



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أكلي محند أولحاج - البويرة
Université Akli Mohand OULHADJ - Bouira
كلية العلوم التطبيقية
Faculté des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés
Laboratoire de Génie des Procédés



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

En GÉNIE DES PROCÉDÉS

Spécialité Génie Chimique

Par

FOUDI Leila

MANSOURI Lila

Intitulée :

Développement et optimisation d'un cosmétique naturel à
base d'extraits végétaux

Soutenue le 29/06/2026

devant le Jury composé de :

ZIANI Salima	Pr	Université de Bouira	Présidente
ZAABAR Aida	Pr	Université de Bouira	Examinatrice
AIT ALI Salima	MCA	Université de Bouira	Encadrante
SAHNOUNE Mohamed	MCA	Université de Bouira	Co-Encadrant

Année Universitaire 2025/2026



نموذج التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لإنجاز بحث.

انا الممضي اسفله،

السيد(ة).....
الصفة: طالب (ة)

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية:.....
والصادرة بتاريخ.....

المسجل(ة) / بكلية العلوم التطبيقية قسم هندسة الطرائق

والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث(مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها:.....
Development et optimisation d'un cosmétique naturel

.....
à base d'extraits végétaux

.....
S. Ait Ali et M. Salimane

تحت إشراف الأستاذ(ة):

أصريح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في
انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ:.....
23.06.2026

توقيع المعني(ة)

رأي هيئة مراقبة السرقة العلمية:

النسبة:

17%





نموذج التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لإنجاز بحث.

انا الممضي اسفله،

السيد(ة).....~~بنو د.ي. ليلى~~.....الصفة: طالب (ة)

الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية:.....~~23 11 2022~~.....والصادرة بتاريخ

المسجل(ة) / بكلية العلوم التطبيقية قسم هندسة الطرائق

والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث(مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).

عنوانها:.....~~Development et optimisation d'un cosmétique~~.....

.....~~maturel à base d'extrait végétal~~.....

تحت إشراف الأستاذ(ة):.....~~S. Ait Ali et M. Sahmane~~.....

أصريح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة في
انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ:.....~~23 06 2022~~.....

توقيع المعني(ة)

رأي هيئة مراقبة السرقة العلمية:

النسبة:

17,7%





Faculté SNV Université Bouira



RAPPORT D'ANALYSE

NOM DU DOCUMENT
mémoire FOUDI Leila et MANSOURI Lila.pdf

SOU MIS PAR
Département Génie des Procédés FSSA Enseignant

TYPE D'ANALYSE
Usage universitaire

DATE DE SOUMISSION
2026-06-23

ÉTUDIANT CONCERNÉ
mémoire FOUDI Leila et MANSOURI Lila

17.0 %

TAUX GLOBAL DE SIMILARITÉ

● Similarité Forte (17.0%) ● Texte Original (83.0)

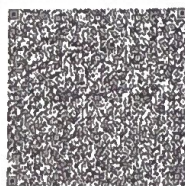
SOURCES IDENTIFIÉES	
Internet	180
Base Detectia	9
Dépôt Institutionnel	0

CITATIONS & RÉFÉRENCES	
Juridique (Lois)	0.6%
Religieux (Textes sacrés)	0%
Autres	1.3%

AVIS LÉGAL

Ce document est un rapport technique généré automatiquement par la plateforme Detectia. Il ne constitue pas à lui seul une preuve de plagiat. L'interprétation des résultats incombe aux instances académiques compétentes, conformément à l'arrêté N° 1082 du 27 Décembre 2020 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

Signature Numérique



REF: e5b340-347446



Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la force, la patience et la volonté nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrante, Mme Aït Ali Salima, pour avoir accepté de diriger ce mémoire, pour sa disponibilité, ses précieux conseils, son suivi rigoureux et ses encouragements constants tout au long de la réalisation de ce travail. Nous remercions également notre co-encadrant, M. Sahnoune Mohamed, pour son aide précieuse, ses orientations et son soutien tout au long de ce travail.

Nos sincères remerciements s'adressent aux membres du jury, Mme Zaabar Aïda et Mme Ziani Salima, qui nous font l'honneur d'évaluer ce travail et d'apporter leurs critiques constructives pour l'enrichir.

Nous tenons à remercier l'entreprise SWALIS ainsi que toute l'équipe de Recherche et Développement, et plus particulièrement Mme Negri Meriem, Mme Benzemrane Sara et Mme Mahdi Hana, pour leur accueil et leur précieuse collaboration.

Nous adressons également nos remerciements aux ingénieurs de laboratoire, Mme Bouras Farida et Mme Si Laarbi Karima, pour leur aide et leur disponibilité durant la partie expérimentale de ce travail.

Nous remercions aussi Mme Sendis du Laboratoire d'Analyses de l'Eau (L'ADE), où l'analyse microbiologique de la crème a été réalisée.

Dédicace

À l'âme de mes rêves, à la raison de mes efforts, je dédie ce modeste travail....

À mon très cher père,

L'homme qui m'a appris la patience par son exemple, qui a travaillé dans l'ombre pour que puisse avancer dans la lumière. Tes sacrifices ne se sont jamais traduits en mots, mais je les ai tous ressentis. Que ce travail soit une petite récompense face à tout ce que tu as donné sans jamais rien attendre en retour.

À ma très chère mère,

Mon premier amour et mon refuge éternel. Tu as porté mes peurs comme les tiennes, tu as prié pour moi plus que pour toi-même. Aucune réussite n'aura de sens si elle n'est pas, d'abord, un sourire sur ton visage. Ce travail est le fruit de tes prières et ton amour infini.

À ma chère sœur Kahina,

Mon repère et ma complice depuis toujours. Ta présence rassurante a été un véritable refuge dans les moments difficiles ; et ton cœur généreux a toujours su trouver les mots justes pour m'encourager. Je te dédie aussi cette réussite ; à toi qui y as cru autant que moi. Et à tes enfants, Nacer Eddine et Anes ; la joie et la douceur de notre famille, ainsi qu'à ton mari Samir, pour son soutien sincère et bienveillant.

À mes chers frères Nassim, Massinissa et Nabil

Mes compagnons de toujours, mes piliers silencieux. Vous avez toujours su m'épauler à votre façon, parfois sans un mot, juste par votre présence qui me rassurait et me donnait la force de continuer. Grandir à vos côtés est l'une des plus belles chances de ma vie, et je vous dédie ce travail avec toute ma tendresse de petite sœur.

À ma tendre grand-mère,

Dont la tendresse a bercé mon enfance et dont les prières m'accompagnent encore aujourd'hui.

À mes précieuses tantes,

Pour leur affection sincère, leur bienveillance et leurs encouragements qui m'ont accompagnée tout au long de ce parcours. Votre amour a toujours été une source de chaleur et de réconfort, et je vous dédie ce travail avec toute ma gratitude et ma tendresse.

À la mémoire de mes chers grands-pères, de ma bien-aimée grand-mère, et de mes précieuses tantes,

Qui ne sont plus parmi nous mais dont la présence ne m'a jamais quittée. J'aurais tant voulu que vous soyez là, assises at assis au premier rang, pour voir ce que vos prières et votre amour ont fait grandir en moi. Vous n'avez pas pu assister à ce jours, mais ce jour vous appartient autant qu'à moi. Que ce modeste travail soit une lumière que je dédie à vos amés, et que dieu vous accorde sa miséricorde et son paradis.

À mes adorables amis Serine, Imene et Cécilia,

Mes sœurs de cœur que la vie a choisies pour moi. Vous avez été à mes côtés dans les moments de doute comme dans les moments de joie, toujours prêtes à m'écouter, à me relever, à croire en moi quand j'avais du mal à y croire moi-même. Votre amitié est un cadeau précieux que je garderai toute ma vie, et ce travail porte aussi un peu de votre lumière.

À ma binôme Lila,

Compagne de cette aventure, pour les heures de travail partagées, les efforts communs et le soutien mutuel jusqu'au bout.

Et enfin, à moi-même,

À cette femme qui a porté ses doutes en silence et qui a continué d'avancer malgré la fatigue, les nuits longues et les moments de découragement. Je me dis merci, à moi-même, pour ma patience, pour ma force tranquille, et pour n'avoir jamais cessé de croire en mes rêves même quand le chemin paraissait incertain. Je suis fière de la femme que je suis devenue, et je m'offre cette réussite avec tout l'amour et la douceur que je mérite.

Leïla

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents,

Mon père et ma mère, Vous avez consacré votre vie à nous offrir le meilleur, sans jamais compter vos efforts ni vos sacrifices. Chaque nuit de travail, chaque moment de fatigue, chaque prière adressée pour moi ont contribué à faire de moi ce que je suis aujourd'hui. Ce modeste travail n'est qu'une infime façon de vous dire merci et de vous rendre un peu de tout ce que vous m'avez donné. Je vous le dédie avec tout l'amour et la fierté de votre fille.

À mes trois frères Abdelmalek, Mohamed et Aymen,

Vous avez été à mes côtés à chaque étape de ce long parcours, avec vos mots d'encouragement, votre bonne humeur et votre amour sincère. Grandir avec vous est une chance que je chéris chaque jour. Ce travail est aussi le vôtre, car sans votre présence et votre soutien il n'aurait pas été le même.

À ma chère sœur Ghania, son mari Massi et à leurs enfants Alice et Djawad,

Ma sœur, ma confidente, mon soutien de toujours tu as toujours su trouver les mots justes pour me relever. À Massi, pour sa bienveillance et sa générosité envers notre famille. Et à mes petits trésors Alice et Djawad, dont les sourires ont été une source de bonheur et de motivation tout au long de ce parcours.

À mes deux tantes Ouarda et Nacéra,

Pour votre douceur et votre amour bienveillant qui m'ont accompagnée tout au long de ce chemin. Vous avez été bien plus que des tantes. Merci d'avoir toujours été présentes pour m'encourager et m'accompagne.

À ma chère amie Linda,

Pour son amitié sincère, son soutien, ses encouragements que tu m'as apportés tout au long de ce parcours. Ta présence a été une source de motivation et de force dans les moments les plus difficiles. Merci d'avoir toujours été présente avec ton sourire. Que notre amitié reste forte au fil des années.

À ma binôme Leila,

En souvenir de cette belle aventure partagée. Je te souhaite une vie remplie de réussite, de bonheur et de succès.

Lila

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction Générale 1

Références Bibliographiques.....3

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I.1. Présentation du Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus L.*) 4

I.1.1. Généralités sur le *Pistacia lentiscus L.* 4

I.1.2. Etude botanique du *Pistacia lentiscus L.* 4

I.2. Répartition géographique et limites écologiques 7

I.3. Composition chimique de *Pistacia lentiscus L.* 7

I.3.1. Huile essentielle des feuilles 7

I.3.2. Composés phénoliques 8

I.4. Activités biologiques 8

I.4.1. Activité antioxydante 8

I.4.2. Activité antibactérienne 8

I.4.3. Activité anti-inflammatoire.....8

I.5. Huile essentielle 8

I.6. Méthodes d'extractions.....9

I.6.1. Hydrodistillation (Distillation par l'eau) 9

I.6.2. Entraînement à la vapeur d'eau (Distillation à la vapeur d'eau) 9

I.6.3. Extraction par solvant organique 10

I.6.4. Extraction assistée par micro-ondes 10

I.7. La peau 11

I.7.1. Structure de la peau 11

I.7.2. Fonctions de la peau 12

I.7.3. Types de peau 12

I.7.4. Peau abimée / altérée : causes et mécanismes 12

I.7.5. Causes d'altération de la peau.....12

I.7.6. Mécanismes d'altération et signes cliniques.....12

I.8.	Cosmétiques	13
I.8.1.	Classification	13
I.8.2.	Réglementation des produits cosmétiques	13
I.8.3.	Formes galéniques des produits cosmétiques	14
I.9.	Crème réparatrice	14
I.9.1.	Mode d'action d'une crème réparatrice	14
I.9.2.	Actifs réparateurs utilisés en cosmétique	15
I.10.	Formulation d'une émulsion cosmétique	16
I.10.1.	Principe des émulsions (H/E et E/H)	16
I.10.2.	Paramètres de formulation	17
I.10.3.	Méthodes de Synthèse	17
I.10.4.	Stabilité des émulsions	18
I.11.	Contrôle qualité des crèmes cosmétiques	19
I.11.1.	Tests physicochimiques (pH, viscosité, texture)	19
I.11.2.	Tests de stabilité	20
I.11.3.	Tests d'innocuité et d'efficacité	20
	Références Bibliographiques	22

Chapitre II: Matériels et Méthodes

II.1.	Présentation de l'Entreprise	28
II.2.	Extraction de l'huile essentielle	28
II.2.1.	Localisation	28
II.2.2.	Préparation de la plante	29
II.2.3.	Protocoles expérimentaux	30
II.2.4.	Caractéristiques de l'HE de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	32
II.3.	Composition de la formulation	35
II.3.1.	Description et rôle de chaque ingrédient	35
II.3.1.	Préparation de la phase aqueuse (A)	37
II.3.2.	Préparation de la phase huileuse (B)	37
II.3.3.	Emulsification	38
II.3.4.	Refroidissement	38
II.4.	Caractéristiques de la crème réparatrice	39
II.4.1.	Caractéristiques organoleptique	39

II.4.2. Caractéristiques physico-chimiques.....	39
II.4.2. Caractéristiques biologiques.....	41
Références Bibliographiques.....	43
Chapitre III : Résultats et Discussions	
III.1. Extraction de l'HE de <i>Pistacia lentiscus</i> L.	45
III.1.1. Caractéristiques organoleptiques de l'HE.....	45
III.1.2. Rendement	45
III.1.3. pH	47
III.1.4. Densité	47
III.1.5. Indice de réfraction.....	47
III.1.6. DPPH	48
III.2. Formulation.....	50
III.2.1. Caractéristiques organoleptique de la crème réparatrice	50
III.2.2. pH	51
III.2.3. Viscosité.....	51
III.2.4. Densité	51
III.2.5. Centrifugation.....	51
III.2.6. DPPH	52
III.2.7. Analyse microbiologique	54
III.2.8. Test de la stabilité	56
Références Bibliographiques.....	57
Conclusion.....	58

Liste des figures

Figure I- 1: <i>Pistacia lentiscus L.</i>	4
Figure I- 2: Les feuilles de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	5
Figure I- 3: fleur male de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	5
Figure I- 4: fleur femelle de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	6
Figure I- 5: fruits de <i>Pistacia lentiscus L.</i> à différents stade de maturité.....	6
Figure I- 6: Résine ou mastic de <i>Pistacia lentiscus L.</i>	7
Figure I- 7: Montage expérimental d’Hydrodistillation simple.....	9
Figure I- 8: Montage expérimental de distillation à la vapeur d'eau.....	10
Figure I- 9: Structure de la peau	11
Figure I- 10: Représentation schématique des deux types d’émulsions simple	17
Figure I- 11: Représentation schématique du Murissement d'Ostwald.....	18
Figure I- 12: Représentation schématique de Floculation et coalescence	19
Figure I- 13: Représentation schématique du phénomène de sédimentation et crémage.....	19
Figure II- 1: Localisation du lieu de récolte de deux régions.....	28
Figure II- 2: Montage expérimental d'hydrodistillation	30
Figure II- 3: Montage expérimental d'entraînement à la vapeur d’eau	31
Figure II- 4: Phase A (aqueuse)	37
Figure II- 5: Phase B (huileuse).....	38
Figure II- 6: Emulsification de la phase B dans la phase A	38
Figure II- 7: Crème réparatrice sous différentes conditions de conservation.....	39
Figure II- 8: Appareil de centrifugation.	41
Figure III- 1: Mesure de pH de l'HE de <i>Pistacia lentiscus</i>	47
Figure III- 2: Décoloration du DPPH selon la concentration en huile essentielle.....	48
Figure III- 3: Pourcentage d’inhibition du radical DPPH en fonction de la concentration, pour l’huile essentielle et l’acide ascorbique.	49

Figure III- 4: Aspect de la crème réparatrice.	50
Figure III- 5: Résultat de la centrifugation.....	52
Figure III- 6: Décoloration du DPPH selon la concentration de la crème réparatrice.....	53
Figure III- 7: Pourcentage d’inhibition du radical DPPH en fonction de la concentration, pour la crème réparatrice.	53
Figure III- 8: Résultats microbiologiques sur milieux TGEA (a) et CCA (b).	55

Liste des tableaux

Tableau I- 1 : Nom vernaculaire de <i>Pistacia lentiscus</i> L..	7
Tableau I- 2: Actifs réparateurs utilisés en cosmétique	15
Tableau I- 3: Principales différences entre les émulsions huile dans eau (H/E) et eau dans huile (E/H) [55].	16
Tableau II- 1: Etapes de préparation de la matière végétale	29
Tableau II- 2: Formule de la crème réparatrice	35
Tableau III- 1: Propriétés organoleptique de l'HE de <i>Pistacia lentiscus</i> L.	45
Tableau III- 2: Résultats de rendement de l'HE	45
Tableau III- 3: Résultat d'IC50 de l'HE.	49
Tableau III- 4: Caractéristiques organoleptiques de la crème réparatrice.	50
Tableau III- 5: pH de la crème avant et après l'ajustement.	51
Tableau III- 6: Résultat de la microbiologie de la crème.	54
Tableau III- 7: Suivi des propriétés organoleptiques et du pH de la crème réparatrice	56

Liste des abréviations

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

CCA : Chromocult Coliform Agar

CCT : Caprylic/Capric Triglyceride

CE : Communauté Européenne

CPNP : Cosmetic Products Notification Portal

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

HE : Huile essentielle

H/E : Huile/Eau

HET-CAM : Hen's Egg Test – Chorioallantoic Membrane (Test sur la membrane chorioallantoïque de l'œuf de Poule)

HLB : Hydrophilic-Lipophilic Balance

IC50 : Inhibitory Concentration 50% (Concentration inhibitrice à 50 %)

INCI : International Nomenclature of Cosmetic Ingredients

PEG : Polyéthylène glycol

pH : Potentiel hydrogène

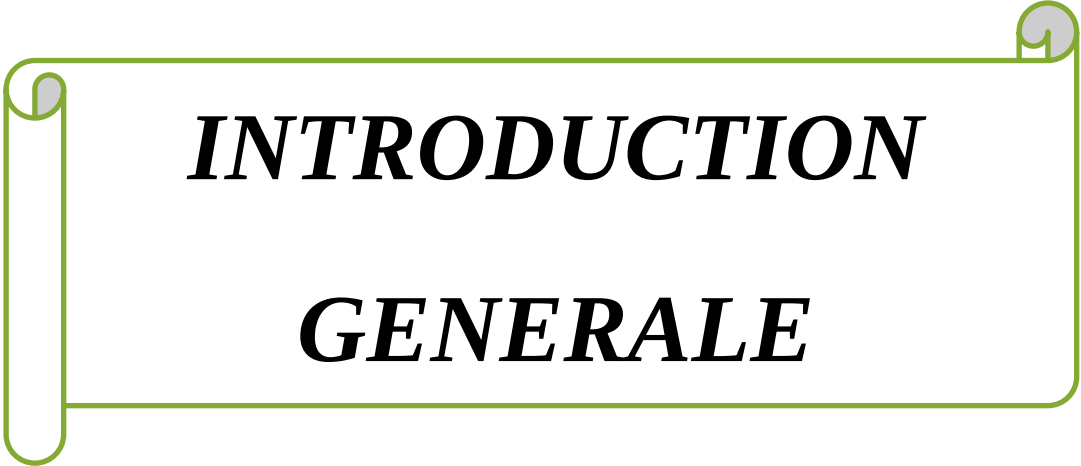
PLL : *Pistacia lentiscus L.*

SFME : Solvent-Free Microwave Extraction

TEA : Triethanolamine

TGEA : Tryptone Glucose Extract Agar

UV : Ultraviolet



INTRODUCTION

GENERALE

Depuis plusieurs années, le secteur cosmétique connaît une évolution importante, marquée par une demande croissante pour des produits naturels, sûrs et respectueux de la peau. Cette tendance s'accompagne d'un intérêt accru pour les ingrédients d'origine végétale, en remplacement partiel ou total de certains composés synthétiques. Dans ce contexte, les huiles essentielles occupent une place importante en raison de leurs propriétés biologiques variées, notamment leurs activités antioxydantes, antimicrobiennes et réparatrices.

Les plantes aromatiques et médicinales de la flore algérienne représentent une source importante de composés bioactifs pour la cosmétique naturelle. La position géographique du pays et la diversité de ses biotopes, présente une richesse floristique importante, estimée à environ 3 139 espèces réparties dans près de 150 familles [1]. Parmi ces espèces, *Pistacia lentiscus* L., un arbuste sauvage appartenant à la famille des Anacardiaceae, se distingue par sa richesse en terpénoïdes et en polyphénols. Son huile essentielle et ses extraits sont largement utilisés pour leurs propriétés anti-inflammatoires, antimicrobiennes et cicatrisantes. Les principaux composés identifiés dans son huile essentielle sont notamment l' α -pinène, le terpinène, le caryophyllène, le limonène et le myrcène [2].

Par ailleurs, la peau, en tant que barrière protectrice de l'organisme, est constamment exposée à des agressions extérieures favorisant la formation de radicaux libres, impliqués dans le vieillissement cutané prématuré [3]. Le développement de formulations cosmétiques naturelles capables de neutraliser ces radicaux libres et de restaurer l'intégrité cutanée représente donc un enjeu scientifique et industriel important.

Bien que *Pistacia lentiscus* L. soit traditionnellement reconnue pour ses effets bénéfiques sur la peau, son potentiel demeure encore peu exploité dans des formulations cosmétiques structurées et scientifiquement caractérisées, notamment dans la région de Bouira. À notre connaissance, aucune étude n'a jusqu'à présent rapporté l'incorporation de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. dans la formulation d'une crème cosmétique réparatrice, ce qui confère à ce travail un caractère novateur. Ce constat soulève la problématique suivante : l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L., en tant que ressource végétale locale, présente-t-elle des propriétés physicochimiques et antioxydantes suffisantes pour être valorisée comme ingrédient actif dans une formulation cosmétique stable, sûre et efficace ?

C'est dans cette optique que s'inscrit ce travail, dont l'objectif est d'extraire, de caractériser sur le plan physicochimique et d'évaluer l'activité antioxydante de l'huile

Introduction Générale

essentielle de *Pistacia lentiscus L.* récoltée dans la région de Bouira, puis de l'incorporer dans une crème réparatrice destinée à une application cutanée.

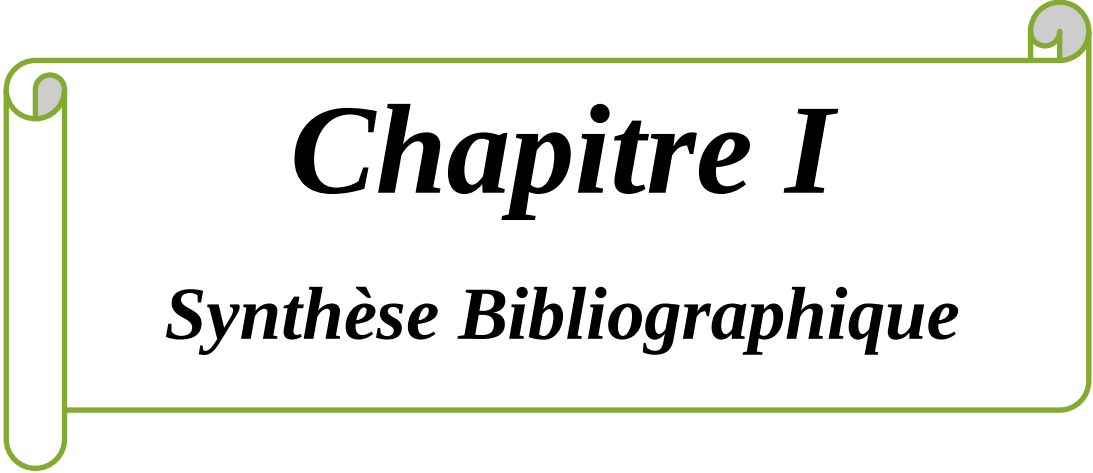
Notre mémoire est structuré en trois chapitres, précédés d'une introduction générale et suivis d'une conclusion générale. Le premier chapitre est consacré à l'étude bibliographique. Il présente des généralités sur *Pistacia lentiscus L.*, les huiles essentielles, leurs propriétés biologiques ainsi que leur intérêt dans le domaine cosmétique. Le deuxième chapitre décrit la démarche expérimentale adoptée, notamment la matière végétale utilisée, l'extraction de l'huile essentielle, sa caractérisation physicochimique, l'évaluation de son activité antioxydante ainsi que le protocole de formulation de la crème réparatrice. Le troisième chapitre présente et discute les résultats obtenus, en analysant les caractéristiques de l'huile essentielle et de la crème formulée. Enfin, une conclusion générale vient résumer les principaux apports de ce travail et proposer des perspectives pour de futures recherches.

Références Bibliographiques

[1] MATE (2009). *La biodiversité en Algérie*, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Alger, Algérie

[2] Milia, E., Bullitta, S.M., Mastandrea, G., Szotáková, B., Schoubben, A., Langhansová, L., Quartu, M., Bortone, A. & Eick, S. (2021). Leaves and Fruits Preparations of *Pistacia lentiscus* L.: A Review on the Ethnopharmacological Uses and Implications in Inflammation and Infection. *Antibiotics*, 10(4), 425. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10040425>

[3] Poljšak, B. & Dahmane, R. (2012). Free radicals and extrinsic skin aging. *Dermatology Research and Practice*, 135206

A decorative frame resembling a scroll, with a light green border and rounded corners. The top right corner has a small grey circular element, and the left side has a vertical rectangular element with rounded ends.

Chapitre I

Synthèse Bibliographique

I.1. Présentation du Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.)

I.1.1. Généralités sur le *Pistacia lentiscus* L.

Le lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), appelé en arabe local « Darou » ou « Tadist », est un arbuste dioïque et persistant de la famille des Anacardiaceae, laquelle comprend 82 genres et plus de 700 espèces. Selon (Bozorgi et al., 2013) [1], le genre *Pistacia* est parfois considéré comme une famille distincte dans la littérature. En Algérie, quatre espèces du genre *Pistacia* sont recensées : *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* [1].

I.1.2. Etude botanique du *Pistacia lentiscus* L.

Pistacia lentiscus L. est un arbuste thermophile et dioïque, caractérisé par une écorce lisse grisâtre, un parfum résineux marqué et des feuilles persistantes coriaces. Ses fleurs rougeâtres sont regroupées en grappes, tandis que ses fruits, d'abord rouges, deviennent noirs à maturité. L'étude morphologique de cette espèce porte principalement sur les feuilles, les inflorescences, les fruits, l'écorce et la résine [2, 3].



Figure I- 1: *Pistacia lentiscus* L.

- **Les feuilles** persistantes sont composées de 4 à 10 paires de folioles ovales, coriaces, non dentées et généralement dépourvues de foliole terminale. Elles sont vert foncé et luisantes sur la face supérieure, plus claires sur la face inférieure, et ont une durée de vie d'environ deux ans [4].



Figure I- 2: Les feuilles de *Pistacia lentiscus* L.

Les Fleurs de *Pistacia lentiscus* L. sont unisexuées, apétales et de petite taille. Espèce dioïque, le lentisque porte les fleurs mâles et femelles sur des individus distincts. La floraison a généralement lieu d'avril à juin, avec des inflorescences courtes et denses situées à l'aisselle des feuilles. Une distinction morphologique et chromatique permet de différencier les fleurs mâles des fleurs femelles chez *Pistacia lentiscus* L. [3, 4].

Les fleurs mâles présentent une coloration rouge foncé due à leurs anthères volumineuses et tétragones. Leur calice est composé de 5 sépales, à la base desquels sont insérées 5 étamines aux filets courts, légèrement soudés entre eux [3, 4].



Figure I- 3: fleur male de *Pistacia lentiscus* L.

Les fleurs femelles de *Pistacia lentiscus* L.. sont de couleur vert-jaune. Elles possèdent un calice à trois ou quatre lobes et un ovaire unique surmonté de trois stigmates arqués vers l'extérieur [3, 4].



Figure I- 4: fleur femelle de *Pistacia lentiscus* L.

Les fruits de *Pistacia lentiscus* L. sont de petites drupes globuleuses d'environ 5 mm de diamètre, contenant un noyau unique. Leur couleur évolue au cours de la maturation, passant du vert au rouge, puis au noirâtre à maturité [5].



Figure I- 5: fruits de *Pistacia lentiscus* L. à différents stade de maturité.

L'écorce de *Pistacia lentiscus* L. est résineuse, brun rougeâtre et lisse sur les jeunes rameaux, puis devient grisâtre avec l'âge. Ses branches sont souvent sinueuses et compactes, tandis que son système racinaire est profond [3, 6].

La résine de *Pistacia lentiscus* L., appelée « mastic », est récoltée en été par incision des tiges. Elle est transparente à jaune pâle, dégage une odeur balsamique marquée et présente des propriétés irritantes [7].



Figure I- 6: Résine ou mastic de *Pistacia lentiscus L.*

I.2. Répartition géographique et limites écologiques

Principalement présent dans la zone thermoméditerranéenne, il est largement répandu dans les régions côtières. Son aire de répartition méridionale s'étend vers Saïda (Algérie), atteignant sa limite écologique à l'Atlas saharien, au-delà de laquelle il n'est plus répertorié [8].

Tableau I- 1 : Nom vernaculaire de *Pistacia lentiscus L.*

Kabyle	Arabe	Français
Thidhekth (les grains) Amadagh (les feuilles)	الضرور	Lentisque (arbre)

I.3. Composition chimique de *Pistacia lentiscus L.*

Pistacia lentiscus L. est riche en substances bioactives, principalement localisées dans les feuilles. Celles-ci contiennent des composés volatils, représentés par l'huile essentielle, ainsi que des composés phénoliques tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins [9].

I.3.1. Huile essentielle des feuilles

L'huile essentielle des feuilles est principalement composée de terpènes, notamment des monoterpènes comme l' α -pinène, le β -pinène, le limonène, le myrcène et le sabinène, ainsi que des sesquiterpènes comme le β -caryophyllène et le germacrène D [10].

I.3.2. Composés phénoliques

Les feuilles contiennent des acides phénoliques, des flavonoïdes et des tanins. Ces composés sont associés à des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antibactériennes et cytoprotectrices [11].

I.4. Activités biologiques

I.4.1. Activité antioxydante

Les feuilles de *Pistacia lentiscus L.* sont riches en polyphénols, flavonoïdes et tanins, responsables d'une activité antioxydante importante. Ces composés contribuent à neutraliser les radicaux libres et à limiter le stress oxydatif, ce qui justifie leur intérêt en cosmétique et en pharmacie [12].

I.4.2. Activité antibactérienne

Les extraits de *Pistacia lentiscus L.* présentent une activité antibactérienne liée principalement à leurs composés phénoliques, tels que l'acide gallique et le pentagalloylglucose. Ces composés agissent sur la membrane cytoplasmique des microorganismes et peuvent limiter leur adhésion, ce qui explique leur intérêt dans les applications pharmaceutiques et cosmétiques [13, 14].

I.4.3. Activité anti-inflammatoire

Les flavonoïdes de *Pistacia lentiscus L.* contribuent à son activité anti-inflammatoire en limitant la production de médiateurs pro-inflammatoires, notamment les prostaglandines [15, 16].

I.5. Huile essentielle

L'huile essentielle est une fraction volatile et aromatique extraite des plantes par des procédés physicochimiques. Elle est largement utilisée dans les domaines cosmétique, pharmaceutique et alimentaire [17].

Sa production reste limitée en raison du faible rendement des plantes aromatiques, généralement inférieur à 1 % de la masse de la matière première utilisée [18]. Ce qui lui confère une grande valeur. La qualité et la quantité obtenues dépendent notamment de l'espèce végétale, de sa composition chimique, de la partie utilisée et de la méthode d'extraction choisie [17].

I.6. Méthodes d'extractions

Le procédé d'extraction conditionne la qualité de l'essence végétale en préservant ses molécules actives. Les méthodes les plus utilisées sont l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation [19].

I.6.1. Hydrodistillation (Distillation par l'eau)

Méthode la plus simple et la plus courante, l'hydrodistillation consiste à immerger la matière première dans l'eau, puis à porter le tout à ébullition. Les vapeurs hétérogènes produites sont condensées sur une surface froide : l'huile essentielle, moins dense que l'eau, s'en sépare par décantation et est récupérée. La phase aqueuse résiduelle, riche en composés hydrosolubles, est appelée eau de distillation, hydrolat ou eau florale. Cependant, le contact prolongé entre l'eau et le végétal pendant la chauffe peut dégrader certains composés aromatiques, notamment les esters [19, 20].

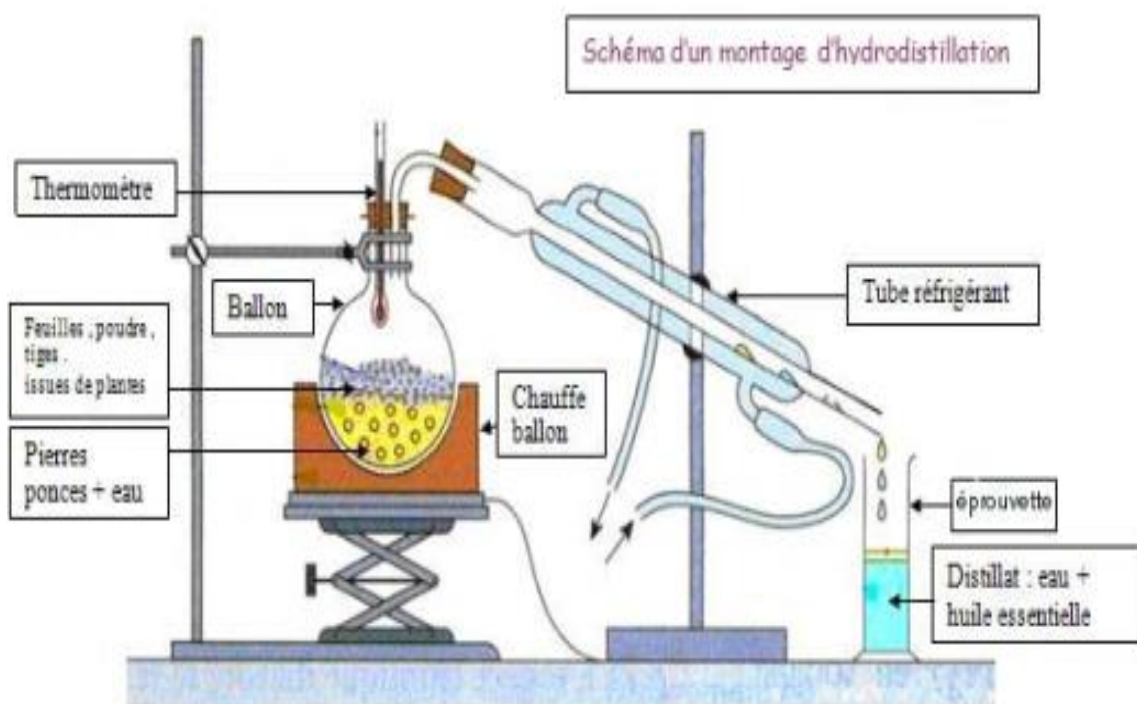


Figure I- 7: Montage expérimental d'Hydrodistillation simple.

I.6.2. Entraînement à la vapeur d'eau (Distillation à la vapeur d'eau)

Pour l'extraction des huiles essentielles (HE), cette méthode expose le matériel végétal à un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs, chargées en composés volatils, sont condensées puis recueillies dans un essencier, où elles se séparent en phases aqueuse et organique. L'absence de contact direct entre l'eau et la plante, ainsi qu'entre l'eau et les

molécules aromatiques, évite les hydrolyses ou dégradations susceptibles d'altérer la qualité de l'huile. De plus, cette distillation régulière et rapide confère à l'huile essentielle un parfum plus subtil, avec des notes de tête particulièrement riches en esters [18, 19].

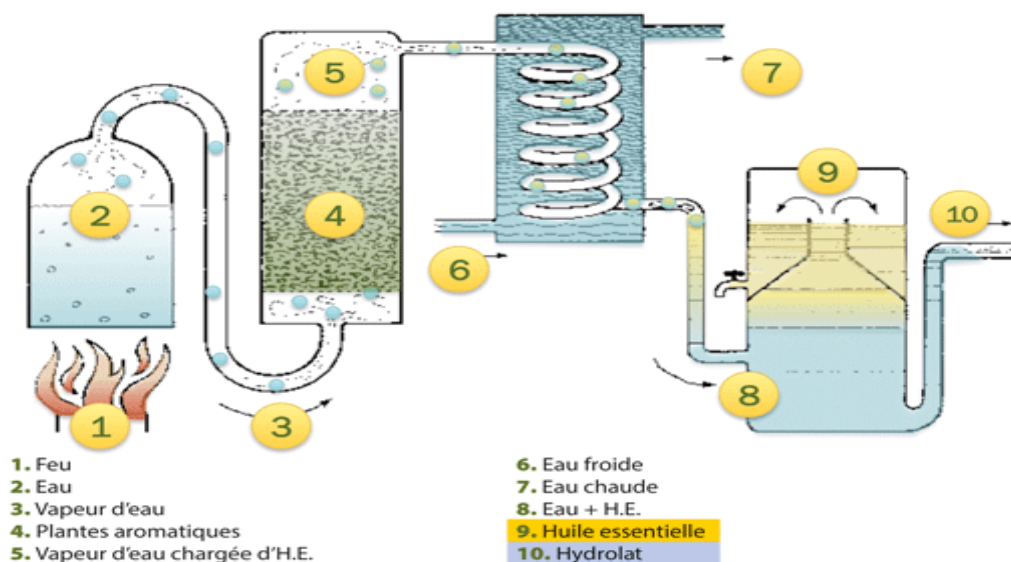


Figure I- 8: Montage expérimental de distillation à la vapeur d'eau.

I.6.3. Extraction par solvant organique

L'extraction par solvant est utilisée pour les huiles essentielles peu volatiles ou difficiles à extraire par entraînement à la vapeur d'eau. Elle consiste à épuiser les composés aromatiques de la matière végétale à l'aide d'un solvant volatil, tel que l'hexane, le cyclohexane ou l'éthanol.

Cette méthode permet généralement d'obtenir de meilleurs rendements que la distillation, tout en limitant l'altération des molécules sensibles par la vapeur d'eau [17, 18].

I.6.4. Extraction assistée par micro-ondes

La distillation assistée par micro-ondes est une méthode d'extraction rapide, économique et écologique. Elle permet d'améliorer le rendement tout en limitant les dégradations thermiques et hydrolytiques.

La SFME (Solvent Free Microwave Extraction), ou extraction par micro-ondes sans solvant, repose sur le chauffage de l'eau naturellement présente dans la plante, provoquant la rupture des glandes oléifères et la libération de l'huile essentielle [21, 22].

I.7. La peau

La peau constitue une barrière protectrice entre l'organisme et le milieu extérieur. Elle participe à la protection du corps et reflète certains aspects de l'état général, comme l'âge ou l'état de santé. Chez l'adulte, elle couvre environ 2 m² et se compose de trois couches principales : l'épiderme, le derme et l'hypoderme. Elle comprend également plusieurs annexes cutanées, notamment les cheveux, les poils, les ongles, les glandes sudoripares et les glandes sébacées [23, 24].

I.7.1. Structure de la peau

La peau est structurée en trois couches principales qui assurent protection, soutien et régulation. L'épiderme, couche la plus externe, se compose de la couche basale, riche en kératinocytes et mélanocytes responsables du renouvellement cellulaire et de la production de mélanine filtrant les rayons UV pour protéger l'ADN, et de la couche cornée, formée de kératinocytes morts servant de barrière physique ; il contient aussi des cellules de Langerhans jouant un rôle immunitaire [25]. Le derme, couche intermédiaire, est un tissu conjonctif dense comprenant collagène, fibres élastiques, vaisseaux sanguins et lymphatiques, nerfs, glandes et récepteurs sensoriels, apportant élasticité et résistance, et hébergeant follicules pileux ainsi que glandes sébacées et sudoripares ; son vieillissement entraîne rides et relâchement cutané [25, 26]. L'hypoderme, enfin, constitue la couche profonde, séparant le derme des muscles et tissus sous-jacents, contenant du tissu adipeux variable et de gros vaisseaux, servant de protection contre les chocs et variations thermiques, et représentant 15 à 30 % de la masse corporelle [26].

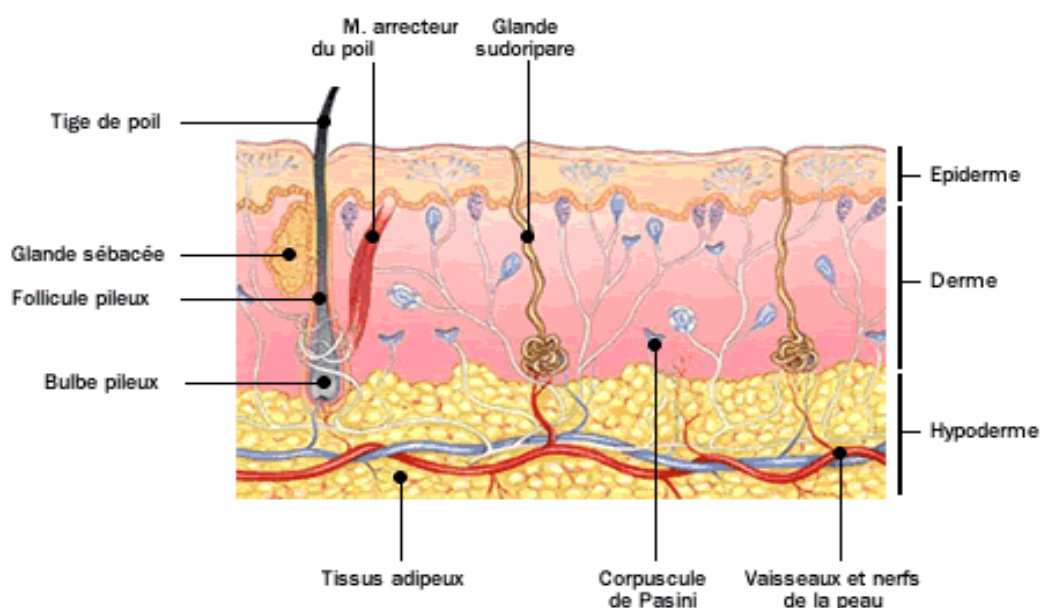


Figure I- 9: Structure de la peau.

I.7.2. Fonctions de la peau

La peau assure plusieurs fonctions essentielles : elle protège l'organisme contre les agressions extérieures, participe à la régulation de la température corporelle, maintient l'équilibre hydrique, permet la perception sensorielle et contribue à la défense immunitaire. Elle intervient également dans la synthèse de la vitamine D et, grâce à l'hypoderme, sert de réserve énergétique et protège contre les chocs [27].

I.7.3. Types de peau

On distingue principalement quatre types de peau : normale, sèche, grasse et mixte. La peau normale est équilibrée, ni trop grasse ni trop sèche, avec peu d'imperfections. La peau grasse se caractérise par une production excessive de sébum, des pores dilatés, un aspect brillant et parfois des points noirs. La peau sèche présente un manque de sébum et d'hydratation, donnant une sensation de tiraillement, un aspect terne et une texture rugueuse. La peau mixte associe une zone T grasse, au niveau du front, du nez et du menton, et des joues plus sèches [28]. La peau sensible peut accompagner tous les types de peau et se manifeste par une réactivité accrue aux facteurs externes [29].

I.7.4. Peau abimée / altérée : causes et mécanismes

La peau constitue la première barrière de défense de l'organisme contre les agressions extérieures. Lorsqu'elle est altérée, son équilibre structural et fonctionnel est perturbé, ce qui peut entraîner une déshydratation cutanée et favoriser la pénétration des micro-organismes. La barrière cutanée est souvent comparée à un mur : les cellules mortes de la couche cornée représentent les briques, tandis que les lipides, notamment les céramides, le cholestérol et les acides gras libres, jouent le rôle de ciment assurant sa cohésion et son imperméabilité [30, 31].

I.7.5. Causes d'altération de la peau

Plusieurs facteurs peuvent altérer la barrière cutanée, notamment le tabac, le stress chronique, la pollution, les rayonnements UV ainsi que certaines pratiques cosmétiques agressives, comme les lavages répétés ou l'usage excessif d'exfoliants [32]. Des prédispositions génétiques, telles qu'une anomalie de la filaggrine, fragilisent également cette barrière et favorisent certaines affections cutanées, notamment la dermatite atopique [33].

I.7.6. Mécanismes d'altération et signes cliniques

Avec l'âge, le renouvellement cellulaire ralentit et la fonction barrière de la peau s'affaiblit, favorisant la déshydratation, le teint terne et une sensibilité accrue aux agressions

extérieures [34]. Ces changements peuvent aussi s'accompagner d'une diminution des fibroblastes et de troubles pigmentaires [35]. En cas d'agression, la peau déclenche une réponse inflammatoire impliquant des cellules immunitaires et des médiateurs chimiques, ce qui peut se traduire par une sécheresse, des rougeurs, des tiraillements ou une hypersensibilité, parfois associés à des affections comme l'eczéma [36].

I.8. Cosmétiques

Selon le règlement (CE) n° 1223/2009, un produit cosmétique est toute substance ou tout mélange destiné à être appliqué sur les parties superficielles du corps humain, comme la peau, les cheveux, les ongles, les lèvres, les dents et les muqueuses buccales. Son objectif principal est de nettoyer, parfumer, protéger, modifier l'apparence, maintenir en bon état ou corriger les odeurs corporelles [37]. Les produits cosmétiques occupent une place importante dans l'hygiène quotidienne, les soins corporels et le bien-être, avec des formulations adaptées aux besoins de la peau, des cheveux et des différentes zones d'application [38].

I.8.1. Classification

Les produits cosmétiques se classent selon leur fonction et leur domaine d'utilisation en plusieurs catégories principales : les produits d'hygiène et de nettoyage, les produits de soin, les produits solaires, les produits de maquillage, les produits capillaires et les produits de parfumerie [38].

Les produits d'hygiène, comme les savons, gels douche, shampoings et dentifrices, assurent la propreté du corps. Les produits de soin visent à protéger ou améliorer l'état de la peau et des cheveux. Les produits solaires protègent la peau contre les rayonnements UV, tandis que les produits de maquillage servent à embellir ou modifier l'apparence. Les produits capillaires sont destinés à l'entretien des cheveux, alors que les parfums et eaux de toilette sont utilisés pour parfumer le corps [39, 40].

I.8.2. Réglementation des produits cosmétiques

La commercialisation des produits cosmétiques dans l'Union européenne est encadrée par le Règlement (CE) n° 1223/2009, qui fixe les exigences relatives à la sécurité, à la fabrication, à l'étiquetage, à la traçabilité et à la conformité des produits. Ce règlement impose la désignation d'une personne responsable, chargée de garantir la conformité du produit, de tenir le dossier technique et d'assurer le suivi de la sécurité après sa mise sur le marché [41]. Avant leur commercialisation, les produits doivent être notifiés sur le portail européen CPNP,

afin de permettre aux autorités compétentes d'accéder aux informations essentielles. Leur étiquetage doit comporter des mentions obligatoires visibles, lisibles et indélébiles. Par ailleurs, les formules contenant de l'eau nécessitent des tests microbiologiques, notamment le Challenge Test, pour vérifier l'efficacité du système conservateur et garantir la sécurité du consommateur [41, 42].

I.8.3. Formes galéniques des produits cosmétiques

La forme galénique correspond à l'aspect final sous lequel un produit cosmétique et pharmaceutique est présenté au consommateur, après association des principes actifs et des excipients. En cosmétologie, les formes sont généralement classées en trois grandes catégories : les dispersions, les formes aqueuses et les formes anhydres [43, 44].

Les dispersions regroupent des systèmes où une phase est répartie dans une autre, comme les émulsions, les suspensions, les mousses et les aérosols. Parmi elles, les émulsions sont très utilisées, notamment dans les crèmes et les laits cosmétiques. Les formes aqueuses, telles que les lotions, eaux micellaires, gels et certains sérums, sont principalement constituées d'eau. À l'inverse, les formes anhydres ne contiennent pas d'eau et incluent les huiles, baumes et poudres. Le choix de la forme dépend de la nature du produit, de sa fonction et de son mode d'application [43, 45].

I.9. Crème réparatrice

La crème réparatrice est une formulation cosmétique destinée à restaurer la barrière cutanée altérée, à renforcer le film hydrolipidique et à protéger la peau contre les agressions extérieures [46,47]. Son efficacité repose sur l'association d'actifs hydratants, réparateurs et apaisants, tels que les céramides, l'acide hyaluronique, la glycérine, le panthénol et la niacinamide [48,49]. Ces composants favorisent la rétention d'eau, la régénération de l'épiderme et le renforcement de la fonction protectrice de la peau. Ainsi, les crèmes réparatrices contribuent à hydrater les peaux sèches ou fragilisées, à améliorer leur texture et à réduire les irritations ainsi que les rougeurs [46].

I.9.1. Mode d'action d'une crème réparatrice

Une crème réparatrice agit principalement en renforçant la barrière cutanée, composée notamment de céramides, de cholestérol et d'acides gras [50,52]. Elle forme un film protecteur qui limite la perte en eau, protège la peau contre les agressions extérieures et favorise le maintien de son hydratation. [50]. Son action repose sur trois mécanismes complémentaires :

l'action humectante, qui attire et retient l'eau ; l'action émolliente, qui assouplit et nourrit la peau ; et l'action occlusive, qui forme une couche protectrice limitant la déshydratation [51]. Grâce à ces effets, les crèmes réparatrices sont particulièrement adaptées aux peaux sèches, sensibles, fragilisées ou atopiques, car elles apaisent les inconforts et soutiennent la réparation naturelle de la peau [51,52].

I.9.2. Actifs réparateurs utilisés en cosmétique

Le tableau suivant présente les principaux actifs réparateurs utilisés en cosmétique, ainsi que leur rôle dans la restauration et la protection de la barrière cutanée.

Tableau I- 2: Actifs réparateurs utilisés en cosmétique

Actif	Nom INCI	Origine	Action réparatrice	Dosage usuel	Référence
Panthénol (pro-vit. B5)	Panthenol	Synthétique	Hydratant, apaisant, régénérant épidermique	1-5 %	Techniques de l'Ingénieur, réf.J3002
Niacinamide (vit. B3)	Niacinamide	Synthétique	Renforcement barrière, anti-inflammatoire, régulation sébum	2-5 %	PCC Group, Ingrédients actifs, 2025
Allantoïne	Allantoin	Naturelle / synthétique	Renouvellement épidermique, apaisant, anti-inflammatoire	0,5-2 %	Aroma-Zone Fiche technique
Acide Hyaluronique	Sodium hyaluronate	Biotechnologie	Hydratation multi-niveaux, filmogène,	0,1-2 %	Techniques de l'Ingénieur, réf. J3002

			stimule fibroblastes		
Glycérine	Glycerin	Végétale	Humectant, équilibre film hydrolipidique	5-15 %	Typology, composition crème, 2026
Huiles végétales	Rosa canina / Argania spinosa	Végétale	Relipidant, émollient, régénérant, antioxydant	Variable	Techniques Ingénieur J3002, tableau 7
Beurre de karité	Butyrospermu m Parkii Butter	Végétale	Nourrissant, occlusif, réparateur lipidique	2-20 %	Topicrem ; Bio-ethik.fr

I.10. Formulation d'une émulsion cosmétique

I.10.1. Principe des émulsions (H/E et E/H)

Une émulsion simple est constituée d'une phase aqueuse, d'une phase huileuse et d'un agent émulsifiant assurant la stabilité du système. En cosmétique, on distingue principalement les émulsions huile dans eau (H/E), légères et non grasses, utilisées dans les soins visage et les laits corporels, et les émulsions eau dans huile (E/H), plus riches et protectrices, adaptées aux peaux sèches ou fragilisées [53, 54].

Tableau I- 3: Principales différences entre les émulsions huile dans eau (H/E) et eau dans huile (E/H) [55].

Caractéristique	Emulsion H/E	Emulsion E/H
Phase continue	Eau	Huile
Texture	Légère, fraîche	Riche, onctueuse
Effet sur la peau	Hydratant	Nourrissant, protecteur

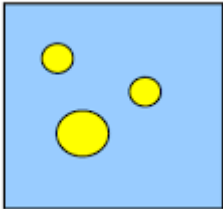
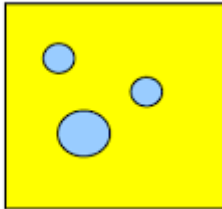
Application	Soins visage, laits	Crèmes riches, soins anti-froid
Huile dans eau : H/E		Eau dans huile : E/H
		

Figure I- 10: Représentation schématique des deux types d'émulsions simple.

I.10.2. Paramètres de formulation

I.10.2.1. Choix des émulsifiants et la méthode HLB

La balance hydrophile-lipophile (HLB), introduite par Griffin en 1949, permet d'évaluer le caractère hydrophile ou lipophile d'un tensioactif sur une échelle de 0 à 20. Elle constitue un critère essentiel dans le choix des émulsifiants, car elle influence la formation et la stabilité de l'émulsion. Le choix des émulsifiants dépend de leur valeur HLB, du pH, de la température du système, ainsi que des propriétés recherchées, telles que la stabilité, la tolérance cutanée, la texture et le coût. Ils peuvent être d'origine naturelle, comme la lécithine de soja et la cire d'abeille, ou synthétique, comme les polysorbates et les PEG [53].

I.10.2.2. Co-émulsifiants et agents de texture

La texture d'une émulsion dépend principalement du type d'émulsion, du rapport entre les phases aqueuse et huileuse, ainsi que de la taille des gouttelettes dispersées. Ces paramètres permettent d'obtenir des textures variées, allant du lait fluide à la crème épaisse [56]. Les agents de texture améliorent la stabilité des émulsions en augmentant la viscosité de la phase dispersante [53].

I.10.3. Méthodes de Synthèse

La synthèse d'une émulsion cosmétique repose sur l'homogénéisation de deux phases liquides immiscibles : une phase aqueuse et une phase huileuse. Le système rotor-stator est l'une des méthodes les plus utilisées, car il permet de générer un cisaillement intense favorisant la dispersion fine d'une phase dans l'autre [57].

Le procédé de fabrication comprend généralement la préparation séparée des deux phases, leur chauffage à une température similaire, souvent entre 70 et 80 °C, puis leur mélange

sous agitation. L'émulsion obtenue est ensuite homogénéisée mécaniquement, refroidie progressivement sous agitation modérée, puis complétée par l'ajout des ingrédients thermosensibles, tels que les parfums, les conservateurs et les principes actifs.

Le choix des conditions d'émulsification, notamment la vitesse d'agitation, la température et le temps d'homogénéisation, influence directement la stabilité, la taille des gouttelettes et les propriétés finales de l'émulsion [53].

I.10.4. Stabilité des émulsions

La stabilité d'une émulsion est un critère essentiel en formulation cosmétique, car elle conditionne la qualité et la durée de vie du produit fini. Les principaux phénomènes de déstabilisation sont la coalescence, le mûrissement d'Ostwald, le crémage, la floculation et l'inversion de phase [57].

- **Mûrissement d'Ostwald**

Le mûrissement d'Ostwald est un phénomène irréversible au cours duquel les petites gouttelettes se dissolvent progressivement au profit des plus grosses, afin de réduire l'énergie du système [58].

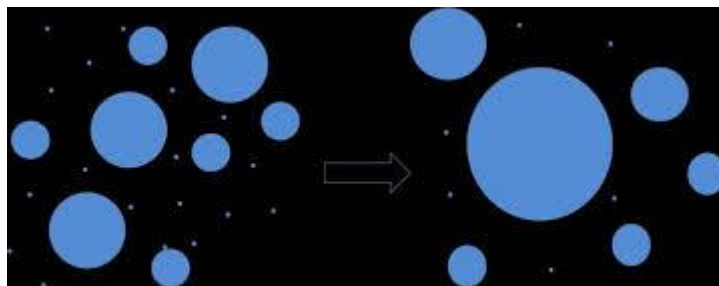


Figure I- 11: Représentation schématique du Mûrissement d'Ostwald.

- **Floculation et coalescence**

La floculation correspond à l'agrégation des gouttelettes dispersées. Le crémage et la sédimentation sont généralement réversibles par simple agitation, tandis que la coalescence et le mûrissement d'Ostwald sont irréversibles et peuvent entraîner la séparation définitive de l'émulsion [58].

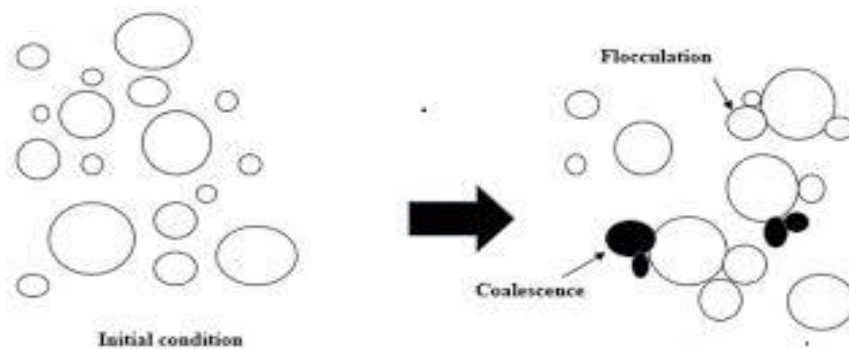


Figure I- 12: Représentation schématique de Flocculation et coalescence.

- **Crémage et la sédimentation**

Le crémage et la sédimentation résultent principalement de la différence de densité entre les phases. La stabilité d'une émulsion peut être améliorée par la réduction de la taille des gouttelettes, l'augmentation de la viscosité de la phase continue et l'ajout d'agents stabilisants adaptés [53,59].

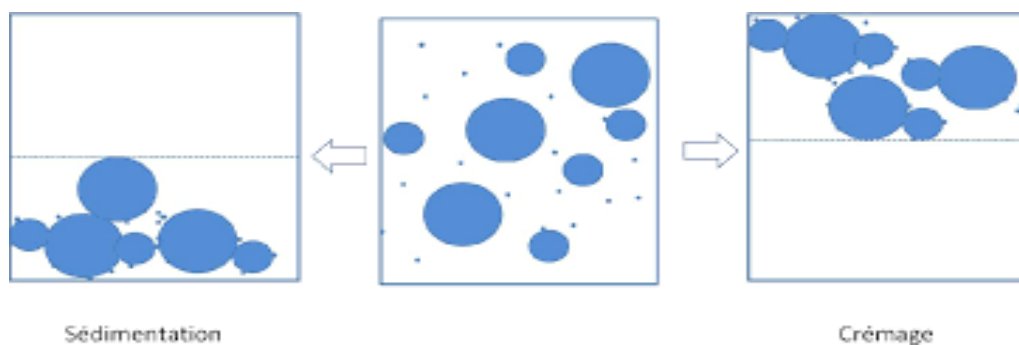


Figure I- 13 : Représentation schématique du phénomène de sédimentation et crémage.

I.11. Contrôle qualité des crèmes cosmétiques

La mise au point d'un produit cosmétique nécessite des tests préalables afin de garantir son innocuité, sa stabilité et son efficacité. Le responsable de la mise sur le marché doit s'assurer que le produit ne présente aucun risque pour le consommateur dans des conditions d'utilisation normales ou prévisibles [60].

I.11.1. Tests physicochimiques (pH, viscosité, texture)

Les paramètres physicochimiques d'un produit cosmétique, tels que le pH, la viscosité, la densité et la couleur, permettent d'évaluer sa stabilité, sa sécurité et sa conformité à l'usage prévu [61].

- **pH**

Le pH indique le caractère acide, neutre ou basique d'une formulation. En cosmétique, il doit être adapté à l'usage du produit afin d'assurer sa stabilité et sa tolérance cutanée [61].

- **La viscosité**

La viscosité correspond à la résistance d'un produit à l'écoulement. Elle influence sa consistance, son application, son confort d'utilisation et sa stabilité. Elle est généralement mesurée à l'aide d'un viscosimètre rotatif, comme le viscosimètre Brookfield [61].

- **Texture et propriétés organoleptiques**

L'évaluation sensorielle permet d'apprécier la qualité d'une crème cosmétique à travers son aspect visuel, sa texture et ses sensations lors de l'application. Elle prend en compte des paramètres tels que la brillance, la consistance, l'adhérence et le confort cutané [62].

I.11.2. Tests de stabilité

Le challenge test doit être complété par une étude de vieillissement accéléré, généralement réalisée à 40 °C, afin d'évaluer la stabilité du produit dans le temps. Cette étude porte sur les paramètres microbiologiques, organoleptiques et physicochimiques, tels que l'odeur, la couleur, le pH et la viscosité [63].

La caractérisation rhéologique permet également d'apprécier la stabilité des crèmes cosmétiques face au temps et aux variations de température [64].

I.11.3. Tests d'innocuité et d'efficacité

- **Challenge test microbiologique**

Le challenge test permet d'évaluer l'efficacité du système conservateur d'une formulation cosmétique. Il consiste à introduire une concentration connue de micro-organismes dans le produit, puis à suivre leur évolution par des analyses microbiologiques régulières afin de vérifier sa sécurité microbiologique [65].

- **Test d'innocuité cutanée (Patch test)**

Le patch test permet d'évaluer la tolérance cutanée d'un produit cosmétique. Il consiste à appliquer le produit sous pansement occlusif pendant 24 à 48 heures sur des volontaires, afin de vérifier l'absence de réactions cutanées, telles que rougeurs ou irritations, sous supervision médicale [66].

- **Test d'irritation oculaire**

Le test d'irritation oculaire permet d'évaluer la tolérance du produit au contact des yeux. Il est généralement réalisé par des méthodes in vitro, comme le test HET-CAM, afin de vérifier l'absence d'effet irritant sur les structures oculaires [65].

- **Tests d'efficacité**

L'évaluation cosmétique vise à vérifier la sécurité du produit pour la santé humaine, notamment à travers l'analyse de la toxicité de ses composants et, si nécessaire, la réalisation de tests complémentaires. Elle est réalisée par un expert qualifié, tel qu'un médecin ou un toxicologue [60].

Références Bibliographiques

- [1] Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M.H., Shams-Ardekani, M.R., & Rahimi, R. (2013). Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): A review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *The Scientific World Journal*, 2013, 219815. <https://doi.org/10.1155/2013/219815>
- [2] Sehaki, C., Jullian, N., Ayati, F., Fernane, F., & Gontier, E. (2023). A Review of *Pistacia lentiscus* Polyphenols: Chemical Diversity and Pharmacological Activities. *Plants*, 12(2), 279. Lien direct : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9866577/>
- [3] Milia, E., Bullitta, S.M., Mastandrea, G., Szotáková, B., Schoubben, A., Langhansová, L., Quartu, M., Bortone, A., & Eick, S. (2021). Leaves and Fruits Preparations of *Pistacia lentiscus* L.: A Review on the Ethnopharmacological Uses and Implications in Inflammation and Infection. *Antibiotics*, 10(4), 425. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8069618/>
- [4] Doghbage, A., Belhadj, S., Belhouadjeb, F.A., Boukerker, H., Mevy, J.P., Gauquelin, T & Derridj, A. (2023). Leaf Morphological and Epidermal Traits Variability along Environmental Gradients in Ten Natural Populations of *Pistacia lentiscus*. *Life*, 13(7), 1617. <https://doi.org/10.3390/life13071617>
- [5] Djedaia S (2017). Étude physico-chimique et caractérisation du fruit de la plante lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) [Thèse de doctorat en sciences, option Chimie analytique et physique]. Faculté des sciences, Département de chimie, Université Badji Mokhtar-Annaba.
- [6] Floris, S., Di Petrillo, A., Pintus, F. & Delogu, G.L. (2024). *Pistacia lentiscus*: Phytochemistry and antidiabetic properties. *Nutrients*, 16(11), 1638. <https://doi.org/10.3390/nu16111638>
- [7] Soulaïdopoulos, S., Tsiogka, A., Chrysohoou, C., Lazarou, E., Aznaouridis, K., Doundoulakis, I., Tyrovolas, D., Tousoulis, D., Tsioufis, K., Vlachopoulos, C., & Lazaros, G. (2022). Overview of Chios Mastic Gum (*Pistacia lentiscus*) Effects on Human Health. *Nutrients*, 14(3), 590. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8838553/>
- [8] Quézel, P., & Santa, S. (1962). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (Tome I & II). Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Paris, 1170 p
- [9] Souilah, N., Benabdallah, A., Bendif, H., Miara, M. D., Daoud, N., Mustafa, A. M., Yilmaz, M. A., Öztürk, M., Caprioli, G., & Maggi, F. (2022). Ethnobotanical investigation of *Pistacia lentiscus* L. grown in El Kala (Algeria), and phytochemical study and antioxidant activity of its essential oil and extracts. *Natural Product Research*, 37(9), 1583–1588. <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.2024825>

- [10] Sehaki, C., Jullian, N., Choque, E., Dauwe, R., Fontaine, J.X., Molinie, R., Ayati, F., Fernane, F. & Gontier, E. (2022). Profiling of essential oils from the leaves of *Pistacia lentiscus* collected in the Algerian region of Tizi-Ouzou: Evidence of chemical variations associated with climatic contrasts between littoral and mountain samples. *Molecules*, 27(13), 4148. <https://doi.org/10.3390/molecules27134148>
- [11] Remila, S., Atmani-Kilani, D., Delemasure, S., Connat, J-L., Azib, L., Richard, T. & Atmani, D. (2015). Antioxidant, cytoprotective, anti-inflammatory and anticancer activities of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) leaf and fruit extracts. *European Journal of Integrative Medicine*, 7(3), 274–286. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2015.03.009>
- [12] Sehaki, C., Jullian, N., Ayati, F., Fernane, F. & Gontier, E. (2023). A review of *Pistacia lentiscus* polyphenols: Chemical diversity and pharmacological activities. *Plants*, 12(2), 279. <https://doi.org/10.3390/plants12020279>
- [13] Abdelwahed, A., Bouhlel, I., Skandrani, I., Valenti, K., Kadri, M., Guiraud, P., Steiman, R., Mariotte, A.M., Ghedira, K., Laporte, F., Dijoux-Franca, M.G. & Chekir-Ghedira, L. (2007). Study of antimutagenic and antioxidant activities of gallic acid and 1,2,3,4,6-pentagalloylglucose from *Pistacia lentiscus*: Confirmation by microarray expression profiling. *Chemico-Biological Interactions*, 165(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2006.10.003>
- [14] Di Pierro, F., Sagheddu, V., Galletti, S., Forti, M., Elli, M., Bertuccioli, A. & Gaeta, S. (2021). Antibacterial activity of a fractionated *Pistacia lentiscus* oil against pharyngeal and ear pathogens, alone or in combination with antibiotics. *Frontiers in Microbiology*, 12, 686942. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.686942>
- [15] Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M.H., Shams-Ardekani, M.R. & Rahimi, R. (2013). Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): A review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *The Scientific World Journal*, 2013, 219815. <https://doi.org/10.1155/2013/219815>
- [16] Santarsiero, A., Onzo, A., Pascale, R., Acquavia, M.A., Coviello, M., Convertini, P., Todisco, S., Marsico, M., Pifano, C., Iannece, P., Gaeta, C. & D'Angelo, S. (2020). *Pistacia lentiscus* hydrosol: Untargeted metabolomic analysis and anti-inflammatory activity mediated by NF-κB and the citrate pathway. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 4264815. <https://doi.org/10.1155/2020/4264815>
- [17] Baser K.H.C. & Buchbauer G. (2010). *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications*. CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
- [18] Bruneton J. (2009). *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales* (4^e éd.). Tec & Doc Lavoisier, Paris.

[19] Pheko-Ofitlhile, T. & Makhzoum, A. (2024). Impact of hydrodistillation and steam distillation on the yield and chemical composition of essential oils and their comparison with modern isolation techniques. *Journal of Essential Oil Research*, 36(2), 105–115. <https://doi.org/10.1080/10412905.2024.2320350>

[20] Almeida, H.H.S., Fernandes, I.P., Amaral, J.S., Rodrigues, A.E. & Barreiro, M-F. (2024). Unlocking the potential of hydrosols: Transforming essential oil byproducts into valuable resources. *Molecules*, 29(19), 4660. <https://doi.org/10.3390/molecules29194660>

[21] Lucchesi M.E., Chemat F. & Smadja J. (2004). Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation. *Journal of Chromatography A*, 1043(2), 323–327. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.05.083>

[22] Araujo, A.R.T.S., Périno, S., Fernandez, X., Cunha, C., Rodrigues, M., Ribeiro, M.P., Jordao, L., Silva, L.A., Rodilla, J., Coutinho, P. & Chemat, F. (2021). Solvent-free microwave extraction of *Thymus mastichina* essential oil: Influence on their chemical composition and on the antioxidant and antimicrobial activities. *Pharmaceuticals*, 14(8), 709. <https://doi.org/10.3390/ph14080709>

[23] Tortora G.J. & Derrickson B. (2017). *Principes d'anatomie et de physiologie* (4^e éd. française). De Boeck, Bruxelles.

[24] Alami, Z. (2021). *Peau : Histologie et fonctions* [Support de cours]. Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech, Université Cadi Ayyad. Récupéré de : <https://anatomie-fmpm.uca.ma/wp-content/uploads/2021/05/Peau-histo-et-fonctions.pdf>

[25] Kolarsick, P. A. J., Kolarsick, M. A., & Goodwin, C. (2024). Anatomy, skin (integument), epidermis. Dans *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470464/>

[26] Yousef, H., Alhajj, M., & Sharma, S. (2023). Histology, skin. Dans *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537325/>

[27] Sharma, S., & Bhatt, D. L. (2024). Anatomy, skin (integument), epidermis. Dans *StatPearls*. StatPearls Publishing. Récupéré de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470464/>

[28] Saiwaeo, S., Arwatchananukul, S., Mungmai, L., Preedalikit, W., & Aunsri, N. (2023). Human skin type classification using image processing and deep learning approaches. *Heliyon*, 9(11), e21176. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21176>

[29] Duarte, I., Silveira, J. E. P. S., Hafner, M. de F. S., Toyota, R., & Pedroso, D. M. M. (2017). Sensitive skin: Review of an ascending concept. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 92(4), 521–525.

[30] Elias, P. M. (1983). Epidermal lipids, barrier function, and desquamation. *Journal of Investigative Dermatology*, 80(Suppl.), S44–S49. <https://doi.org/10.1038/jid.1983.12>

[31] Kılıç, A., & Güngör, S. (2019). Recent advances on topical application of ceramides to restore barrier function of skin. *Cosmetics*, 6(3), 52. <https://doi.org/10.3390/cosmetics6030052>

[32] Grenier, A., Morissette, M.C., Rochette, P.J. & Pouliot, R. (2023). The combination of cigarette smoke and solar rays causes effects similar to skin aging in a bilayer skin model. *Scientific Reports*, 13, 17969. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44868-z>

[33] Gupta, J., & Margolis, D. J. (2021). Filaggrin gene mutations with special reference to atopic dermatitis. *Current Treatment Options in Allergy*, 8, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s40521-021-00280-y> (PMID : 33585163)

[34] Luo, Y., & Bollag, W. B. (2024). The role of PGC-1 α in aging skin barrier function. *Cells*, 13(13), 1135. <https://doi.org/10.3390/cells13131135>

[35] Zheng, J., Wang, S., Sun, J. & Lv, J. (2026). Dermal fibroblast senescence: The central hub of skin aging — From intrinsic dysfunction to microenvironmental remodeling. *International Journal of Molecular Sciences*, 27(4), 1653. <https://doi.org/10.3390/ijms27041653>

[36] Çetinarslan, T., Kümper, L., & Fölster-Holst, R. (2023). The immunological and structural epidermal barrier dysfunction and skin microbiome in atopic dermatitis — An update. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 10, 1159404. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2023.1159404>

[37] Règlement (CE) n°1223(2009), du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques. Disponible sur : <https://www.regulopti.com/definition-produit-cosmetique/>

[38] Mathieu, M. (2007). *Influence des cosmétiques sur la qualité de vie ; Pertinence de l'association CEW* [Thèse de Doctorat en Pharmacie, N°29]. Université de Nantes, Faculté de Pharmacie. <https://archive.bu.univ-nantes.fr/pollux/fichiers/download/3781baf4-d6d7-4dfa-aa53-a9f91841c9ff>

[39] Ferreira, M., Matos, A., Couras, A., Marto, J. & Ribeiro, H. (2022). Overview of cosmetic regulatory frameworks around the world. *Cosmetics*, 9(4), 72. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9040072>

[40] Beauté en Folie. *Définition et classification des cosmétiques en France*(2026). Disponible sur : <https://www.beauteenfolie.fr/produit-cosmetique-definition-et-classification-des-cosmetiques-en-france/>

[41] Pharmanager Development. *Le Règlement (CE) 1223/2009 pour les cosmétiques*(2025). Disponible sur : <http://www.pharmanager-development.com/quelles-sont-les-obligations-du-reglement-ce-1223-2009-pour-les-cosmetiques/>

[42] Ferrère, R. & Simhon (Maître). (2023). *Le produit cosmétique et les dispositifs médicaux — Réglementation applicable au produit cosmétique* [Support pédagogique, mis à jour le 24/02/2023]. Académie d'Orléans-Tours, Conférence Nationale des Enseignants de Pharmacie(CNEP). [https://pedagogie.ac-orleans-tours.fr/documents/pdf/reglementation_produits_cosmetiques_et_dm.ptx - 24 02 2023 - 1.pdf](https://pedagogie.ac-orleans-tours.fr/documents/pdf/reglementation_produits_cosmetiques_et_dm.ptx_-_24_02_2023_-_1.pdf)

[43] Pharma (2021). *Quelle forme galénique pour vos cosmétiques ?* Disponible sur : <https://www.isispharma.fr/quelle-forme-galenique-pour-vos-cosmetiques/>

[44] ENSAIA Université de Lorraine (2018). *Les émulsions alimentaires et cosmétiques*.Disponible sur : <https://ensaia.univ-lorraine.fr/telechargements/rapport-final-emulsions-2018.pdf>

[45] Pensé-Lhéritier, A-M. (2019). *Conception des produits cosmétiques : la formulation* (2e éd.). EDP Sciences.

[46] Les Remèdes de Grand-Mère (2023). *Les 10 bienfaits d'une crème réparatrice visage*. Disponible sur : <https://les-remedes-de-grand-mere.fr/blogs/blog/les-10-bienfaits-d-une-creme-reparatrice-visage>

[47] Mixa. (2026). *Les ingrédients clés d'une crème protectrice et efficace pour la barrière cutanée*. s. d. Disponible sur : <https://www.mixa.fr/l-univers-mixa/nos-conseils-d-experts/corps/les-ingredients-cles-creme-protectrice-pour-la-barriere-cutanee>.

[48] Futura Sciences (2023). *Pourquoi l'utilisation d'une crème réparatrice est-elle indispensable ?* Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/beaute-utilisation-creme-reparatrice-elle-indispensable-19338/>

[49] Olyra Care (2026). *Barrière cutanée : 13 ingrédients naturels pour la réparer*. Disponible sur : <https://www.olyracare.fr/blogs/conseils-beaute/barriere-cutanee-13-ingredients-naturels-pour-la-reparer>

[50] Elias, P. M. (2008). Skin barrier function. *Current Allergy and Asthma Reports*, 8(4), 299–305.

[51] Lodén, M. (2012). Effect of moisturizers on epidermal barrier function. *Clinics in Dermatology*, 30(3), 286–296.

[52] Proksch, E., Brandner, J. M., & Jensen, J. M. (2008). The skin: An indispensable barrier. *Experimental Dermatology*, 17(12), 1063–1072.

[53] Ressources Unisciel. *Formulation cosmétique, les émulsions*. Université en ligne Disponible sur : https://ressources.unisciel.fr/formulation_cosmetique/co/1-1.html

[54] Timoteo, C.L.N., Fernandes, A.R., Mattos, C.B., Corrêa, M.A. & Chorilli, M. (2020). Integrated design of emulsified cosmetic products: A review. *Chemical Engineering Research and Design*, 161, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.07.003>

[55] Sonnevile-Aubrun, O., Simonnet, J. T., & L'Alloret, F. (2004). Nanoemulsions: A new vehicle for skincare products. *Advances in Colloid and Interface Science*, 108–109, 145–149

[56] Pimpant. (2021). *L'émulsion en cosmétique : comment ça marche ?* Disponible sur : <https://www.pimpant.com/media/emulsion-cosmetique>

[57] ENSAIA Université de Lorraine (2017-2018). *Les émulsions alimentaires et cosmétiques*. Projet Professionnel. Disponible sur : <https://ensaia.univ-lorraine.fr/telechargements/rapport-final-emulsions-2018.pdf>

[58] Desplan, D. (2018). *Caractérisation rhéologique multi-échelle des émulsions cosmétiques pour leur stabilité et leur conservation* [Thèse de doctorat]. Université de [à compléter]. <https://theses.hal.science/tel-02284431v1/document>

[59] Revizly (2026). *Introduction aux émulsions cosmétiques*. Disponible sur : <https://revizly.fr/cours/sciences/introduction-aux-emulsions-cosmetiques/fiche>

[60] Pôle Cosmétique(2025). *Les tests d'évaluation cosmétique*. Disponible sur : <https://pole-cosmetique.fr/fr/faq/les-tests-devaluation-cosmetique/>

[61] Certified Cosmetics (2025). *Test de spécification du produit*. Disponible sur : <https://www.certifiedcosmetics.com/fr/product/laboratoire/test-de-specification-du-produit/>

[62] DocPlayer. *Outils d'analyse sensorielle des produits cosmétiques*. Disponible sur : <https://docplayer.fr/37311870-Outils-d-analyse-sensorielle-des-produits-cosmetiques.html>

[63] Assertive Formula (2021). *Tests d'évaluation cosmétique*. Disponible sur : <https://assertiveformula.com/tests-devaluation-cosmetique/>

[64] Société Chimique de France (2008). *Caractérisation rhéologique des crèmes cosmétiques*. L'Actualité Chimique, n°323-324. Disponible sur : <https://new.societechimiquedefrance.fr/wp-content/uploads/2019/12/2008-323-324-oct-nov-p.89-Amigoni.pdf>

[65] NAHOLAB (2024). *Tests d'évaluation de sécurité des produits cosmétiques*. Disponible sur : <https://naholab.fr/blogs/infos/tests-devaluation-de-securite-des-produits-cosmetiques>

[66] Lyu, J., Diao, Q-C., Wang, S., Yu, Y. & Jiang, Y. (2022). Study on screening and evaluation methods of cosmetics for people with facial sensitive skin. *Medicine*, 101(31), e29975. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000029975>

A decorative frame resembling a scroll, with a light green border and rounded corners. The top right corner has a small grey circular element, and the left side has a vertical grey bar.

Chapitre II

Matériels et Méthodes

La formulation d'une crème cosmétique réparatrice nécessite une connaissance des matières premières utilisées et des techniques de préparation adaptées. Dans ce chapitre, nous présentons l'ensemble des matériaux et des méthodes mis en œuvre pour élaborer et caractériser une crème réparatrice à base de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* (PLL).

Ce chapitre décrit la matière végétale utilisée, les procédés d'extraction de l'huile essentielle, le protocole de formulation ainsi que les méthodes d'évaluation physicochimique et microbiologique de la crème obtenue.

II.1. Présentation de l'Entreprise

SARL Univer Cosmétique, est une entreprise algérienne spécialisée dans la fabrication et la commercialisation de produits cosmétiques et de soins. Située dans la zone industrielle de Rouïba Alger, elle développe différents produits destinés aux soins du corps et des cheveux.

II.2. Extraction de l'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* constitue la première étape de notre démarche expérimentale. Cette huile, obtenue à partir de feuilles récoltées dans la région de Bouira.

II.2.1. Localisation

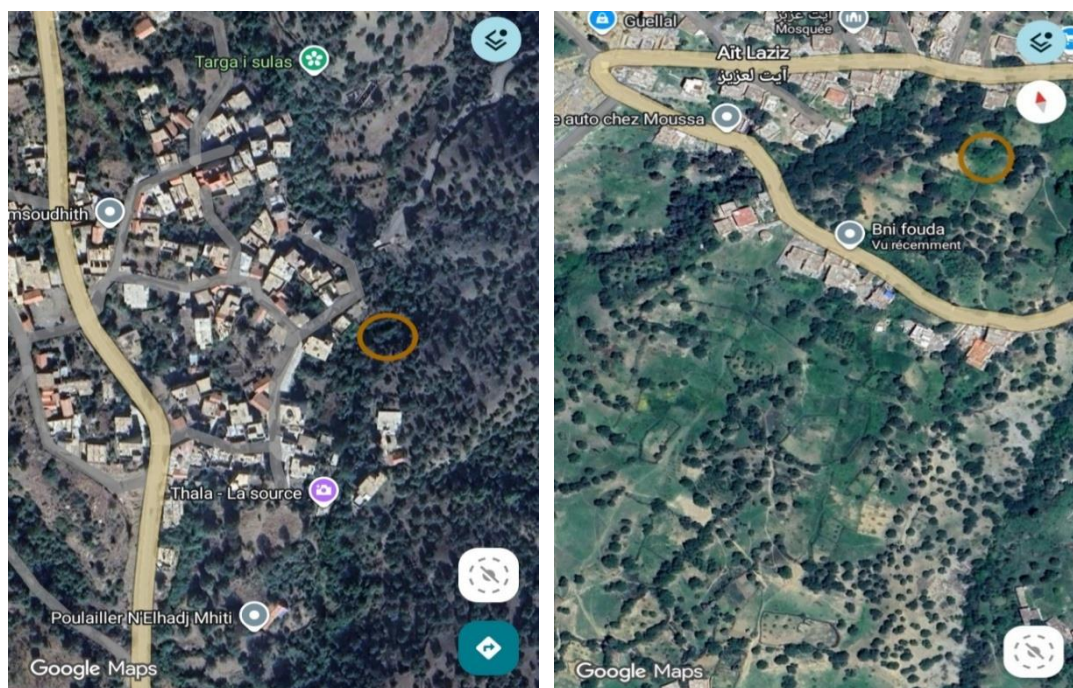


Figure II- 1: Localisation du lieu de récolte de deux régions.

La matière végétale utilisée pour l'extraction de l'HE est constituée de feuilles de *Pistacia lentiscus* L., récoltées durant les mois de février et avril 2026 dans les zones montagneuses de la région de Bouira, notamment à Beni Fouda Ait Laaziz - FV3G+725 (Altitude : environ 750-850 m, Latitude : 36,444°N, Longitude : 3,909°E) et à Tassala Taghzout - CXHQ+J8W (Altitude : environ 900-1050 m, Latitude : 36,373°N, Longitude : 3,897°E).

II.2.2. Préparation de la plante

La préparation de la matière végétale s'effectue en 3 étapes distinctes, dont chacune est présentée et illustrée dans le tableau suivant :

Tableau II- 1 : Etapes de préparation de la matière végétale

Etape01		La matière végétale concernée, à savoir les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L., a été récoltée manuellement dans les zones mentionnées précédemment. la collecte a été réalisée avec précaution afin de sélectionner des feuilles saines, propres et exemptes de signes visibles de dégradation ou de contamination.
Etape02		Les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> L.. ont été soigneusement lavées à l'eau afin d'éliminer les poussières, les particules de sol et les impuretés présentes à leur surface. Cette étape prépare les feuilles à l'extraction.

Etape03		Les feuilles ont été séchées à l'abri de la lumière directe du soleil, dans un endroit bien aéré et à température ambiante, pendant plusieurs jours jusqu'à obtention d'un séchage complet
----------------	---	---

II.2.3. Protocoles expérimentaux

L'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* a été obtenue par deux méthodes d'extraction : l'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur d'eau, dont la comparaison permet d'évaluer leur efficacité ainsi que leur effet sur la composition et le rendement de l'huile extraite.

II.2.3.1. Extraction par Hydrodistillation (Clevenger)



Figure II- 2: Montage expérimental d'hydrodistillation.

L'extraction de l'HE des feuilles de PLL a été réalisée par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type de Clevenger. Dans un ballon de 1L, 40g de feuilles séchées ont été introduites avec 400ml d'eau distillée. Quelques pierres ponce ont été ajoutées afin d'assurer une ébullition régulière et éviter la surchauffe. Le ballon a ensuite été placé sur un chauffe-ballon, puis relié au montage de Clevenger. Le chauffage a été lancé jusqu'à atteindre l'ébullition, puis la circulation de l'eau dans le réfrigérant a été activée afin de condenser les vapeurs [1].

À la fin de l'extraction, le distillat obtenu a été récupéré puis séparé à l'aide d'une ampoule à décanter afin d'isoler l'HE de la phase aqueuse. L'HE obtenue a ensuite été conservée dans un flacon opaque à basse température jusqu'à son utilisation [1].

II.2.3.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

L'extraction des HE a été réalisée par entraînement à la vapeur d'eau à l'aide d'un montage adapté au laboratoire (FigureII-3).



Figure II- 3: Montage expérimental d'entraînement à la vapeur d'eau.

Une cocotte-minute, placée sur une plaque chauffante, a été utilisée comme générateur de vapeur. Une quantité suffisante d'eau y a été introduite puis chauffée jusqu'à ébullition [2].

La vapeur d'eau produite a ensuite été acheminée à travers un tuyau vers une marmite contenant un support perforé, de type passoire métallique, sur lequel les feuilles séchées de

lentisque ont été déposées. En traversant la matière végétale, la vapeur entraîne les composés volatils responsables de l'huile essentielle [2].

Les vapeurs chargées en huile essentielle sont ensuite dirigées vers un réfrigérant à eau, où elles se condensent. Le distillat obtenu, constitué d'eau et d'huile essentielle, est récupéré dans un bécher. Enfin, ce mélange est transféré dans une ampoule à décanter afin de séparer l'huile essentielle de la phase aqueuse [2].

II.2.4. Caractéristiques de l'HE de *Pistacia lentiscus* L.

Afin de déterminer la qualité de l'huile de *Pistacia lentiscus* L., plusieurs analyses ont été réalisées, portant sur les caractères organoleptiques, le pH, la densité relative, l'indice de réfraction ainsi que le rendement d'extraction.

- **Caractérisation organoleptique**

Les critères organoleptiques regroupent les propriétés évaluées à l'aide des organes sensoriels, telles que l'odeur, la couleur et l'aspect [3].

- **Détermination de pH**

Le pH traduit le degré d'acidité ou de basicité d'une solution à travers l'activité des ions hydrogène (H^+) [4].

Le pH de l'HE a été déterminé par immersion d'un papier pH universel directement dans l'HE pendant quelques secondes. Après retrait, la coloration développée sur le papier a été comparée à la charte colorimétrique du fabricant afin d'estimer la valeur de pH [5].

- **Rendement**

D'après l'AFNOR (2000) [6], le rendement en huile essentielle (RHE) est défini comme le rapport entre la masse d'huile essentielle extraite (MHE) et la masse de matière végétale sèche utilisée (MS). Il est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante :

$$R_{HE} (\%) = \frac{MHE}{MS} * 100$$

R_{HE} : rendement en huile essentielle (%).

M_{HE} : masse d'huile essentielle (g).

MS : masse de la matière végétale sèche (g).

- **Densité**

La densité est une grandeur physique définie comme le rapport de la masse d'un volume donné d'huile essentielle à ce même volume, exprimé en g/ml [7].

La densité a été déterminée à l'aide d'un flacon de pesée, de volume connu (V). Le flacon vide a d'abord été taré sur la balance analytique, puis rempli d'huile essentielle, essuyé extérieurement et pesé afin d'obtenir la masse (m) de l'huile [7].

La densité est calculée selon la formule :

$$d = \frac{\rho}{\rho_0} \quad ; \text{ Avec } \quad \rho = \frac{m}{v}$$

d : densité de l'huile essentielles.

ρ : masse volumique de l'huile essentielles.

ρ_0 : masse volumique de l'eau (g/ml).

m : masse d'huile essentielle (g).

v : volume du flacon (ml).

- **Indice de réfraction**

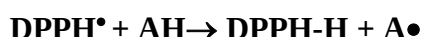
L'indice de réfraction d'une huile essentielle, notée n^{20D} , est une grandeur physique sans unité, mesurée à 20°C sous la raie D du sodium ($\lambda=589\text{nm}$), Il correspond au rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction, utilisée pour identifier et contrôler la pureté des huiles essentielles [8].

Il a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre numérique RHD 90, calibré au préalable avec de l'eau distillée. Une à deux gouttes d'huile essentielle de Pistacia lentiscus L. ont été déposées sur le prisme propre et la valeur relevée après stabilisation à 20°C [8].

- **Activité antioxydante par le test de DPPH**

Le test au DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est une méthode colorimétrique couramment utilisée pour évaluer la capacité antioxydante d'une substance, notamment son aptitude à piéger les radicaux libres. Le radical DPPH•, de couleur violette, est réduit en présence d'un antioxydant pour former un composé jaune pâle, le DPPH-H. Cette réduction se traduit par une diminution de l'absorbance mesurée à 517 nm, proportionnelle à l'activité antiradicalaire de l'échantillon testé [9].

Lors de la réaction avec un antioxydant (AH), il se passe :



DPPH• : Radical libre (instable) et le point signifie un électron libre non apparié ;

AH : antioxydant complet ;

DPPH-H : le DPPH neutralisé (stable) et le H signifie un atome d'hydrogène ;

A : radical antioxydant stable.

Une solution de DPPH a été préparée en dissolvant 2 mg de DPPH dans 100 mL d'éthanol à 95 %. La solution obtenue a été protégée de la lumière et conservée à 4 °C jusqu'à son utilisation [10].

Une solution mère d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L.. a été préparée en dissolvant 20 mg d'huile essentielle dans 2 mL d'éthanol à 95 %, afin d'obtenir une concentration de 10 000 µg/mL. À partir de cette solution, des dilutions successives au facteur 2 ont été réalisées dans l'éthanol afin d'obtenir les concentrations suivantes : 1000, 500, 250, 125, 62,5, 31,25 et 15,6 µg/mL [10].

En parallèle, une solution de référence d'acide ascorbique a été préparée à une concentration de 1000 µg/mL dans l'éthanol à 95 %, puis diluée selon le même schéma afin d'obtenir les concentrations suivantes : 500, 250, 125, 62,5, 31,25, 15,6 et 7,8 µg/mL. Cette solution a été préparée extemporanément et protégée de la lumière jusqu'à son utilisation [11].

Avant la réalisation du test, l'absorbance de la solution de DPPH est mesurée à 517 nm. Elle doit être comprise entre 0,7 et 0,8 afin de valider la solution préparée. Ensuite, 200 µL de chaque dilution sont introduits dans des tubes à essai, puis 800 µL de solution de DPPH sont ajoutés. Les tubes sont agités et incubés pendant 30 minutes à température ambiante, à l'obscurité. Après incubation, l'absorbance de chaque tube est mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible [12].

Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante [12] :

$$\%I = \frac{A_{\text{contrôlé}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{contrôlé}}} \times 100$$

$A_{\text{contrôlé}}$ = Absorbance de la solution DPPH seul.

La concentration inhibitrice IC50 est déterminée par interpolation linéaire entre les deux concentrations encadrant 50 % d'inhibition, selon la formule :

$$IC50 = x_1 + \frac{(50 - y_1)}{(y_2 - y_1)} \times (x_2 - x_1)$$

x_1 : Concentration juste en dessous de 50% d'inhibition

x_2 : Concentration juste au-dessus de 50% d'inhibition

y_1 : % Inhibition correspondant à x_1

y_2 : % Inhibition correspondant à x_2

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition et comparés à ceux de l'acide ascorbique utilisé comme contrôle positif.

II.3. Composition de la formulation

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des ingrédients utilisés dans la formulation de la crème, en précisant leur phase d'incorporation.

Tableau II- 2: Formule de la crème réparatrice

Ingrédient	Phase
Eau traité	Aqueuse
Glycérine	Aqueuse
Pathénol (Pro-vit. B5)	Aqueuse
Glycol streate	Huileuse
Cetearyl alcohol	Huileuse
Huile naturelle (amande)	Huileuse
Vitamine E (tacopherol)	Froide
HE <i>Pistacia lentiscus L.</i>	Froide
Parfum	Froide
Extrait de citron	Froide
Dermarol CCT	Froide
Phenoxythanol	Froide
Triethanolamine (TEA)	Ajusteur PH

II.3.1. Description et rôle de chaque ingrédient

- **Eau traitée**

L'eau constitue la phase aqueuse principale de l'émulsion H/E et sert de solvant aux composés hydrophiles. Elle doit être purifiée afin de garantir la stabilité et la qualité microbiologique de la crème [13].

- **Glycérine**

La glycérine est un agent humectant qui retient l'eau et améliore l'hydratation ainsi que la souplesse de la peau [14].

- **Panthenol (Pro-vit B5)**

La panthenol est un agent réparateur et adoucissant qui se convertit en vitamine B5 dans la peau, stimulant ainsi la régénération cellulaire, favorisant la cicatrisation et renforçant la barrière cutanée [15].

- **Glycol stréarate**

Le glycol stréarate est un émulsifiant non-ionique qui assure la stabilité de l'émulsion (H/E), tout en conférant à la crème une texture douce, onctueuse et facile à étaler [14].

- **Cetearyl alcohol**

L'alcool cétéarylique est un co-émulsifiant et épaississant qui renforce la stabilité de l'émulsion, améliore la consistance de la crème et procure un toucher doux et agréable lors de l'application [15].

- **Huile naturel (amande)**

L'huile d'amande douce est riche en acides gras insaturés, notamment l'acide oléique et l'acide linoléique. Elle nourrit et adoucit la peau en profondeur et exerce des propriétés émollientes et apaisantes [15].

- **Tocopherol (vit E)**

La vitamine E est un antioxydant liposoluble qui protège les composants de la formulation contre l'oxydation, préserve la stabilité du produit et protège la peau contre les radicaux libres [14].

- **HE de *Pistacia lentiscus* L.**

L'huile essentielle de lentisque pistachier est reconnue pour ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, contribuant ainsi à la réparation et au renouvellement de la peau [16].

- **Parfum**

Le parfum est incorporé dans la formulation pour conférer au produit fini une odeur agréable et valorisante, améliorant ainsi le confort et l'expérience sensorielle lors de l'application [14].

- **Extrait de citron**

L'extrait de citron est riche en vitamine C et en acides hydroxy (AHA (alpha hydroxy acids)). Il inhibe la synthèse de la mélanine, favorisant ainsi l'éclaircissement des taches pigmentaires et l'uniformisation du teint [17].

- **Dermarol CCT (Caprylyc/ Capric Triglyceride)**

Le dermarol CCT est un agent modificateur de texture qui améliore le glissement et l'étalement de la crème sur la peau, lui conférant un fini doux, soyeux et non gras [15].

- **Phénoxyéthanol**

Le phénoxyéthanol est un conservateur antimicrobien à large spectre qui protège la formulation contre la contamination bactérienne et fongique, assurant ainsi la sécurité et la durée de conservation du produit fini [18].

- **Triéthanolamine (TEA)**

La triéthanolamine est un agent correcteur de pH utilisé pour ajuster le pH de la formulation vers une valeur compatible avec le pH physiologique de la peau [14].

II.3.1. Préparation de la phase aqueuse (A)

L'eau traitée, la glycerine et le panthénol sont pesées et introduits dans un bécher. Le mélange est chauffé au bain-marie sous agitation douce jusqu'à une température de 70-75°C et maintenu jusqu'à dissolution complète des ingrédients.



Figure II- 4: Phase A (aqueuse).

II.3.2. Préparation de la phase huileuse (B)

Le stéarate de glycol, l'alcool cétéarylique et l'huile d'amande sont pesés puis introduits dans un second bécher. Ce dernier est chauffé au bain-marie à 70–75 °C, sous agitation, jusqu'à la fusion complète des ingrédients.

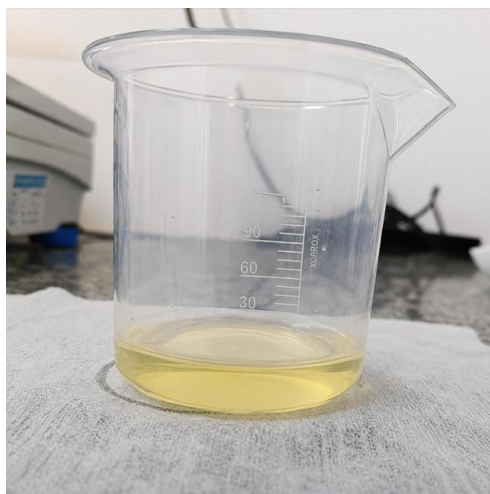


Figure II- 5: Phase B (huileuse).

II.3.3. Emulsification

Une fois les deux phases à la même température, la phase (B) est versée lentement dans la phase (A) sous agitation continue. Le mélange est homogénéisé à l'aide d'un agitateur à haute vitesse pendant 3 à 5 minutes, puis l'agitation douce et maintenue jusqu'à obtention d'une émulsion homogène.



Figure II- 6: Emulsification de la phase B dans la phase A.

II.3.4. Refroidissement

Le mélange est laissé refroidir progressivement à l'air libre. Lorsque la température atteint environ 40 °C, la vitamine E, l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.*, le parfum, l'extrait de citron, le Démarol CCT et le phénoxyéthanol sont incorporés successivement, en mélangeant soigneusement après chaque ajout.

Le pH de la formulation est mesuré à l'aide d'un pH-mètre, puis ajusté entre 5,0 et 5,5 à l'aide d'une solution diluée d'acide citrique ou de TEA, afin d'obtenir une valeur compatible avec le pH physiologique de la peau.

Après ajustement du pH, la crème est conditionnée en trois échantillons identiques, puis conservée à 40 °C, à 5 °C et à température ambiante afin d'évaluer sa stabilité dans différentes conditions de stockage.

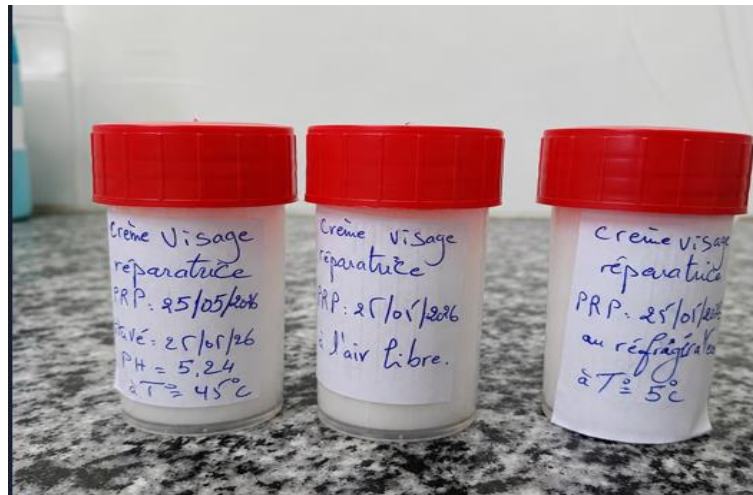


Figure II- 7: Crème réparatrice sous différentes conditions de conservation.

II.4. Caractéristiques de la crème réparatrice

Le contrôle des caractéristiques d'une crème réparatrice constitue une étape fondamentale dans l'évaluation de sa qualité. Il englobe l'analyse des propriétés organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques, permettant de vérifier la conformité du produit aux normes cosmétiques en vigueur et d'assurer sa stabilité dans les conditions de stockage définies.

II.4.1. Caractéristiques organoleptique

L'évaluation organoleptique d'une crème repose sur l'examen de ses propriétés sensorielles perceptibles à travers l'aspect visuel, la couleur, l'odeur et la texture du produit [15].

II.4.2. Caractéristiques physico-chimiques

Les caractéristiques physicochimiques permettent d'évaluer la qualité, la stabilité et les performances d'un produit formulé. Elles incluent notamment le pH, la viscosité, la densité, la stabilité et le test de centrifugation [15].

- **pH**

Le pH de la crème a été mesuré directement à l'aide d'un pH-mètre de paillasse. L'électrode a été immergée dans la crème, puis la valeur a été relevée après stabilisation de l'affichage, à température ambiante (20 ± 2 °C). Pour une crème cosmétique à application cutanée, le pH attendu se situe entre 5,0 et 5,5, afin de respecter le pH physiologique de la peau [19].

- **Viscosité**

La viscosité de la crème a été mesurée à l'aide d'un viscosimètre rotatif Anton Paar. L'échantillon a été placé dans le porte-échantillon de l'appareil, puis la mesure a été effectuée à température ambiante. La valeur de viscosité, exprimée en mPa·s, a été enregistrée après stabilisation de la lecture. Pour une émulsion cosmétique de type H/E, les valeurs attendues se situent entre 9 et 15 mPa·s [15] [20].

- **Densité**

La densité de la crème a été déterminée à l'aide d'un pycnomètre en acier inoxydable BEVS. Le pycnomètre vide a d'abord été placé sur la balance et taré. Il a ensuite été rempli de crème, puis la masse de l'échantillon (m) a été relevée. La densité a été calculée selon la formule suivante [7] :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

m : masse de la crème (g)

v : volume du pycnomètre (ml)

La mesure a été réalisée à température ambiante et le résultat a été exprimé en g/mL.

- **Test de centrifugation**



Figure II- 8: Appareil de centrifugation.

Le test de centrifugation a été réalisé afin d'évaluer la stabilité physique de la crème. Un échantillon de crème est placé dans un tube de centrifugation, puis centrifugé à 4000 tours/min pendant 30 minutes. A l'issue de la centrifugation, l'échantillon est examiné visuellement afin de détecter toute séparation de phase ou modification d'aspect.

- **Stabilité**

La stabilité de la crème a été évaluée sur trois échantillons issus de la même formulation, soumis à différentes conditions de stockage : à l'étuve, à température ambiante et au réfrigérateur à 5 °C. Les contrôles ont été réalisés après 15 et 30 jours afin de détecter d'éventuelles modifications liées aux conditions de conservation [15].

II.4.2. Caractéristiques biologiques

Les caractéristiques biologiques d'un produit cosmétique correspondent à ses effets sur les organismes vivants, notamment l'activité antioxydante, antibactérienne, antifongique et anti-inflammatoire, permettant ainsi d'évaluer son efficacité et son innocuité [15].

- **Activité antioxydante par DPPH**

Pour la préparation de l'extrait de la crème, une masse de 1 g de crème a été dispersée dans 10 mL d'éthanol à 95 %. Le mélange a été maintenu sous agitation magnétique pendant 30 minutes à température ambiante, puis centrifugé à 3000 rpm pendant 10 minutes. Le surnageant récupéré constitue la solution mère, à partir de laquelle des dilutions successives ont été préparées afin d'obtenir une gamme de concentrations allant de 0,078 à 5 mg/mL [21].

Pour cette technique, 1,5 mL de chaque dilution ont été introduits dans des tubes à essai, puis mélangés avec 0,5 mL de solution de DPPH. Les tubes ont été incubés à l'obscurité pendant

30 minutes à température ambiante. Après incubation, l'absorbance a été mesurée à 517 nm. Le taux d'inhibition et l'IC50 ont été déterminés selon les mêmes formules que celles utilisées pour l'huile essentielle [21].

- **Contrôle microbiologique**

Le contrôle microbiologique a pour objectif de vérifier l'absence de contamination de la crème et de s'assurer que la charge microbienne reste dans les limites d'acceptabilité définies pour les préparations cosmétiques à application cutanée [22].

Pour la préparation de la solution mère et des dilutions, une masse de 10 g de crème a été dispersée dans 90 mL de sérum salé physiologique stérile afin d'obtenir une solution mère à 10^{-1} . Après homogénéisation, des dilutions décimales successives ont été préparées de 10^{-2} à 10^{-5} , en transférant 1 mL de chaque dilution dans 9 mL de sérum salé stérile [23].

Pour l'ensemencement et le dénombrement des micro-organismes aérobies totaux sur milieu *TGEA*, la technique d'incorporation en masse a été utilisée. Un volume de 1 mL de chaque dilution a été déposé dans une boîte de Pétri stérile vide, puis recouvert de 15 à 20 mL de gélose *TGEA* fondue et maintenue à environ 45 °C. Après homogénéisation par rotation douce et solidification du milieu, les boîtes ont été retournées, puis incubées à 30 °C pendant 72 heures [23].

Pour la recherche des coliformes totaux et d'*Escherichia coli* sur milieu *CCA*, l'ensemencement a été réalisé par étalement en surface. Un volume de 0,1 mL de chaque dilution a été déposé sur une gélose *CCA* préalablement solidifiée, puis étalé à l'aide d'une pipette Pasteur cotonnée en verre stérile. Les boîtes ont ensuite été incubées à 37 °C pendant 24 heures [23].

Pour la lecture des résultats, les colonies ont été dénombrées après incubation sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies. Le nombre de micro-organismes, exprimé en UFC/g, a été calculé selon la formule suivante [23] :

$$N = \frac{\text{nombre de colonies}}{(\text{volume inoculé} \times \text{facteur de dilution})}$$

N (UFC/g) : nombre de micro-organismes présents dans 1g de la crème.

Nombre de colonies : nombre de colonies dénombrées sur la boîte de Pétri après incubation.

Volume inoculé : volume de la dilution ensemencé dans la boîte de Pétri.

Facteur de dilution : taux de dilution de la suspension ensemencée

Références Bibliographiques

- [1] Fais, A., Pint us, F., Era, B., Floris, S., Urru, G., Sanjust, E., Cocco, E., Maxia, A., Masala, V., & Tuberioso, C. I. G. (2026). Valorization of *Pistacia lentiscus* L.. hydrodistillation by-products: Phytochemical profile and multitarget anti-aging activity of an aqueous extract. *Plants*, 15(7), 1013. <https://doi.org/10.3390/plants15071013>
- [3] Mariod, A. A. (2016). *Effect of Essential Oils on Organoleptic (Smell, Taste, and Texture) Properties of Food*. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Academic Press
- [4] International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) (2002). *Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book)*. Blackwell Scientific Publications.
- [5] Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis. Mendham, J., Denney, R. C., Barnes, J. D., & Thomas, M. J. K. (2000). *Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis* (6th ed.). Prentice Hall.
- [6] AFNOR. (2000). *Huiles essentielles – Normes françaises*. Paris : Association Française de Normalisation (AFNOR)
- [7] International Organization for Standardization (ISO). (1998). *ISO 279: Essential oils — Determination of relative density*. Geneva: ISO.
- [8] International Organization for Standardization (ISO). (1998). *ISO 280: Essential oils — Determination of refractive index*. Geneva: ISO.
- [9] Molyneux, P. (2004). *The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity*. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(2), 211–219.
- [10] Souilah, N., Amina, B., Hamdi, B., Miara, M.D., Daoud, N., Mustafa, A.M., Yilmaz, M.A., Öztürk, M., Caprioli, G. & Maggi, F. (2023). Ethnobotanical investigation of *Pistacia lentiscus* L.. grown in El Kala (Algeria), and phytochemical study and antioxidant activity of its essential oil and extracts. *Natural Product Research*, 37(9), 1583–1588
- [11] Talbi, H., Boumaza, A., El-mostafa, K., Talbi, J. & Hilali, A. (2015). Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(4), 1111–1117.
- [12] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- [13] Aulton, M. E., & Taylor, K. M. G. (2013). *Pharmaceutical Dosage Forms: Disperse Systems* (2nd ed.). Elsevier.
- [14] Harry, R. G. (2000). *Harry's Cosmetology*. Chemical Publishing.

[15] Barel, A. O., Paye, M., & Maibach, H. I. (2014). *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. CRC Press.

[16] Moussaoui, S., Mokrani, E.H., Kabouche, Z., Guendouze, A., Yilmaz, M.A. & Tarhan, A. (2025). Evaluation of polyphenolic profile, antioxidant, anti-cholinesterase, and anti-alpha-amylase activities of *Pistacia lentiscus* L.. leaves. *Natural Product Research*. <https://doi.org/10.1080/14786419.2025.2471836>

[17] Draelos, Z. D. (2015). *Cosmetic Dermatology: Products and Procedures* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

[18] Lowe, I., & Southern, J. (1994). Antimicrobial activity of phenoxyethanol in vaccines. *Letters in Applied Microbiology*, 8(3), 115–116.

[19] International Organization for Standardization (ISO). (2021). *ISO 10523: Water quality — Determination of pH*. Geneva: ISO.

[20] Tadros, T. F. (2016). *Rheology of Dispersions: Principles and Applications*. Wiley-VCH.

[21] Pârvănescu, R., Trandafirescu, C., Musuc, A. M., Ozon, E. A., Culita, D. C., Mitran, R.-A., Stănciulescu, C.-I., & Șoica, C. (2025). Comparative Physicochemical and Pharmacotechnical Evaluation of Three Topical Gel-Cream Formulations. *Gels*, 11(7), 532. <https://doi.org/10.3390/gels11070532>

[22] ISO 17516 (2014). *Cosmétiques — Microbiologie — Limites microbiologiques*. International Organization for Standardization.

[23] Ministère du Commerce et Ministère de l'Industrie et des Mines. (2020). *Arrêté interministériel du 21 octobre 2019 portant règlement technique fixant les critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle*. Journal Officiel de la République Algérienne, n° 16, 24 mars 2020.



Chapitre III

Résultats et Discussions

Ce chapitre regroupe l'ensemble des résultats obtenus au cours de la partie expérimentale. Dans un premier temps, les rendements d'extraction obtenus par hydrodistillation et par entraînement à la vapeur d'eau, ainsi que les caractéristiques physicochimiques de l'huile essentielle, seront présentés et discutés. Dans un second temps, l'activité antioxydante de cette huile sera évaluée par le test au DPPH. Enfin, les résultats relatifs à la formulation de la crème réparatrice et à son contrôle qualité seront exposés, afin d'apprécier la stabilité et la conformité du produit cosmétique élaboré.

III.1 Extraction de l'HE de *Pistacia lentiscus L.*

III.1.1 Caractéristiques organoleptiques de l'HE

Les propriétés organoleptiques de l'HE (couleur, odeur, saveur et aspect) sont présentées dans le tableau III-1.

Tableau III- 1: Propriétés organoleptique de l'HE de *Pistacia lentiscus L.*

Caractère	HE de <i>Pistacia lentiscus L.</i>
Aspect	Liquide
Odeur	Forte et aromatique
Couleur	Jaune clair

Les caractéristiques organoleptiques obtenues sont globalement concordantes avec les données rapportées dans la littérature, qui décrivent l'HE de PLL comme un liquide limpide à l'odeur aromatique intense et pénétrante. Cependant, une légère différence de couleur a été observée, notre huile se présentant jaune clair contrairement à la teinte jaune pâle généralement rapportée. Cette variation pourrait être attribuée à des facteurs liés à l'origine géographique, aux conditions climatiques, à la période de récolte ou encore au stade de développement de la plante [1].

III.1.2 Rendement

Le rendement d'extraction permet d'évaluer l'efficacité du procédé utilisé. Le tableau III- 2 récapitule Les résultats obtenus.

Tableau III- 2: Résultats de rendement de l'HE

Région	Mois de récolte	Méthode d'extraction	Rendement (%)
Beni Fouda Ait Laaziz	Février	Clevenger	0,030
Beni Fouda Ait Laaziz	Février	Entrainement à la vapeur	0
Beni Fouda Ait Laaziz	Avril	Clevenger	0,15
Beni Fouda Ait Laaziz	Avril	Entrainement à la vapeur	0
Tassala Taghzout	Février	Clevenger	0,041
Tassala Taghzout	Février	Entrainement à la vapeur	0,036
Tassala Taghzout	Avril	Clenvenger	0,24
Tassala Taghzout	Avril	Entrainement à la vapeur	0,21

Les rendements obtenus varient selon la période de récolte et la méthode d'extraction utilisée. Les rendements enregistrés en avril sont nettement supérieurs à ceux obtenus en février. Cette différence peut être attribuée à plusieurs facteurs notamment la saison de récolte, qui coïncide avec le stade de floraison de la plante au printemps : la concentration en composés volatils responsables de la production d'huile essentielle est généralement à son maximum durant cette phase, ce qui favorise une meilleure extraction. Les conditions climatiques et le lieu de collecte jouent également un rôle, notamment à travers des facteurs tels que la température, les précipitations, l'exposition au vent et l'intensité lumineuse, qui varient selon l'altitude et la localisation géographique et qui sont connus pour moduler la biosynthèse des composés volatils chez *Pistacia lentiscus* L. [1].

Par ailleurs, l'hydrodistillation par Clevenger a donné des rendements légèrement supérieurs à ceux obtenus par entraînement à la vapeur d'eau. Cette différence peut s'expliquer par les conditions du montage utilisé : l'emploi d'une cocotte-minute comme générateur de vapeur a pu entraîner des pertes de composés volatils et réduire l'efficacité globale de l'extraction.

III.1.3. pH

Le pH de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.*, estimé entre 5 et 6 à l'aide d'un papier pH (Figure III.1), indique un caractère légèrement acide. Cependant, cette valeur reste approximative, car les huiles essentielles sont faiblement miscibles à l'eau, ce qui peut limiter la précision de la mesure.



Figure III- 1 : Mesure de pH de l'HE de *Pistacia lentiscus L.*

III.1.4. Densité

La densité de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* obtenue est de 0,815. Cette valeur, inférieure à 1 et comprise dans la plage généralement rapportée pour les huiles essentielles de plantes aromatiques méditerranéennes, soit 0,80 à 0,95, indique une densité conforme et suggère une bonne qualité du produit obtenu [2].

III.1.5 Indice de réfraction

L'indice de réfraction de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* obtenue est de 1,4723. Cette valeur est proche de celle rapportée dans la littérature pour la même espèce, soit 1,4828 [3]. La légère différence observée peut être liée à l'origine géographique de la plante, à la période de récolte, à la composition chimique de l'huile essentielle ou encore aux conditions d'extraction [3].

III.1.6 DPPH

Le radical DPPH se caractérise par une coloration violette intense en solution. L'ajout de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. entraîne une décoloration progressive vers le jaune, proportionnelle à la concentration testée. Aux concentrations élevées, le virage vers le jaune traduit une neutralisation importante des radicaux libres, tandis qu'aux faibles concentrations, la coloration violette reste plus marquée. Cette activité antiradicalaire est particulièrement intéressante pour une application cosmétique réparatrice, car les radicaux libres sont impliqués dans le vieillissement cutané et l'altération des cellules de la peau [4].



Figure III- 2: Décoloration du DPPH selon la concentration en huile essentielle.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH a été représenté en fonction de la concentration de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. et de l'acide ascorbique (Figure III-3). Une augmentation progressive de l'activité antiradicalaire a été observée avec l'élévation de la concentration, traduisant un effet dose-dépendant. L'acide ascorbique a présenté une activité plus marquée, avec une inhibition élevée atteignant environ 90 % à des concentrations plus faibles. En revanche, l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. a montré une activité antioxydante plus progressive, atteignant près de 90 % à 1000 µg/mL. Cette activité peut être attribuée à la présence de composés bioactifs capables de neutraliser les radicaux libres. Ainsi, malgré une efficacité inférieure à celle de l'acide ascorbique, le potentiel antioxydant de l'huile essentielle a été confirmé, ce qui justifie son incorporation dans une formulation cosmétique réparatrice.

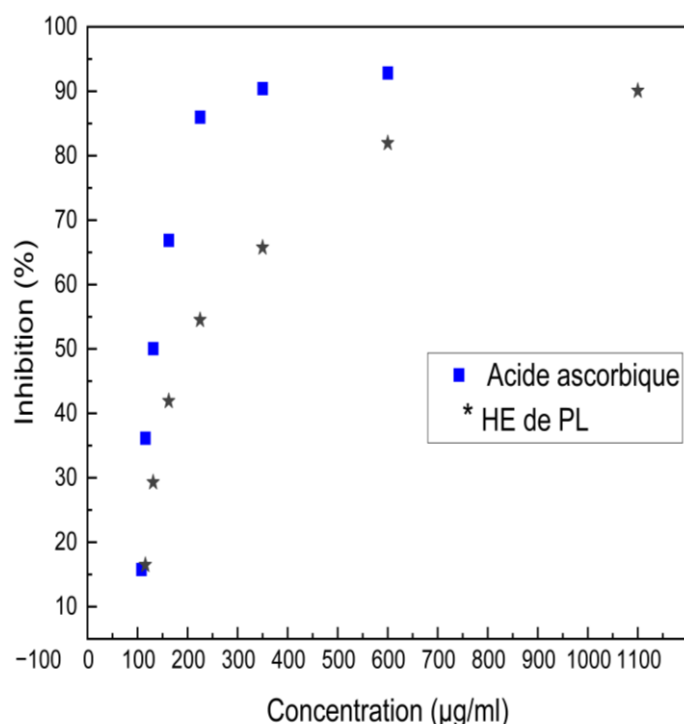


Figure III- 3: Pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction de la concentration, pour l'huile essentielle et l'acide ascorbique.

L'IC₅₀ correspond à la concentration nécessaire pour neutraliser 50 % des radicaux libres DPPH ; plus cette valeur est faible, plus l'activité antioxydante est importante. La valeur obtenue dans cette étude, présentée dans le Tableau III.3, est supérieure à celle rapportée par [5], pour l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* d'El Kala. Cet écart peut être attribué à des différences de composition chimique entre les huiles essentielles, liées notamment à l'origine géographique, à la période de récolte et aux conditions d'extraction [5].

L'acide ascorbique utilisé comme témoin positif dans cette étude présentait un état de dégradation partielle, ce qui rend la valeur d'IC₅₀ mesurée peu fiable comme base de comparaison. À titre indicatif, la littérature rapporte une valeur d'IC₅₀ de l'ordre de 18 µg/mL pour ce standard [4].

Tableau III- 3: Résultat d'IC₅₀ de l'HE.

Échantillon / Référence	IC ₅₀ (µg/ml)
HE de <i>Pistacia lentiscus L.</i> (cette étude)	23,1
HE de PLL [5]	10,5
Acide ascorbique (cette étude)	32,6
Acide ascorbique [4]	18

En comparant cette valeur de référence à celle obtenue pour l'huile essentielle, il apparaît que cette dernière présente une activité antioxydante intéressante, bien que légèrement inférieure à celle de l'acide ascorbique. Malgré l'écart observé avec certaines données de la littérature, l'activité antiradicalaire mise en évidence pour l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* reste pertinente pour une application cosmétique réparatrice, les radicaux libres étant impliqués dans les processus de vieillissement cutané [6].

III.2. Formulation

III.2.1. Caractéristiques organoleptique de la crème réparatrice

Les caractéristiques organoleptiques permettent d'apprécier l'aspect général, la couleur, l'odeur et la texture de la crème formulée. Les principales observations relevées sont présentées dans le Tableau III.4.

Tableau III- 4: Caractéristiques organoleptiques de la crème réparatrice.

Paramètre	Résultat observé
Aspect	Lisse et homogène
Couleur	Blanche
Odeur	Parfum végétal, légèrement résineux et frais
Texture	Onctueuse
Absorption	Rapide



Figure III- 4: Aspect de la crème réparatrice.

Les caractéristiques organoleptiques obtenues indiquent une bonne émulsification et une formulation réussie, conférant à la crème des propriétés sensorielles satisfaisantes pour une application cosmétique.

III.2.2 pH

Le tableau III.5 illustre les valeurs de pH avant et après ajustement. Ces résultats montrent que le pH initial de la crème, de nature acide, a nécessité un ajustement par ajout de TEA. Après correction, le pH final obtenu se situe dans l'intervalle recommandé pour une application cutanée, soit entre 5,0 et 5,5. Ce résultat indique que la formulation est compatible avec le pH physiologique de la peau, ce qui permet de limiter le risque d'irritation et d'assurer une bonne tolérance cutanée [7].

Tableau III- 5: pH de la crème avant et après l'ajustement.

	pH
pH initial	4,23
pH finale (après ajout de TEA)	5,24

III.2.3 Viscosité

La viscosité de la crème formulée est de 11,24 Pa·s à 23 °C. Cette valeur se situe dans l'intervalle généralement admis pour les crèmes cosmétiques, soit 9 à 15 Pa·s, ce qui indique une consistance adaptée à une application cutanée. La viscosité obtenue traduit une texture suffisamment épaisse pour assurer le maintien du produit sur la peau, tout en permettant un étalement facile. Ainsi, la formulation présente une consistance compatible avec celle attendue pour une crème réparatrice destinée au visage.

III.2.4 Densité

La densité de la crème réparatrice formulée est de 0,835. Cette valeur, inférieure à 1, peut être liée à la présence de la phase huileuse, dont la densité est généralement plus faible que celle de l'eau. Elle indique un bon équilibre entre les phases aqueuse et huileuse, traduisant une émulsification satisfaisante et une formulation stable.

III.2.5 Centrifugation

Les résultats de la Figure III.5 montrent l'absence de séparation de phase après centrifugation, ce qui témoigne d'une bonne stabilité mécanique de l'émulsion. Cela confirme la résistance du système émulsifiant utilisé face aux contraintes physiques [8].



Figure III- 5: Résultat de la centrifugation.

III.2.6. DPPH

Comme pour l'huile essentielle pure, l'ajout de l'extrait de crème à la solution de DPPH a entraîné un changement de couleur du violet vers le jaune (figure II-6. Ce virage traduit la réduction du radical DPPH par les composés antioxydants présents dans la formulation, notamment ceux apportés par l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus L.* Il confirme ainsi la

conservation d'une activité antiradicalaire après incorporation de l'huile essentielle dans la crème [4].

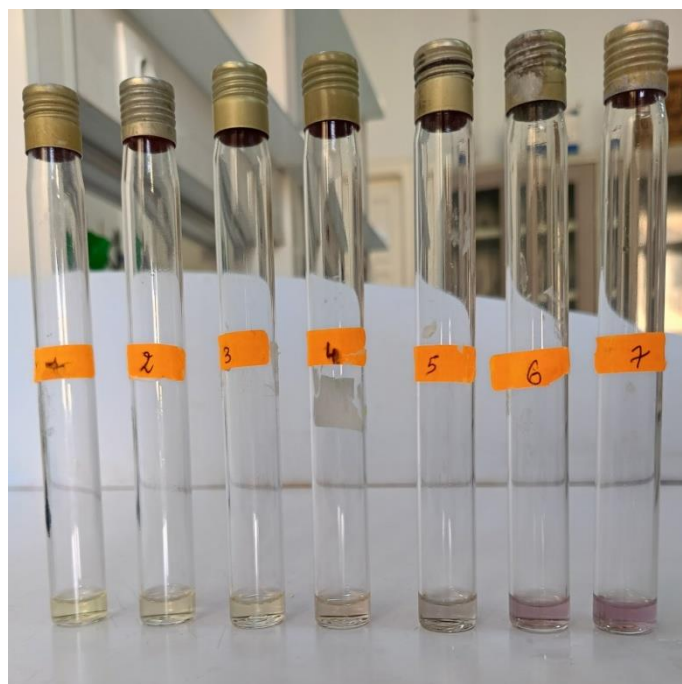


Figure III- 6: Décoloration du DPPH selon la concentration de la crème réparatrice.

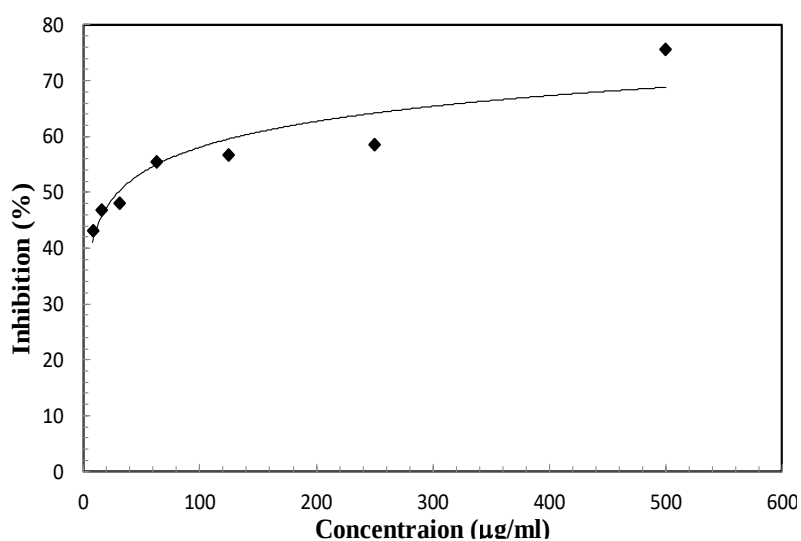


Figure III- 7: Pourcentage d'inhibition du radical DPPH en fonction de la concentration, pour la crème réparatrice.

L'IC₅₀ obtenue pour la crème réparatrice, d'après les résultats de la Figure III.7, est de 297 µg/mL. Bien que cette valeur soit supérieure à celle de l'huile essentielle pure (23,1 µg/mL), elle traduit une activité antioxydante satisfaisante pour un produit cosmétique fini. L'augmentation de l'IC₅₀ par rapport à l'huile essentielle pure peut s'expliquer par l'effet de

dilution de l'huile essentielle au sein de la matrice de la formulation, composée de phases aqueuse et huileuse, d'émulsifiants et d'autres excipients.

Ce résultat confirme néanmoins que l'huile essentielle conserve une partie de son activité antioxydante après son incorporation dans la crème, conférant à la formulation finale des propriétés protectrices intéressantes contre le stress oxydatif cutané [6].

III.2.7 Analyse microbiologique

Les résultats des analyses microbiologiques, comprenant le dénombrement de la flore totale sur milieu *TGEA* ainsi que la recherche des coliformes totaux et d'*Escherichia coli* sur milieu *CCA*, illustrés dans la Figure III- 8, sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III- 6: Résultat de la microbiologique de la crème

Milieu	Résultat
<i>TGEA</i> (flore totale)	Absence de contamination
<i>CCA</i> (coliformes et <i>E.coli</i>)	Absence de contamination

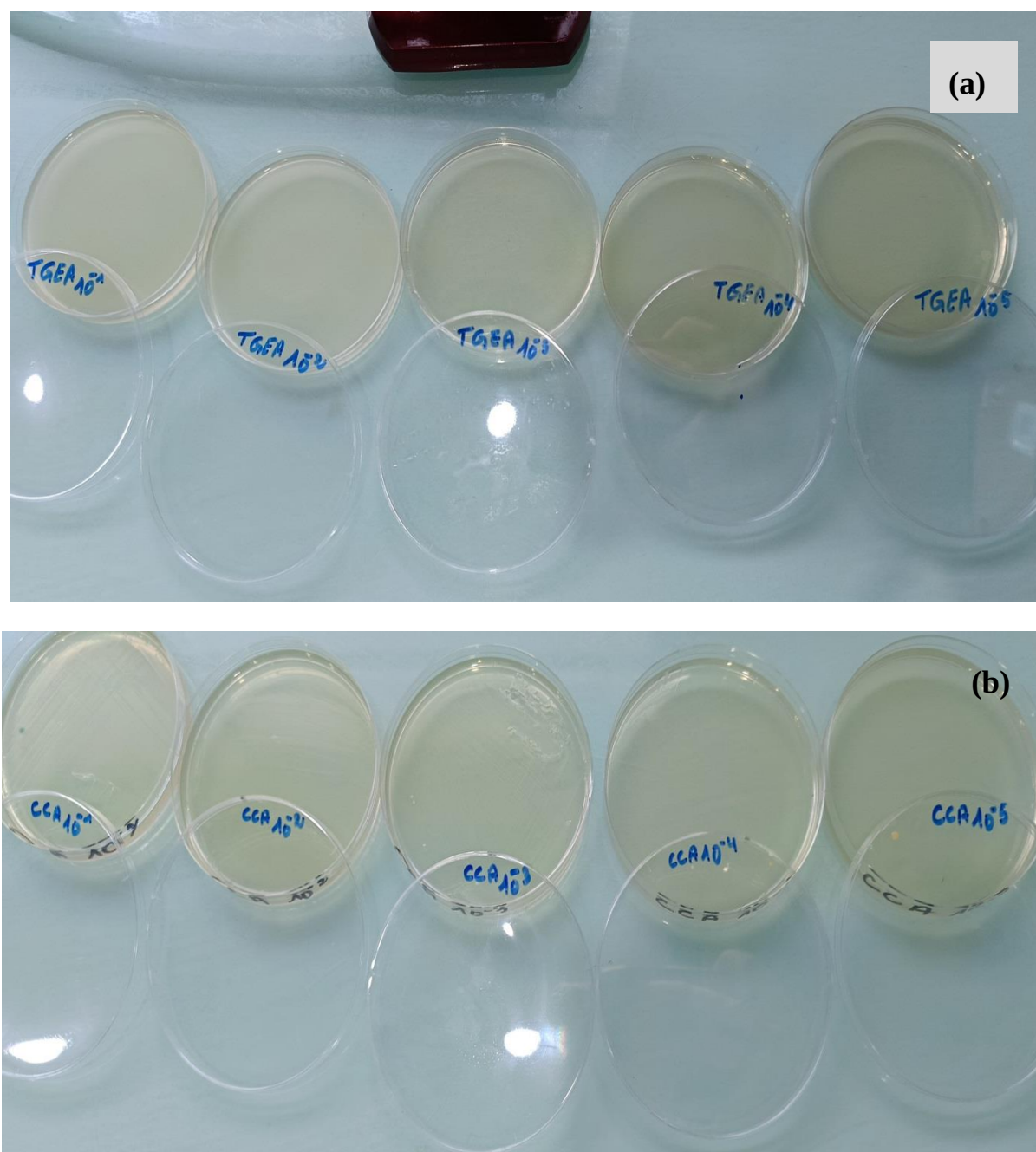


Figure III- 8 : Résultats microbiologiques sur milieux *TGEA* (a) et *CCA* (b).

Les analyses microbiologiques réalisées sur la crème réparatrice formulée ont révélé l'absence de contamination bactérienne, aussi bien pour la flore aérobie mésophile totale sur milieu *TGEA* que pour les coliformes totaux et *Escherichia coli* sur milieu *CCA*. L'observation visuelle des boîtes de Pétri, pour l'ensemble des dilutions testées, montre des milieux de culture limpides et homogènes, sans colonies visibles. Cette absence de croissance microbienne confirme la qualité microbiologique de la crème et indique l'absence de contamination lors de sa préparation ou de sa conservation.

Ces résultats sont conformes aux exigences microbiologiques de la norme ISO 17516 relative aux produits cosmétiques, ce qui atteste de la sécurité microbiologique de la crème formulée pour une application cutanée [9].

III.2.8. Test de la stabilité

Les résultats du suivi de la stabilité de la crème réparatrice, présentés dans le tableau III-7, montrent qu'après 30 jours de conservation dans trois conditions différentes, à savoir l'étuve à 40 °C, le réfrigérateur à 4 °C et la température ambiante, aucune altération de l'aspect, de la couleur ou de l'odeur n'a été observée. De plus, le pH est resté quasiment stable, avec une légère variation de 5,23 à 5,21, et ce de manière similaire dans les trois conditions testées. Cette stabilité organoleptique et physicochimique traduit la bonne robustesse de la formulation face aux variations de température, confirmant ainsi la qualité et la durabilité de la crème élaborée [8].

Tableau III- 7: Suivi des propriétés organoleptiques et du pH de la crème réparatrice

Paramètre	J0	J15	J30
Aspect	Stable	Stable	Stable
Couleur	Stable	Stable	Stable
Odeur	Stable	Stable	Stable
pH	5,23	5,21	5,21

Références Bibliographiques

- [1] Sehaki, C., Jullian, N., Choque, E., Dauwe, R., Fontaine, J.X., Molinie, R., Ayati, F., Fernane, F. & Gontier, E. (2022). Profiling of essential oils from the leaves of *Pistacia lentiscus* collected in the Algerian region of Tizi-Ouzou: Evidence of chemical variations associated with climatic contrasts between littoral and mountain samples. *Molecules*, 27(13), 4148. <https://doi.org/10.3390/molecules27134148>
- [2] Merghache, S., Hamza, M. & Tabti, B. (2009). Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. de Tlemcen, Algérie. *Afrique SCIENCE*, 05(1), 67–81.
- [3] Midani, M. (2018). *Caractérisation biochimique des feuilles de Pistacia lentiscus*. Mémoire de Master en Chimie Appliquée, Département de Chimie, Faculté des Sciences Exactes et de l'Informatique, Université de Mostaganem, Algérie.
- [4] Talbi, H., Boumaza, A., El-mostafa, K., Talbi, J. & Hilali, A. (2015). Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(4), 1111–1117.
- [5] Souilah, N., Amina, B., Hamdi, B., Miara, M.D., Daoud, N., Mustafa, A.M., Yilmaz, M.A., Öztürk, M., Caprioli, G. & Maggi, F. (2023). Ethnobotanical investigation of *Pistacia lentiscus* L.. grown in El Kala (Algeria), and phytochemical study and antioxidant activity of its essential oil and extracts. *Natural Product Research*, 37(9), 1583–1588.
- [6] Poljšak, B. & Dahmane, R. (2012). Free radicals and extrinsic skin aging. *Dermatology Research and Practice*, 2012, 135206.
- [7] Lukić, M., Pantelić, I. & Savić, S.D. (2021). Towards Optimal pH of the Skin and Topical Formulations: From the Current State of the Art to Tailored Products. *Cosmetics*, 8(3), 69. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030069>
- [8] Tafuro, G., Di Domenico, E., Costantini, A., Francescato, S., Busata, L., Baratto, G. & Semenzato, A. (2022). Stability and Application Properties of Surfactant-Free Cosmetic Emulsions: An Instrumental Approach to Evaluate Their Potential. *Cosmetics*, 9(6), 123. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9060123>
- [9] ISO 17516. (2014). *Cosmétiques — Microbiologie — Limites microbiologiques*. Organisation Internationale de Normalisation (ISO), Genève, Suisse.



CONCLUSION

Conclusion

L'objectif de ce mémoire était de valoriser l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L., une plante aromatique locale, à travers son extraction, sa caractérisation physicochimique et biologique, ainsi que son incorporation dans une formulation cosmétique à visée réparatrice. Les résultats obtenus permettent d'établir un bilan global de ce travail.

L'extraction a montré que le rendement varie selon la période de récolte et la méthode utilisée. Les rendements obtenus en avril sont nettement supérieurs à ceux de février. De plus, la technique de Clevenger s'est révélée plus performante que l'entraînement à la vapeur d'eau, probablement en raison des pertes de composés volatils liées au montage utilisé pour cette dernière méthode.

La caractérisation physicochimique de l'huile essentielle, à travers la densité, l'indice de réfraction et le pH, a montré des valeurs globalement conformes aux données rapportées dans la littérature pour les huiles essentielles de plantes aromatiques méditerranéennes. Par ailleurs, l'évaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH a révélé un potentiel antiradicalaire important, justifiant son incorporation dans une formulation cosmétique à visée réparatrice.

La crème élaborée a présenté des caractéristiques organoleptiques satisfaisantes, un pH compatible avec celui de la peau, ainsi qu'une bonne stabilité physicochimique au cours du temps, y compris face aux contraintes mécaniques et thermiques. L'activité antioxydante de l'huile essentielle a été conservée après son incorporation dans la formulation, tandis que l'absence de contamination microbiologique a confirmé la qualité sanitaire du produit fini.

L'ensemble de ces résultats confirme le potentiel de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. comme ingrédient actif naturel pour le développement de produits cosmétiques réparateurs. Des travaux complémentaires, notamment l'analyse de la composition chimique par GC-MS et de tests d'efficacité *in vivo*, permettraient de mieux valoriser cette ressource végétale locale et d'approfondir la compréhension des mécanismes biologiques impliqués.

Résumé

Ce travail porte sur la valorisation de *Pistacia lentiscus* L. récoltée dans la région de Bouira, à travers l'extraction de son huile essentielle par hydrodistillation et entraînement à la vapeur, sa caractérisation organoleptique, physicochimique et antioxydante, puis son incorporation dans une crème cosmétique réparatrice. Les résultats obtenus, satisfaisants et conformes aux exigences cosmétiques, confirment le potentiel de cette huile essentielle comme ingrédient actif naturel pour le développement de produits cosmétiques réparateurs.

Mots-clés : *Pistacia lentiscus*, huile essentielle, activité antioxydante, formulation cosmétique, crème réparatrice.

Abstract

This study focuses on the utilisation of *Pistacia lentiscus* L., harvested in the Bouira region, through the extraction of its essential oil by hydrodistillation and steam distillation, its organoleptic, physicochemical and antioxidant characterisation, and its subsequent incorporation into a restorative cosmetic cream. The results obtained, which are satisfactory and comply with cosmetic standards, confirm the potential of this essential oil as a natural active ingredient for the development of restorative cosmetic products.

Keywords: *Pistacia lentiscus*, essential oil, antioxidant activity, cosmetic formulation, repairing cream.

ملخص

الذي تم حصاده في منطقة البويرة، من خلال *Pistacia lentiscus* L. تناول هذا العمل الاستفادة من نبات استخلاص زيت العطر عن طريق التقطير المائي والسحب البخار، وتحديد خصائصه الحسية والفيزيائية والكيميائية ومضادات الأكسدة، ثم دمج في كريم تجميلي مرهم. وتؤكد النتائج التي تم الحصول عليها، والتي كانت مرضية ومتوافقة مع متطلبات مستحضرات التجميل، الإمكانيات التي يتمتع بها هذا الزيت العطري كمكون نشط طبيعي لتطوير مستحضرات تجميلية مرمة.

الكلمات المفتاحية الزيت العطري ، النشاط المضاد للأكسدة، التركيبة التجميلية، الكريم *Pistacia lentiscus* المرهم.