

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



Université KASDI-MERBAH Ouargla

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des Procédés

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTERACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies.

Filière : Génie des Procédés.

Spécialité : Génie Chimique

Présenté par : Hania KHADRAOUI
Thème

**Formulation et caractérisation d'une crème capillaire
naturel à base de ressources locales**

Soutenu publiquement le : /06/2026

Devant le jury :

Mr. Segni LADJEL	Pr	President	UKM Ouargla.
Mr. Bilal BENABIDI	MCB	Examiner	UKM Ouargla.
Ms.Souad ZIGHMI	MCA	Encadrant	UKM Ouargla.

Année universitaire 2025/2026

DÉDICACE

Et la fin de leur invocation sera : « Louange à Allah, Seigneur de l'Univers. »

Ce chemin n'a pas été des plus aisés, et ses détours n'étaient pas toujours fleuris. Pourtant, il fut éclairé par l'espérance, façonné par la patience et sublimé par la miséricorde et la grâce d'Allah.

À Lui toute louange, au commencement comme à l'aboutissement.

Je dédie ce modeste travail à mon âme, à cette force intérieure qui n'a jamais cessé de croire, de lutter et d'avancer malgré les obstacles, jusqu'à voir aujourd'hui s'épanouir, par la volonté d'Allah, les fruits de ses efforts.

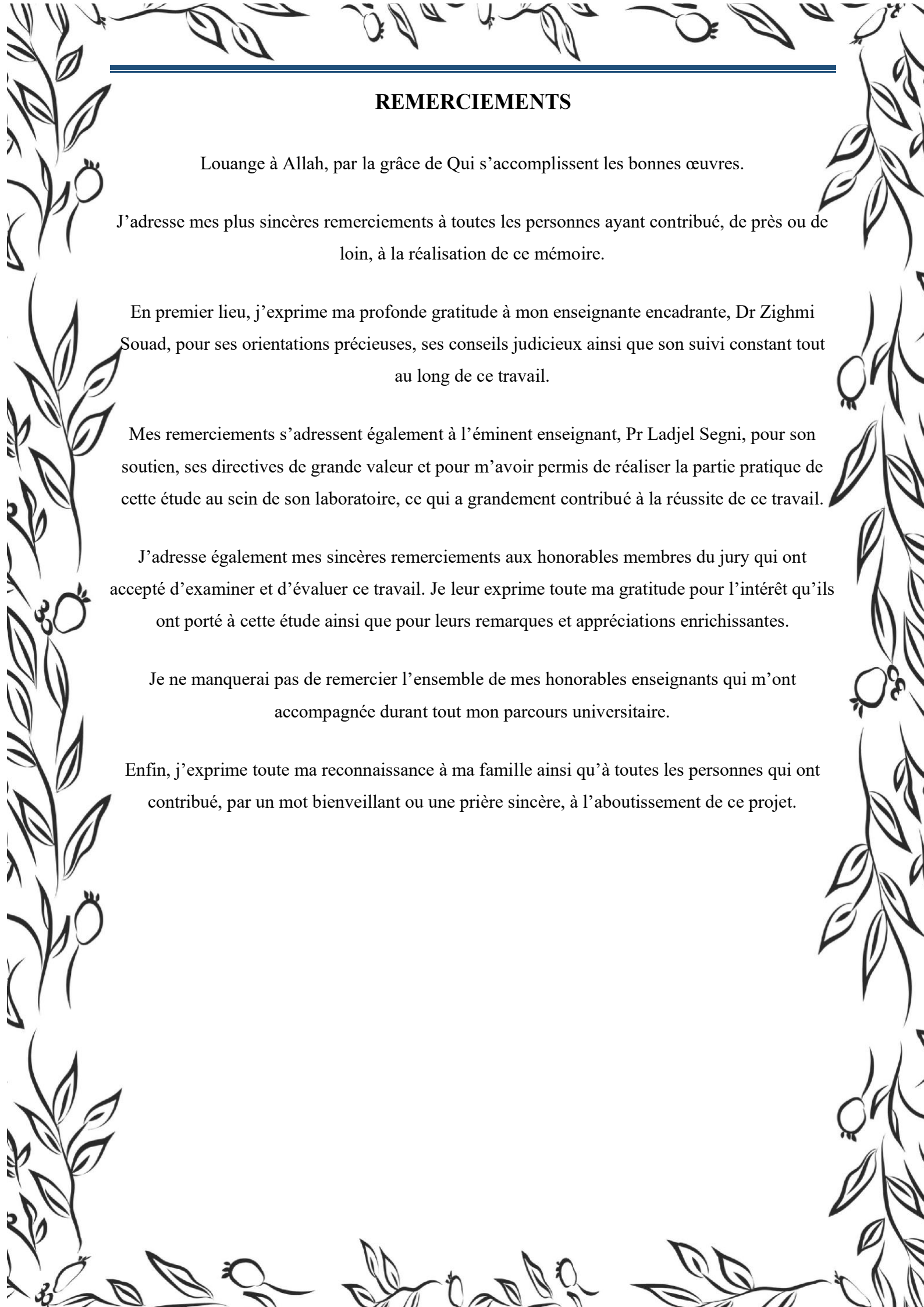
Je le dédie, avec une infinie tendresse et une profonde gratitude :

À ma très chère mère, mon refuge éternel, mon paradis ici-bas et la lumière de mon chemin. Qu'Allah te protège et inscrive chacun de tes sacrifices dans la balance de tes bonnes actions. Si je suis devenue ce que je suis aujourd'hui, c'est grâce à tes prières sincères et à ton amour sans limite.

À mon cher père, pilier de ma vie et symbole de force et de dignité. Qu'Allah t'accorde une longue vie emplie de santé, de sérénité et de bénédictions.

À ma famille, pour son soutien, ses encouragements et sa présence précieuse tout au long de mon parcours.

À toutes les personnes qui ont cru en moi, de près ou de loin, et qui ont contribué à faire de ce rêve une réalité.



REMERCIEMENTS

Louange à Allah, par la grâce de Qui s'accomplissent les bonnes œuvres.

J'adresse mes plus sincères remerciements à toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, j'exprime ma profonde gratitude à mon enseignante encadrante, Dr Zighmi Souad, pour ses orientations précieuses, ses conseils judicieux ainsi que son suivi constant tout au long de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à l'éminent enseignant, Pr Ladjel Segni, pour son soutien, ses directives de grande valeur et pour m'avoir permis de réaliser la partie pratique de cette étude au sein de son laboratoire, ce qui a grandement contribué à la réussite de ce travail.

J'adresse également mes sincères remerciements aux honorables membres du jury qui ont accepté d'examiner et d'évaluer ce travail. Je leur exprime toute ma gratitude pour l'intérêt qu'ils ont porté à cette étude ainsi que pour leurs remarques et appréciations enrichissantes.

Je ne manquerai pas de remercier l'ensemble de mes honorables enseignants qui m'ont accompagnée durant tout mon parcours universitaire.

Enfin, j'exprime toute ma reconnaissance à ma famille ainsi qu'à toutes les personnes qui ont contribué, par un mot bienveillant ou une prière sincère, à l'aboutissement de ce projet.

Résumé

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير كريم شعر طبيعي اعتمادًا على مكونات ذات أصل نباتي وحيواني كبديل آمن لمستحضرات التجميل الكيميائية. شمل الجانب التطبيقي استخلاص الزيوت الأساسية من مصادر نباتية محلية بمردود بلغ 1.62% و 1.03%، ثم تحضير كريم متجانس ومستقر. كما تم تقييم بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية، حيث سجل الأس الهيدروجيني (pH) قيمة 6 ملائمة لفروة الرأس. وأظهر تحليل GC-MS وجود مركبات فعالة ذات أهمية تجميلية تدعم فعالية التركيبة. أكدت النتائج إمكانية استغلال الموارد الطبيعية المحلية في تطوير منتجات تجميلية طبيعية عالية الجودة.

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، الصياغة التجميلية، تحليل GC-MS، كريم للشعر، الخصائص الفيزيائية والكيميائية

Résumé

Cette étude vise à développer une crème capillaire naturelle à base d'ingrédients d'origine végétale et animale comme alternative aux produits cosmétiques chimiques. Les huiles essentielles ont été extraites à partir de plantes locales avec des rendements de 1,62 % et 1,03 %, puis une crème homogène et stable a été formulée. Les propriétés physico-chimiques ont été évaluées et le pH obtenu était de 6, adapté au cuir chevelu. L'analyse GC-MS a révélé la présence de composés bioactifs d'intérêt cosmétique. Les résultats confirment le potentiel des ressources naturelles locales pour la production de cosmétiques naturels de qualité.

Mots clés : Analyse GC-MS, Crème capillaire, Formulation cosmétique, Huiles essentielles, Propriétés physico-chimique

Abstract

This study aims to develop a natural hair cream based on plant- and animal-derived ingredients as an alternative to chemical cosmetic products. Essential oils were extracted from local plants with yields of 1.62% and 1.03%, followed by the formulation of a homogeneous and stable cream. Physicochemical evaluation showed a pH value of 6, suitable for the scalp. GC-MS analysis revealed the presence of bioactive compounds of cosmetic interest. The results highlight the potential of local natural resources for the development of high-quality natural cosmetic products.

Keywords: Cosmetic formulation, Essential oils, GC-MS analysis, Hair cream, Physicochemical proprieties

Listes des figures

Fig. 1 .Schéma 01. Des couches du cheveu [2]	5
Fig. 2. Graisses animales purifiées utilisées dans la formulation.....	16
Fig. 3. Huiles végétales utilisées	16
Fig. 4 les huiles essentielles	17
Fig. 5. Extrait végétal naturel utilisé	18
Fig. 6. Montage d'hydrodistillation.....	19
Fig. 7 Système de récupération de l'huile essentielle	20
Fig. 8 Étape de macération	21
Fig. 9. pH-mètre utilisé	22
Fig. 10 Analyse chromatographique GC/MS.....	23
Fig. 11. Schéma de formulation de la crème capillaire	25
Fig. 12.pH Gel préparé	28
Fig. 13. Chromatogramme GC/SM de HE	29

Listes des tableaux

Tableau I .Récapitulatif des composants et leurs rôles fonctionnels.....	18
Tableau II les propriétés finales du produit.....	27

Table des matières

DÉDICACE

REMERCIEMENTS

Résumé

Listes des figures	III
Listes des tableaux	IV
Table des matières	V
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Concepts généraux sur la crème capillaire.....	4
Introduction	4
1. Généralités sur les cheveux	4
1.1. Définition du cheveu.....	4
1.2. Structure du cheveu	4
1.3. Types de cheveux.....	5
1.4. Facteurs influençant la santé capillaire	6
1.4.1.Facteurs internes	6
1.4.2.Facteurs externes.....	6
2. Les crèmes capillaires	6
2.1. Définition des crèmes capillaires	6
2.2. Importance des crèmes capillaires	6
2.3. Composition générale des crèmes capillaires	7
2.3.1.Phase aqueuse	7
2.3.2.Phase lipidique	7
2.3.3 Agents émulsifiants	7
2.3.4 Conservateurs et additifs	7
3. Propriétés des crèmes capillaires.....	7
4. Types de crèmes capillaires.....	8

4.1. Crèmes hydratantes	8
4.2. Crèmes nourrissantes	8
4.3. Crèmes coiffantes	8
4.4. Crèmes réparatrices	8
5. Utilisations des crèmes capillaires	8
Conclusion.....	9
Chapitre II : Importance et rôle des ingrédients naturels dans les crèmes capillaires	11
Introduction	11
1. Importance des ingrédients naturels dans les produits cosmétiques	11
2. Les composés lipidiques naturels	12
2.1. Définition	12
2.2. Rôle des composés lipidiques naturels	12
3. Les huiles végétales sahariennes	12
4. Les extraits naturels.....	13
5. Les composants actifs naturels	13
Conclusion.....	13
Chapitre III : Matériels et méthodes.....	15
Introduction	15
1. Matériels et méthodes.....	15
1.1. Méthodologie générale	15
1.2. Matières premières.....	15
1.2.1.Phase huileuse.....	15
1.2.2.Principes actifs	17
1.2.3.Conservateurs naturels	17
1.3. Tableau des composants	18
1.4. Matériels et équipements	18
1.4.1.Techniques d'extraction.....	18
1.4.2.Équipements de formulation	21

1.4.3. Analyse par GC/MS	22
1.5. Verrerie et matériel auxiliaire	23
1.6. Protocole de formulation	24
Conclusion.....	25
Chapitre IV : Résultats et Discussion.....	27
1. Rendement d'extraction	27
2. Caractéristiques physico-chimiques de la crème	27
2.1. Mesure du pH et équilibre biologique	27
2.2. Analyse chimique par GC-MS et richesse biologique.....	28
2.3. Stabilité de la texture	29
Conclusion Générale	31
Bibliographie	35



Introduction générale

Introduction générale

Dans le contexte de l'évolution accélérée de l'industrie cosmétique, une tendance mondiale croissante s'est manifestée vers l'adoption de produits naturels comme alternative sûre et efficace aux composés chimiques synthétiques. Cela résulte d'une pleine conscience des risques sanitaires liés à l'utilisation de substances chimiques. Les cheveux figurent parmi les aspects les plus importants de la beauté bénéficiant d'une attention particulière ; cependant, ils sont exposés quotidiennement à de multiples facteurs tels que la pollution, les changements climatiques et l'usage répété de produits chimiques, ce qui entraîne une perte de vitalité et une détérioration de leur structure.

Les substances naturelles, d'origine végétale et animale, se distinguent par leur richesse en composés biologiquement actifs tels que les vitamines, les acides gras et les antioxydants. Ces derniers jouent un rôle essentiel dans la nutrition capillaire, l'hydratation, le renforcement des follicules et la protection contre les agressions externes et internes. De plus, ces matières sont plus compatibles avec le cuir chevelu, notamment les plus sensibles, réduisant ainsi la probabilité de réactions cutanées indésirables.

En revanche, de nombreux produits de soin capillaire contiennent des composés chimiques tels que les sulfates, les parabènes et les silicones. Bien qu'ils puissent donner des résultats immédiats en apparence, ils peuvent causer des dommages progressifs lors d'une utilisation répétée, notamment la sécheresse des cheveux, l'irritation du cuir chevelu et la fragilisation des follicules. Le cuir chevelu est une zone sensible contenant un grand nombre de récepteurs sensoriels et de terminaisons nerveuses, ce qui le rend plus vulnérable à l'influence de ces substances.

Des études épidémiologiques indiquent qu'environ 10 % à 15 % de la population générale souffrent de réactions ou d'allergies liées à l'utilisation de cosmétiques, tandis que plus de 50 % des femmes ont été confrontées à au moins un problème cutané au cours de leur vie suite à l'usage de ces produits. Ce taux augmente chez les catégories professionnelles exposées continuellement aux produits chimiques, comme les coiffeurs, où l'incidence des maladies cutanées liées à ces [1] % substances peut atteindre environ 38

De plus, les produits de soin capillaire contiennent des composés chimiques dont l'usage excessif entraîne des problèmes de santé, tels que le formaldéhyde et ses dérivés, classés parmi les substances cancérogènes pour l'homme en cas d'exposition prolongée. Les recherches suggèrent l'existence d'un lien potentiel entre l'utilisation fréquente de certaines de ces substances [2] et l'augmentation du risque de maladies graves.

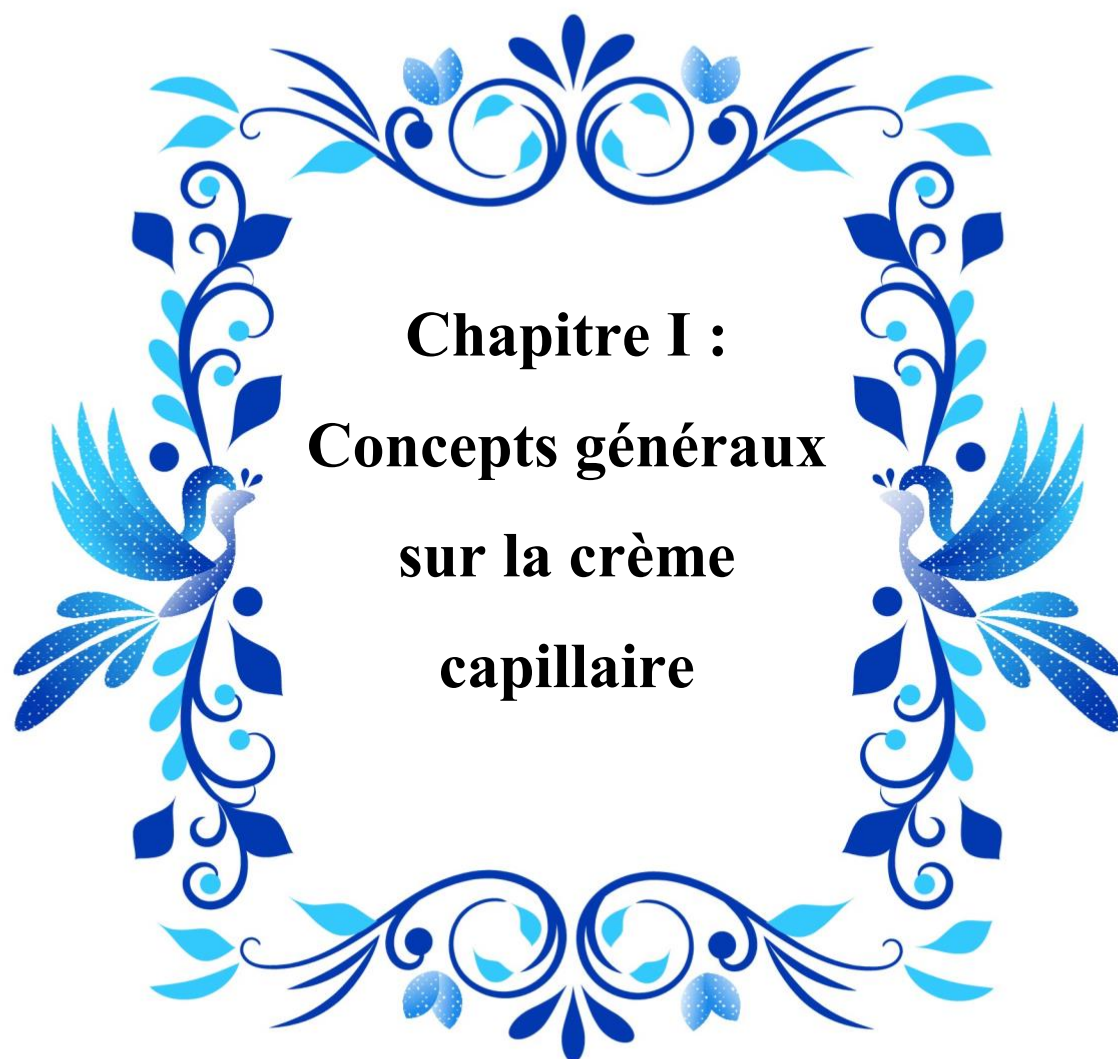
D'un autre côté, l'environnement saharien Algérien regorge d'une grande richesse naturelle, notamment des plantes dotées de propriétés thérapeutiques et cosmétiques uniques résultant de leur adaptation aux conditions climatiques extrêmes. Malgré cette richesse, ces ressources restent sous-exploitées de manière adéquate dans le domaine cosmétique, bien qu'elles offrent une opportunité prometteuse pour valoriser ces ressources largement disponibles. Cela représente une [3] ressources dans le développement de produits naturels de haute efficacité.

De même, les matières d'origine animale constituent une source riche en éléments nutritifs capables de renforcer la santé capillaire et d'accroître l'efficacité des produits cosmétiques, surtout

lorsqu'elles sont associées à des ingrédients végétaux, permettant ainsi d'obtenir des formulations complètes alliant efficacité et sécurité

Partant de ce constat, cette étude vise à développer une crème capillaire naturelle basée sur des ingrédients issus de sources biologiques, en mettant l'accent sur la valorisation des ressources locales sahariennes tout en garantissant la qualité, la stabilité et l'efficacité du produit, et en évaluant les propriétés et l'efficacité de la préparation, dans le cadre d'une approche scientifique intégrée visant à trouver des alternatives naturelles sûres et durables sur les cheveux

a été divisé en une partie théorique et une partie pratique. Pour traiter cette étude, ce mémoire aborde les différents concepts liés aux produits de soins capillaires et aux substances naturelles, tandis que la partie pratique est consacrée à la préparation de la crème, à l'étude de ses propriétés et à l'évaluation de son efficacité



Chapitre I :
Concepts généraux
sur la crème
capillaire

Chapitre I : Concepts généraux sur la crème capillaire

1. Introduction

Les cheveux constituent un élément important de l'apparence extérieure et nécessitent des soins adaptés afin de préserver leur santé et leur équilibre. L'exposition quotidienne aux facteurs environnementaux, à l'utilisation répétée des appareils thermiques et des produits industriels peut altérer la qualité de la fibre capillaire et provoquer le dessèchement ainsi que la fragilité des cheveux.

Dans le domaine cosmétique, les crèmes capillaires occupent une place importante parmi les produits de soins grâce à leurs propriétés hydratantes, protectrices et nourrissantes. Elles permettent d'améliorer l'apparence des cheveux, de faciliter le coiffage et de maintenir la souplesse de la fibre capillaire.

Ce chapitre présente des généralités sur les crèmes capillaires, leurs caractéristiques, leurs composants, leurs propriétés ainsi que leurs différentes utilisations dans les soins des cheveux.

2. Généralités sur les cheveux

2.1. Définition du cheveu

Le cheveu est une fibre kératinisée produite par les follicules pileux situés dans le derme. Il est principalement constitué de kératine et représente une annexe cutanée ayant un rôle protecteur et esthétique.

2.2. Structure du cheveu

Le cheveu est formé de deux parties principales :

- La racine.
- La tige pileuse.

La tige pileaire comprend trois couches :

- La cuticule.
- Le cortex.
- La moelle.

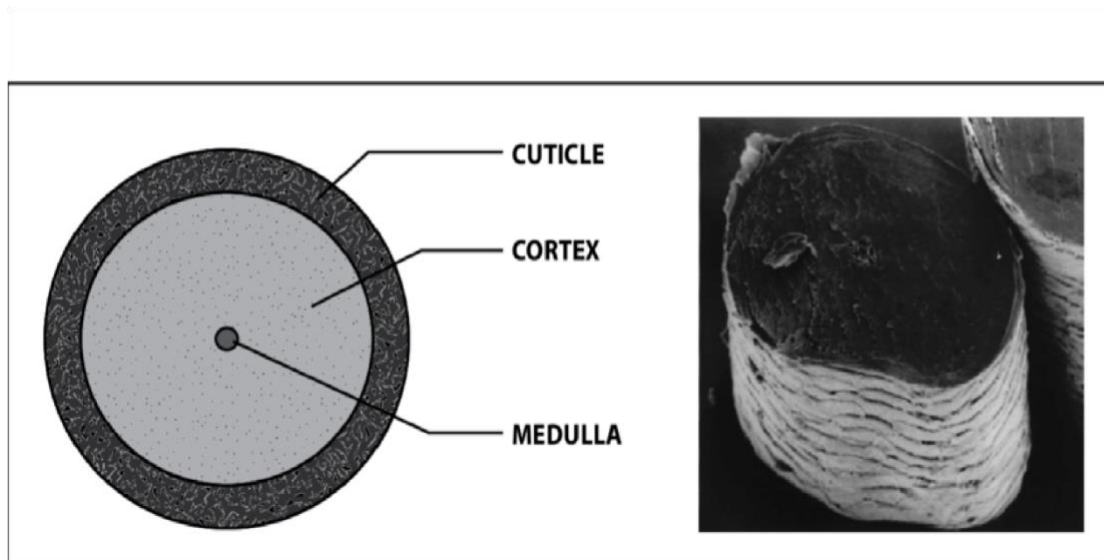


Fig. 1 .Schéma 01. Des couches du cheveu [2]

2.3. Types de cheveux

On distingue plusieurs types de cheveux :

- Cheveux normaux.
- Cheveux secs.
- Cheveux gras.
- Cheveux mixtes.
- Cheveux bouclés.

Chaque type nécessite des soins spécifiques afin de maintenir l'équilibre du cuir chevelu et la qualité de la fibre capillaire.

2.4. Facteurs influençant la santé capillaire

2.4.1. Facteurs internes

- Alimentation.
- Changements hormonaux.
- Stress.
- État de santé général.

2.4.2. Facteurs externes

- Facteurs environnementaux.
- Exposition au soleil.
- Utilisation fréquente des appareils thermiques.
- Produits industriels.

3. Les crèmes capillaires

3.1. Définition des crèmes capillaires

Les crèmes capillaires sont des préparations cosmétiques semi-solides destinées au soin des cheveux. Elles contribuent à hydrater, nourrir et protéger la fibre capillaire tout en améliorant l'aspect général des cheveux.

3.2. Importance des crèmes capillaires

Les crèmes capillaires jouent un rôle important dans les soins des cheveux grâce à leurs propriétés :

- Hydratantes.

- Nourrissantes.
- Protectrices.
- Adoucissantes.

Elles facilitent également le coiffage et contribuent à limiter la sécheresse et la fragilité des cheveux.

3.3. Composition générale des crèmes capillaires

3.3.1. Phase aqueuse

La phase aqueuse représente une partie essentielle de la formulation. Elle facilite l'hydratation et l'application du produit.

3.3.2. Phase lipidique

La phase lipidique contribue à nourrir les cheveux, à améliorer la texture du produit et à limiter la perte d'humidité.

3.3.3. Agents émulsifiants

Les agents émulsifiants assurent la stabilité et l'homogénéité de la préparation cosmétique.

3.3.4. Conservateurs et additifs

Ils permettent de protéger le produit contre la contamination et d'améliorer son aspect général.

4. Propriétés des crèmes capillaires

Les crèmes capillaires possèdent plusieurs propriétés importantes :

- Hydratation des cheveux.
- Nutrition de la fibre capillaire.

- Protection contre les agressions extérieures.
- Amélioration de la douceur et de la brillance.
- Réduction de la sécheresse et des pointes abîmées.

5. Types de crèmes capillaires

5.1. Crèmes hydratantes

Elles sont utilisées pour hydrater les cheveux secs.

5.2. Crèmes nourrissantes

Elles participent à renforcer et nourrir les cheveux.

5.3. Crèmes coiffantes

Elles facilitent le coiffage et améliorent l'apparence des cheveux.

5.4. Crèmes réparatrices

Elles sont destinées aux cheveux fragilisés ou abîmés.

6. Utilisations des crèmes capillaires

Les crèmes capillaires sont utilisées dans plusieurs objectifs :

- Protection des cheveux.
- Entretien quotidien.
- Amélioration de la texture capillaire.
- Facilitation du coiffage.

- Préservation de l'hydratation capillaire.

7. Conclusion

Les crèmes capillaires représentent des préparations importantes dans le domaine des soins des cheveux grâce à leurs propriétés hydratantes, protectrices et nourrissantes. Leur efficacité dépend principalement de la qualité des composants utilisés dans leur formulation ainsi que de leur adaptation au type de cheveux.



Chapitre II : Importance et rôle des ingrédients naturels dans les crèmes capillaires

1. Introduction

Les ingrédients naturels occupent une place importante dans le domaine cosmétique grâce à leurs propriétés biologiques et à leur origine naturelle. Ils sont largement utilisés dans les produits de soins corporels et capillaires afin d'améliorer les propriétés des préparations cosmétiques et de préserver l'équilibre de la peau et des cheveux.

Les substances naturelles utilisées en cosmétique peuvent être d'origine végétale ou animale. Elles apportent plusieurs composés actifs qui contribuent à l'hydratation, à la nutrition et à la protection des cheveux.

Ce chapitre présente les principaux ingrédients naturels utilisés dans les préparations cosmétiques, notamment les composés lipidiques naturels, les huiles végétales sahariennes et les extraits naturels.

2. Importance des ingrédients naturels dans les produits cosmétiques

Les ingrédients naturels sont largement utilisés dans les formulations cosmétiques grâce à leurs propriétés bénéfiques. Ils participent à :

- Nourrir les cheveux.
- Préserver l'hydratation.
- Améliorer la texture capillaire.
- Apporter des composés biologiquement actifs.
- Maintenir l'équilibre du cuir chevelu.

Ils représentent également une source importante de vitamines, d'acides gras et de substances naturelles utilisées dans les soins cosmétiques.

3. Les composés lipidiques naturels

3.1. Définition

Les composés lipidiques naturels sont des substances grasses utilisées dans les formulations cosmétiques pour leurs propriétés nourrissantes et protectrices.

3.2. Rôle des composés lipidiques naturels

Les composés lipidiques naturels contribuent à :

- Limiter la déshydratation des cheveux.
- Améliorer la souplesse capillaire.
- Renforcer la fibre capillaire.
- Former une couche protectrice à la surface du cheveu.

Certaines matières grasses naturelles peuvent être utilisées comme source lipidique dans les préparations cosmétiques.

4. Les huiles végétales sahariennes

Les huiles végétales sahariennes sont reconnues pour leur richesse en composés naturels et leurs propriétés biologiques. Elles sont utilisées dans plusieurs produits cosmétiques grâce à leurs effets bénéfiques sur les cheveux et le cuir chevelu.

Ces huiles contribuent à:

- Nourrir les cheveux.
- Protéger la fibre capillaire.
- Améliorer la douceur des cheveux.

- Préserver l'hydratation capillaire.

5. Les extraits naturels

Les extraits naturels sont utilisés dans les produits cosmétiques grâce à leurs propriétés hydratantes et apaisantes. Ils participent à améliorer l'apparence des cheveux et à protéger le cuir chevelu.

6. Les composants actifs naturels

Les composants actifs naturels apportent plusieurs bénéfices dans les soins cosmétiques :

- Nutrition.
- Protection.
- Amélioration de l'aspect capillaire.
- Préservation de l'équilibre des cheveux.

7. Conclusion

Les ingrédients naturels occupent une place importante dans le domaine cosmétique grâce à leurs propriétés biologiques et à leurs effets bénéfiques sur les cheveux. L'utilisation des composés lipidiques naturels, des huiles végétales sahariennes et des extraits naturels représente une approche importante dans le développement des préparations cosmétiques naturelles.

A decorative blue floral wreath with two birds, one on the left and one on the right, facing each other. The wreath is composed of stylized leaves and flowers in various shades of blue.

Chapitre III :

Matériels et

méthodes

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Introduction

Ce chapitre présente l'ensemble des matériaux utilisés ainsi que la méthodologie adoptée pour la formulation d'une crème capillaire naturelle. Il décrit également les différentes techniques d'extraction, les équipements de laboratoire employés, ainsi que le protocole expérimental suivi afin de garantir la reproductibilité et la qualité du produit final.

2. Matériels et méthodes

2.1. Méthodologie générale

Cette étude repose sur une approche expérimentale visant à développer une crème capillaire naturelle à base de ressources végétales et animales. Le travail a été réalisé selon plusieurs étapes successives :

1. Sélection et préparation des matières premières
2. Extraction des principes actifs
3. Formulation de la crème capillaire
4. Analyse physico-chimique du produit final

2.2. Matières premières

Les matières premières ont été choisies en fonction de leurs propriétés biologiques et de leur compatibilité dans la formulation.

2.2.1. Phase huileuse

- **Graisses animales purifiées** : base lipidique de la crème assurant la nutrition et la protection du cheveu.

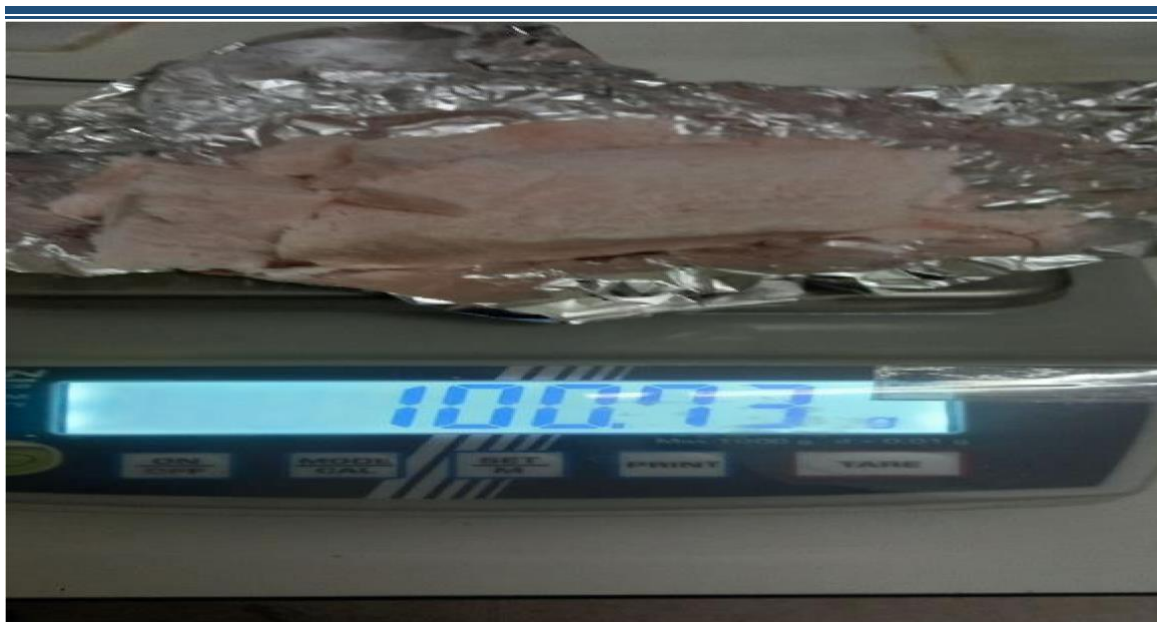


Fig. 2. Graisses animales purifiées utilisées dans la formulation

- **Huiles végétales lourdes** : améliorent la viscosité, l'hydratation et la pénétration dans la fibre capillaire.

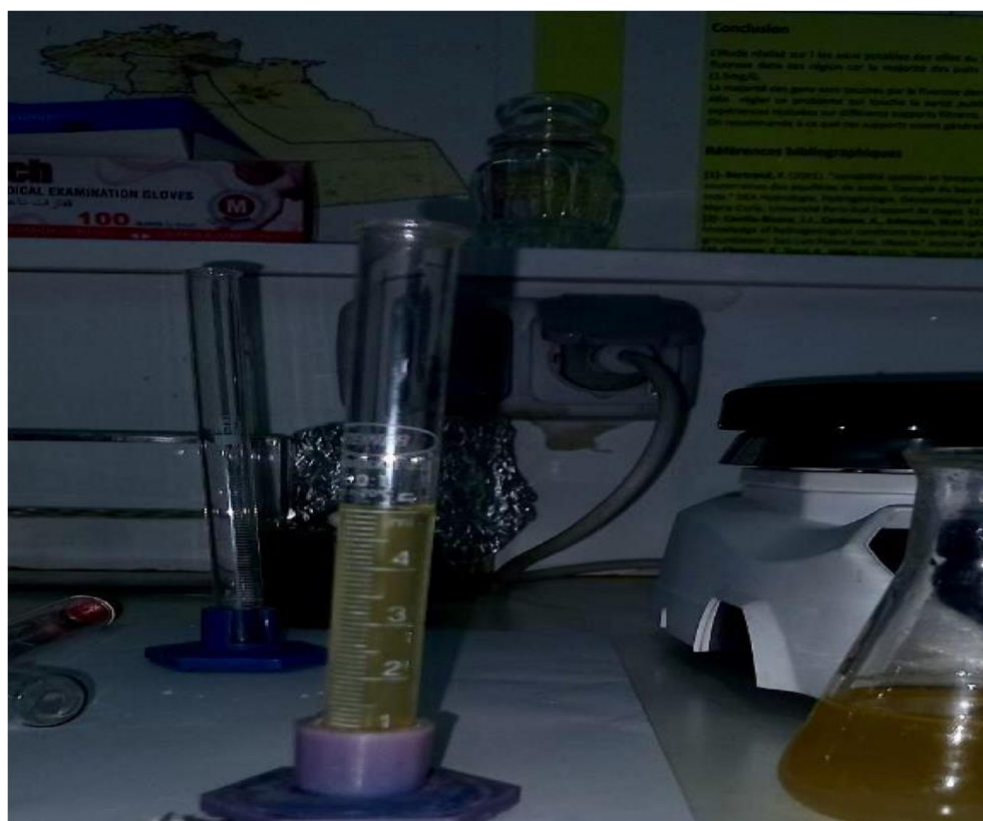


Fig. 3. Huiles végétales utilisées

2.2.2. Principes actifs

- **Huiles essentielles** : extraites de plantes sahariennes algériennes riches en composés terpéniques, responsables des effets biologiques et aromatiques.



Fig. 4 les huiles essentielles

2.2.3. Conservateurs naturels

- **Extrait végétal riche en composés phénoliques** : utilisé comme conservateur naturel et agent colorant, limitant l'oxydation et la contamination microbienne.

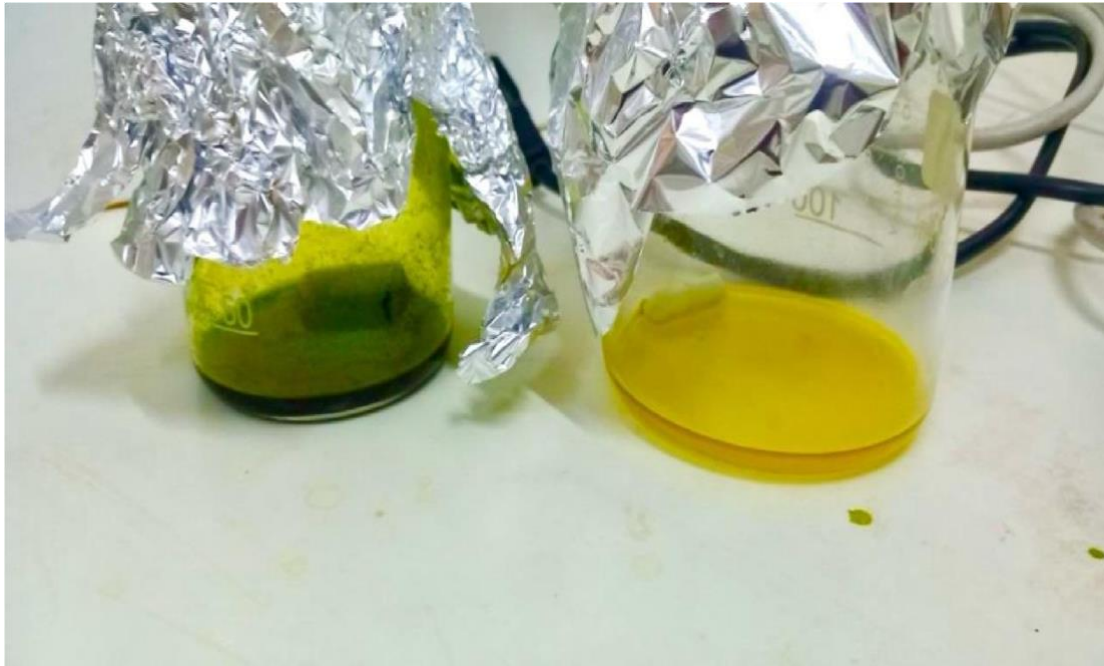


Fig. 5. Extrait végétal naturel utilisé

2.3. Tableau des composants

Tableau I .Récapitulatif des composants et leurs rôles fonctionnels

Composant	Source	Rôle fonctionnel
Graisses animales	Animale	Phase huileuse, nutrition capillaire
Huiles essentielles	Plantes sahariennes	Actifs biologiques et parfum
Extrait végétal	Végétale	Conservateur naturel et colorant
Huiles végétales lourdes	Végétale	Hydratation et amélioration de texture

2.4. Matériels et équipements

2.4.1. Techniques d'extraction

a) Hydrodistillation

L'hydrodistillation a été réalisée à l'aide d'un appareil de type Clevenger. La matière végétale est chauffée dans un ballon contenant de l'eau. La vapeur entraîne les composés volatils qui sont ensuite condensés et récupérés sous forme d'huile essentielle.



Fig. 6. Montage d'hydrodistillation

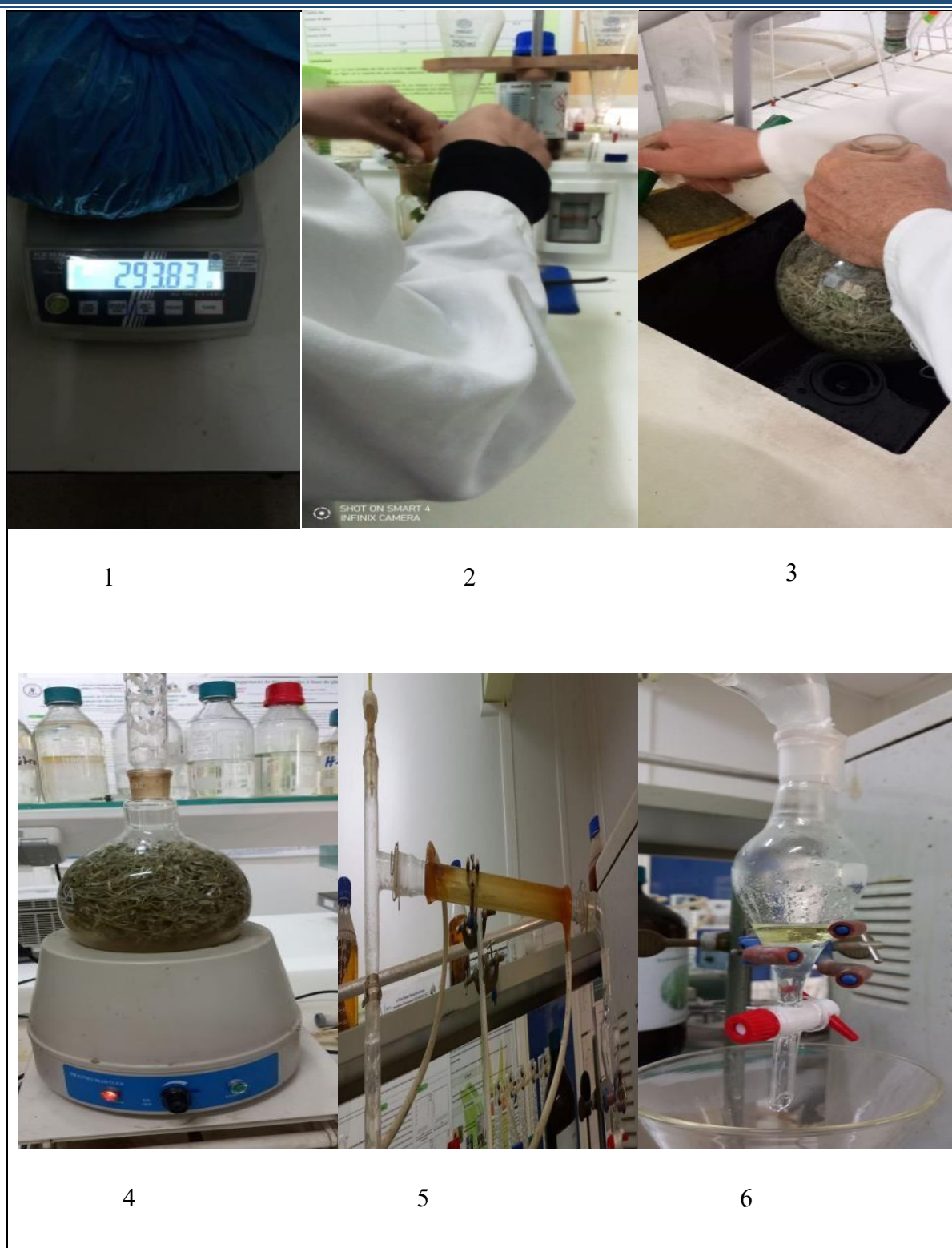


Fig. 7 Système de récupération de l'huile essentielle

b) Macération

La macération a été utilisée pour extraire les composés non volatils à température ambiante afin de préserver les molécules thermosensibles. La plante broyée est immergée dans un solvant approprié, puis filtrée après extraction.

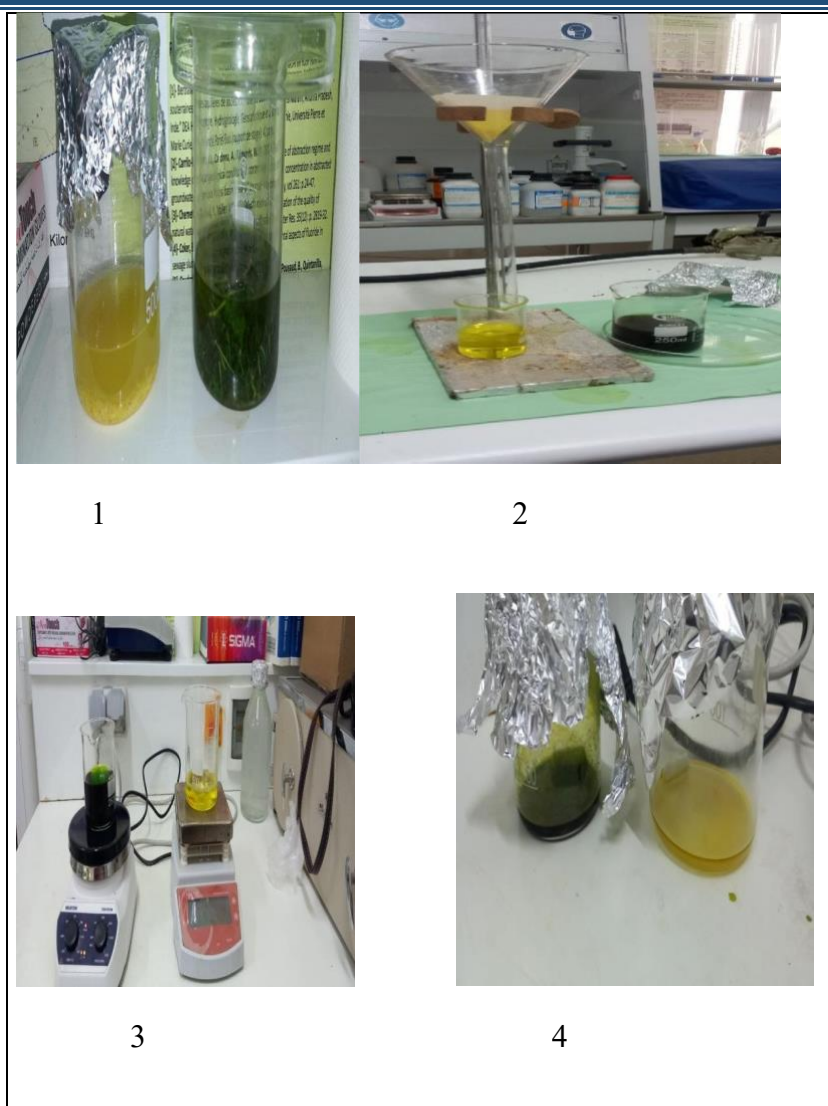


Fig. 8 Étape de macération

2.4.2. Équipements de formulation

- Bain-marie : fusion contrôlée de la phase huileuse (60–70°C)
- Agitateur magnétique : homogénéisation des phases
- Balance électronique (0,01 g) : pesée précise des ingrédients
- pH-mètre : contrôle de la qualité dermatologique du produit



Fig. 9. pH-mètre utilisé

2.4.3. Analyse par GC/MS

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) a été utilisée pour identifier les composés chimiques des extraits.

Appareil utilisé : **Bruker SCION 436 GC/MS**, équipé d'une colonne capillaire HP-5MS.



Fig. 10 Analyse chromatographique GC/MS

2.5. Verrerie et matériel auxiliaire

- Bêchers (50–250 mL)
- Éprouvettes graduées

- Tubes à essai
- Flacons ambrés (protection contre la lumière)
- Pipettes Pasteur
- Mortier et pilon
- Entonnoirs et papiers filtres
- Agitateurs en verre

2.6. Protocole de formulation

La formulation de la crème a été réalisée selon les étapes suivantes :

1. Fusion de la matière grasse animale au bain-marie (60–70°C)
2. Filtration pour éliminer les impuretés
3. Ajout progressif des huiles végétales sous agitation
4. Incorporation des huiles essentielles et du conservateur naturel
5. Homogénéisation continue jusqu'à obtention d'une texture stable
6. Contrôle du pH et des propriétés physico-chimiques
7. Conditionnement dans des flacons opaques

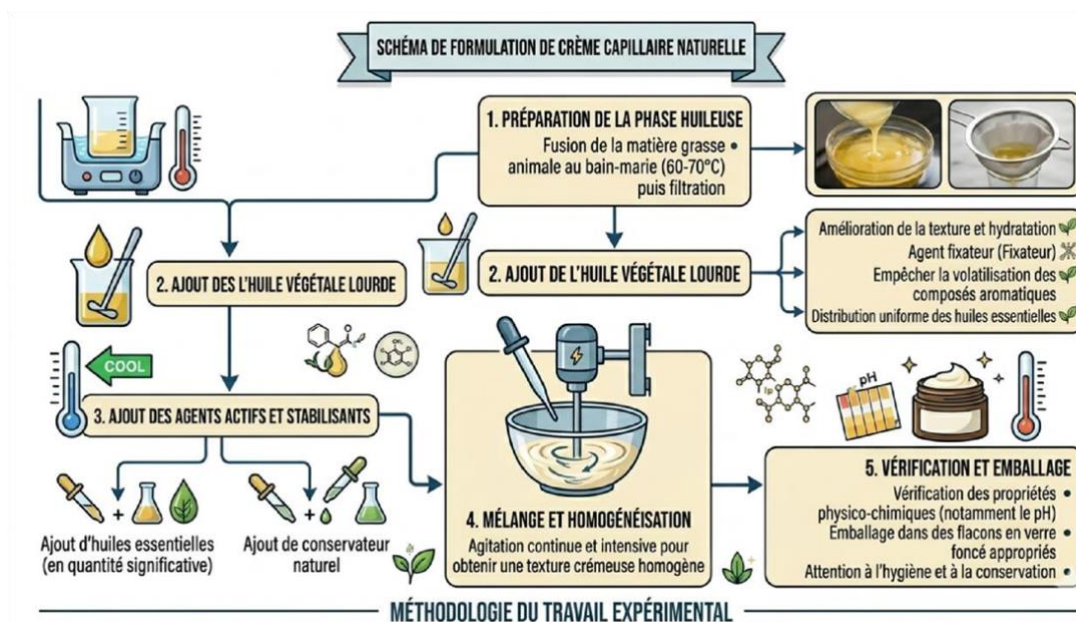


Fig. 11. Schéma de formulation de la crème capillaire

3. Conclusion

Ce chapitre a présenté les matériaux utilisés, les techniques d'extraction ainsi que le protocole de formulation de la crème capillaire naturelle. Les méthodes appliquées ont permis d'obtenir un produit homogène, stable et conforme aux exigences physico-chimiques nécessaires à une application cosmétique sécurisée.

A decorative blue floral wreath with two birds, one on the left and one on the right, facing each other. The wreath is composed of stylized leaves and flowers in various shades of blue. The text is centered within the wreath.

Chapitre IV:
Résultats et
discussion

Chapitre IV : Résultats et Discussion

1. Rendement d'extraction

Le rendement des huiles essentielles extraites des plantes sahariennes a été calculé selon la relation ; Volume/Masse}). Les résultats obtenus sont les suivants :

- Huile essentielle (Plante 1) : 1,62%
- Huile essentielle (Plante 2) : 1,03%

Ces taux démontrent la richesse des plantes sahariennes en métabolites secondaires malgré l'aridité du milieu. Ces rendements confirment l'efficacité de l'hydro-distillation pour la valorisation de la flore locale en tant que source de principes actifs.

2. Caractéristiques physico-chimiques de la crème

Le tableau suivant récapitule les propriétés finales du produit :

Tableau II les propriétés finales du produit

Test effectué	Résultat obtenu	Interprétation scientifique
Le pH	6,0	Gamme acide faible, idéale pour le maintien de l'équilibre du cuir chevelu.
Aspect et Texture	Semi-solide homogène	Succès du processus d'émulsification et d'interaction lipide/huile.
Odeur	Aromatique distincte	Persistance des molécules volatiles issues des huiles essentielles.
Analyse GC-MS	Composés terpéniques	Confirmation de la richesse chimique et du potentiel thérapeutique.

2.1. Mesure du pH et équilibre biologique

La valeur de **pH = 6** enregistrée est considérée comme idéale. Scientifiquement, bien que le pH moyen de la peau soit légèrement plus acide, un pH de 6 reste parfaitement biocompatible. Il permet de maintenir les **cuticules** du cheveu resserrées, ce qui assure une brillance naturelle et limite la perte d'eau trans-épidermique. Contrairement aux produits alcalins qui provoquent des irritations, notre crème respecte le manteau acide naturel (**Acid Mantle**). [7]



Fig. 12. pH Gel préparé

2.2. Analyse chimique par GC-MS et richesse biologique

L'analyse par **GC-MS** a révélé la présence de nombreux pics correspondant à des composés terpéniques et aromatiques.

Ces résultats prouvent que les plantes sahariennes sont des sources riches en molécules bioactives.

Les polyphénols identifiés agissent ici comme un **système de conservation naturel** :

- **Antioxydants** : Ils empêchent le rancissement des graisses animales.
- **Stabilisants** : Ils assurent la stabilité de l'odeur et de la texture durant toute la période d'étude.

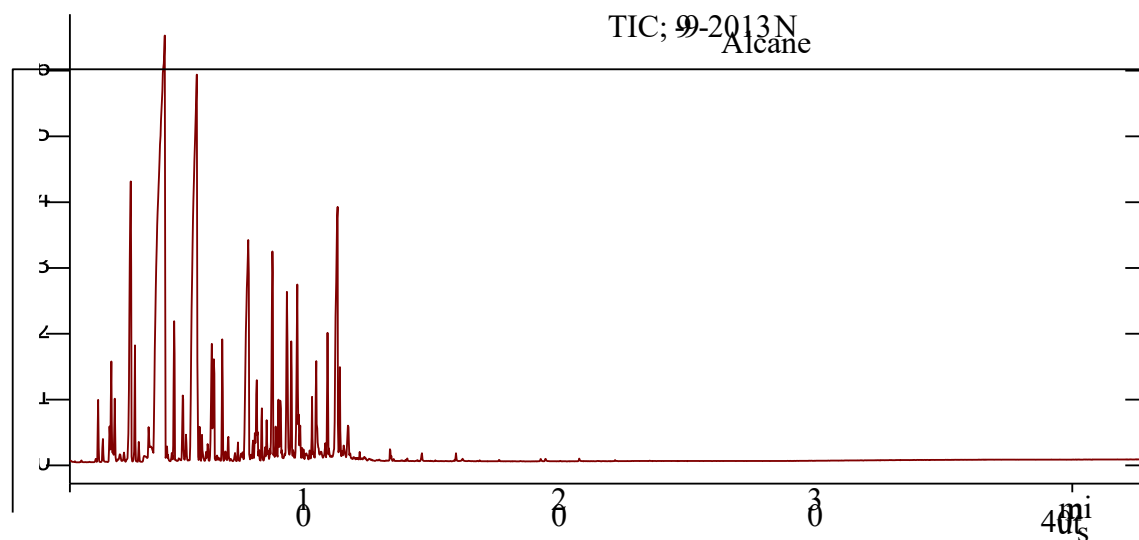


Fig. 13. Chromatogramme GC/SM de HE

2.3. Stabilité de la texture

L'homogénéité persistante (absence de déphasage) s'explique par la compatibilité lipidique entre les graisses animales et les huiles végétales. Les acides gras présents agissent comme des agents **émulsifiants naturels**, créant une structure stable qui retient les principes actifs.



Conclusion Générale

Au terme de ce travail, nous pouvons affirmer que cette étude constitue une contribution scientifique sérieuse au développement du domaine des cosmétiques naturels, à travers la valorisation des ressources biologiques locales et l'exploitation des richesses naturelles du Sahara algérien. Face à l'utilisation croissante des produits cosmétiques chimiques et aux effets indésirables qu'ils peuvent provoquer sur les cheveux et le cuir chevelu, la recherche d'alternatives naturelles plus sûres et plus efficaces est devenue une nécessité importante.

Ce travail a permis de démontrer la possibilité de développer une crème capillaire naturelle à partir de matières premières locales combinant des graisses animales, des huiles végétales et des extraits de plantes sahariennes, selon une approche scientifique prenant en considération les aspects physico-chimiques, biologiques et sanitaires du produit final. Les résultats obtenus ont montré que la formulation préparée possède des propriétés satisfaisantes en termes d'homogénéité, de stabilité et de pH, ce qui reflète la réussite des différentes étapes d'extraction et de formulation réalisées durant la partie expérimentale.

L'importance de cette étude ne se limite pas uniquement au domaine cosmétique, mais s'étend également à la valorisation scientifique et économique des plantes sahariennes algériennes, encore insuffisamment exploitées malgré leur richesse en composés bioactifs aux propriétés biologiques intéressantes. Ce travail contribue également à encourager l'industrie locale et à réduire la dépendance vis-à-vis des matières premières importées, notamment dans le secteur des cosmétiques naturels qui connaît une évolution rapide à l'échelle mondiale.

Par ailleurs, ce projet a permis d'acquérir une expérience pratique dans les techniques d'extraction, de formulation et d'analyses physico-chimiques, ainsi qu'une meilleure maîtrise des équipements et des méthodes analytiques modernes, notamment la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS), renforçant ainsi l'aspect expérimental et scientifique de cette recherche.

Malgré les résultats encourageants obtenus, cette étude reste une première étape pouvant être approfondie à travers la réalisation d'analyses biologiques et microbiologiques plus avancées, l'évaluation de la durée de conservation du produit, ainsi que l'élargissement des essais expérimentaux afin d'améliorer davantage la formulation et d'aboutir à un produit naturel capable de concurrencer les produits disponibles sur les marchés locaux et internationaux.

Enfin, nous espérons que ce mémoire constituera une base scientifique contribuant à la valorisation du patrimoine naturel national et à la promotion des ressources sahariennes algériennes, tout en ouvrant la voie à de futures recherches visant le développement de produits cosmétiques naturels alliant efficacité, sécurité et identité locale algérienne.

Recommandations

Contrôle de qualité :

Respect strict des ratios de mélange pour assurer la stabilité de l'émulsion et éviter le déphasage.

Conditionnement :

Utiliser des flacons en verre ambré pour protéger les composés phénoliques de la photodégradation.

Température de formulation :

Ajouter les huiles essentielles à une température inférieure à **40°C** pour préserver leur bioactivité.

Extraction Verte :

Privilégier des méthodes d'extraction écologiques pour optimiser la pureté des actifs.

Test de tolérance :

Réaliser un "Patch Test" cutané avant une application large pour prévenir toute réaction allergique.

Perspectives

- **Étude Microbiologique** : Réaliser un "Challenge Test" pour déterminer avec précision la durée de conservation (Shelf-life).
- **Diversification des ressources** : Explorer l'usage d'autres graisses locales (ex: huile de lézard fouette-queue) et comparer leur efficacité réparatrice.
- **Nanotechnologie** : Formuler une **Nano-émulsion** pour améliorer la pénétration des actifs dans le follicule pileux.
- **Formulation Intelligente** : Utiliser l'Intelligence Artificielle pour prédire les interactions moléculaires et optimiser la texture.
- **Études Cliniques** : Documenter l'efficacité sur un panel de volontaires pendant 6 mois avec un suivi statistique et photographique.

-
- **Viabilité Économique :** Élaborer une étude de faisabilité pour transformer ce projet en une Startup "Made in Algeria".

Bibliographie

- [1]- Johansen, J. D., Frosch, P. J., & Lepoittevin, J. P. (2011). Contact Dermatitis (5th ed.). Springer.
- [2]- Robbins, C. R. (2012). Chemical and Physical Behavior of Human Hair (5th ed.). Springer.
- [3]- Schematic diagram of a hair fibre cross-section with basic parts labelled (Robbins, 2002); adult Central European hair crosssection (Robbins, (2002)
- [4]- Adams, R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (4th ed.). Allured Publishing. (2007).
- [5]-Draelos, Z. D. Cosmetic Dermatology: Products and Procedures (2nd ed.). WileyBlackwell. (2012).
- [6] Johansen, J. D., Frosch, P. J., & Lepoittevin, J. P. Contact Dermatitis (5th ed.). Springer (2011).
- [7]-Lambers, H., Piessens, S., Bloom, A., Pronk, H., & Finkel, P Natural skin surface pH is on average below 5, which is beneficial for its resident flora. *International Journal of Cosmetic Science*, (2006).28(5), 359-370