Principaux secteurs d'utilisation des huiles essentielles et leurs propriétés associées.....	24
05	Tableau 5. Appellations de la lavande.....	26
06	Tableau 6. Propriétés physico-chimiques de la cire d'abeille.....	35
<b>Partie expérimentale</b>		
01	Tableau 1. Désignation et abréviations des échantillons analysés.....	57
02	Tableau 2. Composition chimique de l'huile essentielle de lavandula angustifolia extrait.....	60
03	Tableau 3. Composition chimique de l'huile essentielle de lavandula angustifolia commercial.....	64
04	Tableau 4. Composition chimique de l'huile essentielle de Romarin extrait.....	67
05	Tableau 5. Les propriétés organoleptiques de la Cire d'abeille.....	71
06	Tableau 6. Analyse microbiologique de la Cire d'abeille.....	72
07	Tableau 7. Analyse organoleptique et physicochimiques des produits cosmétique.....	73
08	Tableau 8. Analyse microbiologique de la Crème capillaire.....	74
09	Tableau 9. Analyse microbiologique de la crème a pieds.....	75
10	Tableau 10. Analyse microbiologique de Baume pour lèvres.....	76

<b>Liste des figures</b>		
<b>N°</b>	<b>Titre de figure</b>	<b>Page</b>
<b>Partie Bibliographique</b>		
01	Figure 1. La composition d'un produit cosmétique .....	10
02	Figure 2. Montage de l'extraction par hydrodistillation .....	18
03	Figure 3. Extraction par entraînement à la vapeur .....	19
04	Figure 4. Extraction par microonde.....	20
05	Figure 5. Montage de l'extraction par CO2 supercritique .....	21
06	Figure 6. Méthode d'extraction par solvant .....	22
07	Figure 7. La Lavande .....	26
08	Figure 8. Fleure de romarin .....	31
09	Figure 9. Rameau de feuille de romarin .....	31
10	Figure 10. Cire d'abeille .....	34
11	Figure 11. Cire d'abeille blanche .....	34
<b>Partie expérimentale</b>		
01	Figure 1. Extraction des huiles essentielles par la technique d'hydrodistillation...	49
02	Figure 2. Traitement de la cire d'abeille.....	50
03	Figure 3. Les étapes de préparation d'une gamme de vaselines naturelles.....	51
04	Figure 4. Refractomètre.....	53
05	Figure 5. Appareille Infra Rouge.....	53
06	Figure 6. Appareille CG/SM.....	55
07	Figure 7. Indice de réfraction : a. Lavande, b. Romarin.....	57
08	Figure 8. Spectres IR des huiles essentielles de lavande (LL, LC) et de romarin (RL, RC).....	59
09	Figure 9. Chromatogramme de l'analyse CG/SM de l'huile essentielle de lavandula angustifolia.....	61
10	Figure 10. Chromatogramme de l'analyse CG/SM de l'huile essentielle de Lavande commercial .....	64
11	Figure 11. Chromatogramme de l'analyse CG/SM de l'huile essentielle de Romarin extrait.....	67

**12** Figure 12. Chromatogramme de l'analyse CG/SM de l'huile essentielle de  
Romarin commercial..... 70

---

## Résumé

Dans un contexte de transition vers une cosmétique plus verte et durable, ce travail vise à développer des alternatives naturelles à la vaseline conventionnelle à base de pétrole. L'étude a porté sur la valorisation de deux ingrédients naturels : la cire d'abeille purifiée et les huiles essentielles locales de lavande (*Lavandula angustifolia*) et de romarin (*Rosmarinus officinalis*). Ces huiles ont été extraites par hydrodistillation, puis caractérisées par spectroscopie infrarouge (IR) et chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). Une comparaison a été effectuée avec des huiles commerciales afin d'évaluer leur qualité relative. L'indice de réfraction a également été mesuré comme paramètre complémentaire d'identification. La cire d'abeille ainsi que les formulations cosmétiques développées (crème capillaire, crème pour les pieds, baume à lèvres) ont été soumises à des tests microbiologiques pour vérifier leur innocuité et leur stabilité. Les résultats obtenus confirment la bonne qualité des huiles locales, la conformité microbiologique des produits, ainsi que des propriétés sensorielles et fonctionnelles satisfaisantes, positionnant ces formulations comme alternatives crédibles, saines et écoresponsables aux produits pétrochimiques conventionnels.

## Abstract

In the context of a growing shift toward greener and more sustainable cosmetics, this study aimed to develop natural alternatives to conventional petroleum-based vaseline. The focus was placed on two natural ingredients: purified beeswax and local essential oils from lavender (*Lavandula angustifolia*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*). The essential oils were extracted by hydrodistillation and characterized using infrared spectroscopy (IR) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Their composition was compared to that of commercial essential oils to assess quality. Refractive index was also measured as a supplementary identification parameter. Both beeswax and the formulated cosmetic products (hair cream, foot cream, and lip balm) underwent microbiological testing to ensure safety and stability. The results confirm the high quality of the local essential oils, microbiological compliance of the formulations, and satisfactory sensory and functional properties, supporting their potential as credible, healthy, and eco-responsible alternatives to conventional petroleum-derived cosmetics.

## الملخص

في ظل التحول نحو مستحضرات تجميل طبيعية ومستدامة، يهدف هذا البحث إلى تطوير بدائل طبيعية للفازلين التقليدي المشتق من البترول. وقد تم التركيز على تثمين مكونين طبيعيين: شمع النحل المنقى والزيوت الأساسية المحلية المستخرجة من اللافندر (*Lavandula angustifolia*) وإكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis*). تم استخلاص الزيوت بالتقطير المائي، ثم تحليلها باستخدام التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (IR) والكروماتوغرافيا الغازية-الكتلية (GC-MS)، ومقارنتها مع زيوت تجارية لتقييم جودتها. كما تم قياس معامل الانكسار كعنصر مكمل للتوصيف. خضعت كل من الشمع الطبيعي والمستحضرات التجميلية المصنعة (كريم الشعر، كريم القدمين، بلسم الشفاه) لاختبارات ميكروبيولوجية للتحقق من سلامتها وثباتها. أظهرت النتائج جودة عالية للزيوت المحلية وتوافقاً ميكروبيولوجياً للمنتجات، إلى جانب خصائص حسية ووظيفية جيدة، مما يجعلها بدائل طبيعية وآمنة وفعالة مقارنة بالمنتجات التقليدية المشتقة من البترول.

# **Introduction**

### Introduction

La vaseline, ou gelée de pétrole, est largement utilisée depuis plus d'un siècle dans les formulations cosmétiques pour ses propriétés émoullientes, protectrices et occlusives. Cependant, en tant que produit issu du raffinage du pétrole, elle est d'origine non renouvelable, peu biodégradable et peut contenir des résidus potentiellement nocifs si elle n'est pas rigoureusement purifiée [1]. Ces caractéristiques soulèvent des inquiétudes environnementales et sanitaires croissantes, en particulier dans un contexte où les consommateurs se montrent de plus en plus soucieux de la composition des produits qu'ils appliquent sur leur peau [2].

Face à cette problématique, le remplacement des dérivés pétrochimiques dans les produits cosmétiques est devenu une priorité pour de nombreux formulateurs. Les matières premières naturelles, biodégradables et issues de ressources renouvelables représentent des solutions prometteuses. Parmi elles, la cire d'abeille (*Cera alba*) et les huiles essentielles extraites de plantes aromatiques telles que *Lavandula angustifolia* (lavande) et *Rosmarinus officinalis* (romarin) offrent un potentiel particulièrement intéressant [3–5].

La cire d'abeille est une substance lipidique complexe produite naturellement par les abeilles. Elle est composée majoritairement d'esters, d'acides gras et d'alcools à longue chaîne. Appréciée pour ses propriétés filmogènes, protectrices, épaississantes et stabilisantes, elle forme une barrière hydrolipidique respectueuse de la peau, tout en améliorant la texture et la stabilité des formulations cosmétiques [6,7]. Sa disponibilité locale, notamment en Algérie, en fait également un ingrédient de choix dans une optique de valorisation des produits apicoles et de développement durable [8].

Les huiles essentielles, quant à elles, sont des extraits concentrés riches en composés volatils bioactifs. Elles présentent de nombreuses activités biologiques telles que l'action antimicrobienne, antioxydante, apaisante et parfumante, qui leur confèrent une double fonction dans les cosmétiques : fonctionnelle et sensorielle [9]. La composition de ces huiles varie selon l'origine botanique, géographique et les conditions d'extraction. Celles issues de la lavande et du romarin sont particulièrement reconnues pour leur teneur en linalol, camphre et acétate de linalyle, molécules connues pour leurs effets bénéfiques sur la peau [10–12].

Ainsi, dans le cadre d'une cosmétique plus responsable, ce travail vise à développer des formulations alternatives à la vaseline conventionnelle, à base de cire d'abeille purifiée et d'huiles essentielles locales. Cette approche permet non seulement de limiter l'usage des dérivés

pétrochimiques, mais également de valoriser les ressources naturelles disponibles localement, tout en répondant aux exigences croissantes de sécurité, d'efficacité et de naturalité.

Ce mémoire est organisé en deux parties principales :

- **Première partie : Partie bibliographique**, présentant les fondements scientifiques et techniques du projet : Les produits cosmétiques et leur réglementation, Les huiles essentielles dans la formulation cosmétique , La cire d'abeille, et La vaseline
- **Deuxième partie :Partie expérimentale**, consacrée à l'extraction, à la caractérisation (spectroscopie IR, GC-MS, analyses microbiologiques) des ingrédients naturels sélectionnés, ainsi qu'à la formulation et à l'évaluation de trois produits cosmétiques prototypes : Une crème capillaire, Une crème pour les pieds, et Un baume à lèvres .

## Références

- [1] Grand View Research. *Petroleum Jelly Market Trends* [en ligne]. Grand View Research, 2021. Disponible sur : <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/petroleum-jellymarket>
- [2] DWECK, A.C. *Natural ingredients in cosmetics. International Journal of Cosmetic Science*, 2002, vol. 24, n° 6, p. 353–370.
- [3] OECD. *Consumer Behaviour and Environmental Policy* [en ligne]. OECD Publishing, 2014. Disponible sur : <https://www.oecd.org/environment/consumer-behaviour.htm>
- [4] EMA – European Medicines Agency. *Assessment Report on Cera alba (Beeswax)* [en ligne]. EMA, 2018. Disponible sur : [https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbalreport/assessment-report-cera-alba-beeswax\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbalreport/assessment-report-cera-alba-beeswax_en.pdf)
- [5] JIMÉNEZ-GÓMEZ, C.P., CARRERA, G. et SÁNCHEZ-LÓPEZ, E. *Vegetable waxes in cosmetics. Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2020, vol. 16, p. 100244. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100244>
- [6] DOBRE, A., MIHĂESCU, G. et IORDĂCHESCU, G. *Bee products: chemical composition and therapeutic applications. Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Chemia*, 2011, vol. 56, n° 3, p. 65–76.
- [7] PIRES, J., SOUSA, L. et OLIVEIRA, M. *Beeswax in cosmetic formulations: recent developments and future trends. Cosmetics*, 2020, vol. 7, n° 3, p. 68. DOI : <https://doi.org/10.3390/cosmetics7030068>
- [8] Ministère de l'Industrie (Algérie). *Stratégie de valorisation des ressources locales : Rapport national*, Alger, 2020.
- [9] BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D. et IDAOMAR, M. *Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology*, 2008, vol. 46, n° 2, p. 446–475. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- [10] SOKOVIĆ, M., GLAMOČLIJA, J., MARIN, P.D., BRKIĆ, D. et VAN GOETHEM, M. *Antimicrobial activity of essential oils and their components against the food-borne pathogens. Food Control*, 2010, vol. 21, n° 10, p. 1426–1432.

- [11] LATRECHE, A., ROUIBI, A. et SAADI, A. *Étude comparative des huiles essentielles de Lavandula angustifolia cultivée dans deux régions d'Algérie (Blida et Chlef)*. Mémoire de Master, Université de Blida 1, 2024.
- [12] KATARZYNA, W., MAŁGORZATA, R. et ANNA, K. *Chemical composition of Lavandula essential oils from Eastern Europe. Industrial Crops and Products*, 2022, vol. 179, p. 114672.  
DOI : <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114672>

**Partie**  
**Bibliographique**

# I. Partie Bibliographique

## I.1. Les produits cosmétiques et leur réglementation

### I.1.1. Histoire et évolution des produits cosmétiques

Le mot cosmétique trouve son origine dans le grec ancien, signifiant « orner », c'est-à-dire ajouter un élément décoratif à une personne ou à une chose. De manière générale, un produit cosmétique peut être défini comme une substance destinée à entrer en contact avec les différentes parties superficielles du corps humain, notamment la peau, les cheveux, les ongles, les lèvres et les dents, dans le but exclusif ou principal de les nettoyer, les parfumer, en modifier l'aspect, les protéger, les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs.

De nos jours, les cosmétiques sont devenus des produits de consommation courante, considérés comme essentiels. Ils ne se contentent plus d'attirer visuellement, mais exercent également un effet psychologique sur les utilisateurs. Leur usage s'est largement démocratisé et leur popularité a connu une croissance exponentielle au cours des trois à quatre dernières décennies, aussi bien chez les femmes que chez les hommes. Parmi les produits les plus utilisés figurent les teintures capillaires, les poudres et les crèmes [1].

L'histoire des produits cosmétiques remonte à l'Antiquité. Les plus anciens témoignages archéologiques de leur utilisation ont été retrouvés dans des sépultures égyptiennes datant de la première dynastie (environ 3100–2907 av. J.-C.). À l'origine réservés aux dieux, les parfums ont rapidement été adoptés par les femmes, qui utilisaient des onguents parfumés à base d'huiles végétales (huile de palme, huile d'olive) et d'herbes aromatiques pour protéger leur peau du vieillissement. Les Égyptiens, hommes et femmes, ont ensuite intégré le maquillage dans les rites funéraires avant qu'il ne devienne un usage quotidien. Dans la Rome antique, les femmes utilisaient des crèmes cosmétiques comme fond de teint afin d'obtenir un teint pâle, considéré comme un idéal de beauté.

Avec l'avènement du XXe siècle, et surtout au cours du XXIe siècle, l'industrialisation ainsi que les avancées scientifiques ont profondément transformé le domaine de la cosmétologie. L'apparition de parfums de synthèse, de dérivés pétrochimiques, de tensioactifs synthétiques et de stabilisants d'émulsions a permis la mise au point de formulations de plus en plus sophistiquées. Ces innovations marquent l'ère des cosmétiques modernes, caractérisés par la complexité de leurs compositions et la diversité de leurs effets [2].

### I.1.2. Définition des produits cosmétiques

Le mot cosmétique provient du grec kosmêtikos, dérivé de kosmos, qui désigne la beauté, l'ordre, l'ornement, la parure ou encore la belle apparence. Dans l'Antiquité grecque, ce terme ne se limitait pas à une description du ciel ou de l'univers, mais s'appliquait également à l'organisation harmonieuse d'une armée prête à la bataille, symbolisant ainsi l'ordre, la discipline et une esthétique capable d'impressionner l'adversaire [3].

Conformément au Code de la santé publique français (article L.5131-1) et au règlement cosmétique de l'Union européenne (règlement (CE) n°1223/2009, article 2), un produit cosmétique est défini comme une substance ou un mélange destiné à être appliqué sur les parties superficielles du corps humain (épiderme, systèmes pileux et capillaires, ongles, lèvres, organes génitaux externes) ou sur les dents et les muqueuses buccales, dans un but exclusivement ou principalement esthétique : nettoyage, parfumage, modification de l'aspect, protection, maintien en bon état ou correction des odeurs corporelles. Le produit cosmétique se distingue ainsi du médicament, car il ne peut revendiquer aucun effet curatif ou préventif sur une pathologie humaine ou animale, ni modifier ou corriger une fonction organique [4].

Un produit cosmétique ne peut donc être présenté comme un médicament : il ne doit pas avoir d'effet thérapeutique ou préventif vis-à-vis des maladies humaines. Dans le cas contraire, le produit entre dans la catégorie des produits pharmaceutiques soumis à la réglementation des médicaments. Cette distinction est précisée par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), qui rappelle que seuls les médicaments peuvent revendiquer des propriétés curatives ou préventives [5].

### I.1.3. Classification des familles de cosmétiques

Suite à la définition réglementaire des produits cosmétiques, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a établi une classification regroupant ces produits selon leur usage principal. On distingue généralement quatre grandes catégories : les produits pour la peau, les produits d'hygiène, les produits capillaires et les autres produits, tels que les parfums et les soins des ongles [4-7].

**Tableau 1.** Catégories de produits cosmétiques selon l'ANSM [4].

Catégorie	Types de produits inclus
<b>Produits pour la peau</b>	Crèmes, lotions, gels, huiles (visage, mains, pieds) ; masques de beauté (hors abrasion chimique) ; fonds de teint ; poudres de maquillage ou hygiène ; produits pour le bain et la douche ; produits solaires ou autobronzants ; produits blanchissants ; antirides ; produits pour le rasage ; maquillage et démaquillant ; produits pour les lèvres.
<b>Produits d'hygiène</b>	Savons de toilette ; produits dentaires et buccaux ; hygiène intime externe ; déodorants ; antiperspirants.
<b>Produits capillaires</b>	Colorants ou décolorants capillaires ; produits de mise en forme (ondulation, défrisage, fixation, mise en plis) ; shampooings ; lotions ; crèmes ; huiles capillaires ; produits de coiffage (laques, brillantines).
<b>Autres produits</b>	- Parfums, eaux de toilette, Cologne. - Produits dépilatoires. - Produits pour soins ou maquillage des ongles.

### I.1.4. Composition générale des produits cosmétiques

La forme finale d'un produit cosmétique résulte de l'association judicieuse de plusieurs ingrédients, classés en trois grandes catégories :

- **Le principe actif**, qui assure l'efficacité recherchée du produit.
- **L'excipient**, qui détermine la forme galénique du produit et favorise la diffusion des actifs.
- **Les additifs**, qui améliorent les propriétés sensorielles, esthétiques et de conservation du produit fini [8].

#### I.1.4.1 Principes actifs

L'efficacité et l'action ciblée d'un produit cosmétique reposent essentiellement sur les principes actifs qu'il contient. Leur concentration est généralement située entre 2 et 3 %. Les effets les plus fréquemment revendiqués sont : l'hydratation (via des agents humectants, filmogènes ou occlusifs), l'action anti-âge (antioxydants, antirides) ainsi que la photoprotection contre les rayons UV (UVA et UVB) [9].

### I.1.4.2 Excipients

Les excipients constituent le support du produit cosmétique. Ils déterminent sa forme galénique finale (gel, émulsion fluide ou épaisse, eau/huile ou huile/eau, etc.) et influencent sa texture. Ils jouent un rôle important dans la pénétration des actifs dans la peau ou leur dépôt sur les cheveux, les dents, etc.

Selon leur nature, les excipients peuvent être :

- **Hydrophobes** : huiles, cires, acides gras, alcools gras, gélifiants.
- **Hydrophiles**: gélifiants.
- **Amphiphiles**: tensioactifs.

### I.1.4.3 Additifs

Les additifs sont des ingrédients incorporés pour conserver, parfumer ou colorer le produit cosmétique.

#### a. Conservateurs

Leur rôle est de prévenir le développement des micro-organismes. S'ils sont encore majoritairement d'origine synthétique, l'industrie cosmétique intègre de plus en plus de conservateurs naturels.

#### b. Parfums

Il s'agit de mélanges liposolubles de substances odorantes, qui procurent un plaisir sensoriel à l'utilisateur et confèrent une identité olfactive propre au produit. Certaines substances parfumantes, comme les huiles essentielles, peuvent également avoir une activité biologique.

#### c. Colorants

Ils donnent au produit une couleur attractive et renforcent son aspect visuel. Aujourd'hui, le secteur cosmétique connaît une profonde évolution. On note une tendance croissante à l'intégration d'additifs innovants, destinés à améliorer leur qualité ou à répondre à des exigences marketing spécifiques. Parmi ces additifs figurent le nacre, les microparticules réfléchissantes, les agents exfoliants, les particules décoratives, les extraits végétaux, les huiles essentielles et les arômes [10].

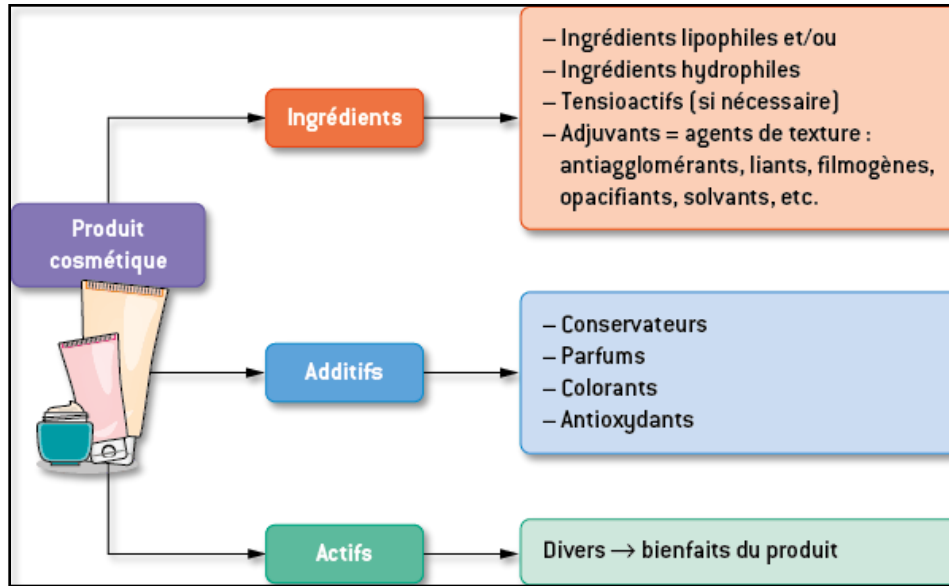


Figure 1. La composition d'un produit cosmétique [11].

### I.1.5. Les grandes fonctions chimiques en cosmétique

La formulation des produits cosmétiques repose sur l'association de diverses familles chimiques, chacune jouant un rôle spécifique dans la texture, la stabilité, l'efficacité ou la sécurité du produit fini. Ces fonctions chimiques sont essentielles pour assurer la performance et la tolérance des cosmétiques sur la peau, les cheveux ou d'autres parties du corps [11].

Tableau 2. Les grandes familles chimiques utilisées en cosmétique et leurs fonctions [5].

Famille chimique	Exemples	Fonction principale	Utilisation en cosmétique
<b>Hydrocarbures</b>	Vaseline, paraffine	Agent occlusif, protecteur	Bases grasses dans les crèmes, pommades
<b>Alcools gras</b>	Alcool laurylique, cétylique	Émollient, co-émulsifiant	Crèmes hydratantes, laits corporels
<b>Alcools hydrosolubles</b>	Éthanol	Solvant, antiseptique, conservateur	Lotions, gels hydroalcooliques
<b>Thiols (R-SH)</b>	Thioglycolates	Réducteur	Produits dépilatoires, permanentes

## I. Partie Bibliographique

<b>Acides gras</b>	Acide laurique, palmitique, stéarique	Agent épaississant, émulsifiant	Savons, crèmes, sticks
<b>Esters organiques</b>	Cires, esters de glycérol	Émollient, agent filmogène	Baumes, rouges à lèvres, soins capillaires
<b>Esters organo-minéraux</b>	Laurylsulfate de sodium	Tensioactif, agent moussant	Shampooings, gels douche
<b>Insaponifiables</b>	Tocophérol (Vitamine E), stérols, provitamine A	Antioxydant, anti-âge	Crèmes anti-rides, soins réparateurs
<b>Glucides et dérivés</b>	Esters de glucose	Agent hydratant, tensioactif	Lotions, produits pour peau sensible
<b>Amines</b>	Amines primaires, secondaires, tertiaires	Régulateur de pH, tensioactif	Crèmes, soins capillaires
<b>Amides</b>	Amides disubstituées	Émollient, stabilisant	Soins capillaires, crèmes hydratantes
<b>Sels d'ammonium quaternaires</b>	Chlorure de cetrimonium	Antistatique, conditionneur capillaire	Après-shampooings, produits coiffants
<b>Acides aminés</b>	Glycine, alanine, acides aminés naturels	Hydratant, stabilisant du pH	Crèmes pour peau sensible, soins nourrissants

### I.1.6. Effets indésirables des cosmétiques conventionnels

Les effets indésirables liés à l'usage de produits cosmétiques peuvent être regroupés en deux grandes catégories :

- D'une part, les effets cutanés à apparition immédiate ;
- D'autre part, les effets à long terme, susceptibles d'avoir une incidence sur le système endocrinien, la reproduction ou d'augmenter les risques de cancer et d'altérations génétiques.

Si les réactions immédiates, visibles et localisées, sont généralement bien reconnues et attribuées aux cosmétiques, les effets différés restent encore largement méconnus. Leur lien de causalité avec l'usage cosmétique demeure difficile à établir de manière formelle [12].

### **I.1.6.1 Réactions immédiates**

Parmi les effets immédiats, la dermatite de contact — aussi appelée eczéma de contact constitue la réaction la plus fréquemment rapportée. Elle est à l'origine de 2 à 4 % des consultations dermatologiques. Néanmoins, ce chiffre est probablement sous-estimé, car de nombreux cas ne sont pas déclarés ou traités médicalement. Cette pathologie se manifeste par une inflammation cutanée induite par un agent extérieur, qui peut être soit irritant (dermatite de contact irritante), soit allergisant (dermatite de contact allergique) [13].

### **I.1.6.2. Réactions d'irritation**

Les réactions d'irritation sont parmi les plus courantes après l'application de produits cosmétiques. Elles surviennent fréquemment chez les personnes ayant une peau sensible, en réponse au contact avec des substances irritantes — telles que certains agents moussants ou des crèmes anti-âge. On distingue également des réactions aéroportées, pouvant se manifester au niveau de la peau, des yeux ou des voies respiratoires.

### **I.1.6.3. Réactions photo-toxiques ou photo-irritatives**

Ces réactions inflammatoires aiguës apparaissent lorsqu'un produit cosmétique contenant une substance sensibilisante est appliqué, puis exposé à la lumière du soleil ou à des sources artificielles d'UV. Certaines substances végétales ou parfums peuvent provoquer ce type de réactions lorsqu'ils interagissent avec les rayonnements UV [14].

## **I.1.7. Les produits cosmétiques naturels**

### **I.1.7.1 Définition**

Définition donnée par le Comité d'experts sur les produits cosmétiques du Conseil de l'Europe en septembre 2000 : Par « produit cosmétique naturel », on entend tout produit composé de substances naturelles (d'origine végétale, animale ou minérale, ainsi que de mélanges de ces substances), obtenu et traité dans des conditions bien définies (méthodes physiques, microbiologiques et enzymatiques). « Un produit fini ne peut être qualifié de naturel que s'il ne contient aucun produit de synthèse (à l'exception des conservateurs, parfums et propulseurs) [3,5,7].

### I.1.7.2. Composition des cosmétiques naturels

#### a. Bases actives

Les bases actives servent à diluer les principes actifs concentrés et constituent la base de nombreuses préparations cosmétiques comme les crèmes ou les baumes. Parmi ces bases, on retrouve principalement les huiles végétales et essentielles, les macérâts, les cires naturelles ainsi que le miel [4].

#### b. Eau

L'eau peut représenter jusqu'à 80 % de la formulation totale d'un produit cosmétique bio.

#### c. Argiles

Différentes variétés d'argiles sont utilisées selon leur nature et leurs propriétés : jaune, rouge, rose, violette, verte et blanche.

#### d. Cires naturelles

Les cires utilisées en cosmétique bio incluent : la cire d'abeille blanche, la cire d'abeille jaune biologique, la cire de candelilla, la cire de carnauba bio, la cire de riz, ainsi que la cire de mimosa [15].

#### e. Matières d'origine végétale

Les plantes constituent une source exceptionnelle de principes actifs, exploités depuis des millénaires. Ces composés naturels offrent des bienfaits reconnus pour la peau, en contraste avec les ingrédients synthétiques fréquemment présents dans les cosmétiques conventionnels [16].

#### f. Beurres végétaux

Ces substances sont des triglycérides ayant une texture pâteuse, en raison de leur forte teneur en acides gras saturés.

#### h. Huiles

- **Huiles végétales** : Elles forment un élément clé des formulations naturelles. Issues du pressage de graines ou de fruits oléagineux, elles sont riches en acides gras polyinsaturés, bénéfiques pour la peau, et constituent d'excellents vecteurs pour les huiles essentielles [16].
- **Huiles essentielles** : Substances volatiles et odorantes extraites de certaines plantes par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision. Elles sont présentes dans un grand nombre d'espèces végétales [17].

### I.1.7.3. Avantages des produits cosmétiques naturels

- ✓ Composition simplifiée et efficace.
- ✓ Les produits naturels contiennent peu d'ingrédients, ce qui réduit le risque d'irritation ou d'allergie, tout en maintenant une efficacité prouvée.
- ✓ Meilleure compatibilité avec la peau.
- ✓ Les cosmétiques biologiques présentent une affinité naturelle avec les constituants de l'épiderme, ce qui favorise une meilleure tolérance cutanée.
- ✓ Richesse en nutriments essentiels.
- ✓ Les ingrédients issus de l'agriculture biologique sont naturellement riches en vitamines, antioxydants, acides aminés et acides gras, bénéfiques pour la santé et la beauté de la peau[18].

### ✓ I.1.8. Réglementation des produits cosmétiques

#### I.1.8.1. Les exigences réglementaires européennes

Au sein de l'Union européenne, la réglementation des produits cosmétiques est encadrée par deux institutions principales :

- **Le Conseil européen**, qui émet des recommandations relatives à la composition et à l'usage des cosmétiques afin d'assurer la sécurité des consommateurs.
- **La Commission européenne**, qui publie des directives concernant les méthodes d'analyse et assure l'actualisation des annexes du règlement en fonction des avancées scientifiques et techniques.

L'association professionnelle Cosmetics Europe (anciennement COLIPA) représente l'industrie cosmétique au niveau européen.

**Le Dossier d'Information Produit (DIP) Conformément à l'article 11 du Règlement (CE) n° 1223/2009**, tout produit cosmétique mis sur le marché européen doit être accompagné d'un dossier d'information produit (DIP), moins complexe que le dossier d'AMM des médicaments, mais néanmoins obligatoire. Ce dossier, que les autorités de contrôle peuvent consulter à tout moment, doit comprendre :

- Une description complète du produit (formule qualitative et quantitative, nom, codes d'identification).
- Un rapport sur la sécurité du produit, rédigé selon les exigences de l'annexe I du règlement.

- Une description du procédé de fabrication et de conditionnement, avec une déclaration de conformité aux Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF).
- Les preuves de l'efficacité revendiquée, si le produit met en avant un effet particulier.
- Les informations sur les expérimentations animales éventuellement réalisées. Depuis le 11 mars 2013, les tests sur animaux sont interdits pour les produits cosmétiques. Toutefois, les résultats de tests antérieurs à cette date restent utilisables.

### ***Les exigences d'étiquetage***

Selon l'article R5131-4 du Code de la santé publique, l'étiquetage des produits cosmétiques doit inclure les mentions obligatoires suivantes, visibles sur l'emballage ou le conditionnement :

- Le nom ou la raison sociale, ainsi que l'adresse du fabricant ou du responsable de la mise sur le marché situé dans l'UE ou l'EEE.
- Le pays d'origine, si le produit est fabriqué en dehors de l'Union européenne ou de l'Espace économique européen.
- Le contenu nominal (en masse ou en volume), sauf pour les récipients de moins de 5 g ou 5 ml, les échantillons, unidoses ou présentations multiples.
- La date de durabilité minimale (DDM) pour les produits ayant une durée de vie inférieure à 30 mois.
- Les précautions particulières d'emploi.
- Le numéro de lot ou une référence permettant d'identifier la fabrication.
- La fonction du produit, sauf si elle est évidente d'après sa présentation.
- La liste complète des ingrédients.
- Pour les produits en aérosol, un pictogramme de danger et la mention « INFLAMMABLE » doivent figurer clairement sur l'emballage [19-21].

### **I.1.8.2. Les exigences réglementaires en Algérie**

L'Algérie constitue un marché en pleine expansion, comptant environ 35 millions de consommateurs, dont plus de 16,5 millions de femmes. Ce marché, influencé par les tendances internationales et en constante modernisation, affiche une forte croissance, notamment dans le secteur des parfums et produits cosmétiques, dont les importations étaient estimées à 91 millions d'euros en 2008. Ce volume positionne l'Algérie comme le premier marché d'Afrique du Nord dans ce domaine [22].

La distribution des cosmétiques se fait essentiellement par l'intermédiaire de grossistes multicartes, mais elle reste fortement perturbée par la concurrence du marché informel et la prolifération des produits contrefaits. Malgré cela, les produits français, perçus comme des symboles de qualité et de prestige, conservent une image très favorable auprès des consommateurs algériens, ce qui explique la progression régulière des exportations françaises et la présence dominante des entreprises françaises sur ce marché [22].

### ▪ *Conditions de production et d'importation des produits cosmétiques*

Depuis avril 2010, la commercialisation des produits cosmétiques en Algérie est soumise à une autorisation préalable délivrée par le ministère du Commerce. Cette exigence s'inscrit dans le cadre d'un décret publié au Journal Officiel le 21 avril 2010, imposant de nouvelles conditions pour la fabrication, l'importation et la mise sur le marché des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle [23].

Pour obtenir cette autorisation, les fabricants et importateurs doivent déposer un dossier réglementaire comprenant une quinzaine de pièces justificatives, notamment :

- ✓ La dénomination exacte et la désignation du produit ;
- ✓ L'usage prévu, le mode d'emploi et les précautions d'utilisation ;
- ✓ La composition qualitative du produit et les caractéristiques analytiques des matières premières utilisées ;
- ✓ Les résultats des analyses et des tests effectués, tant sur les matières premières que sur les produits finis ;
- ✓ Les essais toxicologiques menés, en particulier sur la toxicité cutanée, transcutanée et muqueuse, ainsi que les méthodes d'essai utilisées ;
- ✓ Le système d'identification des lots de fabrication ;
- ✓ Le modèle ou la maquette d'étiquetage ;
- ✓ L'identité, la fonction et les qualifications professionnelles des personnes responsables de la fabrication, du conditionnement, de l'importation et du contrôle de conformité.

L'autorisation de mise sur le marché est accordée ou refusée dans un délai de 45 jours suivant la remise du récépissé de dépôt de la demande. La décision est rendue après avis de la commission scientifique et technique du Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage (CACQE), bien que les critères d'évaluation retenus par cette commission ne soient pas précisés dans le décret [23].

### I.2. Les huiles essentielles dans la formulation cosmétique

#### I.2.1. Définition

Les huiles essentielles (HE) sont des substances volatiles, aromatiques et non grasses, extraites des plantes sous forme liquide. Elles sont produites par certaines plantes aromatiques en tant que **métabolites secondaires**, jouant un rôle dans leur défense, leur adaptation à l'environnement ou leur communication.

En 1987, l'**AFNOR** (Association Française de Normalisation) a défini officiellement une huile essentielle comme :

*“Un produit obtenu à partir d'une matière végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation à sec, soit encore par expression mécanique (notamment pour les zestes de Citrus), puis séparé de la phase aqueuse par des procédés physiques [24].*

#### I.2.2. Répartition, localisation et biosynthèse

Les huiles essentielles sont produites dans des cellules glandulaires spécialisées, généralement recouvertes d'une cuticule. Elles sont ensuite stockées dans différentes structures, selon les familles végétales :

- Dans des cellules à huiles essentielles (ex. : Lauraceae, Zingiberaceae) ;
- Dans des poils sécréteurs (ex. : Lamiaceae) ;
- Dans des poches sécrétrices (ex. : Myrtaceae, Rutaceae) ; ou dans des canaux sécréteurs (ex. : Apiaceae, Asteraceae).

Dans certains cas, les huiles essentielles peuvent également être transportées dans l'espace intracellulaire, notamment lorsque les poches sécrétrices sont situées dans les tissus internes de la plante.

Au niveau du site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spécifiques, composées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes. En raison de leur caractère lipophile et de leur très faible perméabilité aux gaz, ces membranes limitent fortement l'évaporation des huiles essentielles ainsi que leur oxydation au contact de l'air [6].

### I.2.3. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Parmi les nombreuses techniques d'extraction des huiles essentielles, la distillation demeure la méthode la plus ancienne et reste, à ce jour, la plus largement utilisée. Toutefois, des techniques plus récentes ont été développées dans le but d'améliorer le rendement et/ou la qualité des huiles essentielles obtenues, réduire la durée du procédé, minimiser l'utilisation de solvants, et accélérer la cinétique d'extraction [6].

#### I.2.3.1. Extraction par hydrodistillation

L'hydrodistillation consiste à chauffer un mélange d'eau et de plante afin d'évaporer les huiles essentielles. La vapeur est ensuite condensée, puis les phases huileuse et aqueuse sont séparées par décantation. Cette méthode peut être réalisée selon trois variantes :

- Hydrodistillation classique : la plante est immergée dans l'eau.
- Vapo-hydrodistillation : la vapeur d'eau est produite sous la plante, placée sur une grille, sans contact direct avec l'eau.
- Vapo-distillation : la vapeur est générée dans une chaudière externe puis injectée dans l'alambic.

Le système de Clevenger est souvent utilisé pour le recyclage de l'eau (cohobage) lors de petites extractions en laboratoire [6,25].

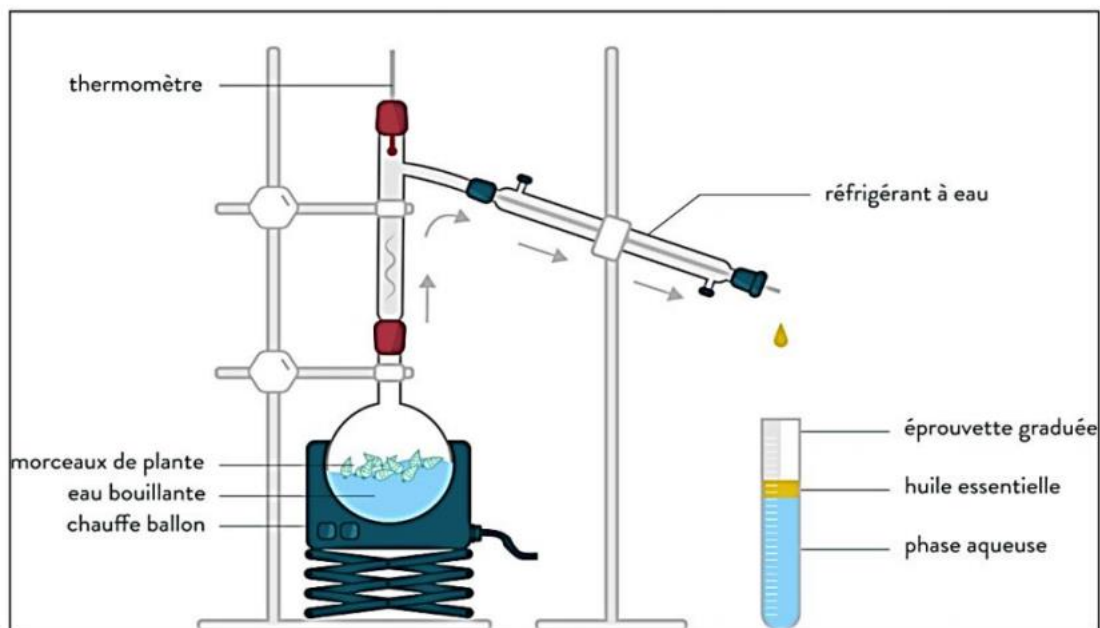
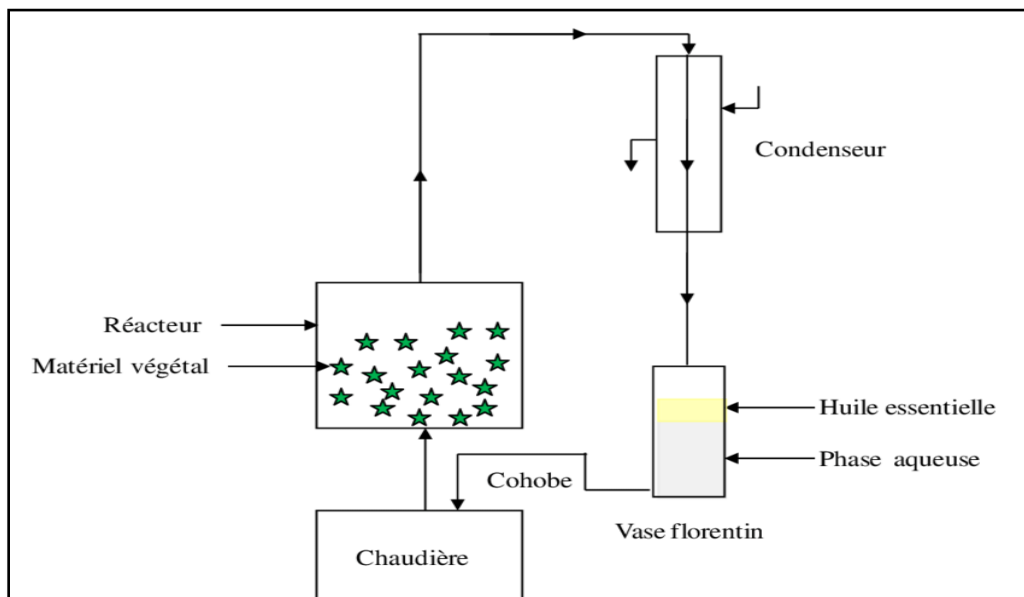


Figure 2. Montage de l'extraction par hydrodistillation [26].

### I.2.3.2. Distillation par entraînement à la vapeur

La distillation par entraînement à la vapeur est l'une des méthodes officielles d'obtention des huiles essentielles. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est placé dans un alambic, sur une plaque perforée située à une certaine distance au-dessus du fond rempli d'eau [6].

Le végétal est ainsi soumis à l'action directe d'un courant de vapeur, sans macération préalable. Les vapeurs, saturées en composés volatils, sont ensuite condensées, puis décantées dans l'essencier, avant d'être séparées en deux phases : une phase aqueuse (HA) et une phase organique (HE) [27].



**Figure 3.** Extraction par entraînement à la vapeur [28].

### I.2.3.3. Extraction par micro-ondes

Apparue au début des années 1990, l'hydrodistillation par micro-ondes sous vide est une technique innovante d'extraction des huiles essentielles. Dans ce procédé, la matrice végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte fermée, où la pression est réduite de manière séquentielle. La vapeur d'eau, issue de l'humidité naturellement présente dans la plante, entraîne les composés volatils, qui sont ensuite récupérés par condensation, refroidissement, puis décantation [6].

Les micro-ondes sont des ondes électromagnétiques dont la fréquence est comprise entre 300 MHz et 30 GHz, ce qui correspond à une longueur d'onde de 1 m à 1 cm. Elles se propagent dans le vide à la vitesse de la lumière [22].

Dans l'extraction assistée par micro-ondes, la plante est mise en contact avec un extractant (eau ou solvant organique), qui est chauffé par l'action des micro-ondes. Ce procédé permet un chauffage homogène, rapide et efficace, tout en réduisant le temps d'extraction ainsi que la consommation énergétique [29].

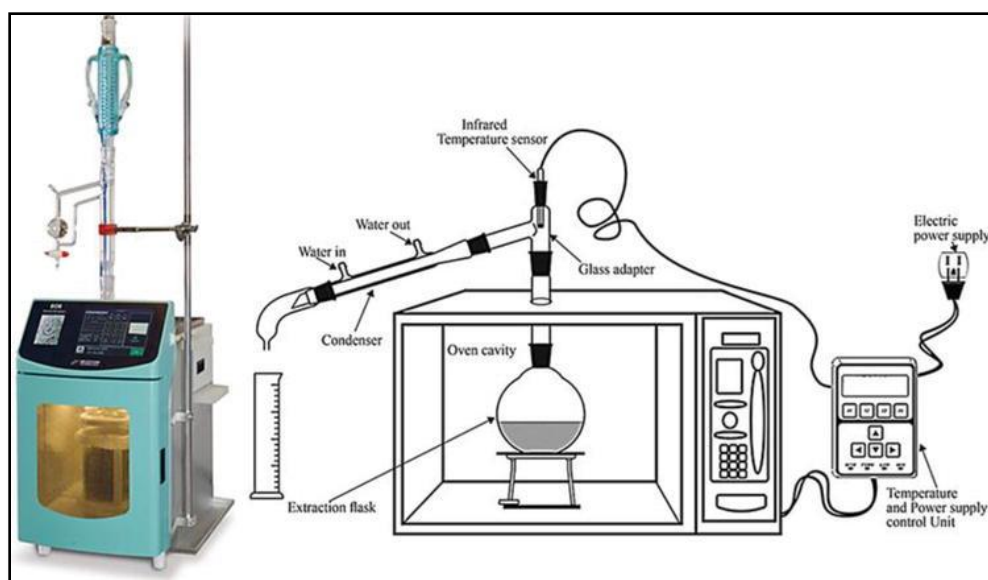


Figure 4. Extraction par microonde [30].

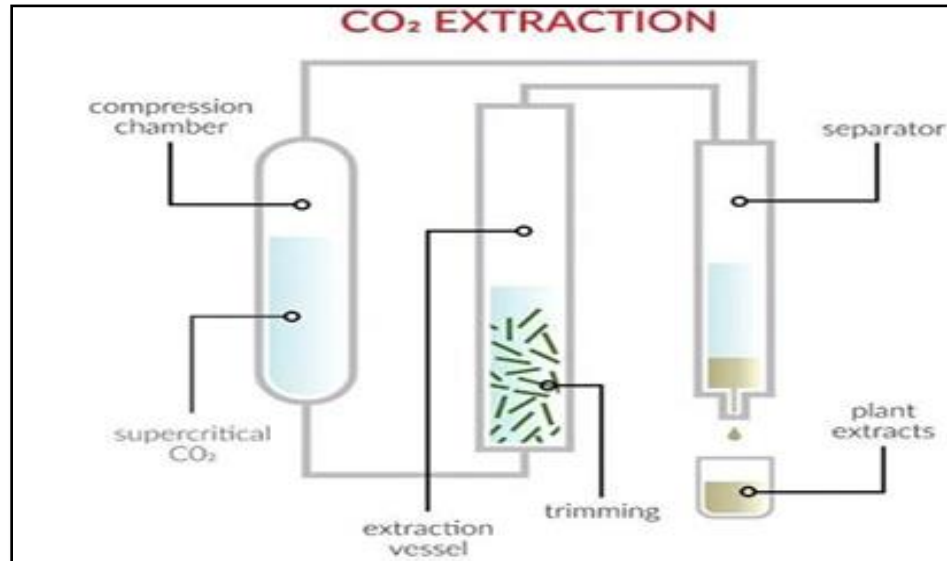
### I.2.3.4. Extraction au CO<sub>2</sub>

L'originalité de cette technique réside dans l'utilisation du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) à l'état supercritique comme solvant d'extraction. Le procédé consiste à comprimer le CO<sub>2</sub> à des pressions et des températures supérieures à son point critique ( $P = 72,8$  bars ;  $T = 31,1$  °C). À l'état supercritique, le CO<sub>2</sub> n'est ni liquide ni gazeux, ce qui lui confère un excellent pouvoir d'extraction. Ce pouvoir peut être modulé à volonté en ajustant la température et la pression de mise en œuvre. Les fluides supercritiques, comme le CO<sub>2</sub>, présentent de bonnes capacités de solvation à l'état supercritique, mais deviennent de mauvais solvants à l'état gazeux (Bouras, 2018) [29].

Les principaux avantages de cette méthode sont les suivants :

- Le CO<sub>2</sub> est chimiquement inerte, naturel, non toxique et peu coûteux.

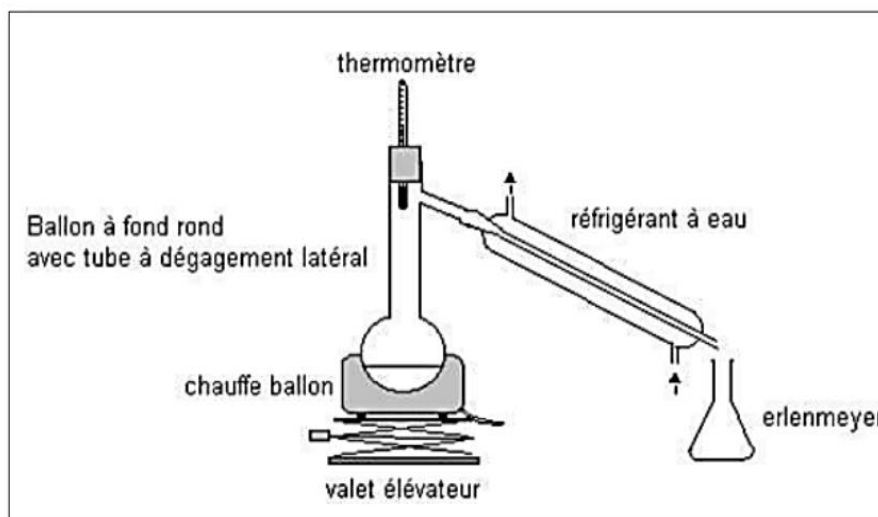
- En fin de cycle, la séparation entre le solvant et le soluté est simple : une simple détente permet de ramener le CO<sub>2</sub> à l'état gazeux, facilitant ainsi la récupération quasi totale de l'extrait, à un coût réduit [29].



**Figure 5.** Montage de l'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique [29].

### **I.2.3.5. 3.1.12. Extraction par solvants organiques**

La technique d'extraction par solvants organiques consiste à placer un solvant volatil, ainsi que la matière végétale à traiter, dans un extracteur. Par le biais de lavages successifs, le solvant s'enrichit en composés aromatiques. Il est ensuite dirigé vers un concentrateur, où il est distillé à pression atmosphérique [34]. L'épuisement de la plante est réalisé à l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu cireux, fortement coloré et très aromatique, appelé « concrète » [29].



**Figure 6.** Méthode d'extraction par solvant [32].

### I.2.3. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, liquides à température ambiante, plus ou moins fluides, et caractérisées par une odeur aromatique marquée. Elles sont en général incolores ou légèrement teintées de jaune pâle, bien que certaines puissent présenter des couleurs particulières en fonction de leur composition chimique : bleu (camomille), vert (absinthe) ou rouge (cannelle). Cette coloration est principalement attribuée à la présence de l'azulène ( $C_{15}H_{18}$ ), un composé aromatique naturel. Sur cette base, quatre catégories peuvent être distinguées [33].

Huiles incolores : ne contenant ni azulène ni résine,

- Huiles jaunes : contenant uniquement des résines,
- Huiles bleues : riches en azulène,
- Huiles vertes, brunâtres ou jaune-vert : contenant de l'azulène en proportion variable.

Sur le plan physico-chimique, elles ont une densité généralement inférieure à 1, ce qui les rend moins denses que l'eau. Une densité inférieure à 0,9 indique une concentration élevée en composés terpéniques ou aliphatiques, tandis qu'une densité supérieure à 1 suggère la présence de terpènes polycycliques [29].

Les huiles essentielles présentent un indice de réfraction élevé et disposent d'un pouvoir rotatoire, ce qui signifie qu'elles sont optiquement actives. Elles sont également volatiles : elles s'évaporent facilement au contact de l'air ou sous l'effet de la chaleur, et peuvent être entraînées par la vapeur d'eau, ce qui constitue le fondement de leur extraction par hydrodistillation [29,34].

## I. Partie Bibliographique

Elles sont solubles dans l'alcool, l'éther et la plupart des solvants organiques apolaires, mais très peu solubles dans l'eau. Néanmoins, elles peuvent y libérer leur parfum, donnant naissance à ce que l'on appelle des eaux florales distillées ou hydrolats [35].

Enfin, leur point d'ébullition est toujours supérieur à 100 °C, et dépend du poids moléculaire des composants. Cette propriété influence leur comportement thermique et leur stabilité [29].

**Tableau 3.** Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles [36].

Critère	Caractéristiques
Densité	Généralement inférieure à 1 (par rapport à l'eau)
Solubilité	Solubles dans les solvants organiques ; insolubles dans l'eau
Volatilité	Très volatiles : se vaporisent facilement à température ambiante
Couleur	Incolores, transparentes ou légèrement colorées selon la composition
Odeur	Odeur caractéristique propre à chaque huile, liée à sa composition chimique
Toxicité	Potentiellement toxiques en cas de surdosage ou d'utilisation inappropriée

### I.2.4. Critères influençant la qualité des huiles essentielles

Selon Jouault, plusieurs éléments clés interviennent dans la détermination de la qualité d'une huile essentielle. Ces facteurs peuvent être regroupés comme suit :

**a) Le choix botanique de la plante :** la qualité de l'huile essentielle dépend avant tout de l'identification précise du genre et de l'espèce végétale utilisés.

**b) Le chémotype :** il correspond au profil chimique spécifique que peut présenter une plante appartenant à la même espèce, mais cultivée dans des conditions environnementales variées. Ce chémotype est influencé par des paramètres tels que l'ensoleillement, la température, l'humidité ambiante, la nature du sol, la pression atmosphérique ou encore la durée d'exposition à la lumière (photopériode).

**c) La partie végétale utilisée pour l'extraction :** chaque organe de la plante (feuilles, fleurs, racines...) possède une activité enzymatique propre, ce qui entraîne une variation notable dans la composition chimique de l'huile extraite. Il est donc essentiel de préciser la partie de la plante utilisée lors de la distillation.

**d) Le moment de la récolte :** il convient de cueillir la plante au stade optimal de développement, lorsque la concentration en composés actifs est à son maximum, afin d'obtenir une huile essentielle de qualité supérieure.

**e) Les conditions de conservation :** pour préserver la stabilité et l'efficacité de l'huile essentielle, celle-ci doit être conservée dans un flacon en verre teinté, hermétiquement fermé, à l'abri de la lumière, de la chaleur et dans un environnement frais. Ceci permet d'éviter l'oxydation et la polymérisation des constituants volatils [36].

### I.2.5. Principaux domaines d'application des huiles essentielles

Les huiles essentielles (HEs) trouvent de nombreuses applications grâce à la diversité de leurs propriétés biologiques, chimiques et sensorielles. Elles occupent aujourd'hui une place essentielle dans plusieurs secteurs industriels, économiques et médicaux [37].

**Tableau 4.** Principaux secteurs d'utilisation des huiles essentielles et leurs propriétés associées [29].

Secteur d'utilisation	Propriétés / Intérêts des huiles essentielles
Pharmaceutique	Antiseptique, analgésique, antispasmodique, apéritif, antidiabétique
Agroalimentaire	Effet antioxydant, propriété aromatisante
Parfumerie	Propriété odoriférante, composés très utilisés dans l'élaboration de parfums
Cosmétique	Propriété odoriférante, parfums des produits de soins et d'hygiène

#### I.2.5.1. Aromathérapie

L'aromathérapie est une médecine alternative reposant sur l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Celles-ci y sont appréciées pour leurs effets antalgiques, anti-inflammatoires, tonifiants ou relaxants. Leur emploi est en pleine expansion dans divers domaines paramédicaux tels que la kinésithérapie, l'acupuncture, l'ostéopathie, la rhumatologie ou encore dans les soins esthétiques [37].

#### I.2.5.2. Secteur agroalimentaire

Dans le secteur alimentaire, les huiles essentielles sont largement utilisées en raison de leurs propriétés aromatiques (comme l'ail, le thym, le laurier) et antiseptiques. Elles sont très

présentes dans les préparations culinaires, la confiserie (chocolats, bonbons), et dans la liquoristerie (boissons anisées, kummel). Leur capacité antioxydante permet également de prolonger la conservation des aliments en limitant la formation des moisissures et le rancissement [37].

### I.2.5.3. Cosmétologie et parfumerie

Les huiles essentielles sont très recherchées dans les industries de la parfumerie et de la cosmétique pour leurs qualités odoriférantes. On estime que près de 60 % des essences utilisées en parfumerie sont issues des huiles essentielles, notamment celles de rose, de jasmin, de violette ou de verveine. En cosmétologie, elles sont couramment incorporées dans une grande variété de produits : shampooings, dentifrices, savons, crèmes solaires, rouges à lèvres, etc. Elles sont aussi utilisées pour masquer les odeurs désagréables de certains produits ménagers (lessives, détergents) [6,37]

### I.2.5.4. Pharmacie

En pharmacie, les huiles essentielles jouent un rôle essentiel. Près de 40 % des médicaments actuels contiennent des principes actifs d'origine végétale. Certaines huiles essentielles sont utilisées pour leurs propriétés aromatisantes, afin d'améliorer l'acceptabilité des médicaments administrés par voie orale. Elles entrent également dans la formulation de divers produits pharmaceutiques tels que collyres, crèmes, élixirs et médicaments digestifs (ex. : gastralgine) [37].

## I.2.6. Cas d'étude

### I.2.6.1. Huile essentielle de lavande

#### a. Définition et appellation de la lavande

Le terme « lavande » trouve son origine dans le verbe *laver*, probablement dérivé de l'italien *lavando*, signifiant « action de laver ». Cette étymologie suggère que la lavande était utilisée dès l'Antiquité pour parfumer le linge propre. Une autre hypothèse relie *Lavandula* et *lavande* au mot latin *livere*, signifiant « bleuâtre », qui a donné naissance, en latin médiéval, au terme *lavindula* [38].

La lavande vraie, ou *Lavandula angustifolia*, est un sous-arbrisseau aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. Elle est réputée pour son parfum doux et ses multiples

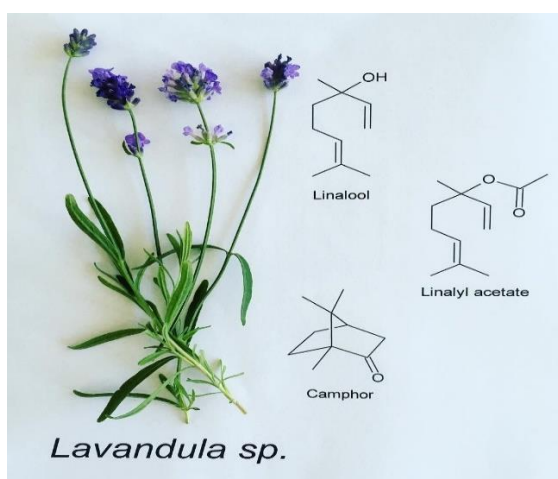
propriétés médicinales et cosmétiques. Connue dans de nombreuses cultures, elle porte plusieurs appellations selon les langues et les usages :

**Tableau 5.** Appellations de la lavande [38].

Langue / Contexte	Appellation
Nom scientifique	<i>Lavandula angustifolia</i>
Noms communs (français)	Lavande officinale, Lavande vraie, Aspic, Lavandin
Arabe	Khozama (الخُزَامِي)
Anglais	Lavender
Latin	<i>Lavandula</i>

### b. Description botanique

La lavande est un petit arbrisseau vivace et aromatique, originaire du bassin méditerranéen, caractérisé par une souche ligneuse courte et très ramifiée. Elle peut atteindre jusqu'à un mètre de hauteur. Elle développe une racine pivotante et des tiges dressées, mesurant entre 20 et 50 centimètres. Ces tiges, grêles, blanchâtres et très ramifiées dès leur base, forment un ensemble touffu. Les feuilles, disposées de manière opposée, sont étroites, lancéolées, linéaires, persistantes et velues. Elles mesurent entre 3 et 5 cm de longueur, sont de couleur gris-vert, et dégagent une odeur aromatique caractéristique. La floraison se déroule en été. Les fleurs, regroupées en épis terminaux très odorants, sont de teinte mauve à bleu violacé. Enfin, le fruit de la lavande est un akène, contenant une graine de couleur noirâtre [39,40]



**Figure 7.** La Lavande [41].

### c. Origine et répartition géographique

#### ▪ À l'échelle mondiale

Les différentes espèces de lavande sont largement répandues, en particulier dans la région méditerranéenne. On les cultive abondamment en France, en Espagne, en Italie, ainsi qu'en Turquie. Les deux espèces les plus représentatives sont *Lavandula stoechas* et *Lavandula angustifolia*, auxquelles s'ajoutent plusieurs sous-espèces, présentes aussi bien à l'état sauvage qu'en culture. Leur aire de distribution comprend les îles Canaries, l'Islande, l'ensemble du bassin méditerranéen, l'Afrique du Nord, le sud-ouest de l'Asie, ainsi que certaines régions tropicales d'Afrique. Leur présence s'étend jusqu'en Inde [42,43].

#### En Algérie

En Algérie, *Lavandula stoechas* est l'espèce la plus répandue dans le nord du pays. Elle se développe naturellement dans les zones de maquis et sur les collines arides et rocailleuses. Cette lavande affectionne particulièrement les sols acides et siliceux, et tolère des conditions de mi-ombre ainsi que des températures pouvant descendre jusqu'à  $-5^{\circ}\text{C}$ . Sa floraison, plus précoce que celle des autres espèces, a lieu entre avril et mai, avec parfois une seconde période de floraison à l'automne [44].

### d. Composition chimique

L'huile essentielle de *Lavandula angustifolia*, obtenue par hydrodistillation des parties aériennes de la plante, se compose majoritairement de composés hydrocarbonés volatils. Concernant *Lavandula stoechas* cultivée en Algérie et récoltée au stade de pleine floraison, l'analyse révèle une composition spécifique dominée par les molécules suivantes :

- **Fenchone** : 31,6 %
- **Camphre** : 22,4 %
- **p-Cymène** : 6,5 %
- **Lavandulyl acétate** : 3,0 %
- **$\alpha$ -Pinène** : 1,0 %

Ces concentrations varient tant sur le plan quantitatif que qualitatif selon l'origine géographique, ce qui reflète la grande diversité chimique du genre *Lavandula*. Par ailleurs, ce genre est reconnu pour sa richesse en composés phénoliques. Environ dix-neuf flavones et huit anthocyanines ont été identifiées dans les différentes espèces. Parmi les dérivés phénoliques

régulièrement retrouvés dans les feuilles, on note la présence de deux esters d'acides hydroxycinnamiques : l'acide rosmarinique et l'acide chlorogénique.

Les flavonoïdes spécifiques à *Lavandula stoechas* comprennent notamment :

- **Apigénine-7-glucoside**
- **Lutéoline**
- **Lutéoline-7-glucoside**
- **Lutéoline-7-glucuronide** [45].

### e. Propriétés médicinales et thérapeutiques

L'huile essentielle de lavande vraie (*Lavandula angustifolia*) est largement reconnue en aromathérapie pour sa grande polyvalence et ses nombreux bienfaits pour la santé. Ses propriétés principales incluent :

- **Antalgique** : Elle soulage efficacement les migraines, les crampes et les douleurs musculaires.
- **Calmante et sédative** : Elle favorise la détente nerveuse et améliore la qualité du sommeil, notamment en cas de stress ou d'anxiété.
- **Expectorante** : Elle est bénéfique en cas de troubles respiratoires comme l'asthme, la bronchite, l'otite ou encore la laryngite.
- **Anti-rhumatismale** : Utilisée en bain ou en massage, elle soulage les douleurs liées à la sciatique, à la goutte et aux rhumatismes [31].

### f. Activités biologiques

Des études antérieures ont mis en évidence les **propriétés antioxydantes** de *Lavandula stoechas* L.. Les extraits aqueux et éthanoliques de cette espèce ont montré une capacité significative à **inhiber la peroxydation lipidique** dans des émulsions d'acide linoléique, ainsi qu'un **fort pouvoir réducteur**. Ils présentent également une **activité antiradicalaire élevée**, notamment contre les **anions superoxydes**, en plus de leur capacité à **chélater les ions ferreux** et à **neutraliser leur activité catalytique** [45].

### g. Applications des huiles essentielles de lavande

L'espèce *Lavandula stoechas* est largement répandue dans la région méditerranéenne et est reconnue pour ses propriétés médicinales, principalement dues à sa teneur en huile essentielle.

### ▪ Utilisation en parfumerie

L'huile essentielle de lavande est traditionnellement utilisée pour parfumer le linge et protéger les vêtements contre les mites, notamment dans les armoires. Elle entre également dans la composition de produits d'hygiène comme les savons, détergents et papiers hygiéniques. Dans le domaine des parfums, la lavande est particulièrement utilisée dans les fragrances masculines [39].

### ▪ Utilisation médicinale

L'huile essentielle de lavande présente de nombreuses propriétés thérapeutiques :

- Elle est antiseptique, bactéricide, désinfectante, cicatrisante, et antivenimeuse.
- Elle est utilisée pour traiter les piqûres, les brûlures, ainsi que pour soulager les migraines lorsqu'elle est appliquée sur les tempes.
- Grâce à ses effets calmants et antispasmodiques, elle contribue à apaiser l'anxiété, la nervosité, l'insomnie, les douleurs musculaires et les troubles respiratoires.
- Elle est aussi employée dans certaines préparations culinaires, en petite quantité, pour son arôme agréable [46].

### ▪ Utilisation en protection des végétaux

Les extraits issus de plantes comme la lavande contiennent divers composés actifs capables de :

- Stimuler les défenses naturelles des plantes,
- Repousser les insectes nuisibles,
- Inhiber le développement des champignons pathogènes.

Ces extraits sont utilisés comme pesticides biologiques ou répulsifs naturels, que ce soit en traitement préventif ou curatif, afin de réduire les dégâts agricoles. Leur composition chimique et leur efficacité dépendent du type de plante, de la concentration appliquée, ainsi que du mode d'application [47].

### I.2.6.2. Huile essentielle de romarin

#### a. Généralités et historique

Le romarin (*Rosmarinus officinalis L.*) est une plante aromatique typique des zones méditerranéennes. Elle pousse spontanément sur les coteaux arides, dans les garrigues et sur les terrains rocheux, jusqu'aux régions semi-désertiques proches du Sahara. Depuis l'Antiquité, le romarin est réputé pour ses effets bénéfiques sur la mémoire et la concentration. En Grèce, il est

encore courant que les étudiants fassent brûler du romarin dans leurs chambres pendant les périodes d'examen pour stimuler leurs capacités mentales [24].

L'étymologie du mot « romarin » fait référence à plusieurs origines :

- Du latin « *ros marinus* », signifiant rosée de mer ;
- Du grec « *rhops myrinos* », signifiant buisson aromatique ;
- Ou encore du latin « *rhus marinus* », qui désigne le sumac marin.

Le romarin est également connu sous d'autres noms populaires, tels que « herbe-aux-couronnes ». En Provence, il est parfois appelé « encensier ».

Les noms vernaculaires en langue arabe ou berbère comprennent : Iklil al jabal, Klil, Hatssa louban, Hassalban, Lazir, Aziir, Ouzbir, Aklel [25].

### b. Caractéristiques botaniques

- **Nom scientifique :** *Salvia rosmarinus* Schleid.
- **Famille botanique:** Lamiacées
- **Origine:** Régions du bassin méditerranéen
- **Type :** Arbrisseau vivace à feuillage persistant
- **Hauteur:** De 50 cm à 1,5 mètre
- **Feuilles :** Très étroites, linéaires et coriaces, de couleur vert foncé sur la face supérieure et blanchâtres et duveteuses sur la face inférieure.
- **Fleurs :** De petite taille, elles varient du bleu pâle au mauve et apparaissent en grappes à l'extrémité des rameaux.
- **Floraison :** Selon le climat, elle s'étale de janvier jusqu'à l'automne [7].

Le romarin est principalement cultivé pour ses sommités fleuries, qui sont particulièrement riches en huile essentielle. Celles-ci sont récoltées idéalement entre mai et juillet, pendant les périodes chaudes et sèches, ce qui constitue la phase optimale pour leur distillation.



**Figure 8.** Fleure de romarin [48].



**Figure 9.** Rameau de feuille de romarin [49].

### c. Composition chimique de *Rosmarinus officinalis*

La composition chimique du romarin varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la localisation géographique, la variété, la partie utilisée de la plante, ainsi que le moment de la récolte, celle-ci étant optimale lorsque la plante est à son maximum de concentration en huiles essentielles [50].

Le romarin contient de nombreux composés bioactifs, notamment des flavonoïdes (comme la lutéoline et l'apigénine), des diterpènes (tels que le carnosol et l'acide carnosique) ainsi que des acides phénoliques.

Selon une étude scientifique menée, les constituants les plus fréquemment analysés dans le romarin sont :

- L'huile essentielle volatile : 27 %
- L'acide carnosique : 30 %
- L'acide rosmarinique : 12 %

- L'acide ursolique : 6 %

Ces composés confèrent au romarin ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes, largement exploitées en phytothérapie, cosmétique et agroalimentaire [51].

### Propriétés thérapeutiques du romarin

Le romarin est souvent décrit dans la littérature ancienne comme un *remède miracle*, figurant dans de nombreuses monographies de médecine médiévale. En plus de ses usages culinaires, liés à son arôme caractéristique, cette plante est traditionnellement employée pour ses vertus carminatives, antispasmodiques, analgésiques et comme tonique circulatoire. Elle est également utilisée pour stimuler la mémoire et favoriser la pousse des cheveux

D'autres effets médicinaux lui sont attribués, notamment :

- Antirhumatismale, diurétique, expectorante, antiépileptique, hépatoprotectrice et antimutagène.
- Antiinflammatoire et anti-athérosclérotique.
- Radioprotectrice, grâce à sa richesse en polyphénols et à son activité antioxydante.
- Antioxydante, antimicrobienne et anticancéreuse.

Des études récentes rapportent d'autres propriétés pharmacologiques telles que :

- Soulagement de l'asthme, coliques néphrétiques, hépatotoxicité, ulcères gastro-duodénaux, cataracte, et cardiopathies ischémiques
- Réduction de la pression artérielle et de la peroxydation lipidique dans le cœur et le cerveau, en particulier grâce à l'acide rosmarinique
- Effets neuroprotecteurs et antiangiogéniques dus à l'acide carnosique et au carnosol
- Actions antivirales, néphroprotectrices, hypoglycémiantes, relaxantes musculaires et antiallergiques cutanées [13,42,43].

### d. Propriétés antimicrobiennes du romarin

L'activité antibactérienne du romarin a été évaluée notamment contre *Streptococcus sobrinus*. Les extraits aqueux et méthanoliques ont montré une inhibition significative de la croissance de cette bactérie, ainsi qu'une réduction de l'activité de la glucosyltransférase, enzyme impliquée dans la formation de la plaque dentaire. Ces résultats suggèrent un effet préventif contre les caries dentaires.

Par ailleurs, une étude sur l'activité antimicrobienne de composés végétaux sur 29 micro-organismes pertinents en dermatologie a révélé que l'acide carnosique extrait du romarin, obtenu

par extraction supercritique au dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), inhibait la croissance de 28 souches sur 29 testées [24].

### e. Activités biologiques du romarin

Le romarin possède une activité antimicrobienne contre diverses bactéries et champignons, notamment grâce à ses composés volatils tels que le camphre, le cinéole et le pinène. Des recherches récentes suggèrent également que le romarin exerce des effets neuroprotecteurs en réduisant le stress oxydatif et l'inflammation cérébrale, contribuant ainsi à la protection des fonctions cognitives et à la santé neurologique.

Concernant la prévention du cancer, plusieurs études ont démontré que les extraits de romarin et leurs composés actifs (en particulier l'acide carnosique et l'acide rosmarinique) peuvent inhiber la prolifération des cellules tumorales et induire l'apoptose (mort cellulaire programmée) dans différents types de cancers [52].

Enfin, les extraits de romarin montrent des effets gastroprotecteurs, en réduisant l'inflammation gastrique et en protégeant la muqueuse de l'estomac [23].

## I.3. La cire d'abeille : matière grasse naturelle multifonction

### I.3.1. Origine de la cire d'abeille

La cire d'abeille, produit naturel d'origine animale, est une matière grasse complexe sécrétée par les glandes cirières des jeunes abeilles ouvrières de l'espèce *Apis mellifera L.* (Darchen, 1968). Cette substance est utilisée par les abeilles pour la construction des alvéoles hexagonales de la ruche, servant à stocker le miel, le pollen, ou à accueillir le couvain [11]. La cire est principalement produite lorsque la colonie connaît un besoin spécifique, notamment au printemps et en été.

Selon l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), il s'agit d'un mélange complexe de lipides et d'hydrocarbures, dont la composition varie légèrement selon l'origine florale et géographique. On distingue plusieurs formes de cire d'abeille, notamment la cire jaune brute, et la cire blanche purifiée (blanchie), utilisée couramment dans l'industrie cosmétique.

La cire d'abeille fond à une température située entre 62 et 65 °C. Elle est disponible sur le marché sous diverses formes : blocs, pastilles, plaques ou pains. Elle est utilisée à des concentrations variables selon les formulations, typiquement entre 3 % et 10 % dans les produits cosmétiques [1]. Historiquement, elle est utilisée depuis des millénaires dans des préparations médicinales, rituelles

ou techniques, et demeure aujourd'hui un ingrédient de choix dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et alimentaire.



Figure 10. Cire d'abeille [53].



Figure 11. Cire d'abeille blanche [54].

### I.3.2. Composition chimique de la cire d'abeille

La cire d'abeille est un mélange complexe composé de :

- **Monoesters** (35 à 45 %) : principalement des esters d'acides gras et d'alcools à longues chaînes (C26–C36).
- **Hydrocarbures** (12 à 16 %) : principalement linéaires, de type alcanes, avec une prédominance de l'heptacosane (C<sub>27</sub>H<sub>56</sub>).
- **Acides gras libres** (12 à 14 %) : acide palmitique, acide cérotique, etc.
- **Alcools libres** (1 à 2 %) : alcool cérylique, alcool myricylique.
- **Diesters et polyesters** (3 à 4 %) : contribuant à la plasticité de la cire.
- **Substances mineures** : pigments, résines, composés aromatiques, vitamines liposolubles (notamment la vitamine A).

Sa couleur varie du jaune au brun selon son degré de pureté et sa teneur en impuretés (pollens, propolis). Après purification (blanchiment), elle prend un aspect blanc cassé à blanc éclatant, ce qui la rend idéale pour une utilisation dans les formulations dermocosmétiques [1].

### I.3.3. Propriétés physico-chimiques de la cire d'abeille

#### I.3.3.1. Caractéristiques physiques

La cire d'abeille est un matériau lipophile solide à température ambiante (environ 20 °C). Elle devient cassante lorsque la température descend en dessous de 18 °C. À l'état naturel, elle est produite sous forme d'écailles très blanches, voire translucides, d'environ 0,8 mg chacune, sécrétées par les glandes cirières situées sur l'abdomen des jeunes abeilles ouvrières (Darchen, 1968). Ces écailles sont ensuite malaxées avec de la propolis et du pollen (environ 6 %) par les abeilles, ce qui favorise leur solidification à la température de la colonie (35 à 37 °C).

### I.3.3.2. Caractéristiques chimiques

La cire d'abeille est un mélange complexe de substances lipidiques, principalement des esters d'acides gras et d'alcools à longues chaînes, des hydrocarbures, des acides gras libres et des alcools. Sa composition varie en fonction de plusieurs facteurs : l'espèce ou race d'abeille, l'alimentation, l'environnement floral et le degré de vieillissement de la cire.

Les techniques analytiques modernes telles que la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) permettent de déterminer avec précision la composition qualitative et quantitative des composants présents dans la cire d'abeille, notamment le profil des esters aliphatiques [55].

**Tableau 6.** Propriétés physico-chimiques de la cire d'abeille [56].

<b>Propriété</b>	<b>Valeur</b>	<b>Interprétation</b>
<b>Point de fusion</b>	61–66 °C	Typique des cires naturelles, reflète la plage de ramollissement.
<b>Densité</b>	0,950–0,965	Densité faible, cohérente avec des composés lipidiques.
<b>Solubilité</b>	Insoluble dans l'eau ; soluble à chaud dans l'éther, l'acétone, le chloroforme, le benzène	Comportement classique des substances hydrophobes.
<b>Indice de réfraction (à 75 °C)</b>	1,440–1,445	Témoigne d'une structure organique relativement simple.
<b>Indice d'acide</b>	18–23	Indique la quantité d'acides libres présents dans la cire.
<b>Indice d'ester</b>	70–90	Évalue la teneur en esters ; un indice élevé suggère une forte estérification.
<b>Ratio esters/acide</b>	3,3–4,3 (Europe) ; 8–9 (Asie)	Utilisé pour distinguer les origines géographiques ; un ratio élevé reflète une cire riche en esters.

<b>Indice de saponification</b>	87–104	Indicateur global de la teneur en esters ; plus il est élevé, plus la cire contient de petites molécules.
---------------------------------	--------	---

### I.3.4. Usage en cosmétologie : rôle fonctionnel de la cire d'abeille

La cire d'abeille est largement utilisée en cosmétique pour ses multiples propriétés fonctionnelles. Elle agit en tant qu'agent de consistance, émoullient, émulsifiant, filmogène, protecteur et nourrissant. Grâce à sa douceur et à sa bonne tolérance cutanée, elle est adaptée aux soins pour tous types de peaux, y compris les plus sensibles. Elle forme une barrière semi-occlusive à la surface de la peau, limitant la perte d'eau transépidermique et protégeant efficacement contre les agressions extérieures telles que le froid et le vent

La cire d'abeille est incorporée dans divers produits cosmétiques :

- **Crèmes pour les mains et le visage**, dont les crèmes hydratantes pour peaux normales ;
- **Pommades dermiques réparatrices** ;
- **Lotions hydratantes** ;
- **Savons et shampoings solides** ;
- **Baumes et sticks à lèvres**.

Son point de fusion élevé lui confère une bonne stabilité thermique, ce qui en fait un ingrédient de choix dans les formulations solides qui ne fondent pas facilement au soleil. En outre, elle est utilisée pour lier les huiles et graisses dans des formules qui doivent fondre progressivement sur la peau [11].

### I.3.5. Avantages de la cire d'abeille par rapport aux cires synthétiques et paraffines

La cire d'abeille présente de nombreux avantages comparatifs face aux cires synthétiques (comme la cérésine) et aux paraffines dérivées du pétrole, ce qui en fait une matière première précieuse en cosmétologie naturelle :

- **Origine naturelle et renouvelable** : Contrairement aux cires synthétiques, la cire d'abeille est un produit d'origine biologique, sécrété naturellement par les abeilles (*Apis mellifera*). Elle s'inscrit donc dans une démarche de développement durable et d'écoconception des produits cosmétiques
- **Biocompatibilité et tolérance cutanée élevée** : Grâce à sa composition lipidique proche du film hydrolipidique humain, la cire d'abeille est bien tolérée, même par les peaux

sensibles. Elle limite les risques d'irritation, ce qui n'est pas toujours le cas des cires issues de la pétrochimie

- **Propriétés fonctionnelles multiples**
  - **Emolliente** : elle assouplit et adoucit la peau ;
  - **Filmogène** : elle forme une barrière protectrice naturelle sans effet occlusif excessif
  - **Hydratante indirecte** : elle limite la perte en eau transépidermique ;
  - **Stabilisante** : elle améliore la texture et la stabilité des émulsions (cold creams, baumes, pommades, etc.).
- **Absence de dérivés pétroliers** : La cire d'abeille ne contient ni hydrocarbures ni impuretés issues du raffinage, ce qui la rend plus sûre d'un point de vue toxicologique, notamment en cosmétique bio certifiée.
- **Potentiel thérapeutique** : À la différence des cires inertes comme la paraffine, la cire d'abeille possède des **propriétés antibactériennes, anti-inflammatoires et cicatrisantes** avérées, contribuant ainsi à la santé cutanée
- **Impact environnemental réduit** : Étant biodégradable, la cire d'abeille ne laisse pas de résidus polluants dans l'environnement, contrairement aux produits issus du pétrole [56,57].

### I.4. La vaseline : état des lieux et alternatives naturelles

#### I.4.1. Définition, origine et usages traditionnels de la vaseline

La vaseline, ou gelée de pétrole (petrolatum), est une substance semi-solide issue du raffinage du pétrole brut. Son invention remonte à 1872, et elle est devenue un ingrédient incontournable dans les produits de soin cutané, grâce à ses propriétés occlusives qui empêchent la déshydratation cutanée [58].

Selon le cabinet Statista, la valeur du marché mondial des produits contenant de la vaseline a été estimée à 1,6 milliard USD en 2022, avec une croissance prévue de 3,4 % par an jusqu'en 2030 [59].

Elle est largement utilisée dans :

- Les crèmes et baumes hydratants,
- Les soins pour bébés,
- Les traitements pour brûlures légères ou écorchures,
- Les usages industriels (lubrifiants, anti-rouilles).

### I.4.2. Limites de la vaseline conventionnelle (origine pétrochimique, impacts environnementaux)

La vaseline est un dérivé direct du pétrole, une ressource non renouvelable. Des études de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) soulignent que des dérivés mal purifiés de pétrole peuvent contenir des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), certains étant classés cancérigènes de catégorie 1B [60].

- L'Organisation mondiale de la santé (OMS) alerte sur les effets des HAP, en lien avec des risques accrus de cancer du sein, des poumons et du foie chez les utilisateurs fréquents de produits mal raffinés [61].
- Une étude publiée dans *Environmental Health Perspectives* indique que 21 % des produits cosmétiques testés dans l'UE contenaient des traces de HAP, bien que la plupart restaient sous les seuils légaux [61].
- La production de vaseline est liée à l'industrie pétrolière, responsable de près de 42 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE) [62].
- Elle n'est pas biodégradable, ce qui entraîne une persistance environnementale, en particulier dans les milieux aquatiques.

### I.4.3. Intérêt du développement de vaseline naturelle à base de cire et d'huiles essentielles

Face à ces enjeux, la création d'une vaseline naturelle, à base de cire d'abeille et d'huiles essentielles, présente plusieurs avantages :

- Santé et sécurité : absence de dérivés pétrochimiques, donc sans risque de HAP.
- Propriétés fonctionnelles améliorées : certaines huiles essentielles ajoutent des propriétés antibactériennes, cicatrisantes, et anti-inflammatoires [63].
- Valorisation de matières premières locales (cire, huile d'olive, huile d'argan, etc.), soutenant l'économie circulaire et l'agriculture durable.

Selon EcoCert, la demande mondiale en cosmétiques naturels augmente de 8 à 10 % par an, et plus de 52 % des consommateurs européens déclarent préférer des produits éco-conçus et sans pétrole [64].

### I.4.4. État de l'art sur les substituts naturels de la vaseline (beurres végétaux, cires naturelles, etc.)

**Tableau 1 :** Substituts naturels à la vaseline conventionnelle – Origine, propriétés et avantages [63-65].

<b>Substitut naturel</b>	<b>Origine</b>	<b>Propriétés</b>	<b>Points forts</b>
Beurre de karité	Noix de karité	Nourrissant, réparateur	Riche en vitamines A et E
Cire d'abeille	Apiculture	Protectrice, filmogène	Naturelle et antibactérienne
Huile de jojoba	Graines de jojoba	Régulatrice de sébum, hydratante	Très proche du sébum humain
Beurre de cacao	Fèves de cacao	Protecteur, nourrissant	Idéal pour les zones très sèches
Aloe vera	Feuille d'aloès	Apaisant, hydratant, anti-inflammatoire	Usage recommandé pour peaux sensibles

Ces alternatives, inspirées des données disponibles dans les publications comme celles de Organic Beauty Lover et Medicogrp, sont de plus en plus utilisées par des marques de cosmétiques naturels, en réponse à une demande croissante de produits "clean beauty" [63,65].

### LES REFERENCES

- [1] SHARMA, G., GADHIYA, J. et DHANAWAT, M. *Manuel de formulations cosmétiques* [en ligne]. Département de pharmacie, Université de Mewar, Rajasthan, 2018, 96 p. Disponible sur : <https://www.scientificspectator.com/documents/book%20service/Guttenberg%20Books/Textbook%20of%20Cosmetology.pdf>
- [2] RAVOAHARIMANANA, Ianjasoa Sariaka. *Formulation de produits cosmétiques bio selon un procédé vert avec des légumineuses comme actifs* [en ligne]. Thèse. Antananarivo : Université d'Antananarivo, École Supérieure Polytechnique, 2023, 97 p. Disponible sur : <https://polytechnique.mg/these/correction.pd>
- [3] BAURES, C., BEDDA, S., GARDERES, E., et al. *Les cosmétiques biologiques à la loupe : Entrez dans l'univers des controverses actuelles, des labels et de la réglementation* [en ligne]. Dossier Santé, Mastère Management des Industries de Santé, juin 2009, 53 p. Disponible sur : [https://www.agrobiosciences.org/IMG/pdf/Dossier\\_cosmetiques\\_biologiques\\_octobre\\_2009.pdf](https://www.agrobiosciences.org/IMG/pdf/Dossier_cosmetiques_biologiques_octobre_2009.pdf)
- [4] APETE, Sara. *Rôle de la parapharmacie à l'officine : cas appliqué à la cosmétique* [en ligne]. Thèse. Lille : Université de Lille, 2024, 150 p. Disponible sur : [https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/Th\\_Pharma/2024/2024ULILE050.pdf](https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/Th_Pharma/2024/2024ULILE050.pdf)
- [5] BENNOUAR, Mohamed Karim, BENSABA, Chaima et BENHABIB, Ouassila. *Formulation et production d'une crème de change biologique : une approche écologique et durable* [en ligne]. Thèse. Aïn Témouchent : Université Belhadj Bouchaib, 2024. Disponible sur : <http://dspace.univ-temouchent.edu.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/4919/1/PFE%20chaima%2025%20juin%202024%20-%20Chaima%20Bensaha.pdf>
- [6] LAICHE, Charaf Eddine et MECHERI, Marouane. *Extraction des huiles essentielles et hydrolats* [en ligne]. Mémoire de Master. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine, 2023, 67 p. Disponible sur : <https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2023/Fabrication%20de%20produits%20cosm%C3%A9tiques%20naturels.pdf>
- [7] RANOASY MANANKASINA, Antonia. *Étude de l'extraction de l'huile essentielle de romarin* [en ligne]. Mémoire de licence. Antsirabe : Université d'Antananarivo, Institut

## I. Partie Bibliographique

---

d'Enseignement Supérieur, 2020, 69 p. Disponible sur : <https://iesav.mg/public/uploads/livres/etude-de-l-extraction-de-l-huile-essentielle-de-romarin.pdf>

[8] PAQUATTE, Olivier. Utilisation de beurres en cosmétique. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides* [en ligne], 2009, vol. 16, n° 4-5-6. Disponible sur : <https://www.ocljournal.org/articles/ocl/abs/2009/04/ocl2009164-5-6p259/ocl2009164-5-6p259.html>

[9] LAFFORGUE, C. Actifs anti-vieillessement. In : MARTINI, M.-C. et SEILLER, M. (éds). *Actifs et additifs en cosmétologie*. Paris : Lavoisier, 2006, chap. 27, p. 585–600.

[10] MARTINI, Marie-Claude. *Introduction à la dermatopharmacie et à la cosmétologie* [en ligne]. 1<sup>re</sup> éd. Paris : Lavoisier, 2011, 411 p. Disponible sur : [https://books.google.ci/books?id=6wy2GQAACAAJ&hl=fr&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.ci/books?id=6wy2GQAACAAJ&hl=fr&source=gbs_navlinks_s)

[11] DIGISCHOOL. Image - L'usage responsable des produits cosmétiques [en ligne]. Disponible sur : <https://www.digischool.fr/cours/l-usage-responsable-des-produits-cosmetiques>

[12] CHAHBI, Chourouk et SOUFI, Wiam. *Activité antimicrobienne et antioxydante de la propolis de différentes régions algériennes (Bouira, Médéa, Tipaza, Guelma)* [en ligne]. Mémoire de Master. Biskra : Université Mohamed Khider de Biskra, 2024.

[13] REGNAULT, C., USAL, M., VEYRENC, S., et al. Unexpected metabolic disorders induced by endocrine disruptors in *Xenopus tropicalis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018, vol. 115, n° 19, p. E4416–E4425. Disponible sur : <https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.1721267115>

[14] COSMÉBIO. *Cosmébio* [en ligne]. Valence Cedex 9 : Pôle Ineed - Rovaltain TGV, 2019. Disponible sur : [https://abiodoc.docressources.fr/index.php?lvl=notice\\_display&id=40871](https://abiodoc.docressources.fr/index.php?lvl=notice_display&id=40871)

[15] LELEU, C., COLLIN, L. et COLLET, E. Quoi de neuf en allergie de contact aux cosmétiques de la vie quotidienne ? *Revue Française d'Allergologie*, 2025, vol. 65, p. 104248. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187703202500020X>

[16] WIART, Nathalie. La question du naturel dans les couleurs-matériaux biologiques et véganes en cosmétique. *Technologie et innovation*, 2025, vol. 10, n° 15. Disponible sur : [https://openscience.fr/IMG/pdf/07\\_final.wiart\\_cosmetique\\_iste-nw.pdf](https://openscience.fr/IMG/pdf/07_final.wiart_cosmetique_iste-nw.pdf)

## I. Partie Bibliographique

---

- [17] FRANTZ SEGOVIA, Christian Gonzalo. *Mémoire de maîtrise en informatique* [en ligne]. Québec : Université du Québec à Chicoutimi, 2024. Disponible sur : [https://constellation.uqac.ca/id/eprint/9840/1/FrantzSegovia\\_uqac\\_0862N\\_11138.pdf](https://constellation.uqac.ca/id/eprint/9840/1/FrantzSegovia_uqac_0862N_11138.pdf)
- [18] MARS, Marie-Catherine et DEPARDON, Karine. Les cosmétiques biologiques : exploration d'une consommation alternative et résistante. *13èmes Journées de Recherche en Marketing de Bourgogne*, 2008, vol. 20, p. 40–59.
- [19] MERZ, Lorraine. *État des lieux de la réglementation européenne relative aux allégations des produits cosmétiques* [en ligne]. Thèse. Marseille : Université d'Aix-Marseille, 2019. Disponible sur : <https://amu.hal.science/dumas-02295842/>
- [20] TITERLEA, Vlad. *Libre circulation des marchandises : libre circulation des produits cosmétiques, des médicaments et des produits alimentaires* [en ligne]. Blogdroiteuropéen, 2017. Disponible sur : <https://hal.science/hal-03521145v1/file/nadmi-1-2017-lcm-final1.pdf>
- [21] BOUSBIA, Nabil. *Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires* [en ligne]. Thèse. Université d'Avignon et Institut national agronomique El Harrach, 2011. Disponible sur : [https://theses.hal.science/tel-00915117/file/Doctorat\\_BOUSBIA\\_-\\_Nabil.pdf](https://theses.hal.science/tel-00915117/file/Doctorat_BOUSBIA_-_Nabil.pdf)
- [22] WHITE, J. Walls. Salicylic Acid : Its History and Uses. *Glasgow Medical Journal*, 1882, vol. 17, n° 4, p. 253.
- [23] CARDENAS, Jesus. *Saule blanc (Salix alba) – La phytothérapie* [en ligne]. Disponible sur : <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/saule-blanc.htm>
- [24] HUET, Raymond, et al. Les huiles essentielles d'agrumes (suite). *Fruits*, 1991, vol. 46, n° 5, p. 551–576.
- [25] RIM, HadeF, LEZZAR, Manel et MOKHBI, Wissam. *Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles du girofle et du romarin* [en ligne]. Mémoire de Master. Mila : Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, 2023. Disponible sur : <https://bucket.theses-algerie.com/files/repositories-dz/1628409330110730.pdf>
- [26] SCHOOLMOUV. Fiche pratique – Réaliser une hydrodistillation [en ligne]. Disponible sur : <https://www.schoolmouv.fr/savoir-faire/realiser-une-hydrodistillation/fiche-pratique>

- [27] FATAH, Fatima Zohra. *Étude de l'activité antioxydante de quelques huiles essentielles de la région de Aïn Témouchent* [en ligne]. Thèse. Aïn Témouchent : Université Belhadj Bouchaib, 2024, 61 p.
- [28] RESEARCHGATE. Figure – Extraction par entraînement à la vapeur [en ligne]. Disponible sur : <https://www.researchgate.net/figure/Extraction-par-entraînement>
- [29] MEDDAH, Hamza et BELAMRI, Oussama. *Extraction d'huile des déchets agroalimentaires : caractérisation et application* [en ligne]. Thèse. Ouargla : Université Kasdi Merbah, 2023. Disponible sur : <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/32867/1/HAMZA%20MEDDAH%20compressed.pdf>
- [30] INTECHOPEN. Image – Extraction par micro-onde [en ligne]. Disponible sur : <https://www.intechopen.com/chapters/77433>
- [31] BELBACHIR, Sidahmed et TCHENAR, Nadir Mohamed. *Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles des plantes médicinales Ruta chalepensis et Lavandula angustifolia de la région d'Aïn Témouchent*. Thèse. Aïn Témouchent : Université Belhadj Bouchaib, 2019, 88 p.
- [32] ARSIE.MG. Image – Méthode d'extraction par solvant [en ligne]. Disponible sur : <https://arsie.mg/fr/metadata/recueil-de-fiches-techniquesagriculture-speciale-l-usage--061152>
- [33] PIOCHON, Marianne. *Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse* [en ligne]. Mémoire. Chicoutimi : Université du Québec à Chicoutimi, 2008, 200 p. Disponible sur : <https://constellation.uqac.ca/id/eprint/331>
- [34] BRUNETON, Jean. *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales*. 4e éd. Paris : Lavoisier, 2009, 1288 p.
- [35] BEN SEDDIK, Khedidja Zohra et BEN SEDDIK, Mustapha Oussama. *L'effet de méthode d'extraction sur la production d'huiles essentielles à partir de Citrus aurantium (région de Ghardaïa)*. Thèse. Ghardaïa : Université de Ghardaïa, 2021.
- [36] HAMMI, Sara et BRAHMI, Sonia. *Effet d'un pesticide associé à une huile essentielle sur l'hypophyse de lapines de souche synthétique*. Thèse. Tizi Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2024.

- [37] OUIS, Naouel. *Étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil*. Thèse. Oran : Université Ahmed Ben Bella – Oran 1, 2015. Disponible sur : [https://theses-algerie.com/2630017529789783/...](https://theses-algerie.com/2630017529789783/)
- [38] BENABDELKADER, Tarek. *Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatils des lavandes ailées, Lavandula stoechas sensu lato*. Thèse. Saint-Étienne : Université Jean Monnet ; Alger : ENS Kouba, 2012. Disponible sur : <https://theses.hal.science/tel-00952695>
- [39] ESCRIBANO-BAILON, M. T. et SANTOS-BUELGA, C. Methods in polyphenol analysis. In : *Polyphenol Extraction from Foods*. Cambridge : RSC, 2003, p. 2–16.
- [40] AGGARWAL, Bharat B., et al. 10 – Curcumin : biological and medicinal properties. In : *The Molecular Targets and Therapeutic Uses of Curcumin in Health and Disease*, 2006, p. 298–299.
- [41] PINTEREST. Image de lavande [en ligne]. Disponible sur : <https://www.pinterest.com/pin/826058756621321592/>
- [42] MENACEUR, Fouad. *Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles et extraits du romarin (Rosmarinus eriocalyx) et de la lavande (Lavandula stoechas)*. Thèse. Alger : INA, 2011.
- [43] MENACEUR, Fouad. *Contribution à l'étude phytochimique et biologique de l'érigeron, du fenouil commun, de la lavande et du genévrier* [en ligne]. Thèse. Alger : ENSA, 2015. Disponible sur : <https://www.ccdz.cerist.dz/admin/notice.php?id=...>
- [44] MAMMAR, Juba. *Extraction et dosage des polyphénols totaux de la lavande (Lavandula stoechas L.). Évaluation de leurs activités antibactériennes....* Thèse. Tizi Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2015. Disponible sur : <https://dspace.ummtto.dz/handle/ummtto/11223>
- [45] AOUES, Lamia et SEDIRA, Nassima. *Étude de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de Lavandula angustifolia L.* Thèse. Tébessa : Université Echahid Chikh Larbi Tebessi, 2023.
- [46] BELMILOUD, Sabrina et BOUDALI, Hadjila. *Essai d'amélioration de la résistance auto-oxydative et photo-oxydative de l'huile « FLEURIAL » par incorporation de feuilles de romarin et de lavande*. Thèse. Tizi Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2015.

- [47] BELAIDI, Farida. *Étude de l'activité insecticide et fongicide de l'extrait éthanolique de Lavandula stoechas L.* Thèse. Bouira : Université de Bouira, 2018.
- [48] PÉPINIÈRES TRAVERS. Image – Fleur de romarin [en ligne]. Disponible sur : <https://www.pepinieres-travers.fr/>
- [49] MON JARDIN MA MAISON. Image – Rameau de feuille de romarin [en ligne]. Disponible sur : <https://monjardinmamaison.maison-travaux.fr/>
- [50] LEPLAT, Marion. *Le romarin, Rosmarinus officinalis L., une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale.* Mémoire. 2017.
- [51] CHERIGUENE, Reihana. *Rôle de l'extrait brut du romarin dans l'atténuation des dommages radio-induits de l'ADN au sein d'une lignée cellulaire normale.* Thèse. Alger : Université d'Alger 1, 2024.
- [52] OTHMAN, Mohamed S., OBEIDAT, Sofian T., AL-BAGAWI, Amal H., et al. Green-synthesized selenium nanoparticles using berberine as a promising anticancer agent. *Journal of Integrative Medicine*, 2022, vol. 20, n° 1, p. 65–72.
- [53] BING. Image – Cire d'abeille blanche [en ligne]. Disponible sur : <https://www.bing.com/images/se>
- [54] AROMATEASY. Image – Cire d'abeille blanche [en ligne]. Disponible sur : <https://www.aromateasy.net/fr/cires-bougies-a-mouler/10906-cire-d-abeille-blanche.htm>
- [55] EL-MOEZ, Abd, MOHAMED, Amina L., HASSABO, Ahmed G., et al. The applications and benefits of beeswax gum in the textile industry. *Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science*, 2025, vol. 22, n° 1, p. 1–14.
- [56] GÓRECKA, Anna Kurek. Bee products in dermatology and skin care. *Molecules*, 2020, vol. 25, n° 3, article 556. Disponible sur : <https://doi.org/10.3390/molecules25030556>
- [57] NONG, Y., MALO, J., NATARELLI, N., GUNT, H. B., TRISTANI, E. et SIVAMANI, R. K. Topical plant-based products: Natural cosmeceutical solutions. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 2023, vol. 22, n° 8, p. 2166–2173. DOI : 10.1111/jocd.15718

## I. Partie Bibliographique

---

- [58] Meyers, R. A. (2005). *Handbook of Petrochemicals Production Processes*. McGraw-Hill, New York, USA.
- [59] Statista. *Petroleum Jelly Market Size Worldwide 2022–2030*. [Consulté en 2024]. Disponible sur : <https://www.statista.com/statistics/1325078/global-petroleum-jelly-market-size/>
- [60] European Chemicals Agency (ECHA). *Information on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)*. [En ligne]. Disponible sur : <https://echa.europa.eu/fr>
- [61] Environmental Health Perspectives. (2015). *Presence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Cosmetics in Europe*. Volume 123, Issue 6. Disponible sur : <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.1409202>
- [62] Agence Internationale de l'Énergie (AIE). (2022). *World Energy Outlook – CO<sub>2</sub> Emissions by Sector*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- [63] Medicogrp. *Alternatives to Petroleum Jelly for Lubrication*. [En ligne]. Disponible sur : <https://medicogrp.com/alternatives-to-petroleum-jelly-for-lubrication/>
- [64] EcoCert. *Baromètre Green Beauty 2023*. [Consultation en ligne ou document interne]. Statistique citée : 52 % des consommateurs européens préfèrent les cosmétiques naturels.
- [65] Organic Beauty Lover. *Natural Alternatives to Vaseline*. <https://organicbeautylover.com/skin/natural-alternatives-to-vaseline/>

# **Partie Expérimentale**




## II. Partie Expérimentale



### II. 1. Matériels et méthodes

#### II.1.1. Objectif

L'objectif principal de ce mémoire est de concevoir et développer une gamme de vaselines naturelles, formulées à partir de cire d'abeille et de plantes aromatiques locales, afin de proposer une alternative saine, écologique et durable aux produits pétrochimiques conventionnels. Ce projet vise non seulement à répondre aux attentes croissantes des consommateurs en matière de cosmétique naturelle et responsable, mais également à valoriser les ressources locales, promouvoir l'économie circulaire, et réduire la dépendance nationale aux produits importés dans le domaine des soins corporels.

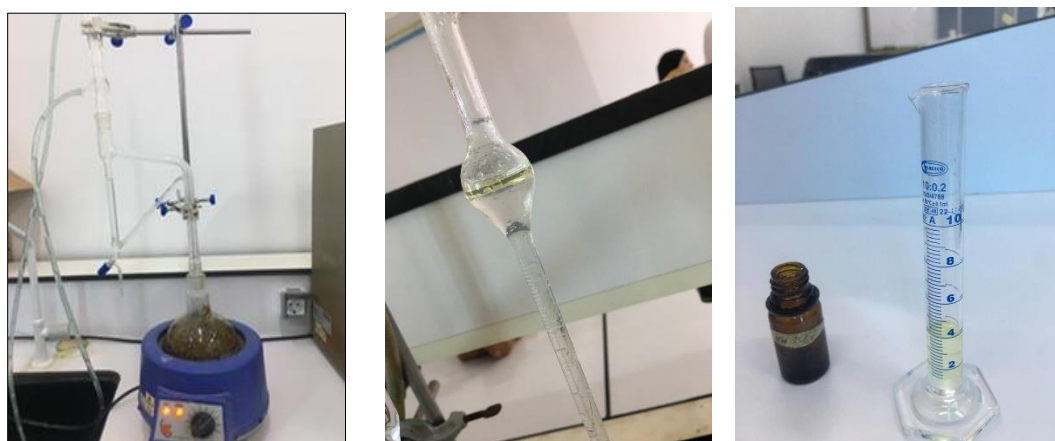
#### II.1.2. Matériaux utilisés

Matériaux	Image	Fournisseur/Origine
Cire d'abeille jaune brute		Apiculteur local - Médéa (Algérie).
Lavande		Plante locale - Skikda (Algérie).
Romarin		Plante local - Bordj Bou Arreridj (Algérie).

<p><b>Peroxyde d'hydrogène</b> (<math>H_2O_2</math>)</p>		<p>RSBC Plus (boutique en ligne), Blida (Algérie).</p>
<p><b>Huiles essentielles</b> (référéncées)</p>		<p>Aromabioil, Algérie.</p>

### II.1.3. Extraction des huiles essentielles par la technique d'hydrodistillation

L'hydrodistillation a été réalisée à l'aide d'un appareil de type Clevenger sur 100 g de matière végétale sèche (romarin et lavande), introduite dans un ballon contenant une quantité d'eau distillée ne dépassant pas les deux tiers de son volume. Le mélange a été chauffé pendant 2 à 3 heures sous température contrôlée, afin d'assurer une montée progressive de la vapeur et l'entraînement des composés volatils. Après refroidissement du système, l'huile essentielle obtenue a été séparée puis conservée à 4 °C dans des flacons en verre stérilisé, hermétiquement fermés, à l'abri de la lumière et de l'air.



**Figure 1.** Extraction des huiles essentielles par la technique d'hydrodistillation.

### II.1.4. Traitement de la Cire d'abeille

La cire brute a été purifiée par double ébullition dans l'eau, puis traitée avec une solution de peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) à 30 %, sous agitation douce à 65–70 °C afin de l'éclaircir et d'éliminer les impuretés. Après cette étape, la cire a été démoulée puis séchée.



**Figure 2.** Traitement de la cire d'abeille.

### II.1.5. Préparation d'une gamme de vaselines naturelles

Dans le cadre de la valorisation de la cire d'abeille et des huiles essentielles issues de plantes aromatiques locales, une gamme de vaselines naturelles a été développée. Cette gamme vise à offrir des soins ciblés pour différentes zones du corps, tout en respectant les principes de naturalité, d'efficacité et de durabilité.

Chaque produit est formulé à base de cire d'abeille, utilisée pour sa capacité à structurer la texture, former un film protecteur sur la peau, et prolonger la stabilité des ingrédients actifs. Elle est associée à une huile végétale douce comme support nourrissant, ainsi qu'aux huiles essentielles de lavande et de romarin, reconnues pour leurs bienfaits dermo-cosmétiques.

Trois formulations principales ont été développées :

- **Vaseline pour les pieds** : hydratante et apaisante, elle aide à réparer les zones sèches et rugueuses.

## II. Partie Expérimentale

- **Baume à lèvres** : protecteur et adoucissant, il forme une barrière naturelle contre le dessèchement et les agressions climatiques.
- **Crème capillaire (type vaseline)** : nourrissante et revitalisante, elle favorise la brillance et la souplesse des cheveux secs ou abîmés.

La vitamine E est intégrée dans chaque formulation en tant qu'antioxydant naturel, prolongeant la conservation des produits et renforçant leurs propriétés protectrices.

Cette approche de formulation s'inscrit dans une dynamique de cosmétique naturelle, locale et durable, répondant aux attentes croissantes des consommateurs en matière de bien-être et de respect de la peau.



**Figure 3.** Les étapes de préparation d'une gamme de vaselines naturelles.

### II.2. Méthodes de caractérisation

#### II.2.1. Méthodes de caractérisation des extraits

##### II.2.1.1. Détermination du rendement

Le rendement en huile essentielle est un indicateur fondamental permettant d'évaluer l'efficacité du procédé d'extraction. Selon la norme AFNOR (1986), il est défini comme le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue (MHE) et la masse de matière végétale sèche utilisée (Ms), exprimé en pourcentage. Il se calcule selon la formule suivante [1]:

$$\text{RHE (\%)} = \left( \frac{\text{MHE (g)}}{\text{Ms (g)}} \right) \times 100$$

- **RHE** : Rendement en huile essentielle, exprimé en pourcentage (%).
- **MHE** : Masse de l'huile essentielle obtenue (g).
- **Ms** : Masse de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction (g).

##### II.2.1.2. Indice de Réfraction

L'indice de réfraction est un paramètre physico-chimique permettant d'évaluer la pureté et la composition d'un extrait, notamment en ce qui concerne les huiles essentielles. Il correspond au rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et sa vitesse dans la substance étudiée. Cette mesure donne des indications précieuses sur la nature des composés présents et permet la comparaison avec les standards [2].

Dans cette étude, la mesure de l'indice de réfraction a été réalisée au niveau du laboratoire du Département des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV), spécialité Biologie, à l'aide d'un réfractomètre ABBE de marque ATAGO, calibré à température ambiante.



**Figure 4.** Refractomètre.

### II.2.1.3. Spectroscopie infrarouge IR

La spectroscopie infrarouge est une méthode d'analyse permettant d'identifier les groupes fonctionnels et les liaisons chimiques en détectant l'absorption du rayonnement infrarouge par les vibrations moléculaires. Lorsque la fréquence du rayonnement correspond à celle d'une liaison, une absorption se produit, révélant des informations sur la structure de la molécule. Les spectres sont généralement exprimés en nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ ) [3]. Dans cette étude, les analyses ont été réalisées au laboratoire LEMMC (Université Ferhat Abbas Sétif-1) à l'aide d'un spectromètre infrarouge de type QATR-S SHIMADZU



**Figure 5.** Appareille Infra Rouge.

### II.2.1.4. Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse (CPG/SM)

La CPG/SM est une technique analytique puissante permettant d'identifier et de quantifier les composants volatils d'un échantillon. Les composés sont d'abord séparés par chromatographie en phase gazeuse, puis dirigés vers un spectromètre de masse où ils sont ionisés et fragmentés. Les fragments sont analysés selon leur rapport masse/charge, permettant ainsi l'identification précise des molécules par comparaison avec des bases de données de spectres de référence [4].

Dans cette étude, l'analyse a été effectuée au Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico-Chimiques (CRAPC) à l'aide d'un appareil de marque Bruker.

Les paramètres de fonctionnement des SM étaient les suivants :

- Potentiel d'ionisation : 70 eV
- Courant d'ionisation : 2 A
- Température de la source d'ions : 280°C
- Résolution : 1000
- Temps de balayage : 5 s
- Plage de masse du balayage : 34-450 u
- Volume injecté : 1,0 µL.

L'identification des composés de l'huile essentielle repose sur leur temps de rétention par rapport à celui de la comparaison spectrale les pics disponibles sur les bibliothèques de spectres de masse du NIST et de Wiley. Les temps de rétention ont été calculés pour tous les électeurs, en utilisant une série de n-alcanes.



**Figure 6.** Appareille CG/SM.

### II.2.1.4. Analyse de la cire d'abeille et des différentes vaselines cosmétiques

Les analyses réalisées sur la cire d'abeille purifiée ainsi que sur les produits cosmétiques formulés (vaseline pour les lèvres, les pieds et les cheveux) ont porté principalement sur les tests organoleptiques (aspect, odeur, couleur, texture) et l'analyse microbiologique. Ces tests ont été effectués au laboratoire d'analyse et de contrôle qualité LABO BIO-QUALITÉ EL SIHA, situé à Bordj Bou Arreridj (BBA). Ils ont permis de vérifier la conformité des produits aux exigences en matière d'hygiène et de qualité, tout en assurant leur stabilité et leur innocuité pour une utilisation cosmétique.

## II.3. Résultat et discussion

### II.3.1. Caractérisation des huiles essentielles

#### II.3.1.1. Détermination du rendement d'extraction des huiles essentielles

L'évaluation du rendement d'extraction constitue un paramètre fondamental permettant d'apprécier l'efficacité du procédé d'hydrodistillation appliqué aux plantes aromatiques sélectionnées. Dans le cadre de ce travail, deux plantes ont été étudiées : *Rosmarinus officinalis* (romarin) et *Lavandula angustifolia* (lavande). Chaque extraction a été réalisée à partir de 100 g de matière végétale sèche.

✚ Le rendement est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = \left( \frac{\text{masse d'huile essentielle extraite (g)}}{\text{masse de plante sèche utilisée (g)}} \right) \times 100$$

### a. Rendement d'extraction de l'huile essentielle de Lavande

- Masse de matière végétale utilisée : 100 g
- Masse d'huile essentielle obtenue: 1,18 g

**Le rendement de lavande (%)** =  $(1,18 / 100) \times 100 = 1,18\%$

Dans cette étude, l'extraction de l'huile essentielle à partir de *Lavandula officinalis* a permis d'obtenir un rendement de 1,18 %. La littérature indique que les rendements en huile essentielle de lavande varient généralement entre 1,0 % et 2,0 %. Ce résultat se situe donc dans la plage attendue, bien qu'il soit légèrement inférieur à celui rapporté par Laib et al, qui ont obtenu un rendement de 1,36 % à partir de fleurs sèches [5]. En revanche, Bachiri et al. ont observé des rendements nettement plus élevés pour d'autres espèces du genre *Lavandula*, notamment *L. stoechas* (2,5 %) et *L. dentata* (2,9 %) [5].

Les écarts entre les résultats expérimentaux et ceux rapportés dans la littérature peuvent être attribués à plusieurs facteurs :

- La variété botanique utilisée (*L. officinalis* versus *L. stoechas* ou *L. dentata*) ;
- L'origine géographique, le type de sol, le climat et l'altitude ;
- Le stade phénologique au moment de la récolte ;
- La forme de la matière première (fraîche ou sèche) et les conditions de séchage ; ainsi que les paramètres opératoires du procédé d'extraction.

✚ Le rendement obtenu reste néanmoins dans la plage attendue pour *L. officinalis* et confirme la fiabilité des conditions d'extraction utilisées [6].

### b. Rendement d'extraction de l'huile essentielle de Romarin

- Masse de matière végétale utilisée : 100 g
- Masse d'huile essentielle obtenue : 0,85 g

**Le rendement de romarin (%)** =  $(0,85 / 100) \times 100 = 0,85\%$

L'extraction de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* a conduit à un rendement de 0,85 %, ce qui est supérieur aux valeurs rapportées par Atik-Bekkara et al, à savoir 0,6 % pour le romarin cultivé de la station de Tlemcen et 0,8 % pour le romarin sauvage de la station de Honaine.

## II. Partie Expérimentale

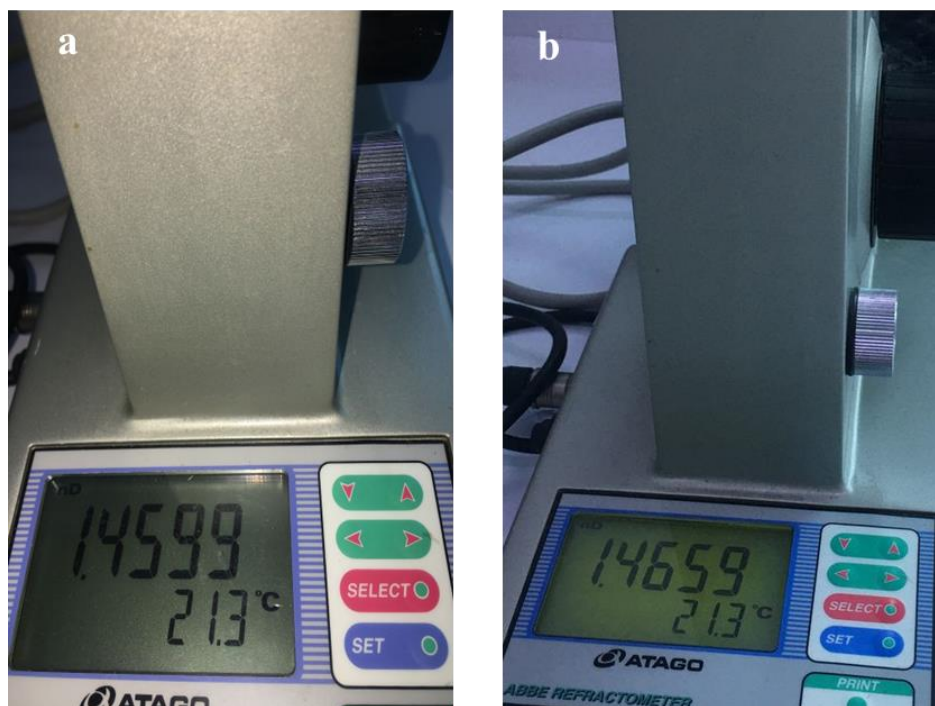
La littérature situe généralement les rendements en huile essentielle de cette espèce entre 0,4 % et 0,8 % [7].

Ce rendement meilleur que la moyenne peut s'expliquer par :

- Une teneur naturelle élevée en composés volatils dans le matériel végétal utilisé ;
- Des conditions agroclimatiques locales favorables, malgré une récolte en novembre (hors période de floraison optimale) ;
- L'impact possible de facteurs de stress (climatique ou hydrique) favorisant l'accumulation d'huiles essentielles.

✚ Le résultat obtenu dépasse les valeurs généralement rapportées, ce qui confirme le potentiel aromatique élevé des échantillons étudiés [8].

### II.3.1.2. Indice de Réfraction



**Figure 7.** Indice de réfraction : **a.** Lavande, **b.** Romarin.

Dans notre étude, l'indice de réfraction mesuré à 20 °C était de 1,4599 pour l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* et de 1,4659 pour celle de *Rosmarinus officinalis*. Ces valeurs permettent de caractériser la pureté des huiles essentielles, et sont couramment utilisées comme critère de qualité dans le contrôle physico-chimique des huiles essentielles.

Les valeurs obtenues sont cohérentes avec celles rapportées dans la littérature. En effet, les indices de réfraction des huiles de lavande et de romarin sont généralement compris entre 1,4640

et 1,4700 pour les échantillons issus du Maroc et de la Tunisie, et entre 1,4640 et 1,4720 pour ceux d'origine espagnole. Ainsi, l'indice de lavande obtenu dans notre étude est légèrement inférieur à la moyenne attendue, tandis que celui du romarin se situe dans la limite inférieure de la plage de référence internationale.

Cette légère variation peut être influencée par plusieurs facteurs, notamment :

- La composition chimique spécifique de l'huile (teneur en esters, monoterpènes, oxydes, etc.) ;
  - Les conditions de culture (climat, sol, altitude) ;
  - Le stade de récolte et la conservation du végétal avant l'extraction ; ainsi que le procédé de distillation.
- ✚ Dans l'ensemble, les indices de réfraction mesurés restent compatibles avec les standards de qualité des huiles essentielles, ce qui confirme leur authenticité et leur bonne qualité physico-chimique [8].

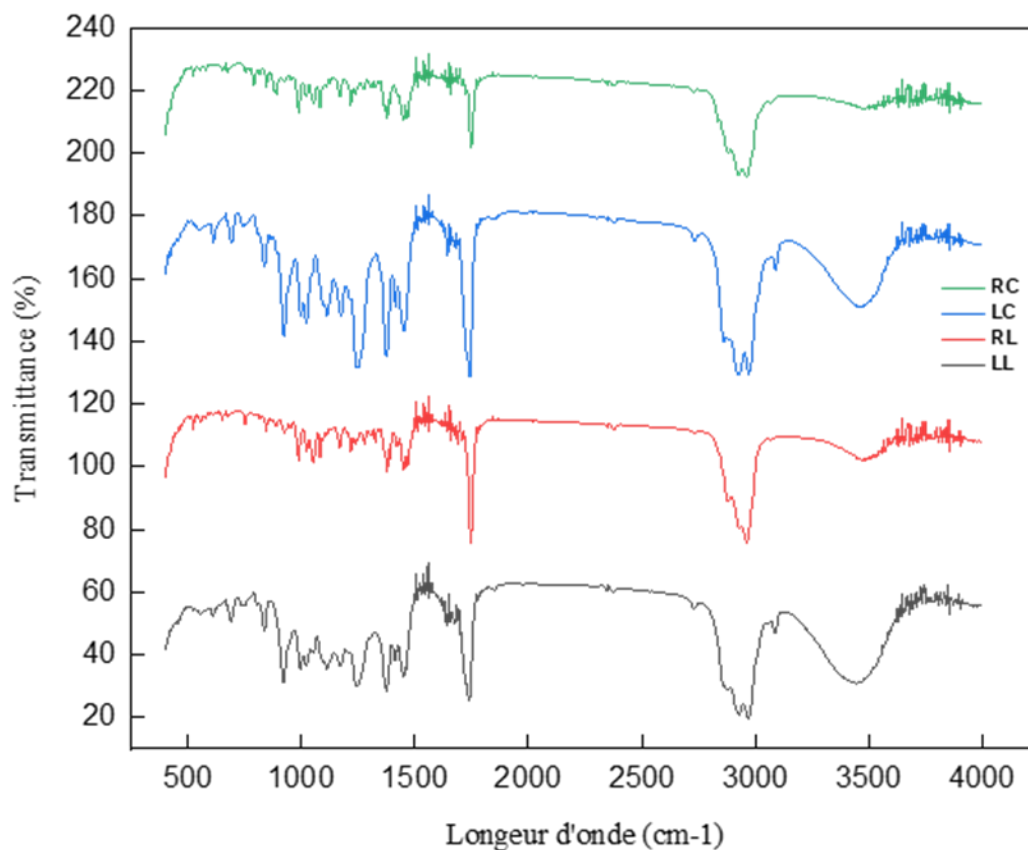
### II.3.1.3. Spectroscopie infrarouge IR

#### ▪ But de l'analyse :

Identifier les groupements fonctionnels présents dans les huiles essentielles de lavande et de romarin, afin de comparer les différents types d'échantillons.

**Tableau 1.** Désignation et abréviations des échantillons analysés.

Nom	Abréviation
Lavande extraite en laboratoire	LL
Lavande Commerciale	LC
Romarin Extrait en Laboratoire	RL
Romarin Commercial	RC



**Figure 8.** Spectres IR des huiles essentielles de lavande (LL, LC) et de romarin (RL, RC).

**Tableau 1.** Attribution des bandes IR caractéristiques et interprétation pour les huiles essentielles de lavande (LL, LC) et de romarin (RL, RC).

Région spectrale (cm <sup>-1</sup> )	Attribution	Interprétation
3200–3600	$\bar{\nu}(\text{O-H})$ , $\bar{\nu}(\text{N-H})$ , $\bar{\nu}(\text{C-H})$ aromatique	Bande large : présence de composés phénoliques ou alcooliques (linalol, terpinéol dans la lavande ; acide carnosique dans le romarin)
2800–3000	$\bar{\nu}(\text{C-H})$ aliphatiques	Présence d'hydrocarbures, chaînes saturées (fréquent dans les huiles essentielles)
1700–1750	$\bar{\nu}(\text{C=O})$	Carbonyles (esters, aldéhydes, cétones) comme le camphre ou l'acétate de linalyle

<b>1600–1650</b>	$\bar{\nu}(\text{C}=\text{C})$ aromatiques	Composés aromatiques, typiques des huiles de lavande et romarin
<b>1000–1300</b>	$\bar{\nu}(\text{C}-\text{O})$ , $\bar{\nu}(\text{C}-\text{N})$	Esters et éthers (arômes typiques), forte intensité dans LL et LC
<b>600–900</b>	C–H déformations hors plan	Structure des cycles aromatiques et terpènes

### Comparaison entre échantillons

#### 1. Lavande : LL (labo) vs LC (commercial)

- Les spectres sont relativement similaires, indiquant la même base moléculaire.
- LL montre des pics plus nets → signe de meilleure pureté ou concentration en composants actifs (linalol, acétate de linalyle).
- LC présente un spectre légèrement plus bruité, ce qui peut indiquer des impuretés, des additifs, ou une concentration moindre.

#### 2. Romarin : RL (labo) vs RC (commercial)

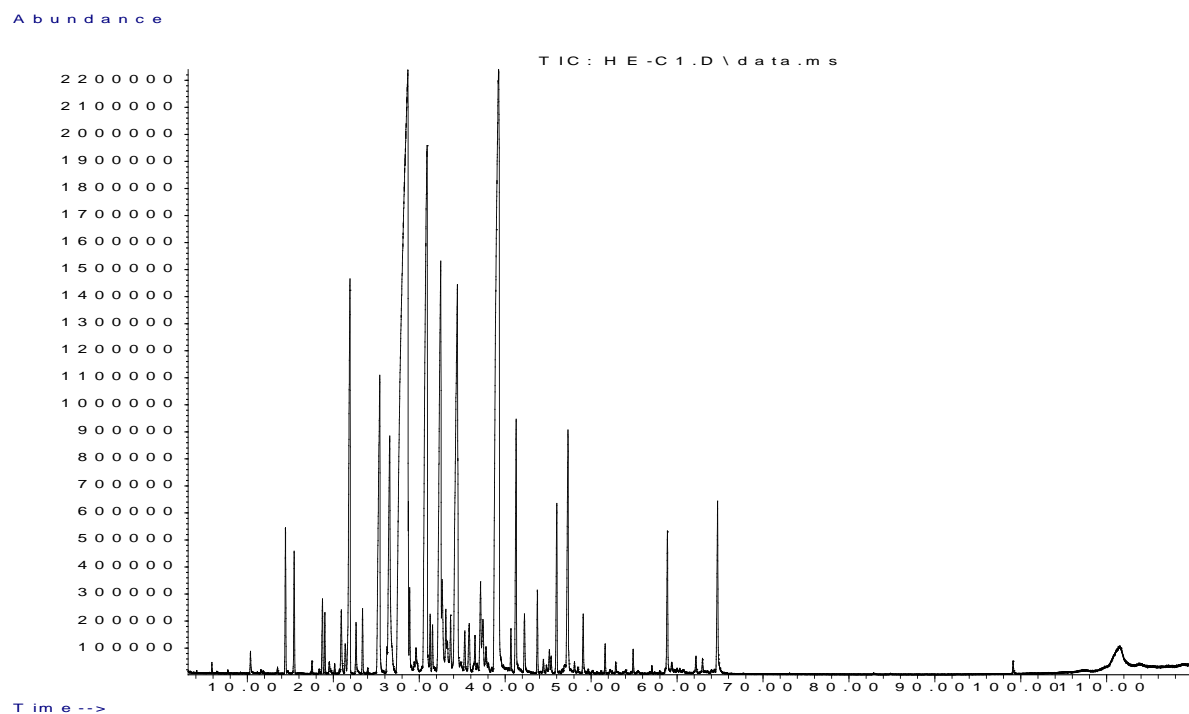
- RL montre des bandes plus marquées autour de  $1700\text{ cm}^{-1}$  (camphre, verbénone), indiquant une meilleure présence de composés actifs.
- RC présente des pics atténués, suggérant une concentration moindre ou une altération lors du stockage.
- Pic à  $\sim 3400\text{ cm}^{-1}$  plus net dans RL → probable présence de phénols (acide rosmarinique).

1. Les huiles extraites en laboratoire (LL, RL) sont plus riches et plus pures, avec des bandes bien définies, témoignant d'un bon protocole d'hydrodistillation.
2. Les huiles commerciales (LC, RC) présentent des profils similaires mais moins intenses :
  - Cela peut être dû à : dilution, oxydation, présence d'additifs ou méthodes de distillation différentes.
3. La lavande (LL vs LC) montre une meilleure stabilité que le romarin (RL vs RC), ce qui pourrait être lié à la nature chimique des composants (lavande plus résistante à l'oxydation).

### II.3.1.4. Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse (CPG/SM)

#### a. Composition chimique de l'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* extrait (LL)

La figure 9 représente les résultats de l'analyse chromatographique de l'huile essentielle de *L. angustifolia* par CG/SM en fonction du temps de rétention, la composition chimique et la teneur en composés volatils sont présentés dans le tableau 2.



**Figure 9.** Chromatogramme de l'analyse CG/SM de l'huile essentielle de *lavandula angustifolia*.

**Tableau 2.** Composition chimique de l'huile essentielle de *lavandula angustifolia* extrait

pic	Nom du composé	RT(min)	formule	MM	%
1	2,3-dihydro-4-methyl-Furan	5.871	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O	84	0.04
2	1-Hexanol	10.368	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	102	0.13
3	α-pinène	14.436	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.81
4	Camphène	15.443	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.70
5	β-Pinène	17.525	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.08
6	3-Octanone	18.739	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	0.46
7	β-Myrcene	19.014	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.32

## II. Partie Expérimentale

8	3-Octanol	19.539	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	130	0.06
9	γ-Terpinene	20.161	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	134	0.05
10	Acétate d'hexyle	20.937	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	144	0.52
11	m-cymene	21.400	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	0.22
12	Eucalyptol	21.939	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	4.16
13	Cis -β-Ocimene	22.648	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.36
14	Trans - β-Ocimene	23.409	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	152	0.36
15	trans Linalool oxide	25.410	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	154	3.85
16	α-terpinolene	26.243	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.14
17	cis-Linaloloxide	26.561	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	3.35
18	(+) Linalol	28.677	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	29.03
19	Acétate de 1-octen-3-yle	28.899	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	170	0.42
20	Bornylene	29.410	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.05
21	3-ethenyl-1 2-dimethyl-1 4-	29.631	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	0.25
22	(1S)-Camphre	30.918	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	9.64
23	Butanoate d'hexyle	31.275	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172	0.35
24	Myrtenol	31.549	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.28
25	Bornéol	32.509	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	5.84
26	Lavandulol	32.663	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.96
27	(-)-Terpinen-4-ol	33.097	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.46
28	cis-pyran Linalool oxide	33.270	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	170	0.28
29	4-(1-methylethyl)-2-	33.651	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	138	0.44
30	α-Terpineol	34.432	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	6.98
31	Levoverbene	35.304	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	150	0.33
32	1 2-dimethyl-3-vinyl-1 4-	35.820	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	0.46
33	α-Terpinène	36.330	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.05
34	Isobornyl formate	36.494	C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	182	0.25
35	(+)- 3-Carene	37.140	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.77
36	p-Cumic aldehyde	37.415	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	148	0.59
37	Carvotanacetone	37.771	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.27
38	α-Terpinène	39.232	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	15.77
39	Acétate de bornyle	40.673	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	0.26
40	Pseudolimonene	41.280	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	1.88
41	Thymol	42.249	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	150	0.44

## II. Partie Expérimentale

42	Isobutyl Tiglate	43.757	C9H16O2	156	0.48
43	1,3,8-p-Menthatriene	44.451	C10H14	134	0.09
44	$\alpha$ -Terpinolene	44.808	C10H16	136	0.04
45	Cis- Carane,	45.145	C10H18	138	0.14
46	cis-Isopulegone	45.343	C10H16O	152	0.09
47	cis-Sabinene hydrate	46.008	C10H18O	154	1.16
48	Limonene 1,2-epoxide	46.909	C10H16O	152	0.07
49	cis-Geranyl acetate	47.314	C12H20O2	196	2.14
50	4,4,7a-Trimethyl-1,4,5,6,7,7a-	48.066	C12H18O	178	0.07
51	Caryophyllene	49.078	C15H24	204	0.39
52	$\beta$ -Sesquiphellandrene	51.637	C15H24	204	0.17
53	Germacrene D	52.871	C15H24	204	0.06
54	Isocaryophyllene	54.895	C15H24	204	0.14
55	(-)-Caryophyllene oxide	57.073	C15H24O	220	0.05
56	(Z)-Lanceol	58.881	C15H24O	220	1.08
57	Guaiol	59.382	C15H26O	222	0.09
58	(+)- $\beta$ -Cedrene	62.201	C15H24	204	0.12
59	(-)-Isoledene	62.963	C15H24	204	0.10
60	Di-epi- $\alpha$ -cedrene	64.722	C15H24	204	1.39

L'analyse GC/MS a révélé la présence de 60 constituants qui représentent la majeure partie de l'huile essentielle. Comme montré sur le tableau 2. l'huile essentielle est riche en mono terpènes avec le (+) Linalol (29.03%),  $\alpha$ -Terpinène (15.77%), (1S)-Camphre (9.64%) et le  $\alpha$ -Terpineol (6.98 %) comme produits majoritaires, alors que les sesquiterpènes caractérisent la deuxième classe de composés la plus abondante.

La composition des huiles essentielles au sein d'une même espèce végétale peut varier significativement en fonction de divers facteurs, notamment leur stade de développement, les saisons, et leur environnement. Les plantes subissent des transformations au niveau de leurs molécules, des tissus et de leur morphologie globale.

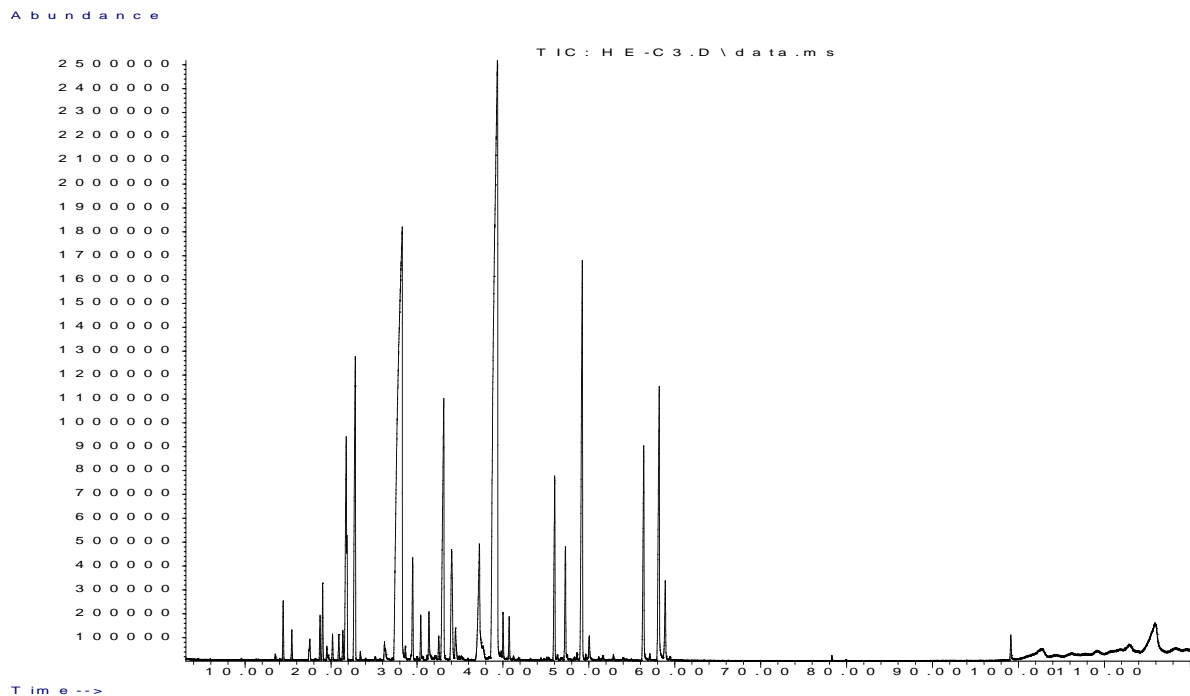
Les données rapportées sur l'espèce *L. angustifolia* sont pour la plupart en accord avec la littérature, LATRECHE et al [9]. ont rapporté que l'huile essentielle obtenue dans les deux régions de Blida et Chlef pour l'espèce *L. angustifolia* est un chémotype linalol. Dans un autre travail publié par Krzysztof et al [10]. La composition de l'huile essentielle obtenue à partir de fleurs

## II. Partie Expérimentale

séchées de *Lavandula angustifolia*, cultivée en Pologne, a été analysée par chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse (GC-MS). Soixante-dix-huit composés ont été identifiés dans l'huile essentielle. Les principaux constituants étaient le linalol (30,6 %), l'acétate de linalyle (14,2 %), le géraniol (5,3 %), le  $\beta$ -caryophyllène (4,7 %) et l'acétate de lavandulyle (4,4 %), Katarzyna et al [11]. ont analysée par GC-MS la composition en huile essentielle obtenue à partir de fleurs fraîches de treize nouvelles cultures ukrainiennes de *L. angustifolia*, et quatre-vingt-deux composants ont été identifiés. Le linalol et l'acétate de linalyle étaient les principaux constituants de tous les échantillons, avec des concentrations respectives de 11,4 % à 46,7 % et de 7,4 % à 44,2 %.

### b. Composition chimique de l'huile essentielle de *Lavande commercial* (LC)

La figure 10 représente les résultats de l'analyse chromatographique de l'huile essentielle de *Lavande commercial* par CG/SM.



**Figure 10.** Chromatogramme de l'analyse CG/SM de l'huile essentielle de *Lavande commercial*

## II. Partie Expérimentale

**Tableau 3.** Composition chimique de l'huile essentielle de *lavandula angustifolia commercial*.

pic	Nom du composé	RT(min)	formule	MM	%
1	1R- $\alpha$ -pinène	14.424	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.52
2	Camphène	15.426	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.29
3	$\beta$ -Pinène	17.527	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.28
4	3-Octanone	18.718	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	0.42
5	$\beta$ -Myrcene	<b>19.021</b>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.68
6	3-Octanol	19.508	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	130	0.09
7	$\gamma$ -Terpinene	20.173	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	134	0.24
8	Acétate d'hexyle	20.906	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	144	0.26
9	m-cymene	21.378	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	0.33
10	D-Limonene	21.764	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	<b>3.18</b>
11	Eucalyptol	21.855	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.81
12	Cis- $\beta$ -Ocimene	22.819	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	<b>4.71</b>
13	Trans- $\beta$ -Ocimene	23.412	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.07
14	$\alpha$ -Terpinene	26.212	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.17
15	$\alpha$ -Pyronene	26.328	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.12
16	Bornylene	28.275	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	<b>24.55</b>
17	1-Vinylcyclohexane	28.651	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub>	110	0.13
18	Hexyl tiglate	29.499	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	184	<b>1.06</b>
19	(1S)-Camphre	30.434	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.40
20	Isoborneol	31.393	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.60
21	(E)-Pinocamphone	32.535	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	134	0.24
22	(-)-Terpinen-4-ol	33.114	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	<b>4.79</b>
23	$\alpha$ -Terpineol	34.034	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	<b>2.04</b>
24	Estragole	34.477	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	148	0.44
25	(+)- 3-Carene	37.263	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	<b>2.84</b>
26	Camphène	37.615	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.11
27	d-Camphene	37.692	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.23

## II. Partie Expérimentale

<b>28</b>	$\alpha$ -Terpinène	39.350	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	<b>28.40</b>
<b>29</b>	$\alpha$ -Citral	39.808	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.09
<b>30</b>	1-Propanone, 1-(5-methyl-2-furanyl)-	40.020	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	138	0.44
<b>31</b>	Acétate de bornyle	40.728	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	0.41
<b>32</b>	Pseudolimonene	46.030	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	<b>2.29</b>
<b>33</b>	(+)-Spathulenol	47.278	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	<b>1.22</b>
<b>34</b>	Caryophyllene	49.239	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	<b>6.54</b>
<b>35</b>	Coumarine	50.049	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	146	0.35
<b>36</b>	<b>Isocaryophyllene</b>	56.392	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	<b>2.81</b>
<b>37</b>	<b>(E)-<math>\beta</math>-Famesene</b>	58.194	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	<b>4.29</b>
<b>38</b>	$\beta$ -Calarene	58.893	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	<b>1.02</b>

Comme le montre le tableau 3, l'huile essentielle commercial est aussi très riche en mono terpènes avec comme composés majoritaires on trouve en tête l' $\alpha$ -Terpinène avec (28.40%), le Bornylene ou 2-Bornene (24.55%), les Caryophyllenes (Caryophyllene, Isocaryophyllene et (E)- $\beta$ -Famesene) avec un pourcentage de 13.6 les autres formes de terpènes sont bien représentés avec une distribution étendue.

### c. Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* extraite au laboratoire (RL)

La figure 11 illustre le chromatogramme obtenu par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) de l'huile essentielle de Romarin extraite au laboratoire. Le tableau correspondant présente 27 composés identifiés représentant la quasi-totalité de l'huile analysée.

L'analyse révèle que l'huile essentielle est particulièrement riche en monoterpènes et en monoterpènes oxygénés, avec comme composés majoritaires :

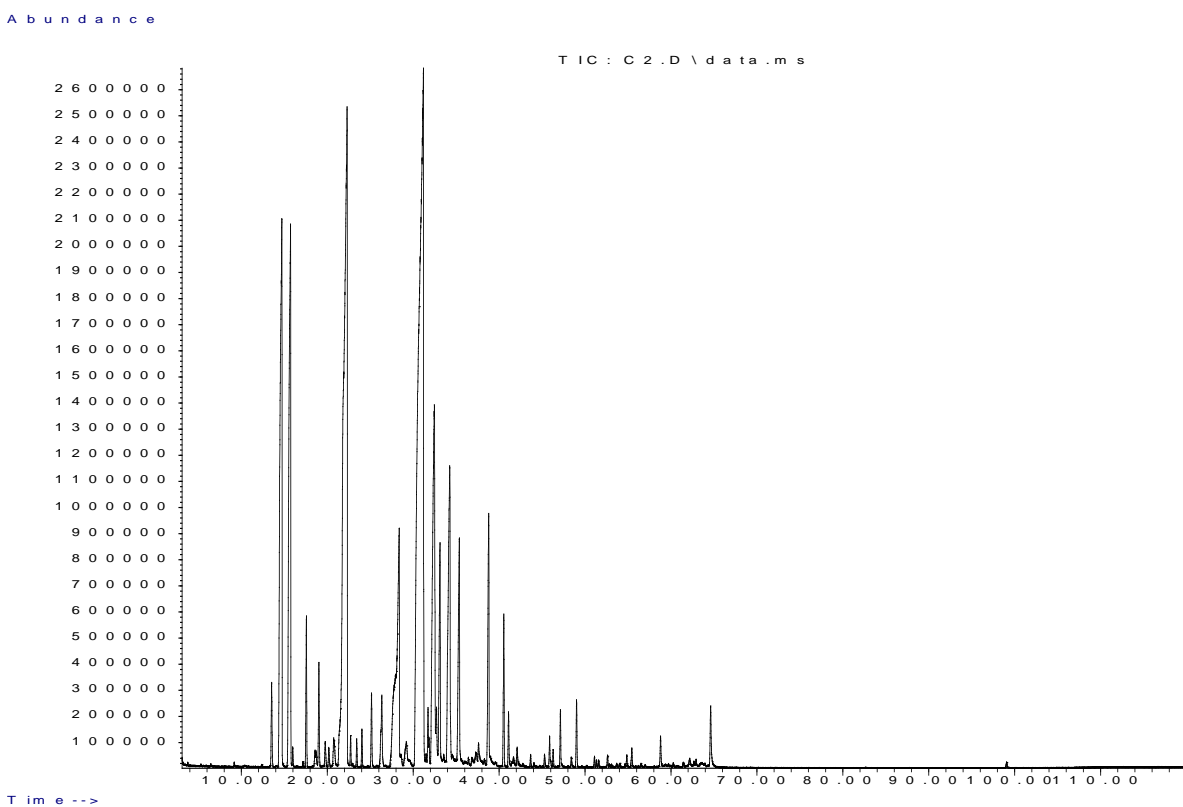
- Camphre (27.72 %),
- Eucalyptol (1,8-cinéole) (18.78 %),
- Camphène (8.09 %),
- Borneol (6.73 %),
- Linalol (6.21 %),

## II. Partie Expérimentale

- et Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl (9.01 %).

Les sesquiterpènes sont présents en quantités mineures, parmi lesquels le caryophyllène (0.45 %) et l' $\alpha$ -caryophyllène (0.07 %).

La richesse en camphre et 1,8-cinéole est typique des chémotypes de Romarin utilisés à des fins thérapeutiques et aromatiques. Cette composition est en accord avec les données de la littérature pour les chémotypes *camphre/cinéole*, caractéristiques des climats tempérés et ensoleillés.



**Figure 11.** Chromatogramme de l'analyse CG/SM de l'huile essentielle de *Romarin extrait*.

## II. Partie Expérimentale

**Tableau 4.** Composition chimique de l'huile essentielle de *Romarin extrait*.

9	$\alpha$ -phellandrene	19.763	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.22
10	3-Carene	20.178	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.15
11	$\alpha$ -terpinolene	20.761	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.39
12	<b>Eucalyptol</b>	22.298	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	<b>18.78</b>
13	Cis - $\beta$ -Ocimene	22.713	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.16
14	Trans - $\beta$ -Ocimene	23.426	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.16
15	$\gamma$ -Terpinene	24.038	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.23
16	Trans-Linaloloxide	25.156	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.51
17	cis-Linaloloxide	26.337	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.77
18	<b>(+) Linalol</b>	<b>28.366</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O</b>	<b>154</b>	<b>6.21</b>
19	trans- $\gamma$ -Caryophyllene	28.564	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.11
20	Endo-Fenchol	29.205	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.34
21	<b>(1S)-Camphre</b>	<b>31.185</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>O</b>	<b>152</b>	<b>27.72</b>
22	Myrtenol	31.504	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.09
23	trans-Pinocamphone	31.730	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.36
24	Umbellunone	31.851	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	150	0.15
25	<b>Bornéol</b>	<b>32.463</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O</b>	<b>154</b>	<b>6.73</b>
26	(E)-Pinanone	32.713	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.52
27	<b>(-)-Terpinen-4-ol</b>	<b>33.113</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O</b>	<b>154</b>	<b>2.11</b>
28	<b>cis-Dihydro-<math>\alpha</math>-terpineol</b>	<b>34.255 4.84</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>20</sub>O</b>	<b>156</b>	<b>4.84</b>
29	<b>Levoverbenone</b>	<b>35.369</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O</b>	<b>150</b>	<b>2.54</b>
30	$\alpha$ -Terpinène	36.819	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.07
31	p-Cumic aldehyde	37.272	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	148	0.14
32	D-Carvone	37.605	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	150	0.25
33	<b>(+)- 3-Carene</b>	<b>38.791</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>16</sub></b>	<b>136</b>	<b>2.41</b>
34	<b>Acétate de bornyle</b>	<b>40.545</b>	<b>C<sub>12</sub>H<sub>20</sub>O<sub>2</sub></b>	<b>196</b>	<b>1.03</b>
35	$\beta$ -Pinene	41.094	<b>C<sub>10</sub>H<sub>16</sub></b>	<b>136</b>	0.38

## II. Partie Expérimentale

<b>36</b>	Isothymol	41.668	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.09
<b>37</b>	Thymol	42.092	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.16
<b>38</b>	Isobutyl tiglate	43.668	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O	156	0.07
<b>39</b>	Eugenol	45.287	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	164	0.10

d.

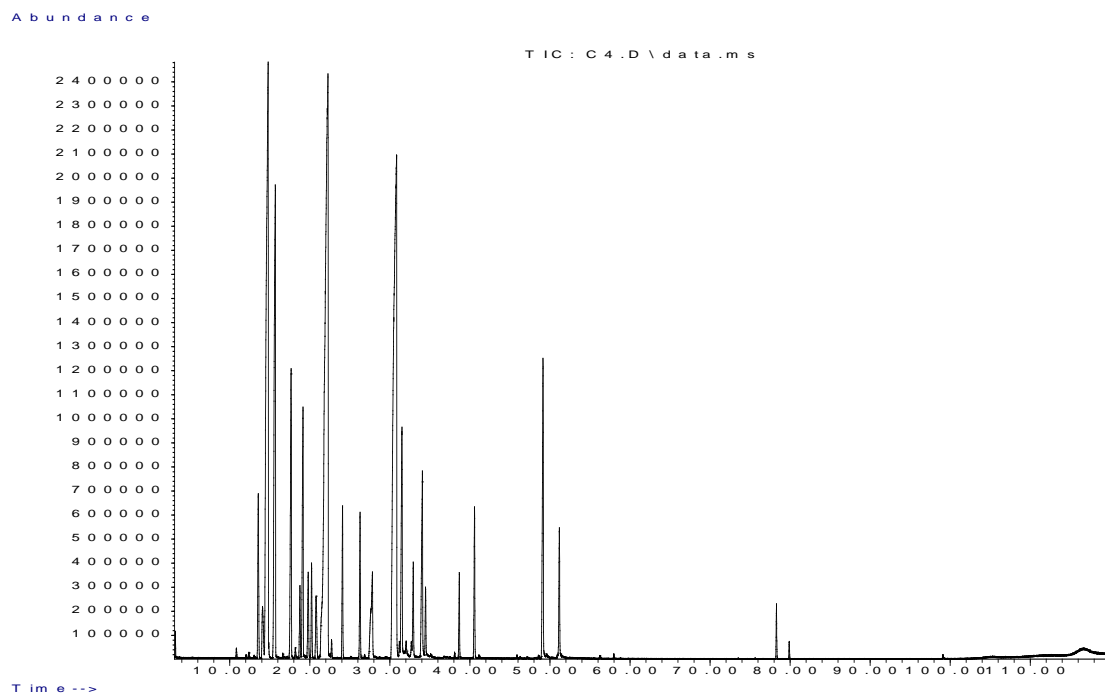
### Composition chimique de l'huile essentielle de Romarin commercial (RC)

La figure 8 NCH.X montre également le chromatogramme de l'huile essentielle de Romarin commercial. Le tableau correspondant recense 32 constituants identifiés.

Les composés majoritaires de cette huile sont :

- Eucalyptol (1,8-cinéole) (23.17 %),
- Camphre (19.89 %),
- $\alpha$ -Pinène (14.93 %),
- Camphène (8.13 %),
- Caryophyllène (3.69 %),
- et Isoborneol (3.05 %).

On note également une présence modérée de  $\beta$ -pinène (3.59 % et 2.89 % à deux temps de rétention différents), ce qui renforce l'identité chimique du Romarin commercial comme étant à chémotype cinéole/camphre/ $\alpha$ -pinène. Les sesquiterpènes tels que le caryophyllène,  $\alpha$ -caryophyllène, et le trans-caryophyllène représentent une part modeste de la composition globale, mais renforcent la complexité aromatique de l'huile.



**Figure 12.** Chromatogramme de l'analyse CG/SM de l'huile essentielle de *Romarin commercial*.

**Tableau 4.** Composition chimique de l'huile essentielle de *Romarin commercial*.

pic	Nom du composé	RT(min)	formule	MM	%
1	Tricyclène	13.527	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.60
2	<b><math>\alpha</math>-pinène</b>	<b>14.713</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>16</sub></b>	<b>136</b>	<b>9.01</b>
3	Camphène	15.725	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	<b>8.09</b>
4	trans-Verbenol	15.985	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152	0.11
5	$\beta$ -Pinène	17.570	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.96
6	1-Octen-3-ol	18.568	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	0.11
7	3-Octanone	18.698	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	0.12
8	$\beta$ -Myrcène	19.026	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0.70
40	Linalyl acetate	45.875	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	0.24
41	$\alpha$ -Copaène	46.294	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.12
42	cis-Geranyl acetate	47.138	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	0.36
43	Méthyleugenol	48.405	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	172	0.07
44	Caryophyllène	49.013	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.45
45	$\alpha$ -Caryophyllène	51.104	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.07
46	$\gamma$ -Muuroolène	52.613	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.07
47	$\alpha$ -Muuroolène	54.859	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.08

## II. Partie Expérimentale

48	$\delta$ -Cadinene	55.442	C15H24	204	0.15
49	$\beta$ -Neoclovene	58.791	C15H24	204	0.23
50	$\gamma$ -Cadinene	62.179	C15H24	204	0.10
51	cis- $\alpha$ -Bisabolene	64.618	C15H24	204	0.58

L'analyse GC/MS a révélé la présence de 51 constituants dont 11 composants qui représentent plus de 89% de l'huile essentielle. Comme montré sur le tableau **NCH.X2**, l'huile essentielle est riche en mono terpènes avec les molécules majoritaires en ordre (1S)-Camphre (27,72%), Eucalyptol (18.78%),  $\alpha$ -pinène (9.01%), Camphène (8.09%), Bornéol (6.73%), (+) Linalol (6.21%), cis-Dihydro- $\alpha$ -terpineol (4.84 %), Levoverbenone (2.54%), 3-Carene (2.41%), (-)-Terpinen-4-ol (2.11%) et l'acétate de bornylee (1%), comme pour l'huile essentielle de lavande les sesquiterpènes caractérisent la deuxième classe de composés la plus abondante.

Les données rapportées sur l'espèce *Rosmarinus officinalis* sont en parfait accord la littérature, H.Fenghour et H. Bouabida [9]. ont rapporté dans leur étude que l'huile essentielle de romarin avait les principaux composés suivant : le 1,8-cinéole (eucalyptol) (32,58 %), le sabinène (15,92 %) et le camphène (14,41 %). Dans un autre travail publié par Elyemni et al [10]. L'analyse de la composition chimique réalisée par GC-MS sur l'huile essentielle de romarin dont seize composés ont été identifiés dans l'huile essentielle des deux échantillons, dominés par le 1,8-cinéole (32,18 %), le camphre (16,20 %) et l' $\alpha$ -pinène (15,40 %) chez les espèces cultivées. L' $\alpha$ -pinène (51,19 %) est le composé majoritaire dans les échantillons de romarin prélevés dans les populations sauvages, Ijaz Hussain et al [12]. ont analysée par GC-MS la composition en huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*, originaire du Pakistan. La teneur en huile essentielle des feuilles de *R. officinalis* était de 0,93 g /100 g. Les analyses par GC et GC-MS ont révélé que les principaux composants déterminés dans l'huile essentielle de *R. officinalis* étaient le 1,8-cinéol (38,5 %), le camphre (17,1 %), l' $\alpha$ -pinène (12,3 %), le limonène (6,23 %), le camphène (6,00 %) et le linalol (5,70 %).

### II.3.2. Caractérisation de la cire d'abeille

#### II.3.2.1. Détermination de rendement

Pour déterminer le rendement d'extraction de la cire d'abeille, on applique la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = \left( \frac{\text{Masse de cire extraite (g)}}{\text{Masse de matière première utilisée (g)}} \right) \times 100$$

- **Masse de matière première utilisée** (rayons, opercules, cadres, etc.) : 62,20 g
- **Masse de cire extraite** : 18,44 g
- ✚ **Rendement** =  $(18,44/62,20) \times 100 = 29,63\%$

Le rendement de 29,63 % obtenu dans cette étude est satisfaisant, ce qui témoigne de l'efficacité du protocole d'extraction appliqué. Surtout lorsqu'on considère que la matière première comprenait un mélange des proportions variables de cire et d'impuretés (restes de pollen, propolis, résidus larvaires, etc.).

Selon la littérature, les rendements en cire d'abeille varient généralement entre 20 % et 40 %, en fonction de plusieurs facteurs :

- La richesse en cire de la matière première utilisée (les opercules sont généralement plus riches en cire que les cadres usagés) ;
- La méthode d'extraction (bain-marie, presse manuelle, extraction solaire ou centrifuge) et les conditions de température et de filtration.

### II.3.2.2. Analyse organoleptique et physicochimiques de la Cire d'abeille

Le tableau suivant résume les propriétés organoleptiques de la cire d'abeille.

**Tableau 5.** Les propriétés organoleptiques de la Cire d'abeille.

Paramètre de contrôle	Méthode	Résultats
<b>Couleur</b>	Contrôle visuel	Jaune clair à jaune doré
<b>Odeur</b>	Contrôle olfactif	Odeur caractéristique, douce, légèrement mielleuse
<b>Aspect</b>	Contrôle visuel	Solide à température ambiante, homogène, cireux
<b>PH</b>	PH mètre	Neutre à légèrement acide : entre 6.0 et 7.0

### II.3.2.3. Analyse microbiologique de la Cire d'abeille

L'analyse microbiologique de la cire d'abeille (Tableau 6) révèle l'absence totale de germes pathogènes et de contamination microbienne, conformément aux normes internationales.

- Germes aérobies mésophiles, levures et moisissures sont absents, ce qui indique une bonne hygiène lors de la récolte et du traitement.
  - Aucun des germes pathogènes recherchés (*E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*) n'a été détecté dans les échantillons analysés, ce qui est essentiel pour garantir l'innocuité du produit destiné à un usage cosmétique ou thérapeutique.
- ✚ La cire analysée respecte pleinement les critères microbiologiques requis. Elle est propre, saine et sûre pour une utilisation en formulation cosmétique ou pharmaceutique.

**Tableau 6.** Analyse microbiologique de la Cire d'abeille.

Déterminations	Résultats	Concentration maximal admissible	Méthodes
<b>Germes aérobies mésophiles totaux</b>	Absence	$<10^3$	NA ISO 21149
<b>Levures</b>	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
<b>Moisissures</b>	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
<b>Escherichia coli</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 21150
<b>Staphylococcus aureus</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 22718
<b>Pseudomonas aeruginosa</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 22717
<b>Candida albicans</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 18416

### II.3.3. Analyses des produits cosmétique

#### II.3.3.1. Analyse organoleptique et physicochimiques des produits cosmétique

**Tableau 7.** Analyse organoleptique et physicochimiques des produits cosmétique.

<b>Produit</b>	<b>Paramètre de contrôle</b>	<b>Méthode</b>	<b>Résultat</b>
<b>Crème capillaire</b>	Couleur	Contrôle visuel	Blanche à beige clair
	Odeur	Contrôle olfactif	Parfumée, florale ou herbacée (romarin)
	Aspect	Contrôle visuel	Texture crémeuse, homogène, non granuleuse
	pH	pH-mètre	Légèrement acide : entre 5.0 et 6.0
<b>Crème pour les pieds</b>	Couleur	Contrôle visuel	Blanche à jaune pâle
	Odeur	Contrôle olfactif	Fraîche, florale (lavande), parfois mentholée
	Aspect	Contrôle visuel	Crémeux, dense, non gras
	pH	pH-mètre	Entre 5.0 et 6.5
<b>Baume à lèvres</b>	Couleur	Contrôle visuel	Jaune pâle à doré
	Odeur	Contrôle olfactif	Légèrement sucrée, neutre ou aromatisée
	Aspect	Contrôle visuel	Solide, lisse, fondant au contact des lèvres
	pH	pH-mètre	Neutre à légèrement acide : entre 6.0 et 7.0

### II.3.3.2. Analyse Microbiologique des produits cosmétique

#### a. Crème capillaire

L'analyse microbiologique réalisée sur la crème capillaire a permis d'évaluer sa conformité aux normes d'hygiène et de sécurité applicables aux produits cosmétiques (Tableau 5).

Les résultats montrent que:

- La charge microbienne totale en germes aérobies mésophiles est de  $8,8 \times 10$ , soit inférieure à la limite maximale admissible ( $<10^3$  UFC/g). Cette faible présence reste acceptable et n'indique aucun risque microbiologique.
- Les levures et moisissures sont absentes, confirmant une bonne maîtrise des conditions de fabrication et de conservation.
- Aucun des micro-organismes pathogènes spécifiques recherchés (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*) n'a été détecté dans les échantillons analysés. Cela témoigne d'une formulation propre et non contaminée, respectant les exigences de sécurité microbiologique (ISO 21150, 22718, 22717, 18416).
- ✚ Les résultats obtenus confirment que la crème capillaire testée est microbiologiquement conforme aux normes internationales. Elle ne présente aucun risque sanitaire et peut être utilisée en toute sécurité dans un cadre cosmétique. Ces résultats reflètent également une bonne qualité de fabrication, de formulation et de conditionnement du produit.

**Tableau 8.** Analyse microbiologique de la Crème capillaire.

Déterminations	Résultats	Concentration maximal admissible	Méthodes
<b>Germes aérobies mésophiles totaux</b>	8,8.10	$<10^3$	NA ISO 21149
<b>Levures</b>	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
<b>Moisissures</b>	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
<b>Escherichia coli</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 21150
<b>Staphylococcus aureus</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 22718
<b>Pseudomonas aerugenosa</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 22717
<b>Candida albicans</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 18416
<b>PH=5.5</b>			

### a. Crème a pieds

L'analyse microbiologique de la crème pour les pieds a été réalisée conformément aux normes ISO en vigueur, afin d'évaluer sa qualité sanitaire et sa sécurité d'utilisation (Tableau 6).

Les résultats obtenus indiquent une absence totale de contamination microbiologique :

- Aucun germe aérobies mésophiles totaux n'a été détecté, ce qui témoigne d'une stérilité quasi complète du produit.
  - Les levures et moisissures sont également absentes, indiquant une excellente stabilité du produit et une formulation résistante à la contamination fongique.
  - Aucun des micro-organismes pathogènes spécifiquement recherchés (*E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*) n'a été détecté dans l'échantillon analysé.
- ✚ L'ensemble des résultats confirme que la crème pour les pieds est microbiologiquement conforme aux normes cosmétiques internationales. L'absence totale de germes, levures, moisissures et agents pathogènes démontre une qualité hygiénique optimale, ce qui garantit une utilisation sûre pour le consommateur. Ce résultat reflète également une bonne maîtrise des conditions de fabrication, de formulation et de conservation du produit.

**Tableau 9.** Analyse microbiologique de la crème a pieds.

Déterminations	Résultats	Concentration maximal admissible	Méthodes
<b>Germes aérobies mésophiles totaux</b>	Absence	$<10^3$	NA ISO 21149
<b>Levures</b>	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
<b>Moisissures</b>	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
<b>Escherichia coli</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 21150
<b>Staphylococcus aureus</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 22718
<b>Pseudomonas aeruginosa</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 22717
<b>Candida albicans</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml1	NA ISO 18416
<b>PH=5.5</b>			

### b. Baume pour lèvres

L'analyse microbiologique du baume pour les lèvres a été réalisée selon les normes ISO applicables aux produits cosmétiques (Tableau 10). Les résultats montrent que le produit est conforme aux exigences microbiologiques.

- La charge en germes aérobies mésophiles totaux est de  $1,2 \times 10^2$  UFC/g, ce qui reste inférieur à la limite maximale autorisée ( $<10^3$  UFC/g). Cette faible présence reste acceptable dans les produits cosmétiques à usage topique.
  - Les levures et moisissures sont absentes, ce qui traduit une bonne stabilité antifongique du produit.
  - Aucun des agents pathogènes spécifiques testés (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*) n'a été détecté, ce qui atteste de la sécurité microbiologique du baume.
- ✚ Les résultats révèlent que le baume pour les lèvres est microbiologiquement sûr et conforme aux normes en vigueur. L'absence de contaminants pathogènes et la faible charge microbienne confirment que le produit a été élaboré dans de bonnes conditions d'hygiène et peut être utilisé sans risque pour la santé.

**Tableau 10.** Analyse microbiologique de Baume pour lèvres.

Déterminations	Résultats	Concentration maximal admissible	Méthodes
<b>Germes aérobies mésophiles totaux</b>	$1.2.10^2$	$<10^3$	NA ISO 21149
<b>Levures</b>	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
<b>Moisissures</b>	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
<b>Escherichia coli</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 21150
<b>Staphylococcus aureus</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 22718
<b>Pseudomonas aeruginosa</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 22717
<b>Candida albicans</b>	Absence	Absence dans 1g ou 1ml	NA ISO 18416
<b>PH=5.5</b>			

- [1]. GHEDADBA, A., & TEBANI, M. Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles des plantes médicinales *Ruta chalepensis* et *Lavandula angustifolia* de la région d'Aïn Témouchent [en ligne]. Mémoire de fin d'études. Université de Aïn Témouchent : Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département de biologie, 2021. 74 p. Disponible sur :
- [2]. Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2015). *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications* (2nd ed.). CRC Press.
- [3]. Silverstein, Robert M., and G. Clayton Bassler. "Spectrometric identification of organic compounds." *Journal of Chemical Education* 39.11 (1962): 546.
- [4]. Bouchonnet, Stéphane, and Danielle Libong. "Le couplage chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse." *Actualité Chimique* (2004): 7-14.
- [5]. Belbachir, S., & Tchenar, N. M. (2019). *Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles des plantes médicinales *Ruta chalepensis* et *Lavandula angustifolia* de la région d'Aïn Témouchent* (Mémoire de Master, Université Belhadj Bouchaib d'Aïn-Témouchent, Institut des Sciences, Département de Science de la nature et de la vie).
- [6]. Baitich, I., Henni, F. A., & Rabehi, R. (2019). *[Titre du mémoire]* (Mémoire de Master, Université Ibn Khaldoun – Tiaret, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Spécialité Infectiologie).
- [7]. Toundount, O., & Mellah, H. (2021). *Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles du *Rosmarinus officinalis* L. (romarin) dans des pays différents* (Mémoire de Master, Université Saad Dahlab Blida 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie, Option : Biodiversité et Physiologie Végétale).
- [8]. Ranoasy Manankasina, A. (2020). *Étude de l'extraction de l'huile essentielle de romarin* (Mémoire de licence, Université d'Antananarivo, Institut d'Enseignement Supérieur – Antsirabe, Mention Génie Industriel, Parcours Sciences et Techniques de Génie des Procédés).
- [9]. Latreche, A., Rouibi, A., & Saidi, F. (s.d.). Étude comparative de la composition chimique et de l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* Miller cultivée dans deux régions différentes de l'Algérie (Blida et Chlef). *Laboratoire de Biotechnologies, Environnement et Santé, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida 1, Algérie.*

[10]. Pokajewicz, K., Białoń, M., Svydenko, L., Fedin, R., & Hudz, N. (2013). Chemical composition of the essential oil of the new cultivars of *Lavandula angustifolia* Mill. bred in Ukraine. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(1), 1–9.

[11]. Chemical composition of the essential oil of *Lavandula angustifolia* cultivated in Poland. (2013). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, March 2013. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643729>

[12].

# **Conclusion Générale**

### Conclusion Générale

Ce travail s'inscrit dans une démarche de formulation cosmétique durable, visant à développer des produits naturels à base de cire d'abeille purifiée et d'huiles essentielles locales (lavande et romarin), en alternative à la vaseline conventionnelle d'origine pétrochimique.

Les huiles essentielles extraites par hydrodistillation ont présenté des rendements satisfaisants, et leur caractérisation par spectroscopie infrarouge (IR) et chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) a révélé une richesse en composés bioactifs tels que le 1,8-cinéole, le camphre, l' $\alpha$ -pinène, et le linalol. Ces constituants sont responsables des activités antioxydantes, antimicrobiennes et apaisantes observées.

La cire d'abeille purifiée, quant à elle, a montré une bonne stabilité, une compatibilité avec les formulations, et des propriétés filmogènes intéressantes.

Trois formulations cosmétiques prototypes ont été élaborées : une crème capillaire, une crème pour les pieds et un baume à lèvres. Elles ont toutes présenté une stabilité physico-chimique satisfaisante (pH compatible avec la peau, homogénéité, texture stable), ainsi qu'une bonne tolérance microbiologique, sans développement d'agents pathogènes, grâce à l'effet conservateur naturel des huiles essentielles.

Ces résultats confirment le potentiel fonctionnel, sensoriel et écologique de ces ingrédients naturels dans le cadre d'une cosmétique plus responsable. Le remplacement partiel ou total de la vaseline par des matières premières renouvelables comme la cire d'abeille et les huiles essentielles locales apparaît ainsi comme une voie prometteuse pour la formulation de soins naturels, efficaces et respectueux de la peau et de l'environnement.

# **Annexe**

# LABO BIO-QUALITE EL SIHA

LABORATOIRE D'ANALYSES ET CONTRÔLE DE LA QUALITE

BULLETIN D'ANALYSE  
MICROBIOLOGIQUE  
N°1887/025

Client : Mouhoub Maria  
Nature du produit : Cire d'abeille  
Reçu-le : 14/05/2025  
Adresse : B.B.Arréridj

Déterminations	Résultats	Concentration maximale admissible	Méthodes
Germes aérobies mésophiles totaux	Absence	$<10^3$	NA ISO 21149
Levures	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
Moisissures	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
Escherichia coli	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 21150
Staphylococcus aureus	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 22718
Pseudomonas aeruginosa	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 22717
Conidida albicans	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 18416

**Conclusion:** En application de l'arrêté interministériel du 21 Safar 1441 correspondant au 21 octobre 2019 portant règlement technique fixant les critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle, le produit est de qualité bactériologique satisfaisante

NB : Le prélèvement a été effectué par le soin du client.  
Le résultat ne concerne que l'échantillon reçu.



Bulletin établi le : 21/05/2025

LABO-BIO-QUALITE EL SIHA \* N° 51 Rue A Secteur BC Bordj Bou Arréridj -Tél/Fax: 035 69 83 13  
Autorisation ministérielle n°729/01. E-Mail : labobioqualiteelsiha@gmail.com

# LABO BIO-QUALITE EL SIHA

LABORATOIRE D'ANALYSES ET CONTRÔLE DE LA QUALITE

BULLETIN D'ANALYSE  
MICROBIOLOGIQUE  
N°1885/025

Client : Mouhoub Maria  
Nature du produit : Crème capillaire  
Reçu-le : 14/05/2025  
Adresse : B.B.Arréridj

Déterminations	Résultats	Concentration maximale admissible	Méthodes
Germes aérobies mésophiles totaux	8,8.10	$<10^3$	NA ISO 21149
Levures	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
Moisissures	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
Escherichia coli	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 21150
Staphylococcus aureus	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 22718
Pseudomonas aeruginosa	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 22717
Candida albicans	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 18416

Conclusion: En application de l'arrêté interministériel du 21 Safar 1441 correspondant au 21 octobre 2019 portant règlement technique fixant les critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle, le produit est de qualité bactériologique satisfaisante

NB : Le prélèvement a été effectué par le soin du client.  
Le résultat ne concerne que l'échantillon reçu.



Bulletin établi le : 21/05/2025

LABO-BIO-QUALITE EL SIHA » N° 51 Rue A Secteur BC Bordj Bou Arréridj - Tél. Fax: 035 69 83 13  
Autorisation ministérielle n°729/01 E-Mail : labobioqualiteelsiha@gmail.com

# LABO BIO-QUALITE EL SIHA

LABORATOIRE D'ANALYSES ET CONTRÔLE DE LA QUALITE

BULLETIN D'ANALYSE  
MICROBIOLOGIQUE  
N°1884/025

Client : Mouhoub Maria  
Nature du produit : Crème pour les pieds  
Reçu-le : 14/05/2025  
Adresse : B.B.Arréridj

Déterminations	Résultats	Concentration maximale admissible	Méthodes
Germes aérobies mésophiles totaux	Absence	$<10^3$	NA ISO 21149
Levures	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
Moisissures	Absence	$<10^2$	NA ISO 16212
Escherichia coli	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 21150
Staphylococcus aureus	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 22718
Pseudomonas aeruginosa	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 22717
Candida albicans	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 18416

**Conclusion:** En application de l'arrêté interministériel du 21 Safar 1441 correspondant au 21 octobre 2019 portant règlement technique fixant les critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle, le produit est de qualité bactériologique satisfaisante

NB : Le prélèvement a été effectué par le soin du client.  
Le résultat ne concerne que l'échantillon reçu.



Bulletin établi le : 21/05/2025

# LABO BIO-QUALITE EL SIHA

LABORATOIRE D'ANALYSES ET CONTRÔLE DE LA QUALITE

BULLETIN D'ANALYSE  
MICROBIOLOGIQUE  
N°1886/025

Client : Mouhoub Maria  
Nature du produit : Baume pour lèvres  
Reçu-le : 14/05/2025  
Adresse : B.B.Arréridj

Déterminations	Résultats	Concentration maximale admissible	Méthodes
Germes aérobies mésophiles totaux	1,2.10 <sup>2</sup>	<10 <sup>3</sup>	NA ISO 21149
Levures	Absence	<10 <sup>2</sup>	NA ISO 16212
Moisissures	Absence	<10 <sup>2</sup>	NA ISO 16212
Escherichia coli	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 21150
Staphylococcus aureus	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 22718
Pseudomonas aeruginosa	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 22717
Condida albicans	Absence	Absence dans 1gr ou 1ml	NA ISO 18416

**Conclusion:** En application de l'arrêté interministériel du 21 Safar 1441 correspondant au 21 octobre 2019 portant règlement technique fixant les critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle, le produit est de qualité bactériologique satisfaisante

NB : Le prélèvement a été effectué par le soin du client.  
Le résultat ne concerne que l'échantillon reçu.



Bulletin établi le : 21/05/2025

LABO-BIO-QUALITE EL SIHA » N° 51 Rue A Secteur BC Bordj Bou Arreridj –Tél./Fax: 035 69 83 13  
Autorisation ministérielle n°729/01. E-Mail : labobioqualiteelsiha@gmail.com