

**Algérienne Démocratique et populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université de Ghardaïa**  
**Faculté des Sciences et Technologies**  
**Département de Génie des procédés**



**Mémoire de Projet de Fin d'Études**  
**2<sup>ème</sup> année Master**

**Domaine : Sciences et technologies**  
**Filière : Génie des Procédés**  
**Spécialité : Génie des procédés des matériaux**

**Thème :**

***Formulation des produits cosmétiques (Savon et Shampoing) à base d'ingrédients naturels***

**Présenté par : Korti Aflah**

Devant le jury composé de :

Dr : BOUAMER KHEIRA  
Dr : LAGHOUTER OUM KELTHOUM  
Dr : MATALLAH MESSAOUDA  
Dr : MOULAI. KERROUMIA

MCA Université de Ghardaïa  
MCB. Université de Ghardaïa  
MCB. Université de Ghardaïa  
MCB. Université de Ghardaïa

Président  
Examinateur  
Examinateur  
Encadrant

**2026/2025**

## *Remerciement*

Au nom de Dieu, le Clément, le Miséricordieux.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre directrice de thèse, **Dr . kerroumia Moulai** , pour ses précieux conseils, son soutien indéfectible et son accompagnement constant tout au long de la préparation de cette thèse, notamment pour ses efforts inlassables et ses longues nuits de travail.

Nous remercions également les membres du jury de nous avoir fait l'honneur d'évaluer ce travail.

De plus, nous exprimons notre sincère reconnaissance à l'ensemble du personnel administratif et enseignant de la Faculté des Sciences et Technologies pour leurs efforts, leur soutien et leur dévouement durant notre parcours universitaire.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail, que ce soit par leur aide, leurs conseils ou leurs encouragements..

## Dédicace

C'est avec un grand honneur que je dédie ce modeste travail, fruit de mes efforts et de mon parcours universitaire.

Je le dédie particulièrement à mes chers parents, **ma mère** et **mon père**, en reconnaissance de leur amour, leurs sacrifices et leur soutien inestimable.

À toute ma famille, qui m'a toujours encouragé et soutenu tout au long de mes études.

À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.



### Résumé

Cette étude porte sur la valorisation des ressources naturelles à travers la formulation de produits cosmétiques à base d'huiles végétales (huile d'olive et huile de coco) et d'aloë vera. Les huiles végétales, reconnues pour leurs propriétés émollientes et leur richesse en acides gras essentiels, ainsi que l'aloë vera, apprécié pour ses propriétés hydratantes, apaisantes et revitalisantes, ont été utilisés comme matières premières dans la fabrication de savons solides et de shampoings naturels.

Deux types de savons ont été élaborés par la méthode de saponification à froid: un savon à base d'huile d'olive et un savon à base d'huile de coco. Après leur préparation, les savons ont été soumis à une période de maturation afin de garantir l'achèvement de la réaction de saponification et l'amélioration de leurs propriétés. Des shampoings enrichis en aloë vera ont également été formulés pour renforcer leurs performances cosmétiques.

Les produits obtenus ont été caractérisés par différentes analyses physico-chimiques. Les résultats montrent que le pH des savons est compris entre 7 et 8, tandis que celui des shampoings varie entre 6 et 7, des valeurs adaptées à une utilisation cosmétique. Les analyses réalisées ont révélé que les formulations développées présentent des caractéristiques satisfaisantes en termes de stabilité et de qualité.

Les résultats obtenus mettent en évidence le potentiel des matières premières locales pour le développement de produits cosmétiques naturels, efficaces et respectueux de l'environnement.

**Mots-clés:** Savon solide; Shampoing naturel; Saponification à froid; Huiles végétales naturelles; Aloevera; Analyses physico-chimiques; Cosmétiques naturels.

### Abstract

This study focuses on valuing local natural resources through the formulation of cosmetic products based on vegetable oils (Olive oil and coconut oil) and aloe vera. Vegetable oils, known for their moisturizing properties and richness in essential fatty acids, along with aloe vera, known for its moisturizing, soothing, and refreshing properties, were used as the main raw materials in the production of natural solid soap and shampoo.

Two types of soap were prepared using the cold saponification method: olive oil soap and coconut oil soap. After preparation, the soap underwent a curing period to ensure the saponification reaction was complete and to enhance its properties. An aloe vera-enriched shampoo was also formulated to boost its cosmetic efficacy.

The resulting products were characterized through various physicochemical analyses. The results showed that the soap's pH ranged between 7 and 8, while the shampoo's pH ranged between 6 and 7, values suitable for cosmetic use. The analyses revealed that the developed formulations exhibited satisfactory properties in terms of stability and quality.

These results highlight the potential of local raw materials in developing natural, effective, and environmentally friendly cosmetic products.

**Keywords:** Solid soap; Natural shampoo; Cold saponification; local vegetable oils; aloe vera; physical and chemical analyses; natural cosmetics.

---

### الملخص

تتناول هذه الدراسة تثمين الموارد الطبيعية من خلال تطوير منتجات تجميلية تعتمد على زيوت نباتية (زيت الزيتون و زيت جوز الهند) الألوفيرا. وقد تم اختيار هذه الزيوت النباتية لما تتميز به من خصائص مطرية وغناها بالأحماض الدهنية الأساسية، بالإضافة إلى الألوفيرا المعروفة بخصائصها المرطبة والمهدئة والمنشطة، وذلك لاستخدامها كمواد أولية رئيسية في تصنيع الصابون الصلب والشامبو الطبيعي.

تم تحضير نوعين من الصابون باستعمال طريقة التصبن البارد، وهما صابون زيت الزيتون وصابون زيت جوز الهند. وبعد التحضير، خضعت عينات الصابون لفترة نضج لضمان اكتمال تفاعل التصبن وتحسين خصائصها. كما تم تحضير أنواع من الشامبو مدعمة بالألوفيرا بهدف تعزيز خصائصها التجميلية.

أخضعت المنتجات المحضرة لمجموعة من التحاليل الفيزيائية والكيميائية. وأظهرت النتائج أن قيمة الأس الهيدروجيني (pH) للصابون

تراوحت بين 7 و8، في حين تراوحت قيمة pH للشامبو بين 6 و7، وهي قيم مناسبة للاستعمالات التجميلية. كما بينت التحاليل أن التركيبات المطورة تتمتع بخصائص مرضية من حيث الثبات والجودة.

تؤكد النتائج المتحصل عليها الإمكانات الكبيرة للمواد الأولية المحلية في تطوير منتجات تجميلية طبيعية فعالة وصديقة للبيئة.

**الكلمات المفتاحية :** الصابون الصلب؛ الشامبو الطبيعي؛ التصبن البارد؛ الزيوت النباتية المحلية؛ الألوفيرا؛ التحاليل الفيزيائية والكيميائية؛ مستحضرات التجميل الطبيعية.

## *Table des matières*

|                        |  |
|------------------------|--|
| Résumé                 |  |
| Liste des tableaux     |  |
| Liste des figures      |  |
| Liste des abréviations |  |

### **Chapitre I : Revue de la littérature**

|          |                                                       |          |
|----------|-------------------------------------------------------|----------|
| <b>I</b> | <b>Introduction.....</b>                              | <b>4</b> |
| I.1      | Les huiles végétales .....                            | 4        |
| I.2      | Composition des huiles végétales .....                | 6        |
| I.2.1    | Composition en acides gras des huiles végétales ..... | 6        |
| I.3      | Classification des huiles et des graisses .....       | 8        |
| I.4      | Différentes huiles végétales .....                    | 9        |
| I.5      | L'huile végétale d'olive .....                        | 10       |
| I.5.1    | La fabrication d'huile d'olive.....                   | 10       |
| I.6      | L'huile végétale de coco .....                        | 12       |
| I.6.1    | Méthode de fabrication huile de coco.....             | 13       |
| I.7      | Les huiles essentielles .....                         | 14       |
| I.7.1    | Méthode d'extraction.....                             | 14       |
| I.8      | Techniques instrumentales d'analyse de l'huile .....  | 18       |
| I.9      | Application cutanée.....                              | 19       |
| I.10     | Les types de produits cosmétiques.....                | 20       |
| I.10.1   | Classification des produits cosmétiques.....          | 20       |
| I.11     | Savon .....                                           | 21       |
| I.11.1   | La saponification .....                               | 21       |
| I.11.2   | Structure moléculaire .....                           | 22       |
| I.11.3   | Les différents types de savons solides.....           | 23       |
| I.11.4   | Les matières premières de fabrication .....           | 24       |
| I.12     | Le cheveu .....                                       | 24       |
| I.13     | La peau.....                                          | 25       |
| I.14     | Conclusion.....                                       | 27       |

### **Chapitre II : Matériels et Méthodes**

|           |                                             |           |
|-----------|---------------------------------------------|-----------|
| <b>II</b> | <b>Introduction.....</b>                    | <b>29</b> |
| II.1      | Analyses physico-chimiques des huiles ..... | 29        |
| II.1.1    | Mesure du pH .....                          | 29        |
| II.1.2    | Détermination de la densité [38] .....      | 30        |
| II.2      | Fabrication du savon .....                  | 31        |

|        |                                                                                             |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.2.1 | Protocole étape par étape [39].....                                                         | 32 |
| II.2.2 | Analyses physico-chimiques du savon.....                                                    | 36 |
| II.3   | Fabrication de shampooining.....                                                            | 42 |
| II.3.1 | Introduction.....                                                                           | 42 |
| II.3.2 | Ingrédients et quantités utilisés dans la fabrication des échantillons de shampooining..... | 43 |
| II.3.3 | Protocole étape par étape pour shampooining Aloe vera (1G) [45].....                        | 44 |
| II.4   | Analyses physico-chimiques de shampooining .....                                            | 47 |
| II.4.1 | Mesure du pH .....                                                                          | 47 |
| II.4.2 | Mesure de la densité [46] .....                                                             | 48 |
| II.4.3 | Test de dispersion de saleté .....                                                          | 48 |
| II.4.4 | Capacité moussante et stabilité de la mousse .....                                          | 49 |
| II.4.5 | Stabilité du shampooining [49].....                                                         | 50 |
| II.5   | Conclusion.....                                                                             | 51 |

## **Chapitre III: Résultats et Discussion**

|         |                                                         |    |
|---------|---------------------------------------------------------|----|
| III     | Introduction.....                                       | 53 |
| III.1   | Analyses physico-chimiques des Fluides .....            | 53 |
| III.1.1 | La densité.....                                         | 53 |
| III.2   | Résultats de l'étude physico-chimique des produits..... | 54 |
| III.2.1 | Resultants du pH et des tests sensoriels .....          | 54 |
| III.2.2 | Teneur en humidité.....                                 | 55 |
| III.2.3 | Test d'émulsification.....                              | 56 |
| III.2.4 | Degré de Ramollissement .....                           | 57 |
| III.2.5 | Pouvoir moussant.....                                   | 58 |
| III.2.6 | Stabilité du shampooining .....                         | 59 |
| III.3   | Conclusion.....                                         | 59 |
|         | Conclusion et perspectives.....                         | 61 |
|         | Références.....                                         | 64 |

---



## *Liste des figures*

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure I-1 : Consommation mondiale d'huiles végétales de 2013/14 à 2024/2 .....         | 5  |
| Figure I-2 : Composition en acides gras des principales huiles végétales (g/100 g)..... | 7  |
| Figure I-3 : Types d'acides gras selon leur structure .....                             | 8  |
| Figure I-4 : Structure générale des huiles végétales .....                              | 9  |
| Figure I-5 : L'huile végétale de coco .....                                             | 13 |
| Figure I-6 : distillation à vapeur saturée .....                                        | 15 |
| Figure I-7: Machine Pelatrice .....                                                     | 15 |
| Figure I-8 : schéma de la technique par le CO <sub>2</sub> super critique .....         | 16 |
| Figure I-9 : Extraction par le CO <sub>2</sub> supercritique .....                      | 17 |
| Figure I-10 : La méthode d'extraction par solvant .....                                 | 17 |
| Figure I-13 : La chromatographie (HPLC) (Originale) .....                               | 18 |
| Figure I-14 : Spectrophotomètre UV–Visible UV-1800 (originale).....                     | 19 |
| Figure I-16: Réaction de saponification.....                                            | 22 |
| Figure I-17 : Formation des micelles et élimination des salissures .....                | 22 |
| Figure I-18 : savon de Marseille .....                                                  | 23 |
| Figure I-19 : savon d'Alep .....                                                        | 23 |
| Figure I-20 : savon ayurvédique .....                                                   | 24 |
| Figure I-21 : savon surgras.....                                                        | 24 |
| Figure I-22: Structure du cheveu .....                                                  | 25 |
| Figure I-23 : Structure de La peau .....                                                | 26 |
| Figure II-1 : Détermination de la densité Huile d'olive.....                            | 30 |
| Figure II-2 : noix de coco usagée.....                                                  | 31 |
| Figure II-3 : noix de coco avant et après font .....                                    | 32 |
| Figure II-4 : Huile de coco fondante (L'usine où je travaille).....                     | 33 |
| Figure II-10 : Résultat du test de teneur en humidité pour deux savons.....             | 37 |
| Figure II-11 : Le four utilisé dans ce test .....                                       | 38 |
| Figure II-12 : Test d'émulsification de Savon HC. ....                                  | 39 |
| Figure II-13: Formation Savon HO Avant et après test Ramollissement. ....               | 40 |
| Figure II-14: Détermination du pouvoir moussant Savon HC.....                           | 42 |
| Figure II-16 : Savon d'huile d'olive râpé.....                                          | 44 |
| Figure II-17 : La plant d'aloé vera .....                                               | 45 |
| Figure II-18: Étapes de la préparation d'une solution saline (original).....            | 46 |
| Figure II-19 : Ajouter de la glycérine. ....                                            | 47 |
| Figure II-20 : Mesure du pH de shampooing 1G .....                                      | 47 |
| Figure II-21 : Un chiffon avant et après le nettoyage .....                             | 49 |
| Figure II-22: Volume de mousse du shampooing.....                                       | 50 |
| Figure III-1: Évolution de la densité en fonction des huiles et Shampooing.....         | 53 |
| Figure III-2: Mesure du pH à température ambiante .....                                 | 55 |
| Figure III-3 : Évolution du teneur en humidité des savons.....                          | 55 |
| Figure III-4 : Test d'émulsification.....                                               | 56 |
| Figure III-5 : Évolution du degré de ramollissement des savons.....                     | 57 |
| Figure III-6 : Pouvoir moussant des produit .....                                       | 58 |

---

## *Liste des tableaux*

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table I-1: composition d'huile végétale d'olive [16] .....                                         | 12 |
| Table II-1 : Ingrédients et quantités utilisés dans la fabrication des échantillons de savon ..... | 31 |
| Table II-2: Composition et dosage du shampooing .....                                              | 43 |
| Table III-1 : Résultats physico-chimiques et sensoriels des produits .....                         | 54 |

## *Liste des abréviations*

**Savon HO** : Savon huile d'olive

**Savon HC** : Savon Huile de coco

**HPLC** : Chromatographie en phase liquide à haute performance

---

# Introduction générale

## **Introduction générale**

### **Introduction générale**

Le secteur des cosmétiques naturels a connu une croissance remarquable ces dernières années, portée par l'intérêt croissant des consommateurs pour des produits plus sûrs, plus sains et plus respectueux de l'environnement. Cette tendance a encouragé l'utilisation de ressources naturelles locales, notamment les huiles et extraits végétaux, reconnus pour leurs nombreux bienfaits pour la peau et les cheveux [1] [2]. Les huiles végétales jouent un rôle crucial dans l'industrie cosmétique grâce à leur richesse en acides gras essentiels, vitamines et composés bioactifs. Parmi les huiles les plus populaires figurent l'huile d'olive et l'huile de coco, appréciées pour leurs propriétés hydratantes, nourrissantes, adoucissantes et protectrices [3]. De plus, l'aloevera est largement utilisé dans les formulations cosmétiques et capillaires pour ses propriétés hydratantes, apaisantes, réparatrices et revitalisantes [4] [5].

Dans ce contexte, le développement de produits cosmétiques à partir d'ingrédients naturels représente une alternative prometteuse, permettant à la fois d'utiliser les ressources naturelles disponibles et de réduire l'utilisation de produits chimiques de synthèse souvent présents dans les cosmétiques conventionnels [1]. Par conséquent, la production de savons et de shampoings naturels est un domaine de recherche en pleine expansion qui allie efficacité, qualité et responsabilité environnementale.

Ce travail s'inscrit dans cette démarche et vise à formuler des produits cosmétiques à partir d'ingrédients naturels. À cette fin, un savon à base d'huile d'olive et d'huile de coco, élaboré par saponification à froid, ainsi qu'un shampoing à base d'extrait d'aloë vera, ont été mis au point. Les produits obtenus ont ensuite fait l'objet de diverses analyses physico-chimiques afin d'évaluer leurs propriétés, leur stabilité et leur qualité cosmétique.

Ce mémoire se compose de trois chapitres principaux. Le chapitre 1 présente : une revue de la littérature sur les huiles végétales, leur composition, leurs propriétés et leurs utilisations en cosmétique. Il aborde également la structure de la peau et des cheveux, ainsi que différents types de produits cosmétiques. Le chapitre 2 : décrit les matériaux et les méthodes utilisés pour la préparation du savon et du shampoing, ainsi que les différentes analyses physico-chimiques réalisées. Enfin, le chapitre 3 : présente et analyse les résultats expérimentaux obtenus pour évaluer la qualité, la stabilité et les performances des produits fabriqués. Cette étude vise à démontrer le potentiel des ressources naturelles dans la formulation de produits cosmétiques naturels, efficaces et stables qui répondent à la demande croissante des consommateurs en matière de qualité, de sécurité et de responsabilité environnementale.

# **Chapitre I**

## **Revue de la littérature**

---

## **I Introduction**

L'industrie cosmétique a connu un développement remarquable ces dernières années, porté par la demande croissante de produits sûrs et efficaces répondant aux besoins des consommateurs tout en tenant compte des facteurs de santé et environnementaux. Cette tendance a incité les chercheurs et les spécialistes en chimie à développer des procédés de production à base d'ingrédients naturels et locaux, en s'attachant à améliorer les caractéristiques des produits finaux en termes de qualité, de stabilité et d'efficacité. L'industrie cosmétique exige une connaissance précise des propriétés des substances chimiques utilisées, ainsi que la maîtrise des réactions et procédés physico-chimiques intervenant aux différentes étapes de la fabrication. [6]

Dans ce contexte, le développement des procédés de production de cosmétiques naturels revêtent une importance capitale, car ils visent à obtenir des produits de haute qualité tout en réduisant les coûts et en optimisant l'utilisation des matières premières locales. De plus, la compréhension des propriétés physico-chimiques des ingrédients utilisés, tels que les huiles, les principes actifs, les émulsifiants et les conservateurs naturels, contribue à améliorer la stabilité des formulations cosmétiques et à garantir leur efficacité et leur innocuité lors de leur utilisation.

Ce travail vise à fabriquer des savons et shampoing à base d'ingrédients naturels, en se concentrant sur les aspects chimiques liés à la formulation, aux réactions et à la stabilité physico-chimique du produit final de qualité et performant, conforme aux exigences et normes techniques en vigueur dans ce domaine.

### **I.1 Les huiles végétales**

Les huiles végétales figurent parmi les substances naturelles les plus importantes, principalement extraites des graines ou des fruits des plantes. Leur riche composition chimique les rend très précieuses dans de nombreux domaines, notamment les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique. Chimiquement, les huiles végétales sont principalement constituées de triglycérides, des esters résultant de la réaction du glycérol avec des acides gras. Les propriétés de ces huiles varient selon le type et la composition des acides gras qu'elles contiennent, tels que les acides gras saturés et insaturés. Ceci influence directement leurs propriétés physico-chimiques et leurs diverses applications industrielles. [7]

Les huiles végétales jouent un rôle important dans l'industrie cosmétique grâce à leurs propriétés physico-chimiques. Elles sont reconnues pour leur capacité à hydrater et nourrir la peau, formant une couche protectrice qui limite la perte en eau. De nombreuses huiles végétales contiennent également des composés actifs tels que des vitamines et des antioxydants, qui contribuent à protéger la peau des effets néfastes des facteurs environnementaux.

De plus, de nombreuses formulations cosmétiques utilisent les huiles végétales comme supports pour les principes actifs et comme composants essentiels qui améliorent la texture et la stabilité du produit. [8]

Industriellement, les huiles végétales peuvent être obtenues par différentes méthodes, les plus importantes étant le pressage mécanique et l'extraction par solvant. La méthode d'extraction influe considérablement sur la qualité et la composition chimique de l'huile. Plusieurs indicateurs permettent d'évaluer les propriétés des huiles végétales, tels que l'acidité, le degré de saponification et l'indice d'iode. Ces critères sont essentiels pour déterminer l'adéquation de l'huile à diverses applications industrielles et cosmétiques. [7] Grâce à ces propriétés, les huiles végétales sont des matières premières indispensables dans de nombreux secteurs industriels, et leur consommation mondiale ne cesse de croître du fait de leurs multiples applications. Elles représentent une part importante des matières grasses utilisées à l'échelle mondiale dans les secteurs agroalimentaire, cosmétique et industriel. [9]

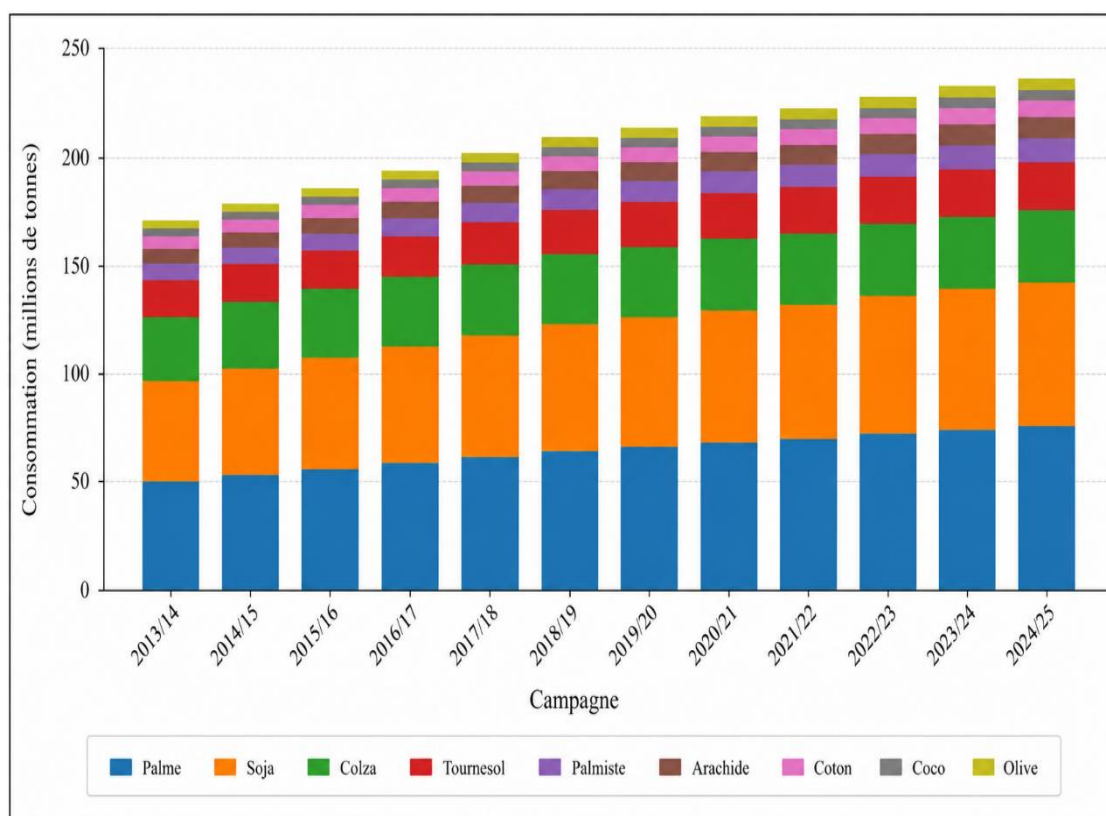


Figure I-1 : Consommation mondiale d'huiles végétales de 2013/14 à 2024/2

[10]



## I.2 Composition des huiles végétales

Si toutes les huiles végétales sont composées quasiment à 99 % de lipides et possèdent la même valeur calorique (1 cuillère à soupe représente environ 90 kilocalories), c'est la nature des acides gras qui les composent qui différencie les huiles végétales entre elles. Chaque huile possède en effet des bénéfices nutritionnels propres. Alors que les huiles de colza, de noix et de lin sont naturellement riches en omega 3, les huiles de tournesol, de soja et de pépins de raisin sont de précieuses sources d'omega 6. Quant aux huiles d'olive et de colza, elles sont naturellement riches en omega 9 [11]

### I.2.1 Composition en acides gras des huiles végétales

Les acides gras sont des molécules qui représentent une source d'énergie pour l'Homme. Apportés en majeure partie par l'alimentation, les acides gras peuvent également être synthétisés par notre organisme. Néanmoins certains ne peuvent pas être synthétisés et sont obligés d'être apportés par l'alimentation, ces acides gras sont dits **essentiels**. Ensemble, les acides gras forment les lipides. [12]

Un acide gras se compose d'un enchaînement d'atomes de carbone et d'hydrogène, avec à une extrémité une fonction acide carboxylique COOH. Cela forme une chaîne plus ou moins longue selon le type d'acide gras. En fonction du nombre d'atomes d'hydrogène que l'on retrouve sur ces carbones, on distingue plusieurs configurations d'acides gras : **les insaturés et les saturés**

#### ❖ Acides gras saturés

Les acides gras (AG) sont les principaux constituants des lipides ou corps gras. Ces molécules sont formées d'une chaîne de carbones liés à des hydrogènes terminée par un groupement acide : COOH. On dit que ce sont des monoacides aliphatiques (R-COOH), à chaîne hydrocarbonée non ramifiée contenant généralement un nombre pair de carbones dans les organismes des mammifères, mais parfois impairs ou ramifiés dans les aliments. Dans les aliments d'origine végétale, la chaîne carbonée comporte rarement plus de 18 atomes de carbone. Dans les aliments d'origine animale et dans notre organisme, la chaîne carbonée peut atteindre plus de 30 atomes de carbone (notamment dans le cerveau)

#### ❖ Acides gras insaturés

Les acides gras insaturés se composent d'une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone (C=C), permettant de les classer en deux catégories :

**a)** Les acides gras mono-insaturés sont un type de lipides caractérisé par la présence d'une seule double liaison dans leur structure chimique. Les acides gras oméga-9, et notamment l'acide oléique, en sont d'excellents exemples. Ces acides sont très stables à la chaleur, ce qui les rend adaptés à la

cuisson. Ils sont également reconnus pour leurs bienfaits sur la santé : ils contribuent à améliorer le taux de cholestérol et à réduire le risque d'hypertension artérielle. Cependant, ils ne sont pas classés comme acides gras essentiels, car l'organisme humain peut les synthétiser naturellement à partir d'autres acides gras insaturés. [12]

**b)** Les acides gras poly-insaturés, sont quant à eux constitués de plusieurs doubles liaisons carbone-carbone ( $C=C$ ). On retrouve dans cette catégorie les omégas 3 et 6, comme l'acide alpha-linolénique ou l'acide linoléique, qui sont des acides gras essentiels. La différence entre ces deux types d'acides gras résulte de leur structure moléculaire, le numéro 3 ou 6 correspond à la position de la première insaturation ou double liaison ( $C=C$ ). Ils seront tous les deux bénéfiques pour la santé et sont une grande source d'énergie [12].

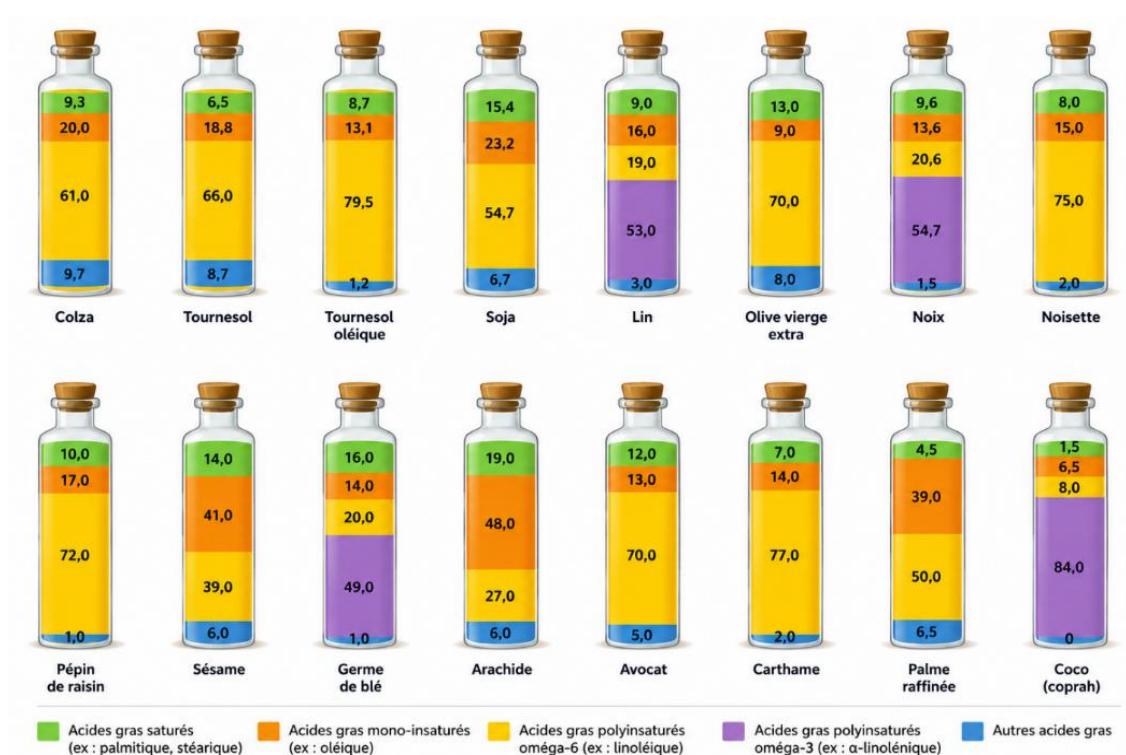


Figure I-2 : Composition en acides gras des principales huiles végétales (g/100 g) [11].



température ambiante. Ces lipides jouent un rôle important dans l'apport énergétique, la structure cellulaire ainsi que dans plusieurs applications alimentaires et industrielles.

### ❖ Les huiles minérales

Une huile minérale est un ingrédient issu de la pétrochimie autrement dit, dérivé du pétrole. Obtenus à partir des résidus de la distillation du pétrole, ces huiles sont raffinées pour obtenir un grade de pureté de qualité pharmaceutique. Elles entrent aussi bien dans la composition de soins cosmétiques vendus en pharmacie que dans la formulation de lubrifiants mécaniques [15]

### ❖ Les huiles végétales

Elles sont parfois comestibles, mais pour certaines, elles sont exclusivement utilisées dans l'industrie, la peinture, la savonnerie, la cosmétique ou la pharmacie. Les principales huiles végétales, en termes de production, sont : huiles d'arachides, de Colza, de germe de maïs, de tournesol, de soja, d'olive, de noix, de pépins de raisin.

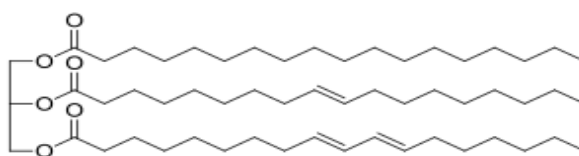


Figure I-4 : Structure générale des huiles végétales

## I.4 Différentes huiles végétales

Les nutritionnistes conseillent de consommer diverses huiles végétales pour profiter de leurs différentes vertus. Voici plusieurs caractéristiques de chacune des huiles végétales.

Les huiles et graisses sont généralement divisées en ces principales classes :

### ❖ Huile d'olive

- Saveur particulière qui se marie aux plats en cuisine
- Consommée pour agrémenter des salades ou des plats

### ❖ Huiles de graines (tournesol ou colza)

Le goût neutre de l'huile de colza est idéal pour conserver la saveur des aliments.

### ❖ Huile de noix

---

Une saveur originale et fruitée. De nature fragile, il est recommandé de la conserver au réfrigérateur. Elle est également riche en omega 3.

❖ **Huile de pépins de raisin**

Saveur neutre.

❖ **Huile d'arachide** Saveur neutre.

❖ **Huile de lin**

D'une saveur neutre, elle est riche en omega 3. Elle ne doit pas être chauffée et il est nécessaire de la conserver au réfrigérateur.

❖ **Huiles combinées**

Composées de plusieurs huiles, leur saveur est généralement neutre, mais elles peuvent aussi être fruitées dans le cas où elles contiennent de l'huile d'olive.

❖ **Huile de soja**

Elle est la première huile consommée dans le monde, devant l'huile de palme. Une réalité qui nous surprend souvent en France où elle est avant tout destinée à l'industrie agroalimentaire (pâtisseries, sauces, margarines...). [11]

## **I.5 L'huile végétale d'olive**

L'huile d'olive est une variété d'huile alimentaire, à base de matière grasse végétale extraite des olives (fruits d'oliviers cultivés en oliveraie d'oléiculture) lors de la trituration dans un moulin à huile. Elle est un des fondements de la cuisine méditerranéenne (et du paradoxe français) et peut être, sous certaines conditions, bénéfique pour la santé [16]

### **I.5.1 La fabrication d'huile d'olive**

La fabrication de l'huile a peu changé au cours des siècles. Deux étapes sont nécessaires : Le broyage pour écraser la pulpe et les noyaux, puis l'extraction pour recueillir l'huile. Les olives broyées par la meule donnent une pâte qui est vidée dans des filtres en fibres, sortes de corbeilles en fibres végétales de chanvre ou de jute. Ceux-ci sont empilés sous le pressoir à vis. L'huile qui se dégage est recueillie dans un bassin appelé maie.

l'huile d'olive est conditionnée en bouteilles de verre ou dans des récipients métalliques. À l'époque romaine, elle était conservée en amphores, puis au cours des siècles suivants elle remplit cruches en terre cuite, tonnelets en bois et récipients de fer étamé.

### ➤ Les étapes [17]

La méthode de fabrication de l'huile d'olive vierge extra-pression à froid se décline en différentes étapes. Aujourd'hui le processus de trituration est moderne, mais rappelons qu'il y a quelques années en arrière, le Moulin traditionnel avec les meules en granit était encore utilisé.

#### **1ère étape : Le nettoyage et l'effeuillage**

Une fois les olives cueillies, elles sont transitées au Moulin, là le Moulinier peut entamer la première étape de fabrication de l'huile d'olive. Les olives stockées dans des box après leurs cueillettes sont transférées dans la laveuse, il s'agit d'un système mécanique où les olives passent sous des jets d'eau afin qu'elles soient nettoyées de toute poussière. L'effeuillage, quant à lui, est assuré par des hottes qui aspirent et par des trémies qui retiennent les feuilles et les bois laissés dans les box d'olives lors de la cueillette à la main [17].

#### **2ème étape : Le broyage et le malaxage**

Les olives propres passent ensuite, avec leur noyau, dans la broyeuse. Lors de la production de l'huile d'olive, l'olive n'est pas dénoyautée, il est important de conserver son noyau afin de recueillir un acide permettant une meilleure conservation de l'huile. C'est un système de vis sans fin mécanique qui va permettre d'écraser et de malaxer la chair de l'olive et son noyau pour obtenir une pâte d'olive fluide. Il est important, lors de cette étape de malaxage de respecter une température inférieure à 27°C. Cette procédure de fabrication est un gage de qualité et la garantie d'une huile extraite par pression à froid [17].

#### **3ème étape : La Décantation**

Cette pulpe d'olive obtenue est ensuite déversée dans un décanteur séparateur horizontal où le liquide se sépare du solide. Sera récupéré seulement le liquide, un jus composé de l'huile de l'olive et d'eau de végétation contenue dans la chair de l'olive. La pâte sèche restante, appelée aussi les grignons, est utilisée comme déchets pour un recyclage en compost [17].

#### **Étape 4 : La centrifugeuse**

Le jus extrait par sédimentation s'écoule dans une cuve cylindrique verticale appelée centrifugeuse. Lors de cette dernière étape, l'huile est séparée de l'eau et des résidus solides par la force centrifuge. L'huile et l'eau étant composées de molécules de poids opposés, elles ne se mélangent pas et se séparent donc. Les substances plus lourdes, comme l'eau et les eaux usées des moulins à huile d'olive,

se déposent sur les bords, tandis que les substances plus légères, comme l'huile, restent au centre. Ce type de centrifugeuse possède deux sorties distinctes : une pour l'eau et une pour l'huile d'olive.

Table I-1: composition d'huile végétale d'olive [16]

| <b>Résidus d'acides gras</b>                            | <b>Teneur pour 100 g</b> |
|---------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Total des résidus d'acides gras mono-insaturés</b>   | <b>72,961 g</b>          |
| <b>Résidu d'acide oléique (mono-insaturé)</b>           | <b>71,269 g</b>          |
| <b>Vitamine K</b>                                       | <b>60,2 µg</b>           |
| <b>Vitamine E</b>                                       | <b>15,29 mg</b>          |
| <b>Total des résidus d'acides gras saturés</b>          | <b>13,808 g</b>          |
| <b>Résidu d'acide palmitique (saturé)</b>               | <b>11,29 g</b>           |
| <b>Total des résidus d'acides gras poly-insaturés</b>   | <b>10,523 g</b>          |
| <b>Résidu d'acide linoléique (poly-insaturé)</b>        | <b>9,762 g</b>           |
| <b>Résidu d'acide stéarique (saturé)</b>                | <b>1,953 g</b>           |
| <b>Résidu d'acide palmitoléique (mono-insaturé)</b>     | <b>1,255 g</b>           |
| <b>Résidu d'acide arachidique (saturé)</b>              | <b>0,414 g</b>           |
| <b>Résidu d'acide érucastique (mono-insaturé)</b>       | <b>0,311 g</b>           |
| <b>Résidu d'acide béhénique (saturé)</b>                | <b>0,129 g</b>           |
| <b>Résidu d'acide heptadécénoïque (mono-insaturé)</b>   | <b>0,125 g</b>           |
| <b>Résidu d'acide alpha-linolénique (poly-insaturé)</b> | <b>0,76 g</b>            |
| <b>Résidus d'acides gras trans</b>                      | <b>0,047 8 g</b>         |
| <b>Résidu d'acide heptadécanoïque (saturé)</b>          | <b>0,022 g</b>           |

## I.6 L'huile végétale de coco

Le cocotier porte le nom botanique de *Cocos nucifera*. Il s'agit d'un palmier appartenant à la famille des Arecaceae dont l'origine reste aujourd'hui assez incertaine, même s'il semblerait que ce soit la Malaisie. De nos jours, le cocotier est l'une des plantes les plus cultivées dans les régions subtropicales et tropicales du monde ; il pousse ainsi dans plus de 90 pays dont l'Indonésie, les Philippines et l'Inde. Les fruits du cocotier sont ovales et durs et peuvent peser jusqu'à 1,5 kg. L'huile qui en est extraite est riche en acides gras saturés, et contient majoritairement de l'acide laurique. L'huile de coco, également surnommée beurre de coco, est réputée aussi bien dans les soins



de la peau et des cheveux qu'en cuisine. Il s'agit d'une huile concrète à une température inférieure ou égale à 20°C. [18]



Figure I-5 : L'huile végétale de coco

### **I.6.1 Méthode de fabrication huile de coco**

#### **I.6.1.1 Extraction de l'huile de coco par pression à froid [18]**

Les noix de coco contiennent une pulpe comestible à partir de laquelle est extraite l'huile végétale par première pression à froid. Ce procédé n'est autre que la plus ancienne méthode utilisée pour produire des huiles végétales.

1. La première étape consiste en la récolte des fruits. Pour obtenir une bonne qualité d'huile de coco, il faut choisir des noix de coco issues d'une agriculture biologique et arrivées à maturité (les jeunes noix contiennent plus d'eau de coco et moins de chair). Pour qu'une noix de coco arrive à ce stade, il faut compter environ un an.
2. Vient ensuite l'extraction de la pulpe en question, qui est alors finement râpée.
3. Sans intervention chimique ou ingrédients blanchissants, la chair de coco (la pulpe) est trempée dans de l'eau pure. Ce n'est qu'après qu'elle est pressée dans une presse hydraulique, jusqu'à l'expulsion complète d'un lait. C'est dans le lait de coco extrait que se trouve l'huile de coco. Cette étape s'effectue à température ambiante et ne fait intervenir aucune réaction chimique.



4. Le lait recueilli est ensuite mis à décanter, pour séparer la phase aqueuse de la phase organique.
5. L'huile récupérée est enfin filtrée pour éliminer toutes les impuretés et agrégats.

### **I.6.1.2 Extraction de l'huile de coco par pression à chaud [18]**

Dans cette méthode, l'huile de coco est également extraite à partir de la chair du fruit. La différence est que la chair de noix de coco a d'abord été séchée, puis fumée dans un four ou au soleil. Ce n'est qu'ensuite qu'elle est pressée à chaud. L'huile obtenue est de couleur brune.

Cette huile est finalement blanchie et désodorisée avant d'être commercialisée. Dans ce processus, l'huile est généralement filtrée avec de l'argile blanche. Cette huile de coco est également appelée huile de coprah. Elle n'est pas conseillée pour une utilisation en tant que soin de beauté. Le séchage et le chauffage de la chair de coco entraînent une altération des propriétés de l'huile de coco obtenue.

## **I.7 Les huiles essentielles**

Une huile essentielle est une substance volatile et odoriférante sécrétée par les plantes aromatiques. [19]. Ces huiles sont souvent extraites par distillation à la vapeur, distillation sèche ou pression à froid de différentes parties de la plante : fleurs, pétales, feuilles, tiges, racines, écorces de fruits, graines, résine ou gomme.

Ainsi, certaines plantes peuvent produire plusieurs huiles essentielles à partir de différentes parties, chacune ayant des propriétés distinctes. Par exemple, l'oranger amer produit de l'huile de petit grain, de l'huile d'orange amère et de l'huile de néroli. [20]

### **I.7.1 Méthode d'extraction**

#### **❖ La Distillation Par Entraînement à la Vapeur**

Les méthodes modernes de distillation à la vapeur reposent sur le même principe que l'hydrodistillation, à la différence que la vapeur provient d'une chaudière distincte. Ceci évite l'hydrolyse (notamment des esters) associée aux anciens procédés de distillation, ce qui améliore considérablement la qualité des huiles essentielles extraites. L'extrait aromatique, transformé en huile essentielle par les réactions induites par les agents de distillation (oxygène, eau, vapeur et température), et l'eau distillée, qui circule dans le serpentin de

distillation, sont séparés dans un séparateur d'huiles essentielles, un récipient à deux ouvertures. L'ouverture supérieure recueille l'huile essentielle, généralement plus légère que l'eau, tandis que l'ouverture inférieure permet à l'hydrolat de s'écouler. [21]

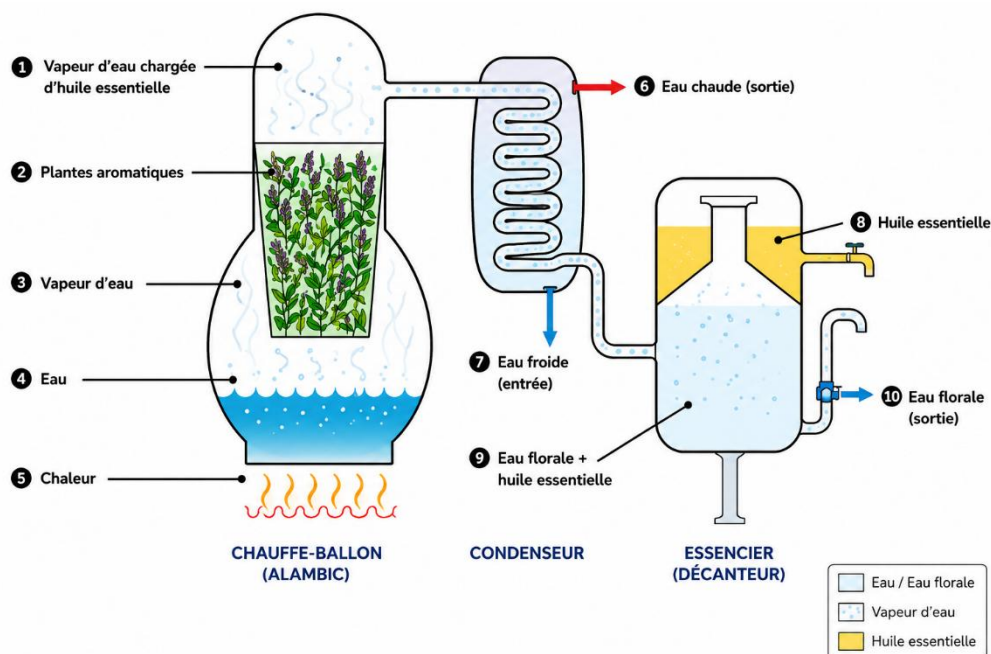


Figure I-6 : distillation à vapeur saturée

[56]

### ❖ Extraction par Pression à Froid ou Expression

Cette technique s'applique aux huiles citronnées et agrumes (comme le citron, l'orange, la mandarine). Les écorces ou les zestes sont pressés par une machine ou à la main pour en recueillir les huiles. L'extrait alors recueilli se nomme « essence aromatique » et non « huile essentielle » car il n'y a aucune modification chimique



Figure I-7: Machine Pelatrice

### ❖ L'extraction par le CO<sub>2</sub> supercritique

L'extraction par CO<sub>2</sub> supercritique est une technique moderne d'extraction des composés aromatiques des plantes. Elle consiste à utiliser du dioxyde de carbone sous haute pression et à température contrôlée afin d'obtenir un fluide possédant des propriétés intermédiaires entre le gaz et le liquide, ce qui lui confère un fort pouvoir d'extraction. Cette méthode permet d'obtenir des extraits de très haute qualité, proches de l'essence naturelle de la plante, sans laisser de résidus toxiques ni provoquer de dégradation des composés volatils. Elle présente plusieurs avantages, tels que la sélectivité, la sécurité et le respect des propriétés naturelles des extraits. Cependant, son principal inconvénient reste le coût élevé de l'installation et des équipements utilisés. [21]

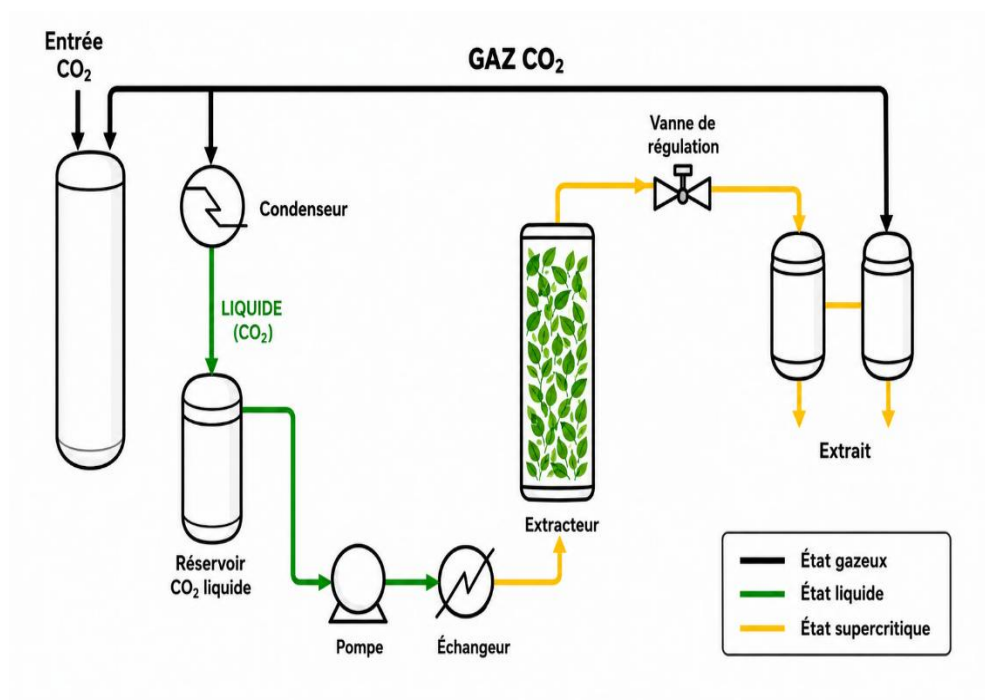
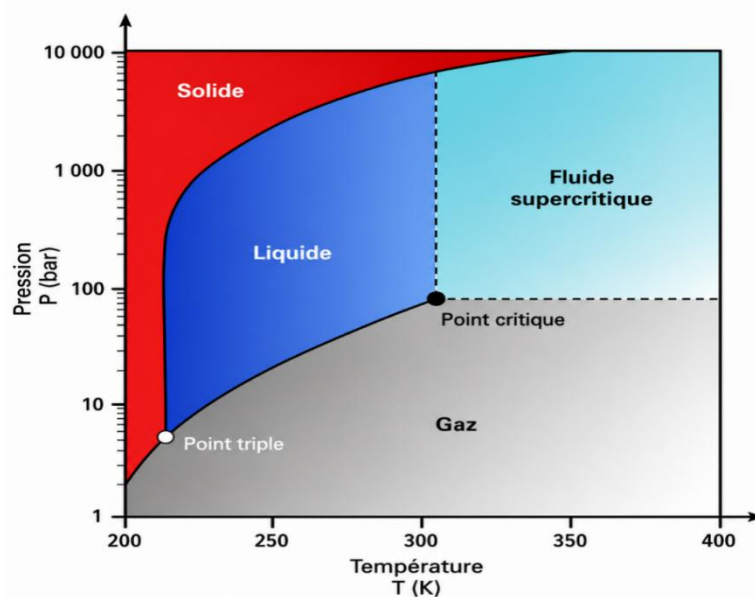


Figure I-8 : schéma de la technique par le CO<sub>2</sub> super critique

[22]

Figure I-9 : Extraction par le CO<sub>2</sub> supercritique

[21]

### ❖ Extraction par Solvant

L'extraction par solvant consiste à faire passer, par solubilisation, la substance à extraire dans un solvant. Celui-ci peut être de l'eau, mais généralement il s'agira d'un solvant organique, issu de la chimie du pétrole: cyclohexane, éther de pétrole, toluène ... [23]

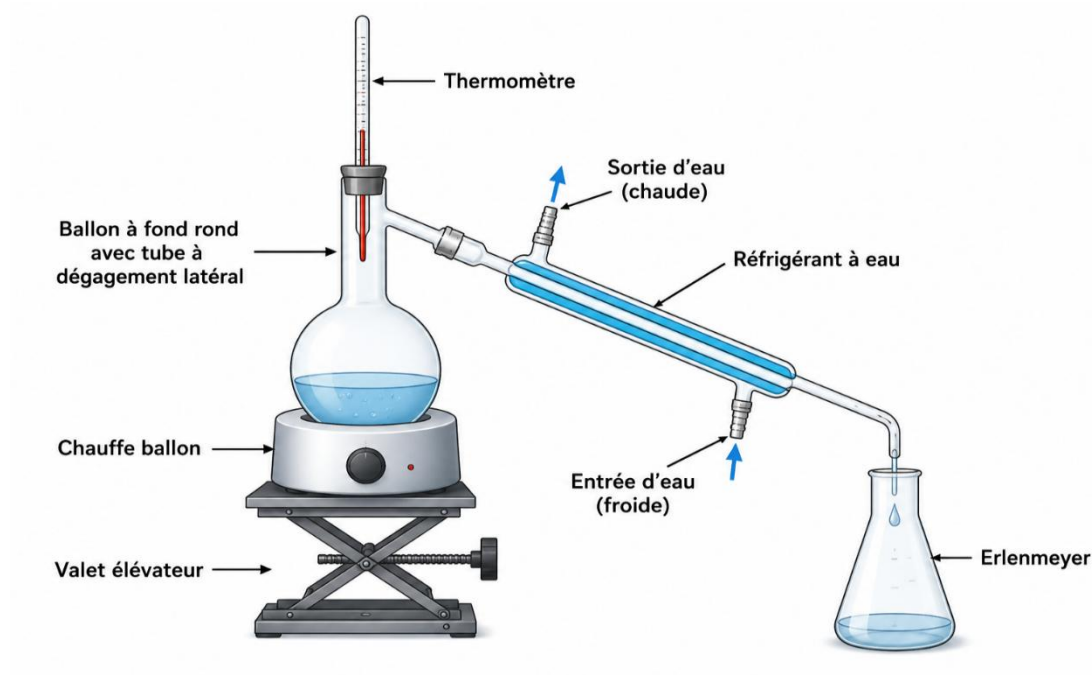


Figure I-10 : La méthode d'extraction par solvant

[24]

## I.8 Techniques instrumentales d'analyse de l'huile

### ❖ La chromatographie liquide à haute performance (HPLC)

L'HPLC est un outil basé sur la chimie de quantification et de l'analyse des mélanges de composés chimiques, qui permet de connaître la quantité d'un composé chimique dans un mélange d'autres substances chimiques. La chromatographie liquide à haute performance (HPLC) a la capacité de séparer, identifier et quantifier les composés qui sont présents dans un échantillon qui peut être dissouts dans un liquide

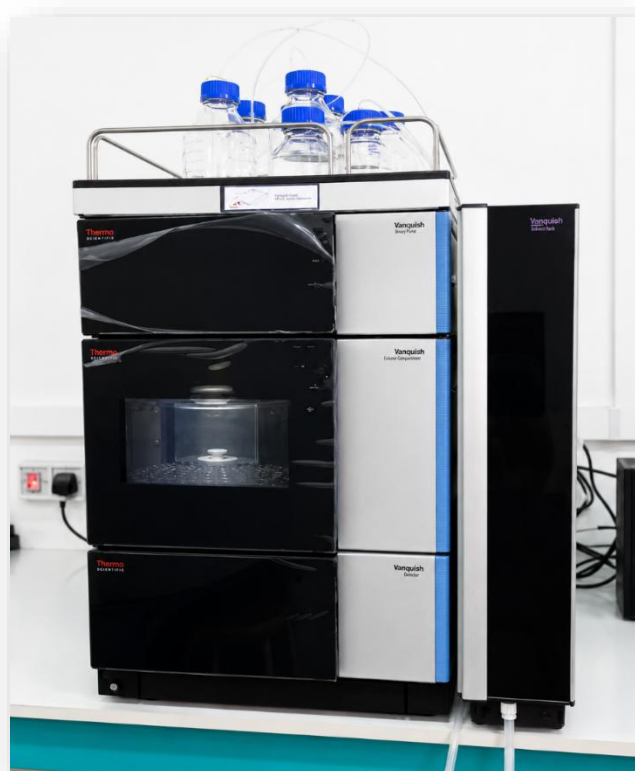


Figure I-11 : La chromatographie (HPLC) (Originale)

### ❖ La spectrophotométrie UV-Visible

Cette technique d'absorption moléculaire est une des méthodes spectroscopiques employées pour la détermination de la structure des molécules. Un spectre UV-Visible est une courbe précisant les variations d'absorption d'énergie d'une substance soumise aux rayonnements ultraviolet et visible. Les substances chimiques interagissent avec la lumière dans différentes gammes de longueur d'onde. Dans le cas de la spectroscopie UV-visible, c'est-à-dire pour des longueurs d'onde comprises entre environ 280 nm et 900 nm, habituellement à 280 nm, ce qui représente un bon compromis car la

plupart des phénols absorbent considérablement à cette longueur d'onde, l'interaction entre la matière et la lumière met en jeu les électrons de valence de la molécule. Ainsi, un photon entrant en collision avec une molécule peut être absorbé, l'énergie du photon étant utilisée pour faire passer un électron de valence de la molécule de son état fondamental à un état excité (plus haut en énergie)



Figure I-12 : Spectrophotomètre UV–Visible UV-1800 (originale)

## I.9 Application cutanée

Une étude récapitulative menée en 2017 par des chercheurs chinois, américains et espagnols a mis en évidence les bienfaits de certains composants présents dans les huiles végétales lorsqu'elles sont appliquées sur la peau. Cette application topique peut contribuer au traitement de certaines affections cutanées et à la restauration de l'homéostasie cutanée.

Ces huiles contiennent principalement des triglycérides, des phospholipides, des acides gras libres, ainsi que des composés phénoliques et des antioxydants. Toutefois, les proportions exactes de ces composants ne sont pas précisées, et leur utilisation ne doit pas être considérée comme un traitement unique ou définitif [25]

## I.10 Les types de produits cosmétiques

### ❖ Produits cosmétiques synthétiques

Les cosmétiques synthétiques s'appuient sur des ingrédients créés ou reproduits par l'industrie chimique. Ceux-ci incluent par exemple des silicones pour apporter un toucher soyeux, des conservateurs antimicrobiens de synthèse (parabènes, phénoxyéthanol) pour garantir la sécurité microbiologique, ou des actifs anti-âge développés en laboratoire. Historiquement, l'essor de la chimie au XXe siècle a permis d'offrir des produits de beauté stables, bon marché et efficaces à grande échelle. Néanmoins, cette approche est aujourd'hui remise en question par une partie du public soucieuse de naturel. Voici un tour d'horizon équilibré des atouts et limites des cosmétiques synthétiques [26]

### ❖ Cosmétiques naturels

Les **cosmétiques naturels** sont généralement formulés à partir d'ingrédients d'origine végétale, minérale ou animale (cire d'abeille, lanoline, etc.), avec le moins de transformation possible. Ils excluent en principe les composés pétrochimiques ou synthétiques controversés. Beaucoup de consommateurs les choisissent pour leurs connotations de « pureté » et de respect de l'environnement. Néanmoins, il convient de nuancer ces perceptions par quelques éléments concrets [26]

#### I.10.1 Classification des produits cosmétiques

- Produits permettant de blanchir la peau
- Préparations pour bains et douches (sels, mousses, huiles, gels...)
- Produits de bronzage sans soleil
- Produits de coiffage (lotions, laques et brillantines)
- Crèmes, émulsions, lotions, gels et huiles pour la peau (les mains, le visage, les pieds...)
- Dépilatoires
- Produits d'entretien pour la chevelure (lotions, crèmes et huiles)
- Fonds de teint (liquides, pâtes et poudres)
- Masques de beauté
- Poudres pour maquillage, poudres à appliquer après le bain, poudres pour l'hygiène

Corporelle et autres poudres similaires.



- Produits de maquillage et de démaquillage du visage et des yeux
- Produits de mise en plis
- Produits de nettoyage (lotions, poudres, shampoings et après- shampoings)

Produits pour l'ondulation, le défrisage et la fixation

- Parfums, eaux de toilette et eaux de Cologne
- Produits pour le rasage (savons, crèmes, mousses, lotions...)
- Produits de soins capillaires
- Produits pour les soins (dentaires et buccaux), (intimes externes), (le maquillage des ongles).
- Produits solaires et antirides
- Teintures capillaires et décolorantes
- Produits destinés à être appliqués sur les lèvres
- Savons de toilette, de beauté, de parfumerie, déodorants

## **I.11 Savon**

Le savon est un produit liquide ou solide composé de molécules à double nature (hydrophile et hydrophobe) résultant d'une réaction chimique entre une substance grasse et une base forte. Cette réaction a lieu à chaud ou à froid. Sa double nature lui confère des propriétés distinctives, notamment la capacité de ses composants moléculaires à se concentrer à l'interface entre la phase aqueuse (solvant hydrophile) et la phase grasse (substance grasse hydrophobe), formant ainsi de la mousse. Ces molécules sont également utilisées comme agents épaississants dans la formulation de certains lubrifiants et comme matières premières pour les catalyseurs. Selon l'époque et le lieu, le savon a été considéré comme un produit cosmétique, un produit d'hygiène, un agent auxiliaire ou un ingrédient actif utilisé dans la fabrication de médicaments ou de cosmétiques destinés à traiter la gale et les brûlures, à la désinfection, ou encore dans l'élaboration de préparations pour adoucir ou blanchir les mains ou allonger les cils. [27]

### **I.11.1 La saponification**

La saponification est définie comme la réaction entre un alcali (la lessive) est un corps gras (huile ou graisse), les composés formés sont le savon et la glycérine, ces deux composants peuvent être séparé mais dans la savonnerie artisanale en général, on ne procéde pas à cette étape étant donné que la glycérine ne gêne pas, au contraire, il donne une valeur ajoutée au produit fini [28]



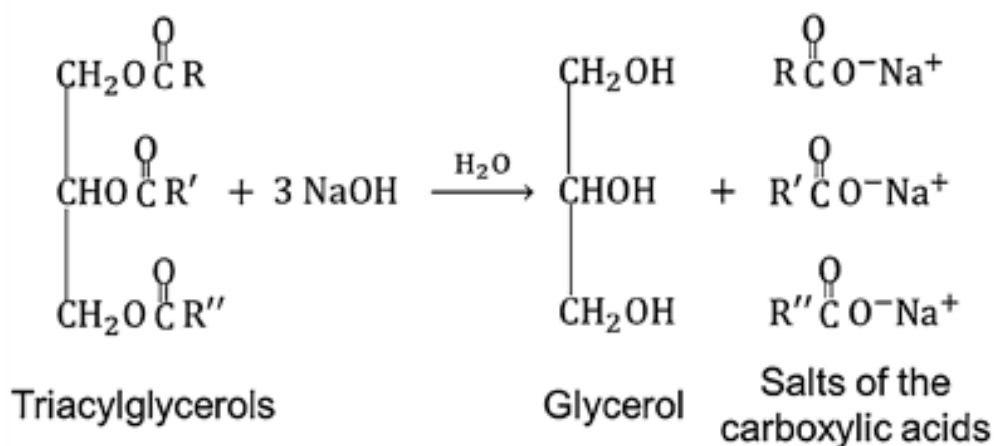


Figure I-13: Réaction de saponification

[29]

### I.11.2 Structure moléculaire

Ce sont les tensioactifs contenus dans le shampoing qui lui confèrent son pouvoir nettoyant. Lorsque vous vous lavez les cheveux, la partie du tensioactif compatible avec le sébum (la queue hydrophobe) se fixe aux substances grasses présentes dans vos cheveux, tandis que la partie soluble dans l'eau (la tête hydrophile) est en contact avec l'eau environnante. Si de nombreuses molécules de tensioactif agissent de la même manière, elles forment une structure micellaire qui emprisonne le sébum en son centre. Ainsi, le sébum piégé dans l'eau contenant des tensioactifs peut être facilement éliminé par rinçage, contrairement à l'eau pure qui ne parvient pas à dégraisser vos cheveux. [30]

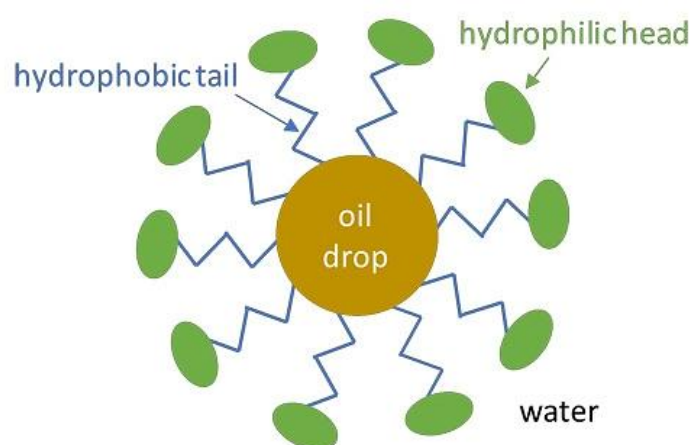


Figure I-14 : Formation des micelles et élimination des salissures

### I.11.3 Les différents types de savons solides

#### ❖ Le savon de Marseille

Ce qu'il faut savoir, c'est qu'il s'agit davantage d'un procédé que d'une origine géographique. En effet, aucune mesure législative ou réglementaire n'impose de fabriquer son savon de Marseille dans la Cité Phocéenne. En termes de composition, le vrai savon de Marseille est constitué d'huile végétale et de soude. Pour ce qui est de la quantité, il faut compter 72 % d'huile végétale dans le produit. Pour ce qui est de la fabrication, il est saponifié à chaud au chaudron, utilisable immédiatement après fabrication, même s'il est préférable qu'il repose quelques temps [31]



Figure I-15 : savon de Marseille

#### ❖ Le savon d'Alep

Sa composition est la suivante : huile d'olive, huile de baie de laurier et soude. Particulièrement recommandé pour les peaux délicates, le savon d'Alep est fabriqué à chaud au chaudron, puis séché pendant plusieurs mois. Il est reconnaissable par sa couleur brune à l'extérieur et verte à l'intérieur [31]



Figure I-16 : savon d'Alep

#### ❖ Le savon ayurvédique

Encore assez peu connu, le savon ayurvédique nous vient d'une médecine traditionnelle indienne, l'Ayurveda. Le composant principal de ce produit est généralement l'huile de coco, laquelle s'accompagne de diverses plantes médicinales [31]



Figure I-17 : savon ayurvédique

#### ❖ Le savon surgras

Le savon surgras est un savon dans lequel l'huile a été dosée de façon à ne pas être intégralement saponifiée par la soude. Le but de ce sur graissage est de renforcer le côté soin en ayant un produit très doux pour la peau. Un savon surgras peut être fabriqué à chaud ou à froid à partir de n'importe quelle huile végétale [31]



Figure I-18 : savon surgras

### I.11.4 Les matières premières de fabrication

Les matières premières essentielles pour la fabrication de savon sont :

- ❖ **Les corps gras** : graisses ou huiles
- ❖ **Les alcalis ou les lessives** : soude caustique ou potasse caustique
- ❖ **mélange de sale et d'eau**
- ❖ **Les additifs** : de colorant, de parfum

### I.12 Le cheveu

#### ❖ Propriétés du cheveu

Malgré les écailles serrées de sa cuticule, le cheveu est perméable à l'eau et peut absorber jusqu'à 30 % de son poids en eau. Sa longueur et son diamètre peuvent alors augmenter respectivement de 2 % et jusqu'à 20 %. [32]

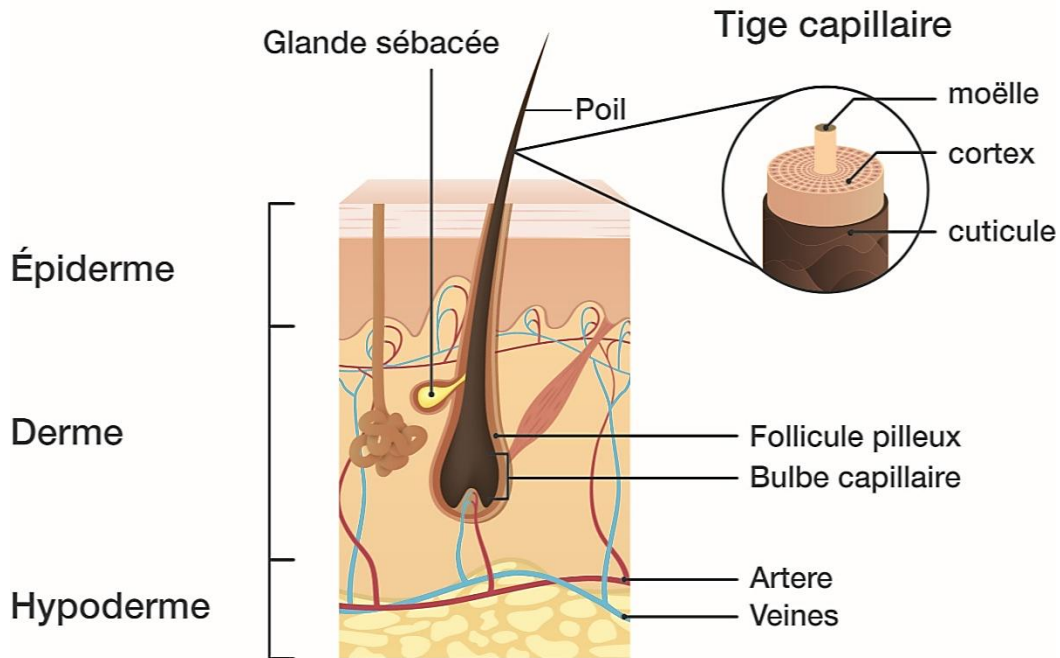


Figure I-19: Structure du cheveu

[33]

### I.13 La peau

#### ❖ Structure

La peau est constituée de plusieurs couches et structures ayant chacune un rôle spécifique. L'épiderme est un tissu épithélial composé de cellules étroitement liées entre elles. Il renferme principalement des kératinocytes, responsables de la production de la kératine, une protéine protectrice essentielle. On y trouve également des mélanocytes qui produisent la mélanine, pigment jouant un rôle dans la coloration de la peau et sa protection contre les rayons solaires, ainsi que les cellules de Langerhans impliquées dans les défenses immunitaires. La barrière cutanée est formée par la couche cornée, partie la plus externe et la plus kératinisée de l'épiderme, associée au film hydrolipidique qui recouvre la surface cutanée. Le derme correspond à un tissu conjonctif assurant

des fonctions de soutien et de nutrition. Il est constitué de fibroblastes, de fibres de collagène et de fibres élastiques. Entre ces éléments se trouve une substance riche en mucopolysaccharides acides. Le derme contient également les vaisseaux sanguins et les terminaisons nerveuses de la peau. Une structure intermédiaire appelée jonction dermo-épidermique, composée de plusieurs couches, sépare le derme de l'épiderme tout en garantissant leur cohésion et les échanges entre eux. L'hypoderme est principalement formé de tissu adipeux, un type particulier de tissu conjonctif. Il contient des adipocytes, cellules riches en lipides, regroupées en lobules séparés par des cloisons conjonctives. Les annexes cutanées regroupent les phanères tels que les poils, les cheveux et les ongles, riches en kératine. Elles comprennent aussi les glandes sudoripares responsables de la production de sueur et les glandes sébacées qui sécrètent le sébum, substance protectrice formant un film à la surface de la peau. L'ensemble constitué d'un poil et des glandes associées est appelé follicule pilosébacé. [34]

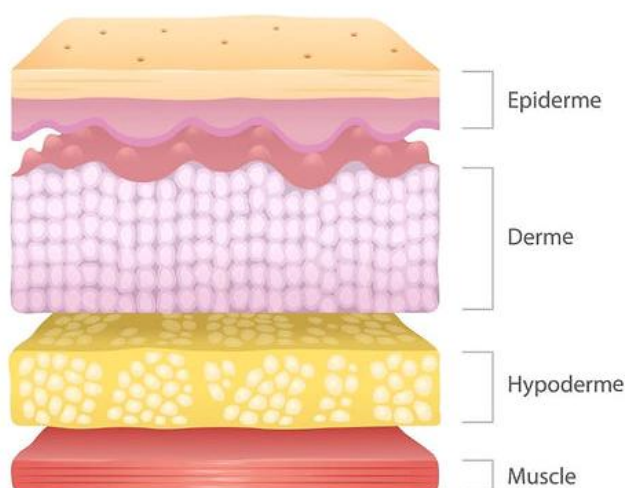


Figure I-20 : Structure de La peau

[35]

#### ❖ pH de la peau

La peau remplit une fonction protectrice essentielle grâce à sa barrière cutanée et à son film hydrolipidique. Le pH, mesuré sur une échelle de 0 à 14, indique l'acidité : un pH inférieur à 7 est acide, tandis qu'un pH supérieur à 7 est alcalin. Le pH normal de la peau se situe autour de 5,5, ce qui limite la prolifération des micro-organismes.

Le pH cutané varie selon l'âge, le sexe et la zone du corps. Un pH trop élevé perturbe l'équilibre cutané, provoquant sécheresse et altération de la fonction barrière, ce qui peut entraîner des irritations

et des démangeaisons. La peau tente alors de rétablir son équilibre grâce à son système naturel de régulation du pH. [36]

## **I.14 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté une étude bibliographique générale portant sur les huiles végétales et leur importance dans le domaine cosmétique. Nous avons abordé la composition des huiles végétales, notamment leur richesse en acides gras, ainsi que leur classification selon leurs propriétés et leurs origines. Une attention particulière a été accordée à l'huile d'olive et à l'huile de coco en raison de leurs nombreuses applications dans la fabrication des produits cosmétiques et de soin.

Nous avons également étudié les huiles essentielles ainsi que les principales méthodes d'extraction utilisées pour préserver leurs propriétés naturelles et leurs composés actifs.

Ce chapitre nous a aussi permis d'aborder certaines notions liées à la peau et aux cheveux, notamment leurs propriétés et leurs rôles dans la protection du corps. La peau représente une barrière naturelle essentielle contre les agressions extérieures, tandis que les cheveux nécessitent des soins adaptés afin de préserver leur équilibre et leur santé. Ces connaissances sont importantes pour mieux comprendre l'action et l'intérêt des produits cosmétiques appliqués sur la peau et les cheveux.

Enfin, nous avons présenté des généralités sur les produits cosmétiques, leurs différents types ainsi que le savon et le phénomène de saponification. Les matières premières utilisées dans la fabrication des savons solides ont également été décrites. L'ensemble de ces informations constitue une base théorique importante pour la compréhension des formulations cosmétiques et des travaux expérimentaux qui seront développés dans la suite de cette étude.

# **Chapitre II**

## **Matériels et Méthodes**

## II Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons les différentes analyses physico-chimiques réalisées sur nos savons et shampoings. Ces analyses visent à évaluer la qualité de ces produits et leur conformité aux normes requises en étudiant leurs propriétés physiques (densité, viscosité, mousse) et chimiques (pH, stabilité de la formulation). Ces résultats permettent également une meilleure compréhension du comportement de ces produits et déterminent leur aptitude à l'emploi, notamment dans l'industrie cosmétique. Certaines photos ont été prises à l'usine Pabita qui fabrique des produits de nettoyage pour bébés.

### II.1 Analyses physico-chimiques des huiles

Les huiles sont des matières premières importantes dans de nombreux domaines, notamment dans les industries agroalimentaire et cosmétique, en raison de leurs propriétés physico-chimiques qui influent directement sur la qualité du produit final. Par conséquent, la réalisation d'analyses physico-chimiques est essentielle pour comprendre les propriétés de ces huiles et évaluer leur aptitude à l'emploi. Dans ce chapitre, nous présenterons l'analyse que nous avons effectuée sur l'huile étudiée.

#### II.1.1 Mesure du pH

La détermination du pH permet d'évaluer l'acidité ou l'alcalinité d'un échantillon d'huile. Bien que les huiles aient une faible teneur en eau, leur pH peut être estimé à l'aide de papier pH, notamment en présence de composés polaires issus de leur décomposition. Cette mesure renseigne sur l'état de l'huile, en particulier lors de son utilisation.

#### Mode opératoire [37]

- Verser une petite quantité d'huile dans un bécher propre et sec.
- Tremper une bandelette de papier indicateur de pH dans l'échantillon.
- Retirer la bandelette après quelques secondes et observer immédiatement la couleur obtenue.
- Comparer la couleur à l'échelle fournie par le fabricant du papier pH afin de déterminer la valeur approximative du pH.



### II.1.2 Détermination de la densité [38]

La densité de l'huile usagée est déterminée à l'aide d'un pycnomètre en comparant la masse d'un volume fixe de l'échantillon à la masse du même volume d'eau distillée à température contrôlée. La densité relative est calculée par le rapport des deux masses mesurées.

#### Procédure

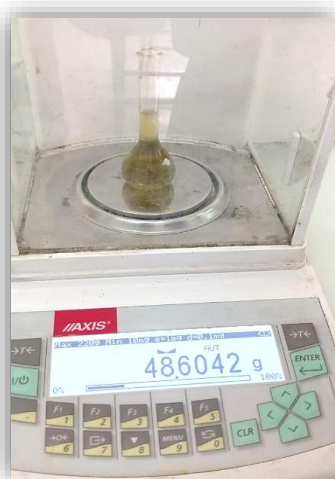
- Nettoyer le pycnomètre avec l'éthanol, sécher à l'étuve.
- Peser le pycnomètre vide et sec et noter la masse  $m$  (g).
- Remplir le pycnomètre avec eau distillée.
- Essuyer soigneusement, peser : noter la masse  $m_1$  (g)
- Remplir le même pycnomètre avec l'huile.
- Essuyer, peser : noter la masse  $m_0$  (g).

La densité de l'huile est ensuite calculée en utilisant la relation suivante :

$$d = \frac{m_0 - m}{m_1 - m}$$

où :

- $m$  : masse de pycnomètre vide
- $m_1$  : masse de pycnomètre pleine d'eau
- $m_0$  : masse de pycnomètre pleine d'huile



$m_0$



$m_1$



$m$

Figure II-1 : Détermination de la densité Huile d'olive

## II.2 Fabrication du savon

Cette section décrit le processus de fabrication du savon à base d'huile d'olive et d'huile de coco. Elle présente les matières premières utilisées, ainsi que les différentes étapes générales de la saponification et du durcissement, jusqu'à l'obtention du produit final.



Figure II-2 : noix de coco usagée

Table II-1 : Ingrédients et quantités utilisés dans la fabrication des échantillons de savon

| Échantillon   | Huile d'olive (g) | Huile de coco (g) | NaOH (g)  | Eau (g)     |
|---------------|-------------------|-------------------|-----------|-------------|
| Huile d'olive | 100 g (65%)       | -                 | 14 (5%)   | 38g (30%)   |
| Noix de coco  | -                 | 100g (40%)        | 13 g (5%) | 130 g (55%) |

### II.2.1 Protocole étape par étape [39]

#### Étape 1 : Préparation de l'huile

Dans un premier temps, on prépare les huiles. L'huile de coco étant solide à température ambiante, il faut la faire fondre à l'aide d'un chauffe-huile à une température constante de 50°C, en remuant jusqu'à fusion complète. Quant à l'huile d'olive, elle doit être filtrée pour éliminer les impuretés.



Figure II-3 : noix de coco avant et après font



Figure II-4 : Huile de coco fondante (L'usine où je travaille)

### Étape 2 : Préparation de la solution de NaOH

À ce stade, la solution d'hydroxyde de sodium est préparée. Remplissez le bécher d'eau distillée, puis ajoutez progressivement la solution d'hydroxyde de sodium (et non l'inverse), en remuant constamment. N'utilisez pas de cuillère en acier pour remuer, car cette réaction est exothermique.

###  tape 3 : Mélange

La solution d'hydroxyde de sodium pr par e est vers e progressivement sur l'huile tout en mélangeant. La solution d'hydroxyde de sodium doit être à une température supérieure de 10  C à celle de l'huile. Mélangez par intermittence, en remuant brièvement, puis en faisant une pause, et en reprenant jusqu'à obtention de la consistance souhait e. L'ajout d'huiles essentielles et médicinales en proportions soigneusement mesur es est facultatif.



Figure II-5 : Procédé de saponification

#### Étape 4 : Ajout les additifs

Une fois la consistance adéquate obtenue, nous pouvons ajouter des proportions soigneusement mesurées de parfum (figure II.6), d'huiles thérapeutiques ou d'huiles médicinales.



Figure II-6 : Huile de noix de coco

---

**Étape 5 : Versage dans les moules**

Une fois la consistance souhaitée obtenue, on verse la préparation dans le moule en le secouant pour bien répartir le savon et éviter toute déformation. Il est préférable d'utiliser un moule en silicone pour faciliter le démoulage une fois le savon durci.



Figure II-7 : Pâte de savon dans des moules en silicone

**Étape 6 : Démoulage et séchage**

Après 24 à 48 heures, les savons sont suffisamment durs pour être démoulés (figure II.8). Toutefois, ils doivent encore sécher pendant plusieurs semaines (généralement 4 à 6 semaines) dans un environnement sec et bien ventilé. Cette période de cure est cruciale elle permet au pH de se stabiliser, au savon de durcir davantage et d'atteindre une douceur optimale pour la peau.





Figure II-8: Démoulage et séchage Savon HO



Figure II-9 : Savon Huile de coco

## II.2.2 Analyses physico-chimiques du savon

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur deux échantillons de savon .

### II.2.2.1 Teneur en humidité [40]

#### Principe :

La teneur en eau désigne la quantité d'eau présente dans un échantillon de savon. Cette analyse permet d'évaluer la durée de conservation du savon, car un excès d'eau peut entraîner une texture plus molle, une hydrolyse accélérée et une prolifération microbienne accrue. La teneur en eau est déterminée selon la méthode approuvée par l'Association des fabricants de savon (AOCS) [41].

#### Mode opératoire :

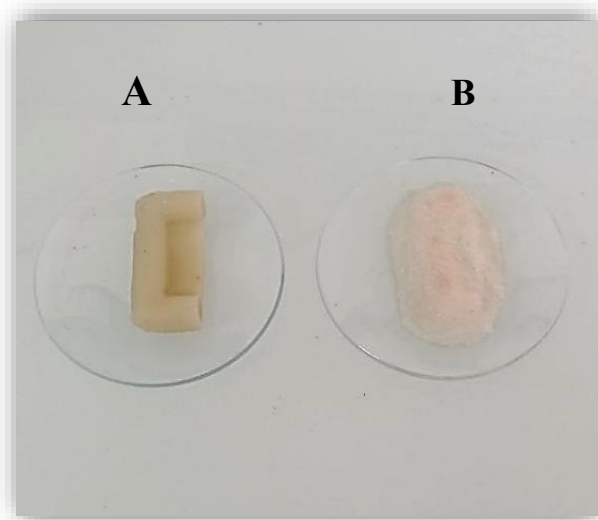
Une masse de 5 g d'échantillon de savon est pesée dans une capsule, puis placée dans une étuve à  $103 \pm 2$  °C pendant 2 heures. L'échantillon est ensuite pesé, puis remis dans l'étuve et recontrôlé toutes les heures jusqu'à obtention d'une masse constante.

Le pourcentage d'humidité est calculé selon l'équation suivante :

$$H(\%) = \frac{m1 - m2}{m1 - m0} * 100$$

Où :

- $m0$  : masse du creuset seul,
- $m1$  : masse du creuset + échantillon avant séchage,
- $m2$  : masse du creuset + échantillon après séchage.



A : Savon HO

B : Savon HC

Figure II-5 : Résultat du test de teneur en humidité pour deux savons





Figure II-6 : Le four utilisé dans ce test

### II.2.2.2 Mesure du pH [37]

Le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Dans le cas du savon, la détermination de son pH permet d'évaluer son potentiel irritant pour la peau. Un pH très bas indique une acidité excessive, tandis qu'un pH très élevé indique une alcalinité excessive. Le test est réalisé sur une solution aqueuse de savon diluée.

#### **Mode opératoire :**

- Préparer une solution de savon en dissolvant 1 g de savon dans 50 mL d'eau distillée.
- Chauffer doucement la solution afin d'assurer la dissolution complète du savon.
- Laisser refroidir la solution à température ambiante.
- Mesurer le pH de la solution de savon en immergeant papier pH dans la solution refroidie.

### II.2.2.3 Test d'Émulsification

L'émulsification est le processus par lequel deux substances non miscibles, comme l'eau et l'huile, sont transformées en un mélange homogène et stable appelé émulsion. Dans le cas du savon, ce test évalue sa capacité à disperser et à maintenir en suspension les graisses et les saletés, notamment sur les textiles.

Cette propriété provient de la structure amphibie des molécules de savon, qui possèdent une extrémité hydrophile (attirée par l'eau) et une extrémité hydrophobe (attirée par l'huile), leur permettant de former un pont entre les phases aqueuse et huileuse.

#### Mode opératoire [42] :

- Dans un tube à essai, verser des volumes égaux d'eau et d'huile (5 mL de chaque).
- Ajouter 2 mL de solution de savon (préalablement préparée à 10 % en masse/volume) au mélange eau-huile.
- Fermer le tube avec un bouchon et agiter vigoureusement pendant 5 minutes.
- Observer la formation d'une émulsion : une émulsification réussie se traduit par une solution homogène, de couleur blanchâtre, sans séparation visible entre les couches d'eau et d'huile.
- Noter l'étendue et la stabilité de l'émulsion obtenue.

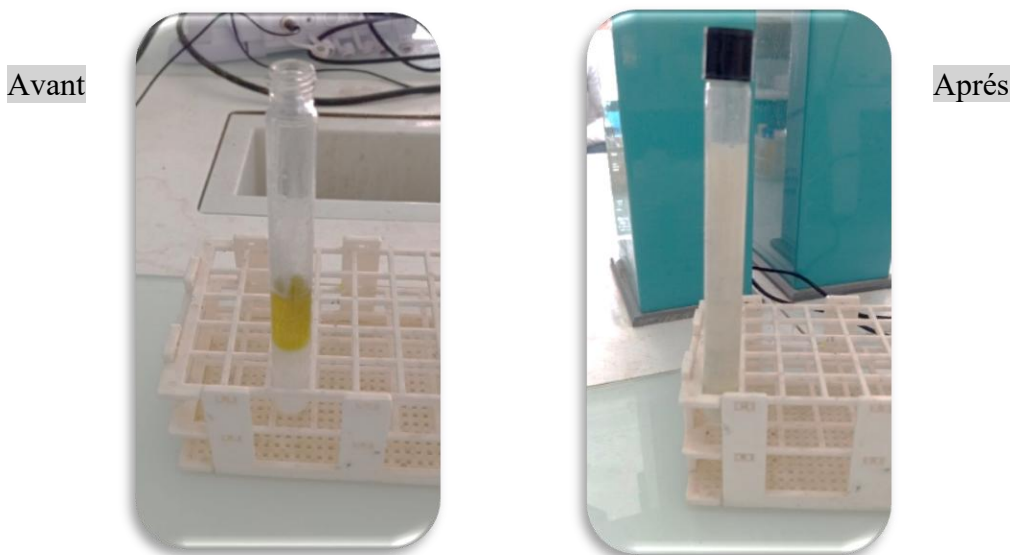


Figure II-7 : Test d'émulsification de Savon HC.

### II.2.2.4 Détermination du Degré de Ramollissement

Le degré d'élasticité d'un savon reflète sa capacité à conserver sa consistance après une immersion prolongée dans l'eau et constitue un indicateur important de sa résistance à la déformation ou à la dissolution. Ce test repose sur l'observation de la variation de masse du savon avant et après immersion, suivie d'un séchage. Une perte de masse significative indique une diminution de sa résistance à l'eau.

#### Mode opératoire [42] :

- Peser 5 g d'un échantillon de savon sec et noter précisément sa masse initiale ( $m_0$ ).
- Placer l'échantillon dans un bécher contenant 100 mL d'eau distillée.
- Laisser tremper le savon pendant 10 heures à température ambiante.
- Retirer ensuite le savon et le transférer dans une capsule de porcelaine.
- Laisser le savon reposer à l'air libre pendant 24 heures pour permettre un séchage naturel.
- Peser l'échantillon séché pour obtenir la masse finale ( $m$ ).

Le calcul du degré de ramollissement s'effectue à l'aide de la formule suivante :

$$R = \frac{(m_0 - m)}{m_0} * 100$$

Où :

- $R$  : degré de ramollissement (%)
- $m_0$  : masse initiale du savon avant trempage (g)
- $m$  : masse du savon après trempage et séchage (g)



Figure II-8: Formation Savon HO Avant et après test Ramollissement.

---

### II.2.2.5 Détermination du Pouvoir Moussant

#### Principe

Le pouvoir moussant d'un savon désigne sa capacité à produire de la mousse lorsqu'il est mélangé à l'eau. Il s'agit d'un critère sensoriel important pour les consommateurs, reflétant l'efficacité du savon. Le pouvoir moussant est généralement exprimé par le rapport entre le volume de mousse formé et le volume initial de solution savonneuse.

#### Mode opératoire [43].

- Peser 0,2 g d'échantillon de savon.
- Dissoudre l'échantillon dans une petite quantité d'eau, puis compléter à 100 mL avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée de 100 mL pour obtenir une solution homogène.
- Prélever 10 mL de cette solution de savon à l'aide d'une pipette graduée.
- Transférer les 10 mL dans un tube à essai.
- Agiter vigoureusement le tube pendant 1 minute.
- Mesurer immédiatement le volume de mousse formée ( $V_f$ ) à l'aide d'une règle.
- Noter également le volume total de liquide ( $V_t$ ) utilisé, ici 10 mL.

Le calcul du pouvoir moussant (%) s'effectue à l'aide de la formule suivante :

$$f = \frac{V_f}{V_t} * 100$$

Où :

- $f$  = pouvoir moussant (%)
- $V_f$  = volume de mousse formée (mL)
- $V_t$  = volume de la solution de savon mesuré (mL)

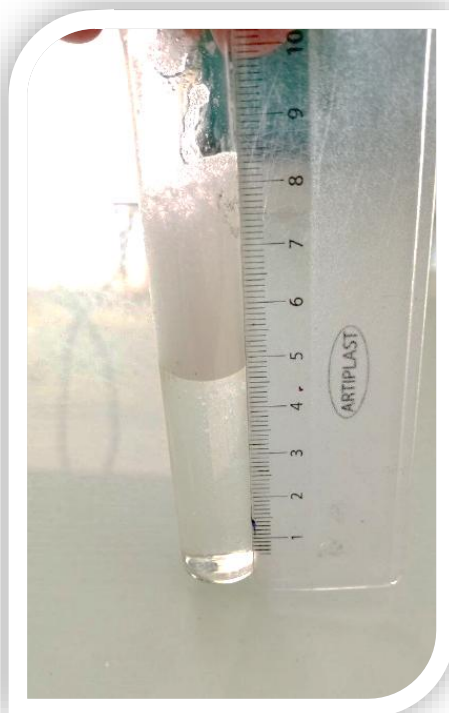


Figure II-9: Détermination du pouvoir moussant Savon HC

## II.3 Fabrication de shampoing

### II.3.1 Introduction

Le shampoing est considéré comme l'un des produits les plus importants destinés aux soins capillaires, puisqu'il est utilisé pour nettoyer le cuir chevelu et les cheveux des impuretés, des graisses et des différentes sécrétions tout en préservant l'équilibre et la santé des cheveux.

La fabrication du shampoing repose sur le mélange de plusieurs substances actives, agents nettoyants, agents hydratants et composés parfumasse selon des proportions bien étudiées afin d'obtenir un produit caractérisé par une bonne efficacité de nettoyage, une bonne stabilité et une sécurité d'utilisation. Ces dernières années, l'utilisation d'ingrédients naturels et locaux dans l'industrie cosmétique a suscité un intérêt croissant en raison de leurs avantages sanitaires et économiques, ainsi que de la réduction de l'utilisation des substances chimiques agressives pour les cheveux et la peau [44]

Dans ce travail, plusieurs types de shampoings ont été préparés à partir d'ingrédients naturels dans le but d'obtenir des produits de bonne qualité et présentant des propriétés adaptées à un usage cosmétique. Les shampoings formulés ont également été soumis à plusieurs analyses physico-chimiques afin d'évaluer leur qualité et leur efficacité, notamment la mesure du pH, le test de la

mousse et l'évaluation de l'efficacité nettoyante, ainsi que des observations relatives à l'aspect, à la stabilité et à l'homogénéité. Ces analyses permettent de déterminer la conformité des shampoings préparés aux caractéristiques requises pour les produits de soins capillaires.

### II.3.2 Ingrédients et quantités utilisés dans la fabrication des échantillons de shampoing

Table II-2: Composition et dosage du shampoing

|                   | échantillons de shampoing |     |     |     |      |      |
|-------------------|---------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| Shampoing         | 1A                        | 2B  | 1G  | 2L  | 1    | 2    |
| Eau distillée (g) | 100                       | 100 | 100 | 100 | 19   | 19   |
| d'huile olive (g) | –                         | –   | –   | –   | 50   | 50   |
| Savon HC (g)      | –                         | 5   | –   | –   | –    | –    |
| Savon HO (g)      | 11                        | –   | 20  | 10  | –    | –    |
| KoH (g)           | –                         | –   | –   | –   | 7    | 7    |
| Sider (g)         | –                         | –   | –   | 50  | –    | 2    |
| Vaseline (g)      | 3                         | –   | –   | –   | –    | –    |
| Glycérine (g)     | 10                        | –   | 2   | –   | –    | –    |
| Noix de coco (g)  | –                         | 18  | –   | –   | –    | –    |
| Aloe vera (g)     | –                         | –   | 15  | –   | 2    | –    |
| Acide citrique    | –                         | –   | –   | –   | 0.25 | 0.25 |
| Nacl (g)          | –                         |     | 2   | –   | –    | –    |

### II.3.3 Protocole étape par étape pour shampooing Aloe vera (1G) [45]

#### Etap 1: Préparation de la solution savonneuse

Dans cette première étape, un volume déterminé d'eau distillée a été introduit dans un bécher résistant à la chaleur à l'aide d'une éprouvette graduée. L'utilisation de l'eau distillée permet de limiter l'influence des impuretés et des sels minéraux pouvant modifier les propriétés finales du produit. Par la suite, une quantité précise du savon solide formulé à base d'huile d'olive a été pesée à l'aide d'une balance électronique afin d'assurer l'exactitude de la formulation. Le savon a ensuite été râpé manuellement pour augmenter sa surface de contact et faciliter sa dissolution dans l'eau.

#### Etap 2: Dissolution du savon

Le savon râpé a été ajouté progressivement dans le bécher contenant l'eau distillée, puis le mélange a été chauffé à une température d'environ 40 °C à l'aide d'un dispositif de chauffage muni d'un contrôle thermique.

Le mélange a été agité continuellement avec une cuillère en silicone afin d'obtenir une dissolution complète et homogène du savon. Le maintien d'une température modérée permet de favoriser la fusion du savon sans altérer ses propriétés physico-chimiques.

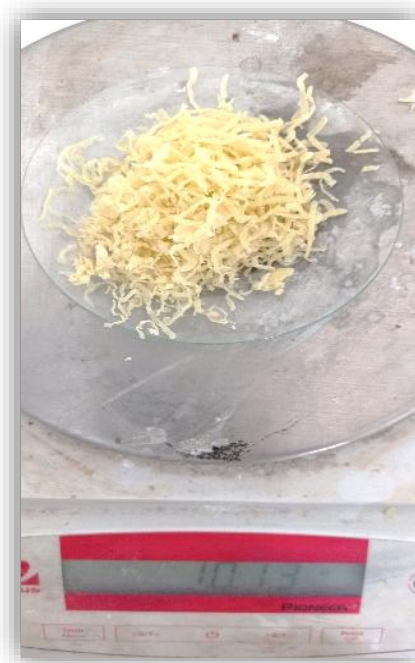


Figure II-10 : Savon d'huile d'olive râpé

**Etap 3 : Incorporation du gel d'aloé vera**

Après dissolution complète du savon, une quantité déterminée de gel d'aloé vera frais, extrait directement de la plante, a été incorporée au mélange. L'ajout de ce gel naturel vise à améliorer les propriétés hydratantes et apaisantes du produit final grâce à sa richesse en composés bioactifs. Le mélange a été agité soigneusement afin d'assurer une bonne dispersion du gel dans la matrice savonneuse.



Figure II-11 : La plant d'aloé vera

**Etap 3 : Dissolution de NaCl**

Une quantité de sel (NaCl) a été dissoute dans une partie de l'eau totale destinée à la préparation du shampoing. Une petite quantité d'eau initiale a été prélevée pour préparer une solution saline, puis ajoutée progressivement au mélange. Cette étape a pour objectif d'augmenter la viscosité du shampoing afin d'obtenir une texture homogène et adaptée à l'utilisation.





Figure II-12: Étapes de la préparation d'une solution saline (original)

**A :** Versez le sel brut dans le mélangeur

**B :** Ajouter de l'eau et mélanger

**C :** Décantation et filtration de la solution

#### **Etap 4 : Ajout du glycérol et homogénéisation finale**

Lors de la dernière étape, une quantité appropriée de glycérine a été ajoutée progressivement au mélange. La glycérine agit comme humectant, améliorant la texture et l'onctuosité du savon liquide obtenu. Le mélange final a ensuite été homogénéisé à l'aide d'un batteur électrique, en veillant à contrôler l'agitation et à éviter une formation excessive de mousse afin d'obtenir un produit final lisse et homogène.



Figure II-13 : Ajouter de la glycérine.

## II.4 Analyses physico-chimiques de shampoing

### II.4.1 Mesure du pH

Le test du pH a été réalisé afin de déterminer l'acidité ou l'alcalinité du shampoing à l'aloé vera et de vérifier sa compatibilité avec le cuir chevelu et les cheveux. Une petite quantité de shampoing a été mesurée puis analysée à l'aide d'un pH-mètre ou de papier indicateur de pH. Un shampoing de bonne qualité doit généralement présenter un pH légèrement acide, compris entre 5 et 7, afin de respecter l'équilibre naturel du cuir chevelu et d'éviter les irritations [Ref].



Figure II-14 : Mesure du pH de shampoing 1G

---

### II.4.2 Mesure de la densité [46]

La densité relative est le rapport entre la masse volumique du shampoing et celle de l'eau à une température donnée. Ce paramètre permet d'évaluer la qualité physique, l'homogénéité et la stabilité du shampoing à l'aloé vera. La détermination de la densité relative est importante car elle influence l'aspect, la fluidité et la facilité d'utilisation du produit.

#### ❖ Méthode de détermination:

- Peser un tube vide à l'aide d'une balance électronique.
- Tarer (mettre à zéro) la balance après avoir placé le tube vide.
- Remplir le tube avec un volume de 20 mL de shampoing.
- Peser de nouveau le tube contenant le shampoing puis noter la masse obtenue.
- Répéter la même opération avec l'eau distillée afin de comparer les masses et déterminer la densité relative du shampoing.

La densité relative a ensuite été calculée selon la relation suivante :

$$\text{Densité} = \text{Masse volumique d'un shampoing} / \text{masse volumique d'eau}$$

### II.4.3 Test de dispersion de saleté

Pour évaluer la capacité de dispersion des salissures du shampoing, une pièce de tissu contenant une tache de salissure a été utilisée. Une petite quantité de shampoing a été appliquée sur la tache, puis la surface a été légèrement frottée afin de former de la mousse [47]. Après cela, le comportement des salissures a été observé pour déterminer leur dispersion dans l'eau ou leur concentration dans la mousse. Une bonne dispersion des salissures dans l'eau indique une meilleure capacité nettoyante du shampoing.

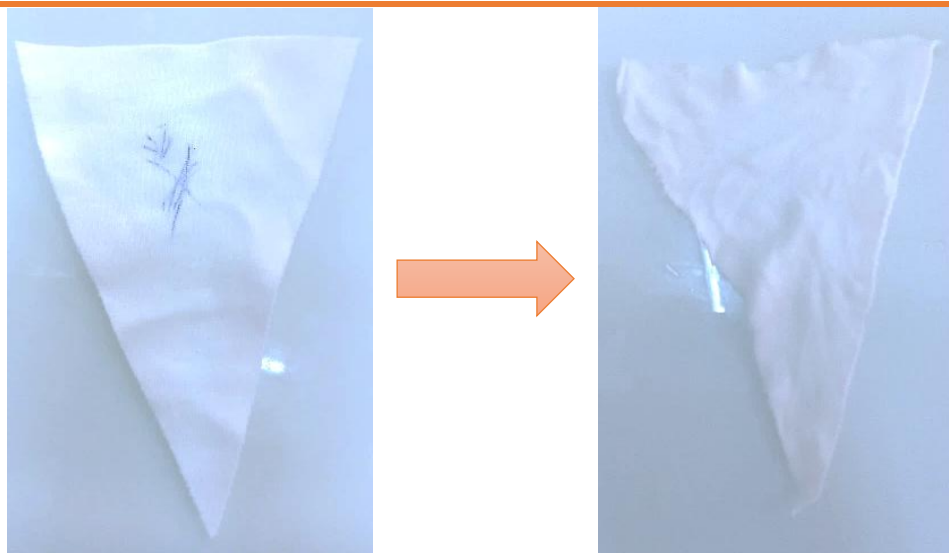


Figure II-15 : Un chiffon avant et après le nettoyage

#### II.4.4 Capacité moussante et stabilité de la mousse

Le pouvoir moussant et la stabilité de la mousse du shampoing ont été évalués par une méthode simple basée sur l'agitation mécanique [Ref]. Dans un premier temps, une masse de 0,25 g de shampoing a été pesée à l'aide d'une balance électronique de précision, permettant d'obtenir une quantité exacte de l'échantillon. Le shampoing a ensuite été introduit dans un bécher en verre contenant 25 mL d'eau distillée, volume mesuré à l'aide d'une éprouvette graduée, afin de préparer une solution homogène.

Après homogénéisation, la moitié de la solution obtenue a été transférée dans un tube à essai gradué en verre, utilisé pour faciliter l'observation de la mousse formée. Le tube a ensuite été fermé puis agité manuellement pendant une minute afin de provoquer la formation de mousse.

À la fin de l'agitation, le tube a été laissé au repos à température ambiante pour observer la hauteur de la mousse ainsi que sa durée de persistance. Ce test permet d'évaluer la capacité du shampoing à produire une mousse stable, paramètre important dans l'appréciation de la qualité et de l'efficacité du produit cosmétique. [48]



Figure II-16: Volume de mousse du shampoing

#### II.4.5 Stabilité du shampoing [49]

Le test de stabilité thermique est une méthode utilisée pour évaluer la capacité d'un produit cosmétique à conserver ses propriétés physicochimiques lorsqu'il est exposé à différentes températures. Il permet de vérifier la stabilité des formulations et de s'assurer que les produits conservent leurs caractéristiques malgré les variations thermiques. Ce test a été réalisé selon les étapes suivantes :

- 1) Les échantillons de shampoing et de savon ont été répartis dans des récipients propres et hermétiquement fermés.
- 2) Les échantillons ont ensuite été placés à différentes températures : 4 °C, 25 °C et 45 °C pendant une durée de 24 heures.
- 3) Après la période d'incubation, les échantillons ont été retirés et laissés à température ambiante pendant quelques minutes.
- 4) Le pH de chaque échantillon a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre afin d'évaluer l'effet des variations de température sur la stabilité des formulations.

---

## II.5 Conclusion

Les différentes étapes expérimentales présentées dans ce chapitre ont permis de préparer les formulations de savon et de shampoing à base d'huile d'olive et d'huile de coco selon des protocoles bien définis. Par ailleurs, des analyses physico-chimiques et tests de caractérisation ont été réalisés afin d'évaluer les propriétés des produits élaborés. L'ensemble des méthodes utilisées constitue une base expérimentale importante pour l'étude et l'interprétation des résultats qui seront présentés dans le chapitre suivant.

# **Chapitre III**

## **Résultats et Discussion**

### III Introduction

Dans cette partie « Résultats et Discussion », les différents résultats obtenus lors des essais réalisés sur les formulations préparées de shampoing ainsi que sur les savons à base d'huile d'olive et d'huile de coco seront présentés et analysés. Plusieurs tests physicochimiques et organoleptiques ont été effectués afin d'évaluer la qualité, la stabilité et l'efficacité des produits élaborés, tels que la mesure du pH, la densité, le pouvoir moussant, ainsi que le comportement des produits à différentes températures. L'interprétation des résultats permettra de vérifier la conformité des formulations obtenues et de discuter l'influence des matières premières utilisées sur les propriétés finales des produits cosmétiques préparés.

#### III.1 Analyses physico-chimiques des Fluides

##### III.1.1 La densité

Ce graphique illustre la variation de densité des huiles (huile d'olive et huile de coco) et Shampoing

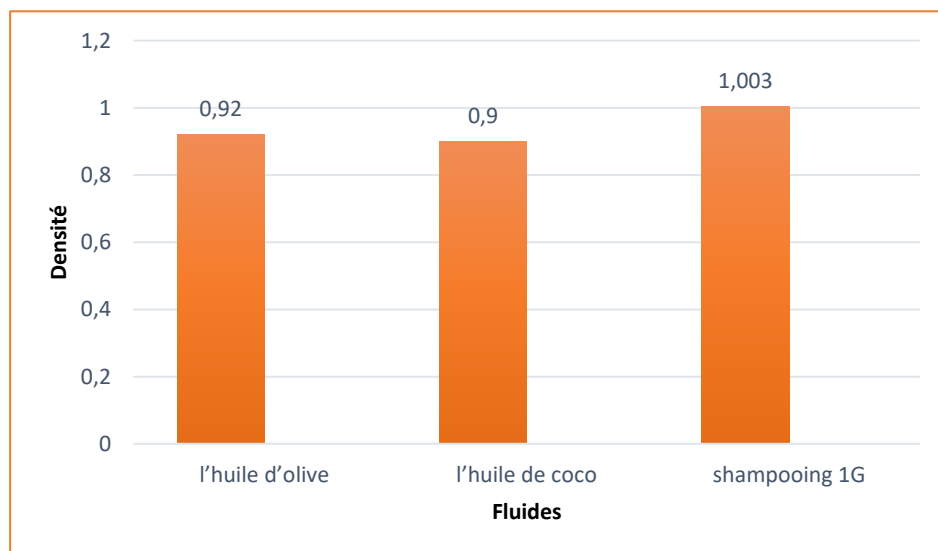


Figure III-1: Évolution de la densité en fonction des huiles et Shampoing.



### ❖ Discussion

Ce graphique à barres compare la densité de l'huile d'olive et de l'huile de coco. L'huile d'olive a une densité de 0,92, contre 0,90 pour l'huile de coco. Un échantillon de shampoing, d'une densité de 1,003, est également présenté. Les résultats montrent que l'huile d'olive est légèrement plus dense que l'huile de coco, tandis que le shampoing présente une densité supérieure à celle des deux huiles. Cette différence s'explique par les variations de la composition chimique en acides gras et la présence de tensioactifs et d'autres ingrédients ajoutés au shampoing, même si les huiles restent moins denses que l'eau [50].

## III.2 Résultats de l'étude physico-chimique des produits

### III.2.1 Resultants du pH et des tests sensoriels

**Savon et shampoing :** Le tableau suivant résume les différents résultats et observation obtenu pour l'expérience.

Table III-1 : Résultats physico-chimiques et sensoriels des produits

| Paramètre de contrôle | Méthode           | Savon à l'huile d'olive | Savon à l'huile de coco | shampooing 1G       |
|-----------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Couleur               | Contrôle visuel   | vert pistache           | Blanche                 | vert clair          |
| Odeur                 | Contrôle olfactif | Odeur spécifique        | Noix de coco            | Odeur spécifique    |
| Aspect                | Contrôle visuel   | Solide                  | Solide                  | liquide             |
| pH                    | Papier PH         | $7 < \text{ph} < 8$     | $7 < \text{ph} < 8$     | $6 < \text{ph} < 7$ |



Figure III-2: Mesure du pH à température ambiante

### III.2.2 Teneur en humidité

Afin d'évaluer la stabilité des savons préparés, un test de perte de masse après chauffage a été réalisé sur les différents échantillons.

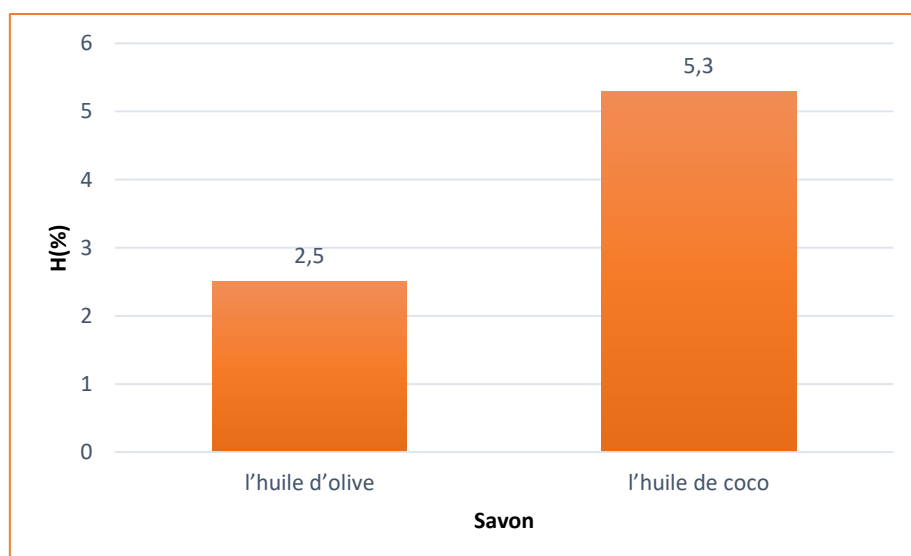


Figure III-3 : Évolution du teneur en humidité des savons

---

### ❖ Discussion

Ce graphique illustre les résultats d'un test d'humidité sur du savon après exposition à une température spécifique pendant une durée déterminée. Le pourcentage de perte de masse due à l'évaporation de l'eau a été calculé. Les résultats ont montré que le savon à l'huile de coco présentait une perte de masse plus importante (5,3 %) que le savon à l'huile d'olive (2,5 %). Ceci indique que le savon à l'huile de coco a une teneur en eau plus élevée, ou une plus grande capacité de perte d'eau lorsqu'il est chauffé. En revanche, le savon à l'huile d'olive a démontré une plus grande stabilité et une teneur en eau plus faible, ce qui pourrait refléter une meilleure rigidité et une plus grande stabilité lors du stockage.

### III.2.3 Test d'émulsification

Afin d'évaluer le pouvoir émulsifiant des savons préparés, un test d'émulsification a été réalisé sur les différents échantillons.

Noix de coco



l'huile d'olive



Figure III-4 : Test d'émulsification.

---

### ❖ Discussion

Le test d'émulsification a révélé une différence entre les deux savons étudiés : le savon à l'huile de coco a éliminé plus efficacement le film gras que le savon à l'huile d'olive. Ceci indique que le savon à l'huile de coco possède un pouvoir émulsifiant et nettoyant supérieur, attribué à sa riche composition en acides gras qui favorise la décomposition des huiles et leur meilleure incorporation à l'eau. En revanche, le savon à l'huile d'olive a démontré une moindre capacité d'émulsification, reflétant sa nature plus douce et hydratante.

### III.2.4 Degré de Ramollissement

Dans le but de comparer le comportement des savons face au ramollissement, un test du degré de ramollissement a été effectué sur les différents échantillons.

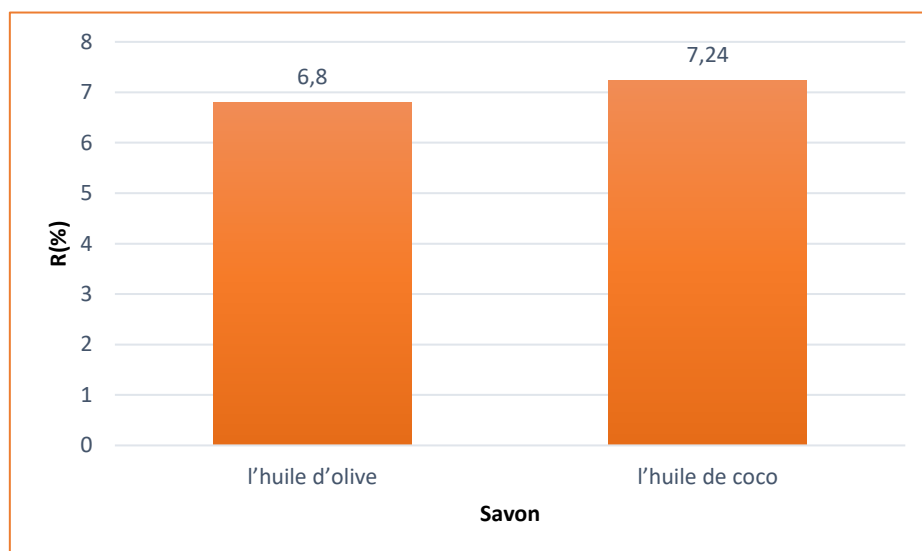


Figure III-5 : Évolution du degré de ramollissement des savons

#### ❖ Discussion

Les résultats ont montré que l'huile de coco présentait un taux d'adoucissement supérieur (7,24 %) au taux global (6,8 %). L'huile de coco absorbe l'eau. Elle se caractérise par sa concentration plus élevée et la nature de ses acides, ce qui la rend moins perceptible que le savon à l'huile d'olive.

### III.2.5 Pouvoir moussant

Dans le but de comparer la capacité des différents échantillons à produire de la mousse dans des conditions identiques, un test du pouvoir moussant a été réalisé sur le shampoing et les savons à base d'huiles végétales. Ce test permet d'évaluer et de comparer la formation et la stabilité de la mousse pour chaque formulation, en utilisant une procédure standardisée d'agitation et de mesure du volume de mousse formé.

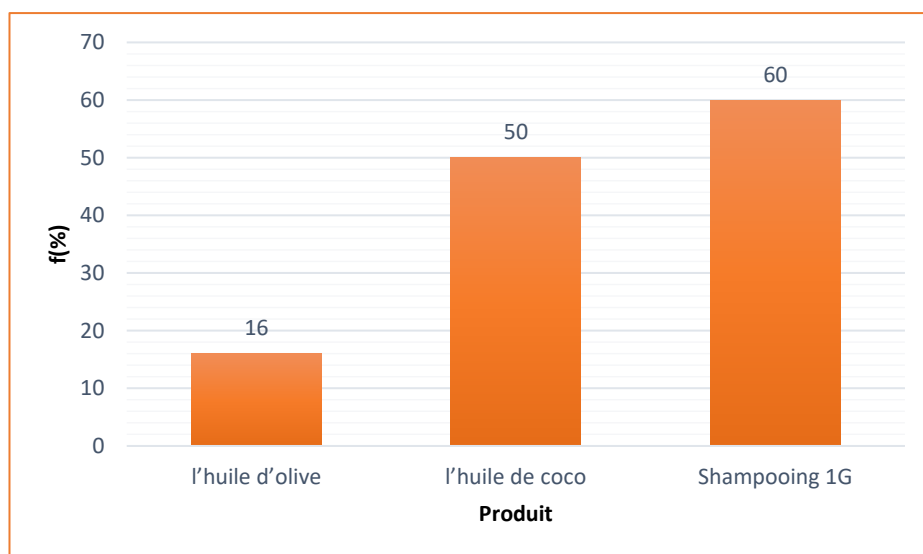


Figure III-6 : Pouvoir moussant des produit

#### ❖ Description

Les résultats du pouvoir moussant exprimés en pourcentage montrent une différence importante entre les trois échantillons étudiés. Le shampoing présente la valeur la plus élevée avec 60 %, suivi du savon à base d'huile de coco avec 50 %, tandis que le savon à l'huile d'olive affiche une valeur beaucoup plus faible de 16 %.

#### ❖ explication

Cette différence peut être expliquée par la composition chimique et la nature des tensioactifs présents dans chaque produit. Le shampoing contient généralement un mélange équilibré de tensioactifs anioniques et amphotères, ainsi que des agents stabilisants, ce qui favorise une production importante et relativement stable de mousse, expliquant ainsi sa performance élevée (60 %). Le savon à l'huile de coco présente également un bon pouvoir moussant (50 %). Cela est dû à la richesse de l'huile de

coco en acides gras à chaîne courte et moyenne, notamment l'acide laurique, qui est connu pour sa forte capacité à générer de la mousse abondante [51].

En revanche, le savon à l'huile d'olive montre un pouvoir moussant faible (16 %). Cette faible valeur est liée à sa composition riche en acide oléique, qui produit une mousse moins abondante mais plus fine et plus douce, ce qui le rend davantage adapté aux peaux sensibles [52].

### III.2.6 Stabilité du shampoing

Afin de vérifier la stabilité et la qualité des formulations, les échantillons ont été soumis à différentes températures pendant une durée déterminée [53].

#### ❖ Description

Après l'essai de stabilité à différentes températures (4 °C, 25 °C et 45 °C) pendant une durée de 24 heures, la mesure du pH a montré des valeurs similaires pour tous les échantillons. Cette stabilité du pH indique que les formulations ont conservé leurs propriétés chimiques malgré les variations de température, ce qui confirme la réussite du test et la bonne stabilité des produits étudiés.

### III.3 Conclusion

Ces en laboratoire, portant sur l'étude de certaines propriétés physico-chimiques d'huiles végétales (huile d'olive et huile de coco) ainsi que d'un shampoing, ont permis d'obtenir des résultats importants reflétant les différences de nature et de composition de ces matériaux. Les résultats ont montré une nette variation de densité entre les échantillons étudiés. L'huile d'olive présentait une densité légèrement supérieure à celle de l'huile de coco, tandis que le shampoing affichait la densité la plus élevée. Ceci s'explique par sa formule, riche en principes actifs, tensioactifs et divers additifs. De plus, les autres tests (tels que le pouvoir moussant, l'acidité et les propriétés fonctionnelles, le cas échéant) ont démontré que chaque substance présente un comportement distinct lié à sa composition chimique, notamment au type d'acides gras présents dans les huiles et à la proportion de principes actifs dans le shampoing.

Globalement, ces résultats confirment que les propriétés physico-chimiques ne sont pas uniformes d'une substance à l'autre, mais sont directement influencées par la structure chimique et la composition interne de chaque échantillon. Ceci explique les différences de comportement et d'applications pratiques de ces produits, tant au quotidien qu'en milieu industriel.

# **Conclusion et Perspectives**

### Conclusion et Perspectives

Cette étude visait à explorer et évaluer l'utilisation de certaines huiles végétales, notamment l'huile d'olive et l'huile de coco, dans la formulation de produits cosmétiques naturels tels que les savons et les shampoings. L'objectif principal était de développer des formulations simples à base d'ingrédients naturels, puis d'évaluer leurs propriétés physico-chimiques afin de déterminer leur qualité et leur stabilité.

Dans un premier temps, une revue de la littérature scientifique a été réalisée afin de présenter les huiles végétales, leur composition en acides gras et leurs principales propriétés. Les concepts liés aux produits cosmétiques, aux soins de la peau et des cheveux, ainsi qu'au rôle des huiles végétales dans les formulations cosmétiques ont également été abordés.

Par la suite, plusieurs produits cosmétiques ont été préparés en laboratoire, notamment des savons à base d'huile d'olive et d'huile de coco, ainsi que des formulations de shampoing élaborées à partir d'ingrédients naturels tels que l'aloë vera. Des protocoles de fabrication rigoureux ont été mis en œuvre afin de garantir la reproductibilité et la fiabilité des formulations obtenues.

Enfin, diverses analyses physico-chimiques ont été effectuées sur les huiles végétales et les produits finaux. Ces analyses comprenaient la mesure du pH, la détermination de la densité et l'évaluation de la teneur en eau, ainsi que plusieurs tests spécifiques tels que le pouvoir moussant, la dispersion des impuretés, le pouvoir adoucissant, l'émulsification et la stabilité du shampoing.

Les résultats obtenus montrent que les produits développés possèdent généralement des propriétés satisfaisantes, avec quelques variations liées au type d'huiles utilisées. Les formulations à base d'huile de coco et d'huile d'olive, en particulier, ont démontré un bon pouvoir moussant, une stabilité acceptable et des propriétés physico-chimiques adaptées à un usage cosmétique.

En conclusion, cette étude souligne les avantages de l'utilisation d'huiles végétales dans la formulation de produits cosmétiques naturels efficaces, économiques et respectueux de la peau. Elle confirme également le potentiel de ces matières premières naturelles pour le développement de produits cosmétiques répondant aux exigences actuelles des consommateurs en matière de qualité, de sécurité et de responsabilité environnementale.



## Perspectives

- ❖ Optimiser les formulations en ajustant les proportions des huiles végétales et des tensioactifs.
- ❖ Intégrer d'autres huiles végétales ou actifs naturels afin d'enrichir les propriétés cosmétiques.
- ❖ Réaliser des analyses microbiologiques afin d'évaluer l'innocuité et la conservation des produits.
- ❖ Effectuer des tests d'acceptabilité sensorielle auprès d'un panel de consommateurs.
- ❖ Étudier la faisabilité d'une production à plus grande échelle.
- ❖ Réaliser des études de stabilité à long terme.

# Références

## Références

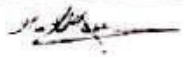
- [1] Insights, Global Market, Aloe Vera Extract Market Size, Share & Forecast 2024–2032, 2024.
- [2] Écologique, Ministère de la Transition, Contributions du Groupe de Travail Cosmétique – Stratégie Nationale Biodiversité 2030, 2024.
- [3] E. Paradot, Cosmétiques naturels et matières premières végétales, Université de Limoges,, 2024.
- [4] L. Centella., Aloe Vera Bio : Bienfaits, Composition et Guide Complet, 2025.
- [5] Aroma-Zone., Aloe vera : propriétés, contre-indications et conseils, 2026.
- [6] «The Art and Science of Cosmetics,» intechopen, 29 09 2023. [En ligne]. Available: [https://www.intechopen.com/chapters/88207?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.intechopen.com/chapters/88207?utm_source=chatgpt.com).
- [7] Frank D. Gunstone, Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties, and Uses, T. & Francis, Éd., 2002.
- [8] M. P. H. I. M. André O. Barel, Handbook of Cosmetic Science and Technology, Fourth Edition, 4, révisée éd., C. Press, Éd., 2014, p. 725 .
- [9] F. D. Gunstone, Éd., Vegetable Oils in Food Technology, 2011.
- [10] FD, Gunstone, Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses, 2nd éd., Wiley-Blackwell, Éd., Oxford, 2011.
- [11] USDA, FoodData Central, 7th éd., Wiley, Éd., United States Department of Agriculture, 2024.
- [12] Marina, A.M.; Che Man, Y.B.; Amin, I, «Virgin coconut oil: emerging functional food oil,» *Trends in Food Science & Technology*, vol. 20, n° 110, p. 481–487, 2009.
- [13] Commission, Codex Alimentarius, «Standard for Named Vegetable Oils (CODEX STAN 210-1999),» FAO/WHO, Rome, 2023.
- [14] FAO, Fats and Fatty Acids in Human Nutrition. Report of an Expert Consultation, Rome: Food and Agriculture Organization, 2020.
- [15] McClements DJ, Decker EA, Lipids, 5th ed., C. Press, Ed., Fennema's Food Chemistry, 2017.
- [16] Nelson DL, Cox MM., Lehninger Principles of Biochemistry, 8th éd., W. Freeman, Éd., New York, 2021.

- [17] Chemat F, Vian MA., *Alternative Solvents for Natural Products Extraction*, Springer, Éd., Berlin, 2014.
- [18] Barel AO, Paye M, Maibach HI, *Handbook of Cosmetic Science and Technology*, 5th éd., C. Press, Éd., Boca Raton, 2023.
- [19] «Huile essentielle : définition,» ladrome, 26 04 2026. [En ligne]. Available: <https://ladrome.bio/blogs/le-blog/huile-essentielle-fabrication?srsId=AfmBOoq992wmhtqfo6q1wO89s9h3S55Q3Xnh80dS8TGJv1yx37dNm d0K>.
- [20] «Les huiles essentielles : définition et obtention,» centifoliabio, 20 08 2014. [En ligne]. Available: <https://centifoliabio.fr/fr/blog/post/les-huiles-essentielles-definition-et-obtention.html?srsId=AfmBOoqbUUC-Bbn7pCcZb3OQ03GiTk-eCbpkWkbNjBuPrnCa2hhWVCP>.
- [21] McHugh MA, Krukonis VJ, *Supercritical Fluid Extraction: Principles and Practice*, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Ed., Boston, 2013.
- [22] Elsevier, *Supercritical Fluid Technology for Energy and Environmental Applications*, 2014.
- [23] L, Spitz, *Soap Manufacturing Technology*, 2nd éd., A. Press, Éd., Urbana, 2016.
- [24] Furniss BS, Hannaford AJ, Smith PWG, Tatchell AR, *Vogel's Book of Practical Organic Chemistry*, 5th éd., L. S. & et Technical, Éd., London, 1989.
- [25] CR, Robbins, *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*, 5th éd., Springer, Éd., Berlin, 2012.
- [26] T. D. Trüeb RM, *Aging Hair*, Springer, Éd., Berlin, 2010.
- [27] WA, Poucher, Poucher's Perfumes, Cosmetics and Soaps, 10th ed., Springer, Ed., Dordrecht, 2013.
- [28] Hosseinzadeh-Bandbafha H, Lam SS, Aghbashlo M, Tabatabaei M, «Managing hazardous waste cooking oil by conversion into bioenergy through waste-derived green catalysts: A review,» *Journal of Hazardous Materials*, vol. 424, 2022.
- [29] «Saponification – Processus de fabrication du savon avec les ultrasons,» ielscher, [En ligne]. Available: <https://www.hielscher.com/fr/ultrasonic-saponification.htm>.
- [30] «Make Your Own Shampoo and Test How It Performs,» sciencebuddies, [En ligne]. Available: [https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem\\_p109/chemistry/make-your-own-shampoo-and-test-how-it-performs?utm\\_source=chatgpt.com#reviews](https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p109/chemistry/make-your-own-shampoo-and-test-how-it-performs?utm_source=chatgpt.com#reviews).
- [31] «Les différents types de savons solides,» cosmebio, 02 5 2024. [En ligne]. Available: <https://www.cosmebio.org/fr/nos-dossiers/savons-solides-saponification-a-froid-a-chaud/>.
- [32] *La chimie des*, Bruxelles: Viviane Mahieu . Cécile Moucheron, 2003.

- [33] «Comprendre ses cheveux,» lespetitssolides, [En ligne]. Available: <https://lespetitssolides.com/comprendre-ses-cheveux/>.
- [34] «Structure,» larousse, [En ligne]. Available: <https://www.larousse.fr/encyclopedia/medical/peau/15217>.
- [35] «La peau,» silkbiotic, [En ligne]. Available: [https://silkbiotic.com/blogs/sciences/peau-epiderme-derme-hypoderme?srsId=AfmBOorvcnrHCLhp0kntoqE5BZcPzPqYbWrVxSq8xzG7Ry\\_FwcTvTHaJ](https://silkbiotic.com/blogs/sciences/peau-epiderme-derme-hypoderme?srsId=AfmBOorvcnrHCLhp0kntoqE5BZcPzPqYbWrVxSq8xzG7Ry_FwcTvTHaJ).
- [36] «La peau,» pharmalinegroup, [En ligne]. Available: <https://pharmalinegroup.com/fr/la-peau/>.
- [37] «Contrôle du pH des savons à froid en fin de cure,» institutdusavon, 14 11 2020. [En ligne]. Available: <https://www.institutdusavon.fr/2020/11/14/controle-du-ph-des-savons-a-froid-en-fin-de-cure/>.
- [38] «Détermination de la densité d'un liquide,» vlaby, [En ligne]. Available: <https://vlaby.com/fr/details/205/Setting%20the%20Density%20of%20a%20Liquid>.
- [39] «Comment faire du savon solide,» innovation, [En ligne]. Available: <https://mae-innovation.com/comment-faire-du-savon-solide-guide-complet-et-methodes/>.
- [40] "From kitchen to cosmetics: Study on the physicochemical and antioxidant properties of waste cooking oil-derived soap," *jksus*, 2024.
- [41] «Analyse de l'humidité et détermination de la teneur en eau,» mt, [En ligne]. Available: <https://www.mt.com/be/fr/home/applications/laboratory/food-and-beverages/moisture-water.html>.
- [42] «From kitchen to cosmetics,» jksus, [En ligne]. Available: [https://jksus.org/from-kitchen-to-cosmetics-study-on-the-physicochemical-and-antioxidant-properties-of-waste-cooking-oil-derived-soap/?utm\\_source=chatgpt.com](https://jksus.org/from-kitchen-to-cosmetics-study-on-the-physicochemical-and-antioxidant-properties-of-waste-cooking-oil-derived-soap/?utm_source=chatgpt.com).
- [43] A. P. .. A. Bhattacharyya, Artist, *Shampoos Then and Now : Synthetic versus Natural*. [Art]. 2014.
- [44] Gubitosa, Jennifer; Rizzi, Vito; Fini, Paola; Cosma, Pinalysa, «Hair Care Cosmetics: From Traditional Shampoo to Solid Clay and Herbal Shampoo, A Review,» vol. 6, p. 13, 2019.
- [45] «Fabrication de Shampoings,» silverson, [En ligne]. Available: <https://www.silverson.fr/fr/mediatheque/rapports-dapplication/fabrication-de-shampoings>.
- [46] «Qu'est-ce que la densité,» mt, [En ligne]. Available: [https://www.mt.com/ch/fr/home/applications/Application\\_Browse\\_Laboratory\\_Analytics/Density/what-is-specific-gravity.html](https://www.mt.com/ch/fr/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Density/what-is-specific-gravity.html).

- [47] «Analyse de détergent,» eurolab, [En ligne]. Available: <https://www.eurolab.net/fr/testler/deterjan-analizleri/>.
- [48] «A novel method for the green utilization of waste fried oil,» *sciencedirect*, vol. 84, p. 11, 19 02 2024.
- [49] «Les 7 étapes des tests de stabilité des produits cosmétiques,» desifine, 26 03 2026. [En ligne]. Available: <https://desifine.com/fr/7-steps-of-cosmetic-stability-testing/>.
- [50] «Quelle est la densité de l'huile,» aceitedelasvaldesas, [En ligne]. Available: [https://www.aceitedelasvaldesas.com/fr/faq/varios/densidad-del-aceite/?srsltid=AfmBOoqh7cVe\\_z0jPbPeEO7OwBztc6uorh3W\\_YKW2aIizpC9VeYbLiy](https://www.aceitedelasvaldesas.com/fr/faq/varios/densidad-del-aceite/?srsltid=AfmBOoqh7cVe_z0jPbPeEO7OwBztc6uorh3W_YKW2aIizpC9VeYbLiy).
- [51] «Huile de coco,» wikipedia, [En ligne]. Available: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Huile\\_de\\_coco](https://fr.wikipedia.org/wiki/Huile_de_coco).
- [52] Patrick Martin, «Why Olive Oil Soap Lathers Less Than Other Soaps,» frantoiogrove, 2026/03/16. [En ligne]. Available: [https://frantoiogrove.com/blogs/olive-oil-101/why-olive-oil-soap-lathers-less-than-other-soaps?srsltid=AfmBOorvQGC74y3CE7Z44IG2xsGrKfMyUcH0wzDNPkzXXrhu\\_-0OPUYe](https://frantoiogrove.com/blogs/olive-oil-101/why-olive-oil-soap-lathers-less-than-other-soaps?srsltid=AfmBOorvQGC74y3CE7Z44IG2xsGrKfMyUcH0wzDNPkzXXrhu_-0OPUYe).
- [53] «Tests de stabilité des cosmétiques,» certifiedcosmetics, [En ligne]. Available: <https://www.certifiedcosmetics.com/fr/blog/tests-en-laboratoire/tests-de-stabilite-des-cosmetiques-normes-mondiales-et-principales-differences/>.
- [54] Rosen MR, Kunjappu JT, Surfactants and Interfacial Phenomena, 4th éd., Wiley, Éd., Hoboken, 2012.
- [55] Wiley, Éd., Bailey's Industrial Oil and Fat Products., 7th éd., 2020.
- [56] Mohamed Bilal Goudjil, Montage d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau, University of Ouargla, 2016.

## Autorisation d'impression finale d'un mémoire de master

|                      | Nom et prénom          | Signature                                                                             |
|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Le président de jury | BOUAMER Kheira         |     |
| Examineur 1          | LAGHOUTER Oum kelthoum |   |
| Examineur 2          | MATALLAH Messaouda     |  |
| Encadreur            | MOULAI Keroumia        |  |

Soussigne Dr : BOUAMER Kheira

Présidente de jury étudiant(e)s : KORTI Aflah

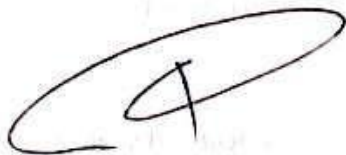
Filière : Génie des procédés ; Spécialité : Génie des procédés des matériaux

Thème : Formulation des produits cosmétiques (Savon et Shampoing) à base d'ingrédients naturels

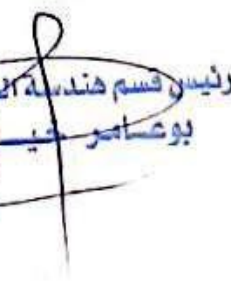
Autorise-le (s) étudiant (s) mentionné (s) ci-dessus à imprimer et déposer leur (s) manuscrit final au niveau du département.

Ghardaia le: 21/07/2026

Le président de jury



Le chef de département



رئيس قسم هندسة الطرائق  
بوعصامر  
جامعة غرداية  
قسم هندسة  
الطرائق 1-  
كلية العلوم و التكنولوجيا

