

Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies
Département de Génie des procédés

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Génie des procédés*

Spécialité : *Génie chimique*

Par : RECIOUI Zohra

CHAHMA Maroua

Thème

**FORMULATION ET CARACTERISATION PHYSICO- CHIMIQUE D'UN
SAVON ANTISEPTIQUE A BASE D'HUILES NATURELLES VEGETALES**

Soutenu publiquement le : 06/06/2024

Devant le jury :

Dr. BABA Arbi Iliase	MCA	Univ. Ghardaïa	Président
Dr. BOUAMER Kheira	MCA	Univ. Ghardaïa	Examineur
Dr. ADAMOU youcef	MCA	Univ. Ghardaïa	Examineur
MATALLAH Messaouda	MAB	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire : 2023-2024

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier ALLAH, le Tout-Puissant, de nous avoir guidées durant toutes ces années d'étude et de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience nécessaires pour terminer ce travail.

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de Génie des Procédés de l'Université de Ghardaïa sous la direction de Madame M. ATALLAH Messaouda, à qui nous adressons nos sincères remerciements pour son encadrement, sa disponibilité, son expérience, son encouragement, sa générosité, ses précieux conseils tout au long de cette étude, ainsi que pour toutes ses corrections apportées à ce manuscrit. Nous lui sommes particulièrement reconnaissantes pour sa patience et ses aides matérielles, qui ont permis la réalisation d'une expérience de qualité et ont contribué de manière significative à l'élaboration de ce thème.

Nous tenons également à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, en particulier : le président, Dr. BABA Arbi Iliase, ainsi que les examinateurs, Madame BOUAMER Kheira et Monsieur ADAMOU Youcef.

Nous souhaitons également remercier nos professeurs de la Faculté des Sciences et Technologies pour leur enseignement et leur soutien tout au long des cinq années de notre parcours.

Enfin, une pensée particulière pour tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à ce projet et nous ont soutenues moralement et intellectuellement.

À tous et à toutes... Nous vous disons Merci !

[Zohra et Marwa]



Dédicaces

Dieu tout Puissant merci pour le pouvoir et le courage que vous nous donné pour compléter ce travail

Le devoir de reconnaissance m'oblige de dédier ce modeste mémoire à tous ceux qui me sont chers, ce sont ceux à qui je dois e mon succès

À Mon cher PaPa : Rabah chaque mot semble bien fade pour exprimer l'amour profond et la gratitude infinie que j'ai pour toi, pour les innombrables sacrifices que tu as consentis pour mon éducation. Tu as été bien plus qu'un guide, tu as été mon modelé d'honnêteté, de sérieux et de responsabilité. Ta présence incarne pour moi la quintessence de la persévérance, de la créativité et du dévouement sans bornes

A L'âme de Ma merveilleuse Mère : Fouzia que Dieu ait pitié d'elle, je dédie cette remise de diplôme, en espérant qu'elle sera une charité pour toi, qui est toujours présente à mes côtés malgré son absence, aucun mot ne saurait capturer la profondeur de l'amour et de l'affection que je ressens pour toi. Tu es bien plus qu'une mère, ma chère mère tu es mon phare de générosité et mon exemple de dévouement. Ta tendresse infinie est une source inépuisable de réconfort, et je te suis infiniment reconnaissante pour chaque instant où tu as été là pour moi, sans jamais faillir **.ah, comme j'aurais aimé que tu sois ici avec moi ce jour-là.**

À mes chères sœurs et chers frères en témoignage de l'attachement de l'amour et de l'effectuation que je porte pour vous vous êtes toujours dans mon cœur je vous remercie d'être l'épaule sur laquelle je peux toujours compter

À ma chère Ma binôme : Zohra ce qui était une amie chère et une collaboratrice talentueuse, merci pour son soutien moral et sa compréhension tout au long de ce projet notre collaboration fructueuse notre amitié. Tu as été une source d'inspiration et de motivation pour moi tout au long de ce parcours.

à mes chères amies et familles A toute les personnes qui me connaissent des prés ou de loin seulement pour leur existence



Maroua



Dédicaces

Avec l'aide de Allah le tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie:

À Ma chère MaMan: Fatima

Tu es la lumière qui a illuminé chaque étape de mon chemin et ton amour est ma plus grande force. Si Dieu a fait le paradis sous les pieds des mères, ce n'est pas en vain.

Peu importe ce que vous faites ou dites, je ne pourrai jamais vous rembourser correctement. Votre tendresse me couvre et votre présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

Avec une infinie gratitude, je vous dédie ce travail, et je suis très fier d'avoir enfin pu réaliser ce que vous aviez espéré et attendu de moi.

À Mon cher PaPa: Said

Merci Pour ton amour inconditionnel, ton soutien indéfectible et tes sages conseils qui m'ont guidé tout au long de ma vie. Ta confiance en moi m'a donné la force de persévérer.

À mes chères sœurs et mon cher frère :

Pour votre soutien indéfectible, vos encouragements et votre amour. Vous avez toujours su me reconforter et m'encourager à aller de l'avant, même dans les moments les plus difficiles

À ma chère Ma binome : Marwa

Des remerciements chaleureux vont à ma binôme, Marwa. Merci, Marwa, pour ta collaboration sans faille, ton soutien constant, et les nombreuses heures de travail acharné et les nombreux moments toutes ces années que nous avons partagées. Ta présence et ton engagement ont été essentiels à la réussite de ce projet.



Zohra

Résumé

Cette étude vise à formuler et caractériser physico-chimique d' un savon naturel antiseptique à base d'huiles végétales naturelles, notamment l'huile d'olive et l'huile de noix de coco. Les objectifs principaux sont d'évaluer l'efficacité antiseptique, ainsi que de déterminer les propriétés physico-chimiques des savons synthétisés, telles que le pH, la dureté et la stabilité .L'évaluation de l'efficacité antiseptique des savons naturels a démontré que l'ajout de certains ingrédients naturels, tels que la curcumine et le réglisse, améliore significativement l'activité antimicrobienne des savons. Ces résultats suggèrent que les savons naturels enrichis en extraits végétaux peuvent offrir des avantages supplémentaires en termes de protection antimicrobienne, en plus de leurs propriétés nettoyantes Elle ouvre également la voie à de futures recherches visant à optimiser les formulations et à évaluer l'impact à long terme de ces produits sur la santé de la peau Les résultats montrent que le savon formulé possède des propriétés antimicrobiennes significatives, avec des zones d'inhibition observées lors des tests de sensibilité des bactéries pathogènes telles que *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Ces propriétés sont attribuées aux composés bioactifs présents dans les huiles d'olive et de noix de coco, connus pour leurs effets antimicrobiens et anti-inflammatoires. Les analyses physico-chimiques révèlent que le savon possède un pH neutre à légèrement alcalin, une dureté adéquate et une stabilité satisfaisante, répondant ainsi aux critères de qualité pour une utilisation quotidienne. L'utilisation d'huiles végétales naturelles présente de nombreux avantages, notamment une meilleure tolérance cutanée et un impact environnemental réduit par rapport aux savons conventionnels contenant des composés synthétiques. L'huile d'olive apporte des propriétés hydratantes et nourrissantes grâce à sa richesse en antioxydants et acides gras insaturés, tandis que l'huile de noix de coco contribue à la formation d'une mousse riche et onctueuse, renforçant l'effet antimicrobien. Les savons synthétisés semblent donc avoir une excellente rémanence

Mots clés : Savon ; Antiseptique; Huile d'olive ; Curcumine ; Liqourice ;

Abstract

This study aims to formulate and physicochemically characterize a natural antiseptic soap based on natural vegetable oils, specifically olive oil and coconut oil. The primary objectives are to evaluate the antiseptic efficacy and determine the physicochemical properties of the synthesized soaps, such as pH, hardness, and stability. The assessment of the antiseptic efficacy of natural soaps has demonstrated that the addition of certain natural ingredients, such as curcumin and licorice, significantly enhances the antimicrobial activity of the soaps. These results suggest that natural soaps enriched with plant extracts can offer additional benefits in terms of antimicrobial protection, in addition to their cleansing properties. This also paves the way for future research aimed at optimizing formulations and evaluating the long-term impact of these products on skin health. The results show that the formulated soap possesses significant antimicrobial properties, with inhibition zones observed during sensitivity tests against pathogenic bacteria such as *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. These properties are attributed to the bioactive compounds present in olive and coconut oils, known for their antimicrobial and anti-inflammatory effects. Physicochemical analyses reveal that the soap has a neutral to slightly alkaline pH, adequate hardness, and satisfactory stability, thereby meeting quality criteria for daily use. The use of natural vegetable oils offers numerous advantages, including better skin tolerance and a reduced environmental impact compared to conventional soaps containing synthetic compounds. Olive oil provides moisturizing and nourishing properties due to its richness in antioxidants and unsaturated fatty acids, while coconut oil contributes to the formation of a rich and creamy lather, enhancing the antimicrobial effect. The synthesized soaps thus appear to have excellent persistence.

Key words : Soap; Antiseptic; Olive oil; Curcumin; Licorice

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى صياغة وتوصيف فيزيائي-كيميائي لصابون طبيعي مطهر يعتمد على الزيوت النباتية الطبيعية، لا سيما زيت الزيتون وزيت جوز الهند. الأهداف الرئيسية هي تقييم الفعالية المطهرة، وكذلك تحديد الخصائص الفيزيائية-الكيميائية للصابون المُصنَّع، مثل الرقم الهيدروجيني، والصلابة، والاستقرار. أظهرت تقييمات الفعالية المطهرة للصابون الطبيعي أن إضافة بعض المكونات الطبيعية، مثل الكركمين و عرق السوس، تحسن بشكل كبير النشاط المضاد للميكروبات للصابون. تشير هذه النتائج إلى أن الصابون الطبيعي المدعوم بالمستخلصات النباتية يمكن أن يقدم فوائد إضافية من حيث الحماية المضادة للميكروبات، بالإضافة إلى خصائصه التنظيفية. تفتح هذه النتائج أيضاً الباب أمام أبحاث مستقبلية تهدف إلى تحسين الصيغ وتقييم التأثير طويل الأمد لهذه المنتجات على صحة الجلد.

تُظهر النتائج أن الصابون المُصنَّع يمتلك خصائص مضادة للميكروبات ملحوظة، مع مناطق تثبيط ملاحظة أثناء اختبارات الحساسية ضد البكتيريا الممرضة مثل **Staphylococcus aureus** و **Escherichia coli**. تُعزى هذه الخصائص إلى المركبات الحيوية النشطة الموجودة في زيوت الزيتون وجوز الهند، والمعروفة بتأثيراتها المضادة للميكروبات والمضادة للالتهابات. تكشف التحليلات الفيزيائية-الكيميائية أن الصابون يمتلك رقماً هيدروجينياً متعادلاً إلى قلوي قليلاً، وصلابة مناسبة، واستقراراً مُرضياً، مما يلبي معايير الجودة للاستخدام اليومي .

يوفر استخدام الزيوت النباتية الطبيعية العديد من المزايا، بما في ذلك تحمل جلدي أفضل وتأثير بيئي أقل مقارنة بالصابون التقليدي الذي يحتوي على مركبات صناعية. يوفر زيت الزيتون خصائص مرطبة ومغذية بفضل غناه بمضادات الأكسدة والأحماض الدهنية غير المشبعة، بينما يساهم زيت جوز الهند في تشكيل رغوة غنية وكثيفة، مما يعزز التأثير المضاد للميكروبات. يبدو أن الصابون المُصنَّع يتمتع بقدرة بقاء ممتازة.

الكلمات المفتاحية

صابون؛ مطهر؛ زيت الزيتون؛ الكركم؛ عرقسوس

Liste des tableaux

Chapitre I	
Chapitre II	
Tableau II-1	: Les calculs d'Indice de saponification des matières choisies36
Tableau II-2	: Tableau II.4 .Les résultats obtenus pour IA et A(%).....39
Tableau II-3	Les résultats obtenus sont rassemblés dans le.....41
Tableau II.4	:Taux d'humidité et des matières volatiles43
Tableau.II.5	: Rendement des Savons Synthétisés48
Tableau II.6	: Caractéristiques organoleptiques des savons préparé à froid.....48
Tableau. II.7	: Taux d'humidité des savons préparé à froid49
Tableau II.8	: Taux de mousse pour les quatre types du savon51
Tableau II.9	:Densité des quatre types des savons naturels54
Tableau II.10	: Caractérisation du savon préparé à chaud59
Chapitre III	
Tableau III-1	: Matériels utilisés lors de l'étude activité antiseptique65
Tableau III-2	:Références et origines des germes testés dans notre étude68

Liste des figures

Chapitres I	
Figure I.1	Savons liquides7
Figure I.2	Savons noir.....8
Figure I.3	Savons Dermatologique8
Figure I.4	Savons d’Alep.....9
Figure I.5	Savons de Marseille.....9
Figure I.6	Savon d’Azul e Branco noir.10
Figure I.7	Savon blanc.10
Figure I.8	Structure schématique d’un tensioactif.15
Figure I.9	Photos illustrant des huiles, à savoir a) huile d’olive ; b) huile de coco.16
Figure I.11	La photo illustrant de plante curcumine(Curcuma longa).....21
Figure I.12	La Liquorice, dérivée de la racine de la plante Glycyrrhiza glabra.....23
Chapitre II	
Figure II .1	Organigramme descriptif de la fabrication des savons naturels.....33
Figure II.2	Les étapes de la détermination de l’indice de saponification.....36
Figure II.3	Les étapes de la détermination d’indice d’acide38
Figure II .4	Etapes de la détermination de l’humidité.....43
Figure II.5	Les étapes de préparation du savon à froid.....47
Figure II.6	Photos des savons synthétisés après séchage pour la saponification à froid.....47
Figure II.7	Les étapes de détermination le Teneur en eau et en matière volatile des savons préparés à froid.....49
Figure II.8	Évaluation TM des Savons en milieu ;A)l’eau distillée, B) eau de robinet.....50
Figure II.9	TM des savons naturels préparés.52
Figure II.10	Mesure du pH des savons naturels préparés.....53
Figure II.11	Appareil de mesure de point de fusion SMP1055
Figure II.12	Le point de fusion des savons élaborés.....55
Figure II.13	Les étapes de synthèse du savon à chaud57
Figure II.14	Le les étapes de synthèse du savon à reflux.....58
Chapitre III	
Figure III.1	.Principe de la méthode de diffusion sur disque.....67
Figure III.2	La bactérie Staphylococcus aureus vue au microscope électronique et colorée artificiellement

.....	69
Figure III.3	.Photo prise au microscope électronique de la bactérie Escherichia Coli (appelée aussi colibacille ou E.Coli).....69
Figure III.4	.Les étapes de l'analyse d'activité antiseptique.....72
Figure III.5	.L'évaluation de l'efficacité antiseptique des Savons naturels Synthétisés (S1 ; S2 ;S3 ;S473

Liste des abréviations

pH : Potentiel d'Hydrogène

AG : Acide Gras

MG : Matière Gras

CG : Corps Gras

HO : Huile d'Olive

IA : Indice d'acide

A : Acidité

W : taux d'humidité

IS : Indice de saponification

IE : Indice d'ester

TM : Taux de mousse

D ; densité

R : Rendement

S : Savon

H : Hauteur

P_H: Prise d'essai d'huile

Eq: Equivalent gramme de NaOH.

AGL : Acides gras libres

PCA: Plate Count Agar.

Sommaire

Liste des tableaux	-
Liste des figures	-
Liste des abréviations	-
Introduction générale	2
CHAPITRE I	
Généralités sur la fabrication du savon	
I.1. Histoire du savon	5
I.2 .Définition du savon	5
I.2-1 Définition chimique du savon	6
I.3.Les différents types des savons	7
I.3.1. Savon suivant l'aspect ou la composition	7
I.3.2.Suivant la provenance géographique d'origine ou la couleur	9
I.3.3. Savon suivant l'usage	10
I.4.Les méthodes de fabrication du savon	11
I.4.1. Le procédé à chaud (Saponification à chaud)	11
I.4.2.Le procédé à froid (Saponification à froid)	11
I.4.3. La refonte ou "rebatch"	12
I.4.4. procédé à semi-chaud (industrielle)	12
I.5.Caractéristion d'un savon	12
I.6.Propriété physico-chimiques du savon	13
I.6.1 .Le pH du savon	13
I.6.2.Le point de fusion Le point de fusion	13
I.6.3.Le pouvoir mouillant	14
I.6.4.Le pouvoir moussant	14
I.6.5. Le pouvoir émulsifiant du savon dans l'eau	14
I.6.6. Le pouvoir dispersant	14
I.6.7.La teneur en eau (humidité)	15
I.6.8.Action moléculaire du savon	15
I.7.1. Formation des micelles	16
I.8. La fabrication de savon naturel à base de plantes	19
I.8.1. Propriétés et Avantages des Savons à Base de Plantes	19
I.8.2. Exemples d'Utilisation des Savons à Base de Plantes	20
1.9. Les plantes sélectionnées pour la fabrication de savon naturel	20
I.9.1.La Curcumine et ses Bienfaits pour la Peau	20
I.9.1.1.Composants Actifs de la Curcumine	21
I.9.1.2.Bienfaits pour la Peau	21
I.9.1.3.Utilisation dans les Produits de Soins de la Peau	22
I.9.2.La Liquorice (Régliasse) et ses Bienfaits pour la Peau	22
I.9.2.1.Composants Actifs de la Liquorice	23
I.9.2.2. Bienfaits pour la Peau	23
I.9.2.3. Utilisation dans les Produits de Soins de la Peau	24
I.9.3.Le Charbon Actif et ses Bienfaits pour la Peau	24
I.9.3.1 Propriétés du Charbon Actif	25
I.9.3.2 .Utilisation dans les Produits de Soins de la Peau	25
I.10.Contrôle de Qualité du Savon	26
I.11.Conditionnement et commercialisation du savon	26

Références bibliographiques	27
CHAPITRE II	
Procédés de synthèse des savons naturels et étude expérimentale	
II.1. Objective de travail	33
II.2. Matériels et produits chimiques utilisés dans cette étude	34
II.3. Caractérisation des corps gras	34
II.3.1. Caractéristique chimique	34
II.3.1.1. Indice de saponification	34
II.3.1.2. Indice d'acide et l'acidité	37
II.3.1.3. Indice d'ester (IE)	40
II.3.1.4. Teneur en eau et en matière volatile	42
II.4. Synthèse du savon	44
II.4.1. Les matières premières utilisées	44
II.4.2. Saponification à froid	46
II.4.2.1. Caractérisation physico-chimique des savons préparés à froid	49
II.4.2.1.1. Teneur en eau et en matière volatile	49
II.4.2.1.2. Taux de mousse TM (%)	50
II.4.2.1.3. pH des Savons préparés	53
II.4.2.1.5. Détermination le point de fusion	54
II.4.3. Saponification à semi-ébullition (à semi-chaud)	56
II.4.4. Saponification par ébullition complète (chauffage à reflux)	57
II.5. Caractérisation des savons préparés à chaud	58
Références bibliographiques	60
CHAPITRE III	
Evaluation de l'efficacité Antiseptique des Savons Naturels préparés, Etude microbiologique	
III. Évaluation de l'Efficacité Antiseptique des Savons Naturels Préparés	64
III. 1. Introduction	64
III.2. L'objectif	64
III.3. Matériels et Méthode Utilisés	65
II .3.1. Matériels et produits chimiques utilisés lors de cette étude	65
III. 2.2. Méthodologie	66
III .2.2.1. Méthode de diffusion de disque	67
III.3. Aperçu sur Les souches testées	68
III.5. Protocole détaillée	70
III .6. Expressions des Résultats.	72
Références bibliographiques	74
Conclusion générale	77
Annexes	80

Introduction générale

Introduction générale

La peau joue un rôle protecteur essentiel dans le corps humain. En raison de sa grande sensibilité, elle est exposée à divers facteurs tels que le climat, l'alimentation, les soins polluants et agressifs, ainsi qu'aux piqûres d'insectes. Il est donc nécessaire de l'entretenir en utilisant des savons adaptés. Grâce aux avancées scientifiques et technologiques, les savons modernes, en plus de leur fonction de nettoyage, intègrent des ingrédients aux propriétés spécifiques pour répondre à diverses exigences, comme l'hydratation, la protection de la peau et les propriétés antiseptiques. Dans ce contexte, les huiles végétales naturelles, telles que l'huile d'olive et l'huile de coco, présentent des avantages significatifs en raison de leurs caractéristiques chimiques et de leurs propriétés bénéfiques bien connues pour la peau.

Cette étude s'inscrit dans le contexte actuel où les consommateurs sont de plus en plus conscients des effets potentiellement nocifs des produits chimiques présents dans les produits d'hygiène conventionnels. En réponse à cette préoccupation croissante, la recherche s'oriente vers l'élaboration de produits cosmétiques et d'hygiène respectueux de l'environnement et de la santé humaine.

L'huile d'olive et l'huile de noix de coco ont été sélectionnées comme ingrédients principaux en raison de leurs propriétés antimicrobiennes bien documentées. Ces huiles sont riches en composés bioactifs tels que les acides gras saturés et insaturés, les polyphénols et les tocophérols, qui confèrent à ces huiles des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Par conséquent, l'utilisation de ces huiles dans la formulation d'un savon naturel antiseptique offre la possibilité de développer un produit efficace tout en minimisant l'impact sur l'environnement et la santé humaine.

La présence d'acides gras mono-insaturés et d'antioxydants dans l'huile d'olive est réputée pour ses vertus hydratantes, nourrissantes et régénératrices. Elle rend la peau douce tout en ayant des propriétés apaisantes. L'huile de coco, quant à elle, est célèbre pour sa forte concentration en acide laurique, ce qui confère au savon des propriétés naturelles antimicrobiennes et antifongiques. De plus, l'huile de coco favorise la création d'une mousse épaisse et stable, ce qui améliore l'expérience de l'utilisateur.

L'objectif principal de cette étude était de fabriquer des savons naturels antiseptiques à base d'huiles végétales naturelles (huile d'olive et huile de noix de coco) et de tester leur activité antiseptique ainsi que de caractériser leurs propriétés physico-chimiques. À cet effet, nous avons d'abord analysé les matières grasses utilisées. Ensuite, nous avons procédé à la

Introduction générale

préparation de quatre types de savon (savon pur, savon à la curcumine, savon à la réglisse, savon au charbon actif). Nous espérons commercialiser notre savon sur le marché.

Cette caractérisation approfondie permettra d'évaluer l'efficacité et la sécurité d'utilisation de ce savon naturel antiseptique, ouvrant ainsi la voie à son utilisation potentielle dans les soins de la peau et l'hygiène personnelle, tout en répondant aux exigences croissantes en matière de durabilité et de santé. Les savons naturels synthétisés seront soumis à une série d'analyses physico-chimiques pour évaluer leur efficacité et leur stabilité. Parmi les caractéristiques étudiées, on retrouvera le pH, la capacité moussante, ainsi que le point de fusion du savon. Des tests microbiologiques seront également conduits pour déterminer l'efficacité antiseptique des savons préparés contre deux souches bactériennes.

Ce mémoire comporte trois chapitres. Le premier chapitre est consacré aux généralités sur la fabrication du savon. Le deuxième chapitre présente les procédés de synthèse des savons naturels et l'étude expérimentale. Le dernier chapitre est consacré à l'évaluation de l'efficacité antiseptique des savons naturels préparés, l'étude microbiologique et la discussion des résultats obtenus. Ce travail est terminé par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I

Généralités sur la fabrication du savon



I.1. Histoire du savon

Le savon existe depuis longtemps, une recette de savon gravée dans une tablette de l'ancienne Babylone montre qu'il est connu depuis 2200 avant JC. Il existe aussi de preuves que les égyptiens utilisaient une substance similaire à du savon faites avec des graisses animales et végétales mélangées à des sels alcalins. Les romains de la Rome antique utilisaient une pommade pour leurs cheveux qui étaient similaire au savon, et il existe aussi des preuves de l'utilisation d'un produit semblable au savon dans la Chine antique.

Des documents islamiques du 12e siècle décrivent le procédé de fabrication du savon et dès le 13e siècle, cette fabrication était devenue industrielle dans le monde islamique, avec des centres de production à Naplouse, Fès, Damas et Alep. [1]

Il semble que ce soit à Alep, dans le nord de la Syrie, que fut vraiment créé, vers le VIIIe siècle, le premier savon dur végétale à base d'huile d'olive, proche de celui qui s'utilise encore aujourd'hui. La technique fut alors transmise par les arabes en Espagne, en Italie, puis à Marseille, dont le port devint le principal centre de transit du savon ainsi que des matières premières et parfum s'utilisées pour sa fabrication. La soude utilisée à l'époque provenait de cendres obtenues par la combustion de plantes comme la salicorne ou la fougère. [2]

Au 7ème siècle, un savon plus dur utilisé pour la lessive, est fabriqué à partir de la chaux. L'industrie du savon voit ses débuts sur les côtes de la Méditerranée : l'Italie, l'Espagne et surtout Marseille. Au Moyen Age, le savon est délaissé à cause des mœurs de l'époque. De nombreuses maladies (peste et syphilis entre autre) poussent en effet les gens à ne plus faire usage des bains publics de peur de la contamination.

Au XIXème siècle, la révolution industrielle amène les populations des villages vers les villes. Le savon alors réservé à l'industrie du textile se retrouve petit à petit dans les foyers urbains grâce à l'apprentissage de l'hygiène dès le plus jeune âge. L'utilisation de la douche et du savon devient dès lors chose fréquente. La santé publique s'améliore. [3]

A la fin du XIXe siècle, le savon est progressivement supplanté par les tensioactifs de synthèse dérivés du pétrole, sans pour autant disparaître des rayons de produits cosmétiques. [4]

I.2 .Définition du savon

Le savon est le produit de nettoyage le plus ancien; il est une matière moléculaire d'un produit chimique obtenu par la réaction entre un corps gras (comme une huile végétale ou une

graisse animale) et une base forte (comme l'hydroxyde de sodium, NaOH, ou l'hydroxyde de potassium, KOH). Cette réaction est connue sous le nom de saponification. Voici une définition plus détaillée. [6]

I.2.1 Définition chimique du savon

Le Savon est une substance résultant de la saponification des graisses et des huiles, composée principalement de sels de sodium ou de potassium d'acides gras. Les molécules de savon ont une structure amphiphile, ce qui signifie qu'elles possèdent une partie hydrophile (attirée par l'eau) et une partie hydrophobe (repoussée par l'eau mais attirée par les graisses et les huiles).

➤ Processus de saponification

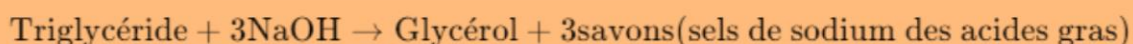
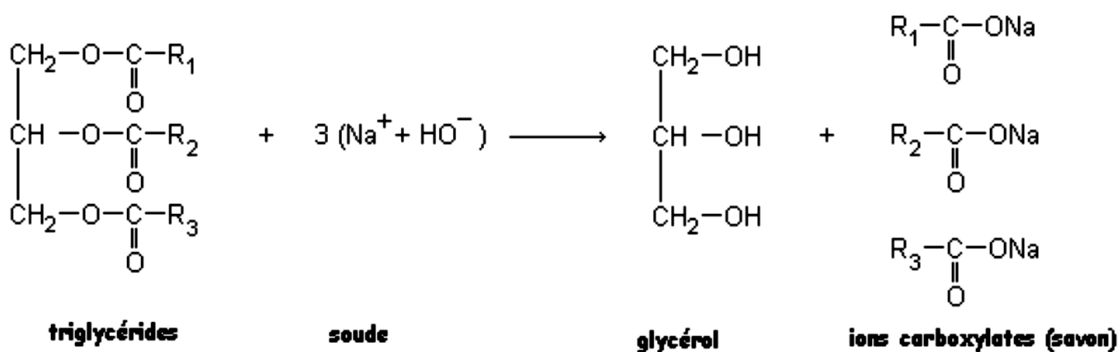
1. Triglycéride : Les graisses et les huiles sont des triglycérides, c'est-à-dire des esters formés à partir de glycérol et de trois acides gras.

2. Hydrolyse alcaline : Lors de la saponification, un triglycéride réagit avec une base forte (NaOH ou KOH).

3. Formation de savon et de glycérol : Le triglycéride est hydrolysé pour former du glycérol et des sels d'acides gras (le savon).

➤ Exemple de réaction de saponification

Pour un triglycéride contenant l'acide stéarique (un acide gras commun), la réaction avec l'hydroxyde de sodium peut être écrite comme suit :



➤ Structure moléculaire du savon

- Tête hydrophile : La partie polaire, souvent un groupe carboxylate ($-\text{COO}^-$) qui est attirée par les molécules d'eau.

- Queue hydrophobe : La longue chaîne hydrocarbonée non polaire qui est attirée par les huiles et les graisses.

➤ Propriétés et fonctionnement

Le savon fonctionne en émulsifiant les graisses et les huiles, ce qui permet de les dissoudre dans l'eau. Les molécules de savon forment des micelles autour des particules grasses, avec les queues hydrophobes à l'intérieur et les têtes hydrophiles à l'extérieur, ce qui permet de disperser les graisses dans l'eau et de les éliminer lors du rinçage. Par conséquent, chimiquement, le savon est un sel d'acide gras résultant de la saponification d'un triglycéride par une base forte.

I.3. Les différents types des savons

Il existe de nombreux types de savons qui se sont développés au cours de l'histoire jusqu'à nos jours, notamment les suivants :

I.3.1. Savon suivant l'aspect ou la composition

➤ Savon mou (liquide)

Un savon liquide est fabriqué à partir (d'un mélange de) hydroxyde de potassium et d'un corps gras. En Europe, les savons doux (savons bruns) sont traditionnellement fabriqués avec de l'huile de lin. Des procédés semi-thermiques sont souvent utilisés pour ce type de fabrication. [7]



Figure I.1: Savons liquides.

➤ **Savon noir**

D'après Caubergs (2006), le savon noir est un savon plus ou moins mou. Il est composé d'un mélange de pâte d'olive saponifiée, d'eau, d'huile d'olive et d'hydroxyde de sodium. Au Maroc, le savon noir provient principalement de la région d'Essaouira, située au sud du pays, sur la côte atlantique. Au Maghreb, ce savon est principalement utilisé comme produit de beauté. En effet, le savon noir Beldi est une pâte de gommage végétale et huileuse qui ne contient aucun grain. Il est fabriqué à partir d'un mélange d'huile et d'olives noires broyées et macérées dans du sel et de l'hydroxyde de sodium. Ce savon est riche en vitamine E, ce qui lui confère des propriétés hydratantes et purifiantes. Lorsqu'il est sous forme liquide, il est également utilisé comme détergent.[8]



Figure I.2: Savons noir.

➤ **Savon dermatologique**

Le savon dermatologique peut être soit un savon « surgras » enrichi avec des produits spécifiques destinés à protéger la peau (comme l'huile d'amande douce ou le beurre de karité), soit un savon « sans savon ». Dans ce dernier cas, ces pains dermatologiques ou syndets sont fabriqués à partir d'agents lavants de synthèse, contrairement au savon ordinaire, qui est le résultat d'une réaction entre un acide gras et une base comme la soude. Plus doux que le savon ordinaire, il dessèche moins la peau. [9]



Figure I. 3 : Savons Dermatologique.**➤ Savon antiseptique :**

Un savon antiseptique est une combinaison d'un détergent et d'un antiseptique. Il est particulièrement utile à utiliser avant d'appliquer un antiseptique seul. Le détergent présent dans ce type de produit optimise l'efficacité de l'antiseptique, qui est le principe actif. En effet, le détergent élimine les parasites et les impuretés qui pourraient souiller le produit. Le savon antiseptique est conçu pour éliminer ou inhiber la croissance des micro-organismes sur la peau. Contrairement aux savons ordinaires, les savons antiseptiques contiennent des agents antimicrobiens qui réduisent la présence de bactéries, de virus et d'autres pathogènes. [10,11]

I.3.2.Suivant la provenance géographique d'origine ou la couleur**➤ Savon d'Alep :**

Le savon d'Alep, le plus ancien savon syrien, est à base d'huile d'olive et d'huile de baies de laurier. [12]

**Figure I.4: Savons d'Alep.****➤ Savon de Marseille :**

Le savon de Marseille est préparé avec des huiles végétales et de la soude. Il comporte au moins l'équivalent de 72 % d'acides gras. [13]



Figure I.5: Savons de Marseille.

➤ **Savon d'Azul e Branco :**

L'Azul e Branco est un savon portugais comparable au savon de Marseille, mais de couleur Bleu et Blanc, comme la traduction de son nom l'indique. [12]

**Figure I.6: Savon d'Azul e Branco noir.**

➤ **Savon blanc :**

Le savon blanc Le Grand Larousse du XIXe siècle l'assimile au banal savon de Marseille ou aux différents savons de toilette. La couleur blanche indique qu'il s'agit d'un savon sodique, de teinte claire ou nettement moins sombre que les différents « savons noirs » à la potasse ou lessive potassique. Notons que l'industrie suisse a promu une fabrication de savon de toilette à partir de l'huile de tournesol, nommée savon blanc. [12]

**Figure I.7: Savon blanc.**

I.3.3. Savon suivant l'usage :

On distingue :

- **Savonnette** : ou savon de toilette : destiné à l'hygiène du corps.
- **Savon de ménage** : pour le nettoyage domestique.
- **Savon médical** : avec des apports désinfectants.

- **Savon dentifrice** : pour les soins de la bouche. [14]

I.4. Les méthodes de fabrication du savon

La fabrication du savon est un processus chimique ancien et complexe qui a évolué au fil des siècles pour répondre aux besoins variés de nettoyage et d'hygiène. Les méthodes de fabrication du savon ont été étudiées et perfectionnées par les chimistes et les artisans depuis des générations, conduisant à une diversité de techniques et de procédés utilisés dans la production de ce produit essentiel. Dans cette vue, nous explorerons plusieurs méthodes de fabrication du savon, en mettant l'accent sur leurs principes chimiques sous-jacents, leurs avantages et leurs limitations.

I.4.1. Le procédé à chaud (Saponification à chaud)

La méthode est similaire au procédé à froid, mais ici, la saponification est réalisée à 80°C environ pendant trois heures, avant l'ajout des additifs et le moulage. Les savons obtenus sont directement utilisables, car la saponification est complètement terminée à l'issue du processus, mais un temps de séchage est quand même nécessaire. Les additifs sensibles, comme les huiles essentielles par exemple, perdent moins leurs propriétés avec cette méthode, s'ils peuvent être intégrés à la pâte à une température n'excédant pas 50°C. La méthode à chaud possède donc certains avantages sur la méthode à froid, mais elle a également ses inconvénients : le savon produit est très difficile à mouler et présente souvent une texture plus grossière que son homologue réalisé à froid dont la texture est plus lisse. [15]

I.4.2. Le procédé à froid (Saponification à froid)

Cette méthode est complète : on part d'un mélange d'huiles, on ajoute la soude nécessaire et on saponifie à une température proche de la température ambiante. Les additifs et parfums sont ajoutés au cours même de la saponification, juste avant de verser dans les moules. Le savon obtenu par cette méthode doit murir au moins un mois avant d'être utilisé. Ce temps de maturation est souvent considéré comme indispensable pour terminer la saponification, mais il s'agit surtout d'une période de séchage au cours de laquelle le savon perdra entre 10 et 20% de son poids, qui s'accompagne d'une perte de poids de 10 à 20%. La saponification se termine durant la première semaine de cette période. Le processus de séchage peut être bien sur prolongé : le célèbre savon d'Alep est séché pendant 8 mois avant d'être commercialisé. [15]

I.4.3. La refonte ou "rebatch"

La méthode consiste à fondre une base de savon (souvent commerciale), puis à y ajouter des colorants et des parfums avant de la verser dans des moules. L'intérêt de cette technique est de permettre l'introduction d'additifs qui ne supportent pas les milieux très basiques, puisqu'ils sont ajoutés dans un savon déjà terminé et non pendant le processus de saponification. Ce procédé ne nécessite donc que des précautions lors de la refonte, celle-ci devant se faire au bain-marie et ne jamais directement dans un récipient placé sur une plaque chauffante, pour éviter que la température ne puisse monter au-delà de 100°C. Les savons fins obtenus par cette méthode nécessitent un long temps de séchage à cause de l'eau supplémentaire ajoutée lors de la refonte pour obtenir une pâte qui puisse être versée facilement dans des moules. [15]

I.4.4. procédé à semi-chaud (industrielle)

La saponification est aussi simple à réaliser :

- chauffer le (mélange de) corps gras à environ 55 à 70 °C ;
- ajouter (lentement et en petite portion au départ) la solution alcaline nécessaire à la
- saponification tout en remuant (la chaleur dégagée lors de la réaction peut provoquer
- un auto-échauffement du mélange au-delà de 90°C) ;
- laisser refroidir la masse à environ 60°C et y mélanger ensuite les produits auxiliaires ;
- couler le savon dans des moules pour refroidissement définitif (24 à 36 heures).

Les deux procédés mentionnés précédemment en raison de leur simplicité d'exécution et de la qualité du produit qu'ils peuvent générer sont très indiqués pour la fabrication de savons améliorés à l'échelle familiale et artisanale. [16]

I.5. Caractéristion d'un savon

L'examen des travaux d'éminents chercheurs tels que **Marc Donnez** fournit des informations cruciales sur les principales caractéristiques d'un savon, notamment sa capacité à mousser, à nettoyer, sa consistance, sa solubilité dans l'eau et la stabilité de sa mousse. Ces caractéristiques sont principalement influencées par la nature et la qualité des corps gras utilisés. La fabrication, le refroidissement, ainsi que les étapes d'affinage et de finition, sont tous des processus essentiels. L'art du savonnier réside dans sa capacité à mélanger les ingrédients pour obtenir un savon aux propriétés désirées. [15]

I.6. Propriété physico-chimiques du savon

Les savons commerciaux sont constitués de mélanges de sels de sodium ou de potassium et d'acides gras. Les caractéristiques de ces acides gras, telles que la longueur de leur chaîne carbonée et la présence éventuelle de doubles liaisons, influent significativement sur les propriétés du savon. Les doubles liaisons, en particulier, induisent une conformation spatiale qui peut conférer au savon une rigidité ou une mobilité spécifique. [17]

I.6.1 .Le pH du savon

Avec un pH d'environ 10, les savons sont nettement basiques et perturbent inévitablement l'équilibre acide de la peau, qui a un pH d'environ 5,5. Cependant, dans la pratique, il est rare de constater des irritations cutanées causées par cette alcalinité, car le pH de la peau se rétablit généralement rapidement, à quelques exceptions près. En revanche, les savons à base de dérivés du pétrole ont tendance à avoir un pH plus proche de celui de la peau. Cependant, ils peuvent également assécher la peau en raison de leur puissant pouvoir détergent, ce qui les rend finalement aussi "durs" à l'usage que les savons classiques.

La littérature publie plusieurs valeurs du pH de la peau, toutes dans la gamme acide mais avec un éventail s'étalant de pH 4 à 7. Les valeurs obtenues varient: [4]

- Selon le type de la peau : une peau sèche est plus acide qu'une peau grasse. Selon l'endroit de la mesure : le pH de la peau sous les aisselles est moins acide que sur d'autres zones.
- Selon que la peau a été soumise à des influences extérieures (nettoyée ou pas, par exemple). [4]

I.6.2. Le point de fusion Le point de fusion

Les recherches novatrices de P. JOHO ont permis de mieux comprendre le point de fusion des savons. Malgré la purification du sel d'acide gras, les savons demeurent relativement mal définis, avec des points de fusion variant de 200 °C à 250 °C, mesurés sur un banc Koffler. Le liquide résultant présente une transparence, sans opacité laiteuse. À basse température, la dispersion du savon dans l'eau liquide est difficile par agitation, sauf pour le lauréate de sodium, avec sa chaîne relativement courte en C11. La dispersion est facilitée à température élevée, produisant des eaux savonneuses claires et opalescentes. Dans un environnement basique, un pH optimal de 10 à 12 entraîne une hydrolyse partielle des acides gras et la libération d'ions basiques. Les solvants organiques tels que le benzène et le toluène présentent une dispersion très limitée. La formation de micelles inverses est moins énergétiquement

favorable. Le point de fusion des savons synthétisés est fortement influencé par la base utilisée lors de la saponification. [18]

I.6.3. Le pouvoir mouillant

L'eau savonneuse peut pénétrer les petits interstices de la surface en contact (des fibres de linge, l'assiette, la table, la peau...) plus efficacement que l'eau [19]

Voici quelques Facteurs influençant le pouvoir mouillant

- Concentration du savon : Une concentration plus élevée de savon augmente généralement le pouvoir mouillant.
- Température de l'eau : Une température plus élevée peut améliorer la capacité du savon à réduire la tension superficielle et à mouiller les surfaces.
- Dureté de l'eau : Les ions calcium et magnésium dans l'eau dure peuvent réduire l'efficacité du savon, diminuant ainsi son pouvoir mouillant.

I.6.4. Le pouvoir moussant

Il se forme un film d'ions carboxylate à la surface de l'eau de tension superficielle faible. Par agitation de l'eau savonneuse, des bulles d'air peuvent alors être emprisonnées. La mousse n'intervient pas en tant que telle dans le lavage mais, c'est un indicateur de la tension superficielle du liquide et donc de son pouvoir détergent. [17]

➤ Importance du Pouvoir Moussant

- Indicateur de Nettoyage : Pour de nombreux utilisateurs, la mousse est perçue comme un indicateur d'efficacité du nettoyage, bien que la quantité de mousse ne soit pas nécessairement corrélée à la capacité de nettoyage réelle du savon.
- Expérience Utilisateur : Une bonne mousse améliore l'expérience sensorielle de l'utilisateur, rendant le savon agréable à utiliser.

I.6.5. Le pouvoir émulsifiant du savon dans l'eau

En tant qu'agent tensioactif, le savon s'insère entre l'huile et les fibres du tissu, ce qui permet de diviser progressivement les corps gras et de former des micelles entourant de petites gouttes d'huile. Ce processus est connu sous le nom de pouvoir émulsifiant des détergents. [17]

I.6.6. La teneur en eau (humidité)

La teneur en eau, ou humidité, dans le savon est un facteur crucial qui influence plusieurs de ses propriétés et qualités. Sur la Texture et Dureté lorsque l'Humidité Élevée le savon avec une teneur en eau élevée tend à être plus mou et peut se dissoudre plus rapidement lorsqu'il

est utilisé. Et pour l'Humidité Faible qui est Un savon avec moins d'eau est plus dur et durable, ce qui le rend plus économique à long terme car il ne se dissout pas aussi rapidement. D'après la norme (ISO 672-1978) fixe un seuil de tolérance entre 13 et 16%. [20]

I.6.7. Action moléculaire du savon

Au niveau moléculaire, le savon se compose de molécules dites « bipolaires » ou « tensioactifs » (Figure I.8), contenant des ions carboxylates qu'on peut ranger en deux groupes :

- Celles formées par un groupe polaire hydrophile, c'est le groupe COO^- porteur d'une charge électrique négative.
- Celles formées par un groupe hydrophobe mais aussi lipophile c'est à dire non polaire et soluble aux substances organiques, avec une chaîne carbonée R provenant de l'acide gras et dont le nombre d'atomes de carbone est en général élevé. Dans la composition du savon, l'huile apporte la partie hydrophobe (ou non polaire) et la soude apporte la partie hydrophile (ou polaire.). [21]

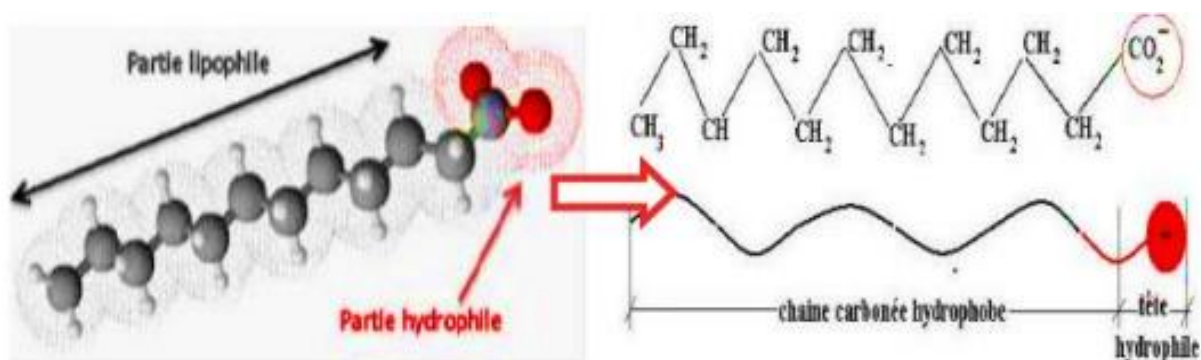


Figure I.8 : Structure schématique d'un tensioactif.

I.7. Matières premières pour la fabrication

La fabrication de savon requiert plusieurs matières premières essentielles, notamment :

➤ **Les Alcalis ou Lessives:**

- La soude caustique (hydroxyde de sodium) ou la potasse caustique (hydroxyde de potassium) sont utilisées pour saponifier les corps gras, transformant ainsi les huiles ou graisses en savon.

➤ **Les Corps Gras :**

- Les graisses et les huiles constituent la base du savon. Elles peuvent être d'origine végétale, animale ou synthétique, telles que l'huile d'olive, de coco, de palme, ou encore le saindoux.

➤ **Les Additifs :**

- Bien que facultatifs, les additifs tels que le sel, les colorants, les parfums et les charges peuvent être ajoutés pour améliorer les propriétés du savon ou lui conférer des caractéristiques spécifiques.

I.7.1. Les Huiles et Corps Gras Utilisés dans la Fabrication de Savon

Les huiles et les corps gras jouent un rôle essentiel dans la fabrication du savon. Ils déterminent non seulement les propriétés physiques et chimiques du savon, mais également ses effets sur la peau. Dans cette étude, notre choix s'est porté sur l'utilisation de deux huiles : l'huile d'olive et l'huile de noix de coco (**Figure I.12**). De plus L'huile d'olive et l'huile de noix de coco sont deux des huiles les plus couramment utilisées dans la fabrication de savon en raison de leurs propriétés uniques et complémentaires. L'huile d'olive apporte douceur et hydratation, idéale pour les peaux sensibles et sèches. [22], tandis que l'huile de noix de coco fournit une mousse riche et des propriétés nettoyantes robustes. En combinant ces huiles, les savonniers peuvent créer des produits équilibrés qui répondent à une variété de besoins de soin de la peau. Ces huiles, en plus d'offrir des avantages cosmétiques, jouent également un rôle crucial dans la performance chimique et physique du savon. [23,24]



Figure I.10: Photos illustrant des huiles, à savoir a) huile d'olive ; b) huile de coco.

I.7.1.1. La composition chimique des corps gras :

Sur la base d'études de **Walrand et al**, **Hennen G**, **Toutitou**, **Legrand**, **Roger**, **Graillet**, **Cuvelier et al**, nous avons conclu les points suivants :

- Les acides gras (AG) sont les principaux constituants des lipides ou des graisses corporelles, formés à partir d'une chaîne de carbones liés à des hydrogènes terminés par un groupe acide: COOH. Ce sont des monoacides aliphatiques (R-COOH), qui sont des chaînes non ramifiées avec un certain nombre de carbones dans les organismes mammifères, mais parfois affaiblis ou ramifiés dans les aliments. [25]
- Il existe deux classes d'acides: saturés et insaturés. [26]
- Les phosphatides sont des lipides structurels, composés d'un glycérol estérifié par deux acides et d'un acide aminé lié à un alcool. [27]
- Les insaponifiables sont des substances sans esters mais avec des composants complexes, y compris les styrols et les tocophénols. [28, 29]
- Les triacylglycérols sont des triples esters d'acides gras et de glycérine, représentant une réserve d'énergie hautement renouvelable chez les animaux. [30]

I.7.1.2. Caractéristiques chimiques:

❖ Indice d'acide « Ia » et acidité :

a) Définition :

Indice d'acide : Nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1 g de corps gras. [31]

Il mesure la quantité d'acides gras libres présents dans un échantillon, indiquant l'hydrolyse des triglycérides due à des facteurs tels que des conditions de traitement et de stockage inadéquates.

Acidité : est le pourcentage en gramme d'acides gras libres (pourcentage en gramme d'acide oléique).

❖ Indice de saponification :

a) Définition :

L'indice de saponification (IS) correspond au nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour saponifier les acides gras contenus dans un gramme de graisse. Cette valeur est tout d'autant plus que les acides gras sont de poids moléculaire inférieur. [32]

b) Principe :

Ebullition à reflux échantillon avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium, puis titrage de l'excès d'hydroxyde de potassium, par une solution titrée d'acide chlorhydrique [33]. L'indice de saponification est égal à :

$$I_S = \frac{(V_0 - V_1) \times C \times 56,11}{m}$$

Où :

V_0 : est le volume, en millilitres, de l'acide chlorhydrique, utilisé pour essai à blanc.

V_1 : est le volume, en millilitres, de l'acide chlorhydrique, utilisé pour la détermination.

C : est la concentration exacte, d'acide chlorhydrique.

m : est la masse, en grammes, de la prise d'essai.

❖ Indice d'ester :

L'indice d'ester (IE) d'un corps gras est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1g de corps gras. En particulier, l'indice d'ester est égal à l'indice de saponification pour les glycérides purs.

En pratique, cet indice n'est pas mesuré expérimentalement, mais il est plutôt déduit en faisant la différence entre l'indice de saponification () et l'indice d'acide (IA). [34]

$$IE = IS - IA$$

❖ Indice d'iode :

L'indice d'iode (II) mesure généralement le degré d'insaturation d'une graisse par démettant fin au nombre de grammes d'iode se liant aux doubles liaisons présentes dans 100 g de lipides. [35]

❖ Potentiel d'hydrogène :

Le potentiel hydrogène (PH) donne une indication de l'acidité ou de l'alcalinité du milieu, elle est déterminée à partir de la quantité d'ions hydrogène libres (H^+) contenus dans l'huile d'olive. [36]

I.8. La fabrication de savon naturel à base de plantes

La fabrication de savon naturel à base de plantes est une pratique ancestrale qui combine les connaissances botaniques et les techniques artisanales pour créer des produits de soin de la peau efficaces et respectueux de l'environnement. Les plantes apportent une multitude de bienfaits grâce à leurs propriétés thérapeutiques, hydratantes et nettoyantes. De plus les plantes offre une multitude de bénéfices pour la peau et l'environnement. En intégrant des ingrédients botaniques, ces savons non seulement nettoient et hydratent, mais apportent aussi des propriétés thérapeutiques variées, répondant à différents besoins de soin de la peau. Cette approche holistique et écologique fait des savons naturels un choix privilégié pour ceux qui cherchent à allier efficacité, sécurité et respect de l'environnement. [37,38]

I.8.1. Propriétés et Avantages des Savons à Base de Plantes

Voici une exploration approfondie de ce processus et de ses avantages

- **Hydratation** : Les plantes comme l'aloé vera et le beurre de karité apportent des propriétés hydratantes et nourrissantes.
- **Effets Apaisants** : Des herbes comme la camomille et la lavande aident à calmer les irritations cutanées et à réduire l'inflammation.
- **Nettoyage en Douceur** : Les ingrédients naturels sont moins susceptibles de provoquer des irritations comparés aux produits chimiques synthétiques.
- **Aromathérapie** : Les huiles essentielles non seulement parfument les savons, mais offrent aussi des bénéfices thérapeutiques comme la relaxation ou l'amélioration de l'humeur.
- **Exfoliation Naturelle** : Des ingrédients comme les graines de pavot et les flocons d'avoine offrent une exfoliation douce pour éliminer les cellules mortes de la peau.
- **Considérations Environnementales et Éthiques**
 - **Durabilité** : Les ingrédients naturels sont souvent renouvelables et produits de manière durable.
 - **Réduction des Déchets** : Les savons naturels sont généralement emballés de manière minimale et recyclable, réduisant ainsi l'empreinte écologique.
 - **Absence de Produits Chimiques Nocifs** : Les savons naturels ne contiennent pas de conservateurs synthétiques, de détergents agressifs ou de parfums artificiels, ce qui les rend plus sûrs pour l'environnement et les systèmes aquatiques.

I.8.2. Exemples d'Utilisation des Savons à Base de Plantes

Voici des exemples sur l'emploi du savon à base des plantes [39,40]

➤ **Extraits de Plantes et Herbes :**

- **Camomille** : Ses propriétés apaisantes et anti-inflammatoires en font un excellent choix pour les peaux sensibles.
- **Aloe Vera** : Connu pour son effet hydratant et cicatrisant, il est parfait pour les peaux sèches et irritées.
- **Calendula** : Réputé pour ses vertus réparatrices et anti-inflammatoires, idéal pour les peaux irritées et sensibles.
- **Argiles et Poudres de Plantes**
- **Argile Verte** : Utilisée pour ses propriétés absorbantes et purifiantes, elle est adaptée aux peaux grasses.
- **Charbon Actif** : Connu pour ses capacités détoxifiantes, il est parfait pour les peaux congestionnées.
- **Poudre de Curcuma** : Possède des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes, et ajoute une couleur dorée au savon.

➤ **Beurres et Huiles Végétales :**

- **Beurre de Karité** : Hydratant et nourrissant, il protège et répare les peaux sèches et abîmées.
- **Huile de Coco** : Appréciée pour ses propriétés hydratantes et antibactériennes, elle contribue à une mousse riche et crémeuse.
- **Huile d'Olive** : Hydratante et antioxydante, elle adoucit et nourrit la peau.

I.9. Les plantes sélectionnées pour la fabrication de savon naturel

D'après une revue de la littérature et une analyse des articles scientifiques, notre choix s'est porté sur la fabrication de savons à base de plantes, incluant la curcumine et la réglisse, ainsi que le charbon actif. Nous avons étudié leurs caractéristiques physico-chimiques et examiné leurs propriétés antiseptiques.

I.9.1. La Curcumine et ses Bienfaits pour la Peau

La curcumine est le principal composé bioactif du curcuma (*Curcuma longa*), une plante originaire d'Asie du Sud-Est. Elle est largement reconnue pour ses puissantes propriétés

antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes, ce qui en fait un ingrédient précieux dans les soins de la peau.[41,42]



Figure I.11: La photo illustrant de plante curcumine (*Curcuma longa*.)

I.9.1.1. Composants Actifs de la Curcumine

La curcumine appartient à la famille des curcuminoïdes et est responsable de la couleur jaune vif du curcuma. Ses principaux effets bénéfiques sur la peau sont attribués à sa capacité à moduler diverses voies biologiques.[43]

I.9.1.2. Bienfaits pour la Peau

❖ Antioxydant Puissant :

En tant qu'antioxydant, la curcumine neutralise les radicaux libres qui peuvent endommager les cellules de la peau. Elle protège ainsi la peau contre le vieillissement prématuré et les dommages causés par les UV. La curcumine stimule également la production d'antioxydants endogènes comme le glutathion. [44,45]

❖ Propriétés Anti-inflammatoires :

La curcumine est bien connue pour ses effets anti-inflammatoires puissants. Elle inhibe les médiateurs de l'inflammation comme les cytokines et les enzymes COX-2. Cette action est bénéfique pour les affections cutanées inflammatoires telles que l'acné, l'eczéma et le psoriasis.[46,43]

❖ Propriétés Antimicrobiennes :

La curcumine possède des propriétés antimicrobiennes qui aident à combattre les bactéries, les virus et les champignons. Cela est particulièrement utile pour traiter les infections cutanées et prévenir les poussées d'acné.[44]

❖ Éclaircissement de la Peau :

La curcumine inhibe la production de mélanine, ce qui aide à réduire l'hyperpigmentation et les taches sombres. Elle est efficace pour unifier le teint et améliorer la luminosité de la peau .[42,45]

❖ Cicatrisation des Plaies :

La curcumine accélère la cicatrisation des plaies en modérant la réponse inflammatoire et en favorisant la régénération cellulaire. Elle stimule également la production de collagène, essentielle pour la réparation des tissus cutanés.[42,45]

❖ Anti-cancer :

Des études ont montré que la curcumine peut inhiber la croissance des cellules cancéreuses de la peau en induisant l'apoptose (mort cellulaire programmée) et en inhibant la prolifération cellulaire.

I .9.1.3. Utilisation dans les Produits de Soins de la Peau

La curcumine est incorporée dans divers produits de soins de la peau tels que :

- **Produits pour l'Acné** : Pour ses propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires.
- **Lotions Éclaircissantes** : Pour unifier le teint et réduire les taches pigmentaires.
- **Masques et Gommages** : Pour ses effets antioxydants et purifiants.
- **Crèmes et Sérums Anti-inflammatoires** : Pour apaiser et réduire l'inflammation

En résumé, la curcumine, avec ses multiples propriétés bénéfiques, est un ingrédient précieux dans les soins de la peau. Ses effets anti-inflammatoires, antioxydants, antimicrobiens et éclaircissants en font une option idéale pour traiter et prévenir divers problèmes cutanés. L'intégration de la curcumine dans les routines de soins peut améliorer la santé de la peau, la rendre plus lumineuse et la rendre plus résistante aux agressions extérieures.

I .9.2. La Liquorice (Réglisse) et ses Bienfaits pour la Peau

La Liquorice (réglisse), dérivée de la racine de la plante *Glycyrrhiza glabra*, est une herbe médicinale ancienne largement utilisée dans les pratiques de soins de la peau. Grâce à ses composés bioactifs, la réglisse offre une multitude de bienfaits dermatologiques, allant de la réduction de l'inflammation à l'éclaircissement de la peau. [47,48]



Figure I.12: La Licorice, dérivée de la racine de la plante *Glycyrrhiza glabra*.

I.9.2.1. Composants Actifs de la Licorice

Les principaux composés bioactifs de la racine de réglisse incluent :

- **Glycyrrhizine:** Un triterpénoïde aux propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes.
- **Glabridine :** Un isoflavonoïde connu pour ses effets dépigmentants et antioxydants.
- **Liquiritine :** Un flavonoïde qui contribue à l'éclaircissement de la peau.
- **Licochalcone A:** Un composé ayant des propriétés antibactériennes et anti-inflammatoires.

I.9.2.2. Bienfaits pour la Peau

- **Effets Anti-inflammatoires**

- La glycyrrhizine et la licochalcone A sont particulièrement efficaces pour réduire les rougeurs et l'inflammation de la peau. Elles inhibent les médiateurs pro-inflammatoires, ce qui peut être bénéfique pour les peaux sujettes à des conditions comme l'eczéma et la rosacée.[47,49]

- **Propriétés Antioxydantes**

- La réglisse contient des antioxydants puissants qui aident à neutraliser les radicaux libres, protégeant ainsi la peau des dommages causés par les UV et d'autres facteurs environnementaux. Ces antioxydants préviennent également le vieillissement prématuré de la peau.[49]

- **Éclaircissement de la Peau**

- La glabridine et la liquiritine sont des agents éclaircissants naturels. Elles inhibent l'enzyme tyrosinase, responsable de la production de mélanine, ce qui réduit l'hyperpigmentation et les

taches sombres. Cela rend la réglisse particulièrement utile pour les traitements des taches de vieillesse, des cicatrices d'acné et des troubles de pigmentation.[50]

- **Effets Antibactériens et Antifongiques**

- **Licochalcone A** et d'autres composés de la réglisse possèdent des propriétés antibactériennes et antifongiques. Ils peuvent aider à traiter les infections cutanées mineures et prévenir l'acné en inhibant la croissance des bactéries responsables de cette condition.[48]

- **Hydratation et Apaisement**

- La réglisse a des propriétés hydratantes et apaisantes, ce qui peut être bénéfique pour les peaux sèches et irritées. Elle aide à maintenir l'équilibre hydrique de la peau, la laissant douce et souple.[51]

I .9.2.3. Utilisation dans les Produits de Soins de la Peau

La réglisse est souvent incorporée dans divers produits de soins de la peau, tels que :

- **Crèmes et Sérums Éclaircissants:** Pour réduire l'hyperpigmentation et unifier le teint.
- **Lotions et Gels Anti-inflammatoires :** Pour apaiser les peaux irritées et réduire les rougeurs.
- **Nettoyants et Toners :** Pour ses propriétés antibactériennes et purifiantes.
- **Masques et Exfoliants:** Pour éclaircir et revitaliser la peau.
- En résumé .La liquorice (réglisse) est un ingrédient précieux dans la formulation de produits de soins de la peau en raison de ses multiples bienfaits. Ses propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes, éclaircissantes et antibactériennes en font un choix idéal pour traiter divers problèmes de peau tout en offrant des effets apaisants et hydratants. L'intégration de la réglisse dans les routines de soins peut contribuer à une peau plus saine, plus lumineuse et plus uniforme.

I .9.3. Le Charbon Actif et ses Bienfaits pour la Peau

Le charbon actif, également connu sous le nom de charbon activé, est un matériau poreux dérivé de matières organiques telles que le bois, la coque de noix de coco ou le charbon de bois. Utilisé depuis des siècles pour ses propriétés absorbantes et purifiantes, le charbon actif est devenu un ingrédient populaire dans les produits de soins de la peau en raison de ses nombreux bienfaits.[52, 53]

I.9.3.1. Propriétés du Charbon Actif

Le charbon actif est caractérisé par les propriétés suivantes qui en font un ingrédient polyvalent dans les soins de la peau :

1. **Adsorption** : Le charbon actif a une structure poreuse qui lui permet d'adsorber les impuretés, les toxines et les excès de sébum présents à la surface de la peau.
2. **Détoxification** : Il aide à éliminer les substances nocives et les polluants qui peuvent obstruer les pores et causer des problèmes de peau tels que l'acné et les points noirs.
3. **Contrôle du Sébum** : En absorbant l'excès de sébum, le charbon actif aide à réguler la production de sébum, ce qui peut réduire la brillance et la formation de boutons.
4. **Exfoliation Douce** : Les particules fines de charbon actif peuvent agir comme un agent exfoliant doux, éliminant les cellules mortes de la peau et révélant un teint plus lumineux et plus uniforme.
5. **Antibactérien** : Le charbon actif possède des propriétés antibactériennes qui aident à éliminer les bactéries responsables de l'acné et d'autres affections cutanées.
6. **Apaisement** : Il peut soulager l'inflammation et les irritations cutanées, procurant ainsi un soulagement aux peaux sensibles ou sujettes aux rougeurs.

I.9.3.2. Utilisation dans les Produits de Soins de la Peau

Le charbon actif est incorporé dans une variété de produits de soins de la peau, notamment :
[52]

- **Nettoyants pour le Visage**: Pour éliminer les impuretés et détoxifier la peau.
- **Masques Purifiants** : Pour désobstruer les pores et réduire l'apparence des imperfections.
- **Exfoliants Doux** : Pour éliminer les cellules mortes de la peau et favoriser le renouvellement cellulaire.
- **Savons et Gels Douche** : Pour une action nettoyante et purifiante sur tout le corps.
- **Patches Anti-points Noirs** : Pour extraire les points noirs et resserrer les pores.

En résumé. Le charbon actif est un ingrédient polyvalent et efficace dans les produits de soins de la peau, offrant une gamme de bienfaits allant de la purification à l'apaisement. Son utilisation régulière peut aider à maintenir une peau saine, propre et équilibrée, en particulier pour les personnes sujettes à l'acné et aux imperfections cutanées.

I.10. Contrôle de Qualité du Savon

Le contrôle de qualité est essentiel dans la fabrication du savon pour garantir que le produit final est sûr, efficace et agréable à utiliser. Les paramètres couramment évalués comprennent :

- pH : Mesure de l'acidité ou de l'alcalinité du savon, idéalement entre et 9.5 pour les savons naturels.
- Teneur en humidité : Influence la dureté et la durée de vie du savon.
- Stabilité de la mousse: Capacité à produire et maintenir une mousse abondante.
- Consistance et texture : Affectent l'expérience d'utilisation et la dissolution du savon.

En intégrant des ingrédients naturels et en maintenant des normes rigoureuses de contrôle de qualité, les fabricants peuvent produire des savons qui non seulement nettoient efficacement, mais offrent également des bienfaits thérapeutiques pour la peau.

I.11. Conditionnement et commercialisation du savon

Plusieurs éléments peuvent influencer le conditionnement et la commercialisation des savons, tels que le marché visé, le type de savon, les préférences des consommateurs et les objectifs marketing de la marque. Les aspects suivants sont à distinguer :

- **Emballage** : On peut emballer le savon de manière individuelle ou en lot. Le packaging peut être fabriqué à partir de papier, de plastique, de carton ou de contenants réutilisables. Le but est de préserver le savon des dégâts, de la contamination et de l'humidité, tout en fascinant les consommateurs grâce à un design séduisant.
- **Taille et forme** : Les savons peuvent être disponibles dans différentes tailles et formes, allant des barres standard rectangulaires aux formes plus originales et artistiques. Les tailles et formes peuvent être adaptées aux besoins spécifiques des consommateurs, tels que les voyages ou les cadeaux. (not sure about it)
- **Étiquetage** : Les étiquettes des savons fournissent des informations importantes telles que les ingrédients, les instructions d'utilisation, les précautions, les certifications (comme biologique, cruelty-free, etc.) et parfois des anecdotes sur la marque ou le produit. L'étiquetage peut également inclure des éléments visuels pour mettre en valeur les caractéristiques du savon

Références bibliographiques

- [1] Mixon, K. (2014). Glossary of Soap Terms Related to Soap and the Process of Making Soap. Natural-soap-directory.com. Récupéré le 11 Août 2014, sur <http://www.naturalsoapdirectory.com/soap-terms.html>.
- [2] (Ebook_[Savon Artisanal] Auteur_G. Waterval) .
- [3] NICOLAS, H., DANINA, L., OMAR, E., 2011. Service de chimie et physicochimie organiques. "Printemps des Sciences", Bruxelles.
- [4] G. WATERVAL, « Savon Artisanal. GNU Free Documentation », p. 1-20 ,2011.
- [5] Libbey J. (2004). Progrès en dermato-allergologie. 4emeEdition à Lille.P206.
- [6] Boulkras N. (2010). Chimie organique expérimentale.OP4. 2013
- [7] Caubergs, L. (2006). Aspects techniques , économiques et sociaux. Atol, 1–83
- [8] CAUBERGS, L, 2006. La fabrication du savon : Aspects techniques, économiques et sociaux. Ed ATOL, Leuven sestraat 5/1, 3010 Leuven, Belgique.
- [9] VIRBEL-ALONSO, C, 2013. Savon de Marseille et autres savons naturels : Un concentré de bienfaits pour votre maison et votre bien-être. France, Eyrolles, ISBN : 978-2-212-55510-3.
- [10] Bloomfield, S. F., et al. (2007)**. "Antimicrobial handwashing products: their role in infection control." *Journal of Hospital Infection*, 65(2), 101-108.
- [11] Larson, E. (1999)**. "Skin hygiene and infection prevention: more of the same or different approaches?" *Clinical Infectious Diseases*, 29(5), 1287-1294.
- [12] F. CLOAREC. « L'Âme du savon d'Alep », éd. Noir sur Blanc, 2013
- [13] P. BOULANGER, « Le Savon de Marseille », Équinoxe-carrés de Provence, Barbentane, 1999
- [14] Puyvelde. (2009).Le savon.
- [15] Donnez M., 1993. La production du savon. Centre du développement industriel, Bruxelles, Belgique. p. 1-50.
- [16] Kone S. (2000). Fabrication de savons améliorés GATE Technical Information Ff

- [17] J. PORE, « Émulsions, microémulsions, émulsions multiples, Éditions techniques des industries des corps gras », Neuilly,1992.
- [18] P. JOHO, « Les graisses. Ed : Paul Emile Victor : maintenance et environnement », 2007.
- [19] SPITZ, L, 2009. Soap manufacturing technology, AOCS Press, Urbana (Ill.), p. 474
- [20] la norme (ISO 672-1978
- [21] S. BESSON, « Propriétés adhésives Entre deux bulles de savon », Thèse de doctorat, l'université pierre et marie curie, Paris, France, p. 1-144, 2007.
- [22] Al-Khuzai, N. et al.(2017) . The role of olive oil in the treatment of skin diseases: A review of the literature" Journal of Cosmetic Dermatology
- [23] Lopez-Miranda, J. et al.(2018)."Olive oil compounds: Molecular mechanisms of their therapeutic role in inflammatory diseases" European Journal of Lipid Science and Technology.
- [24] DebMandal, M., & Mandal, S(2019)."Coconut oil and its remarkable therapeutic properties ,Journal of Natural Medicines.
- [25] Walrands. (2010).Nutrition clinique et métabolisme. Page: 6-24.
- [26] HENNEN G. Les matériaux biologiques de base. In: Hennen G., Biochimie 1ercycle. Dunod : Paris, 1995
- [27] (Legrand, 2007),
- [28] (Roger, 1974),
- [29] Graillet (2003)
- [30] Cuvelier,C.,Cabaraux,J.F.,Dufrasne,I.,Hornick,J.L.,Istasse,L.(2004).Acidesgras
- [31] JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 68, 16 décembre 2012
- [32] Afnor (1978) Recueil des Normes françaises des corps gras. Graines oléagineuses produits dérivés. Ed.Paris.

- [33] J. P. POISSON, M. NARCE. Corps gras alimentaires : aspects chimique, biochimique et nutritionnels. In : lipides et corps gras alimentaires Ed : Tec & Doc, Lavoisier, paris, 2003.
- [34] K. NOVIDZRO, K. WOKPOR, B. AMOUSSOU FAGLA, K. KOUDOUVO, K. DOTSE, E. OSSEYI, K. KOUMAGLO1, « Etude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de Griffonia simplicifolia », 01BP 1515 Lomé 01, Togo ,2019, P2363 .
- [35]Lion, P.H. (1955) Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris.
- [36] Audigie, C.L., Dupont, G. and Zouszain, F. (1984) Principes des méthodes d'analyse biochimique. Volume 1. Ed. Doin, 136-155.
- [37] Smith, A. J. (2016). The Impact of Natural Additives on Soap Quality. Master's Thesis, University of Natural Sciences.
- [38] Jones, L. K. (2020). Herbal Extracts in Natural Soap Making: Benefits and Applications. Doctoral Dissertation, School of Cosmetic Science, University of Green Valley.
- [39] Cornelius, J. A., & Hooper, P. (2018). "The Role of Natural Ingredients in Modern Soap Formulations". Cosmetic Science Journal, 10(3), 250-267.
- [40]Wang, J., & Kan, C. (2020). "Effects of Natural Additives on Soap Quality". International Journal of Cosmetic Science, 42(1), 1-10
- [41] Aggarwal, B. B., et al. (2013). The Molecular Targets and Therapeutic Uses of Curcumin in Health and Disease. Springer Science & Business Media
- [42] Kulac, M., et al. (2013). "The effects of curcumin on wound healing in a burn model". Journal of Molecular Histology, 44(1), 83-90.
- [43] Panahi, Y., et al. (2012). "Curcumin downregulates multiple inflammatory pathways and reduces inflammation in patients with osteoarthritis: a randomized controlled trial". Phytotherapy Research, 28(11), 1625-1632
- [44] Kumar et al. (2023).Emerging therapeutic potential of curcumin in the management of dermatological diseases: an extensive review of drug and pharmacological activities ,Future Journal of Pharmaceutical Sciences 9:42
- [45] Smith, J. L. (2020). Curcumin and Its Applications in Skin Care. Doctoral Dissertation, School of Medicine, Harvard University.

[46] Ali, B. H., et al. (2008). "Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*". *Phytotherapy Research*, 22(4), 359-373.

[47] Reuter, J., Jocher, A., Stumpf, C., & Schempp, C. M. (2010). "Investigation of the anti-inflammatory potential of a lipophilic liquorice extract in human skin". *Phytotherapy Research*, 24(2), 290-294.

[48] Singh, R. P. (2016). *The Therapeutic Potential of Glycyrrhiza Glabra (Licorice) in Dermatological Conditions*. Master's Thesis, Department of Dermatology, University of Rajasthan

[49] Zeng, H., Zhang, T., Liu, F., Zhou, L., Yao, Z., & Zhang, X. (2017). "Glycyrrhizic acid exerts a protective effect against UVB radiation in human melanocytes". *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 175, 244-251

[50] Yokota, T., Nishio, H., Kubota, Y., & Mizoguchi, M. (1998). "The inhibitory effect of glabridin from licorice extracts on melanogenesis and inflammation". *Pigment Cell Research*, 11(6), 355-361.

[51] Liu, Y. (2020). *The Impact of Herbal Extracts on Skin Health and Disease*. Doctoral Dissertation, School of Medicine, Peking University.

[52] Lee, K. C., et al. (2017). "Review of activated charcoal poultice for wound healing and skin rejuvenation". *Journal of Drugs in Dermatology*, 16(1), 78-82

[53] Draelos, Z. D., et al. (2018). "Activated charcoal as an adjuvant for the topical treatment of acne: A review of the literature". *Clinical Cosmetic and Investigational Dermatology*, 11,

Ressources en Ligne : 1.10.2

Faiola, A. M. How to Use Herbs in Soap Making. Soap Queen Blog.

Nature's Garden. Herbal Soap Making Tips and Tricks. Nature's Garden Blog.

<https://fjps.springeropen.com/articles/10.1186/s43094-023-00493-1>

https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=les+bact%C3%A9rie++que+l%27on++pr%C3%A9dire++pour+activit%C3%A9+antiseptique+sur+le+savon&btnG=

https://www.google.com/search?gs_ssp=eJz4tTP1TcwzI7PSDZg9BK8sfPGxptNCjeW32y5sflmx43NAL7FD0k&q=%D8%B9%D8%B1%D9%82+%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%8

[8%D8%B3&rlz=1C1OKWM_frDZ1040DZ1040&oq=&aqs=chrome.4.35i39i36214j46i39i362j35i39i362l3.301635969j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.questionsanswered.net/article/how-treat-dry-skin?utm_content=params%3Aad%3DdirN%26qo%3DserpIndex%26o%3D740012%26ag%3Dfw10&ueid=481C481E-0D68-4B94-919C-1DFFD2968068)

https://www.questionsanswered.net/article/how-treat-dry-skin?utm_content=params%3Aad%3DdirN%26qo%3DserpIndex%26o%3D740012%26ag%3Dfw10&ueid=481C481E-0D68-4B94-919C-1DFFD2968068

<https://www.frulabeauty.com/blogs/ingredients/licorice-extract-for-skin-benefits-and-how-to-use>

<https://asianbeautyessentials.com/blogs/the-idol-beauty-blog/6-licorice-root-benefits-for-skin>

Chapitre II :

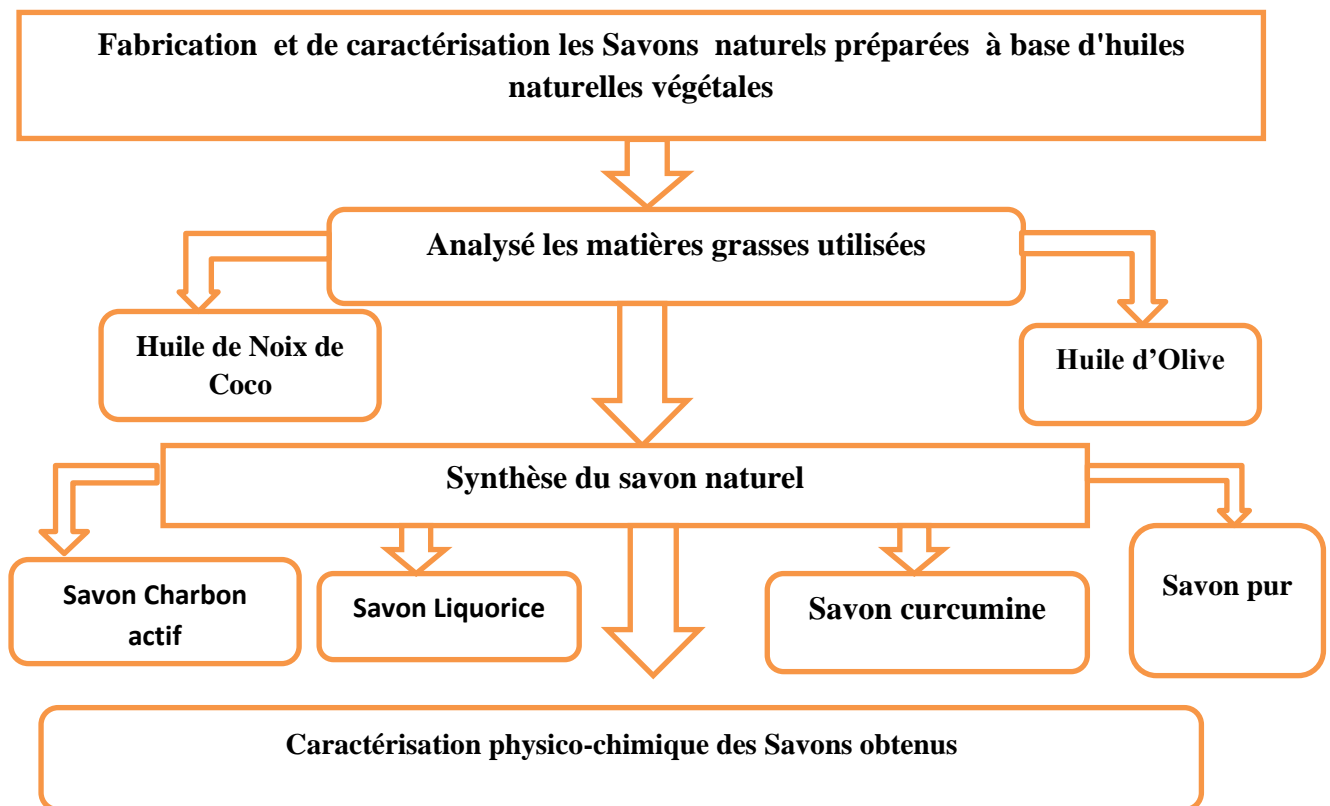
Procédés de synthèse
des savons naturels et
étude expérimentale

Ce chapitre est consacré à la description des différents procédés de la synthèse des savons que utilisés dans les expériences. Ainsi qu'à la présentation détaillée des méthodes et techniques expérimentales employées tout au long de ce travail.

II.1.Objective de travail

La partie expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire de Génie des Procédés de la Faculté des Sciences et Technologies, ainsi qu'au laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Ghardaïa (Algérie). Notre objectif était de fabriquer et de caractériser des savons à base d'huiles naturelles végétales. À cet effet, nous avons d'abord analysé les matières grasses utilisées. Ensuite, nous avons procédé à la préparation de quatre types de savon (savon pur, savon à la curcumine, savon à la réglisse, savon au charbon actif) par deux méthodes (saponification à froid et saponification à chaud). Enfin, nous avons étudié leurs propriétés physico-chimiques et leur activité antiseptique. Après toutes ces analyses, nous espérons commercialiser notre savon sur le marché.

La méthodologie de ce travail est décrite dans l'organigramme suivant (Figure II.1):



FigureII.1 : Organigramme descriptif de la fabrication des savons naturels

II .2.Matériels et produits chimiques utilisés dans cette étude

Le Matériel utilisés pour la réalisation de ce travail est :

- Balance analytique
- Appareil pour mesurer de point fusion
- Etuve de marque « memmert »
- Dessiccateur
- Montage a reflux
- Buchner
- Agitateur magnétique et plaque chauffante
- Bain-marie avec affichage numérique de marque

Et pour les produits chimiques :

- Hydroxyde de sodium
- Ethanol
- Hydroxyde de potassium
- Charbon actif
- Huile de coco
- Huile d'olive
- Curcuma
- Liquorice

II.3.Caractérisation des corps gras

II.3.1.Caractéristique chimique :

Les indices physico-chimiques qui caractérisent la matière grasse sont déterminés selon les méthodes normalisées d'analyses physico-chimiques de corps gras

❖ II.3.1.2.Indice de saponification :

L'indice de saponification est un facteur crucial dans la préparation du savon car il détermine la quantité précise d'alcali nécessaire pour convertir une quantité donnée de matière grasse en savon. Cet indice, exprimé en milligrammes de potassium hydroxyde (KOH) requis pour saponifier un gramme de graisse ou d'huile, permet de garantir que la réaction de saponification est complète et que le savon produit est de haute qualité. Un indice de saponification précis assure non seulement la conversion complète des acides

Chapitre II: Procédés de synthèse des savons naturels et étude expérimentale

gras en sels de savon mais aussi l'absence d'excès d'alcali libre, ce qui pourrait rendre le savon irritant pour la peau.

• Principe

Le principe consiste à l'ébullition à reflux d'échantillon contenant l'huile avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium pendant une heure, puis titrage de l'excès d'hydroxyde de potassium, par une solution titrée d'acide chlorhydrique. Un essai à blanc (sans matière grasse) est réalisé dans les mêmes conditions.[1,2]

• Mode opératoire :

1. Peser $2\text{g} \pm 5\text{mg}$ d'échantillon.
2. Ajouter, à la prise d'essai 25 ml de la solution éthanolique d'hydroxyde de potassium (0.5N). Relier le réfrigérant à reflux et faire bouillir doucement, en agitant de temps en temps, pendant 60 minutes.
3. Ajouter, à la solution chaude, de 0,5 de la solution de phénolphaléine (1%) et titrer avec l'acide chlorhydrique (0.5 N) jusqu'à disparition de la couleur rose de l'indicateur.
4. Préparer le blanc dans les mêmes conditions.

✚ Essai à blanc

Nous avons réalisé un essai à blanc en suivant le même protocole opératoire, mais en absence de la matière grasse [1,2]. Ces étapes sont illustrées dans la **Figure II.2**.

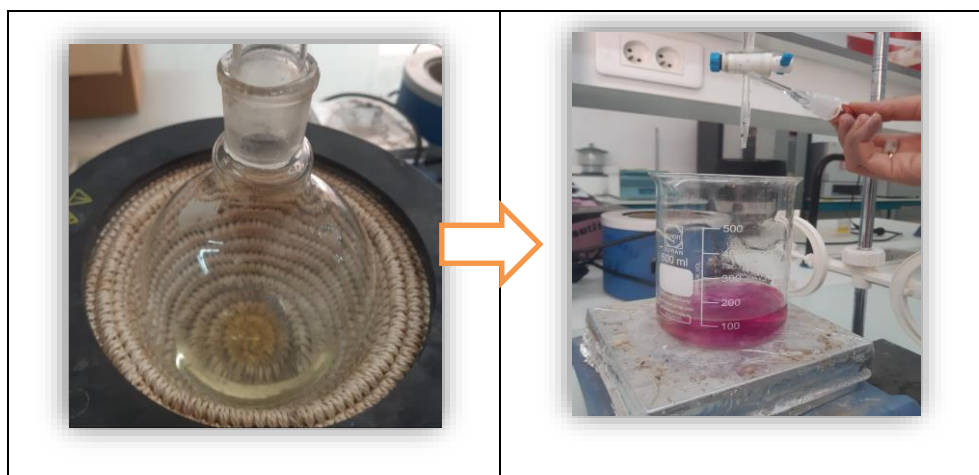




Figure II.2 : Les étapes de la détermination de l'indice de saponification

L'indice de saponification a été calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Indice de saponification} = \frac{(V_0 - V_1) \times N_{HCl} \times Eq}{PH}$$

Où

V₀: Volume de HCl en ml utilisé pour l'essai à blanc;

V₁: Volume de HCl pour l'échantillon;

PH: Prise d'essai d'huile ;

N_{HCl}: Normalité d'HCl (0,5N);

Eq: Equivalent gramme de NaOH.

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau II.1. La conversion entre IS (KOH) et IS (NaOH) se fait de la manière suivante :

$$IS_{NaOH} = \frac{M_{NaOH}}{M_{KOH}} \times IS_{KOH} = 0,713 \times IS_{KOH}$$

Tableau II.3 : Les calculs d'Indice de saponification des matières choisies

	V1	IS « KOH »	IS « NaOH »
Huile d'olive	5,4	190.74	135.997
Huile de coco	1,6	244.035	173.996
Essai blanc	19	/	/

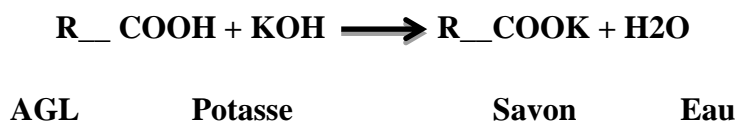
D'après ces résultats, on remarque que, la valeur obtenue pour l'indice de saponification de l'huile d'olive est en bon accord avec les valeurs fixées par codex standard 33-1981 variant entre 184 et 196mg KOH/g et pour l'huile de coco proche le normes codex standard qui varient entre 248 et 265mgKOH/g [3].En côté pratique, connaître l'indice de saponification des matières grasses utilisées permet aux fabricants de formuler des recettes équilibrées et de prédire les propriétés finales du savon, telles que la dureté, la capacité moussante et la douceur. Par exemple, les huiles avec des indices de saponification plus élevés tendent à produire des savons plus durs, tandis que celles avec des indices plus bas produisent des savons plus doux et plus hydratants. **Selon Perry et Green[4]**, l'indice de saponification est un paramètre essentiel dans l'industrie de la fabrication de savon, influençant directement la qualité du produit final. Le respect de cet indice permet de maintenir des standards de qualité élevés et de répondre aux attentes des consommateurs en termes de performance et de sécurité des produits. Par conséquent, l'indice de saponification est essentiel pour garantir une production de savon efficace, économique, de haute qualité et sécuritaire.

II.3.1.2. Indice d'acide et l'acidité

1. Quantification des acides gras libres /Indice d'acide

Bien que La quantification des acides gras libres (L'indice d'acide) permet de déterminer la quantité d'acides gras libres présents dans une huile ou une graisse. Les acides gras libres peuvent affecter la qualité du savon produit, notamment sa dureté, son pouvoir moussant, et sa stabilité.

- ✓ **Optimisation du processus de saponification** : En connaissant l'indice d'acide, les savonniers peuvent ajuster la quantité de soude caustique nécessaire pour neutraliser les acides gras libres avant la saponification. Cela assure une réaction complète et minimise le risque d'un excès de soude, qui pourrait rendre le savon caustique et irritant pour la peau.
- **Principe de méthode expérimentale:** Le principe de cette analyse consiste à mettre, en solution une quantité connue d'huile dans l'alcool puis à effectuer un titrage des acides gras libres, par une solution de NaOH (0,25N) à chaud en présence de phénophtaléine aussi selon la réaction suivante :



• **Mode opératoire**

1. Dissoudre 2 g de prise d'essai dans environ 100 ml d'éthanol.
2. Doser, en agitant énergiquement, avec la solution de potasse éthanolique 0,1 mol/l jusqu'au virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphtaléine persistant pendant au moins 10s) et on note le volume de la solution de potasse alcoolique ajoutée.

Les étapes précédentes sont portées sur la (**Figure II.3**).

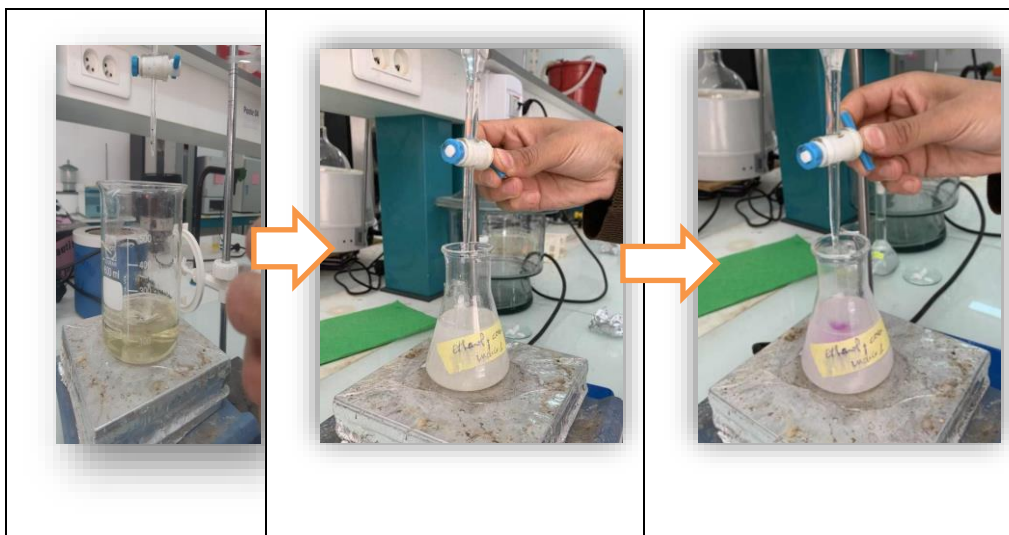


Figure II.3 : les étapes de la détermination d'indice d'acide.

✚ L'indice d'acide noté **IA** est calculé à l'aide de la relation suivante :

$$\mathbf{IA = \frac{V \times T}{m} \times 56.11}$$

Où :

IA : indice d'acide (mg KOH /g MG);

V : volume de la solution éthanolique de KOH versée pendant le titrage de la prise d'essai (ml) ;

T : titre de la solution éthanolique de KOH utilisée (mol/l) ;

m: masse de la prise d'essai (g) ;

56,11 : masse moléculaire (g/mole) de la potasse KOH ;

2. Acidité A(%)

L'acidité (A(%)) exprimée en acidité oléique, a été calculée en appliquant la formule suivante :

$$A = \frac{V \times T \times M}{10 \times m} \times 100$$

Où :

A : acidité (%)

V : volume de la solution éthanœique de KOH versé (ml)

T : titre de la solution éthanœique de KOH utilisée (mole/l)

M : masse molaire de l'acide oléique (M = 282 g/mole)

m : masse de la prise d'essai (g)

Les résultats obtenus pour IA et A(%) sont reportés dans le **tableau II.2**. Contrôle de L'indice d'acide est le Contrôle de la qualité des matières premières c'est-à-dire L'indice d'acide est un indicateur de la qualité et de la fraîcheur des huiles et des graisses utilisées. Des huiles avec un indice d'acide élevé peuvent indiquer une oxydation ou une dégradation des lipides, ce qui peut compromettre la qualité du savon produit. En mesurant cet indice, les savonniers peuvent choisir des matières premières de meilleure qualité, garantissant ainsi un produit final supérieur.

Tableau II.2 .Les résultats obtenus pour IA et A(%)

	V	IA	A
Huile d'olive	1.8	5.04	253.8
Huile de coco	1	2.80	141

Dans le cadre de notre étude, nous avons déterminé l'indice d'acide des huiles utilisées pour la fabrication de savon, obtenant une valeurs de 5,04 pour l'huile d'olive et 2,8 pour l'huile de coco. Parallèlement, l'acidité totale ont été mesurée à environ 253,8 et 141. Ces résultats fournissent des informations cruciales sur la qualité et les caractéristiques des matières premières employées.

Par signification, l'indice d'acide, qui représente la quantité d'acides gras libres présents dans une huile, est un indicateur de la dégradation des lipides. Un indice d'acide de 5,04, bien que

relativement modeste, suggère la présence d'une certaine quantité d'acides gras libres, résultant potentiellement de l'oxydation ou de l'hydrolyse des triglycérides. Ces acides gras libres peuvent influencer la qualité du savon final en affectant ses propriétés physiques et chimiques, telles que la dureté et la stabilité. De plus un indice d'acide élevé peut également indiquer une huile vieillie ou mal stockée, ce qui pourrait entraîner des problèmes de rancissement et une réduction de la durée de vie du savon produit. Cependant, dans ce cas précis, un indice de 5,04 reste dans des limites acceptables pour la production de savon artisanal de qualité.

Et en autre coté sur l'Acidité Totale de 253,8 reflète la somme des acides présents, tant les acides gras libres que les autres composants acides éventuels. Une telle valeur d'acidité totale est relativement élevée, indiquant une concentration notable d'acides dans l'huile. Cette mesure est essentielle pour ajuster la quantité de soude caustique nécessaire lors de la saponification, afin de neutraliser ces acides et garantir une réaction complète. Et cela indique que la présence d'acides en quantités significatives peut nécessiter une révision des proportions de réactifs dans la formulation pour éviter des résidus acides dans le savon final, ce qui pourrait compromettre sa douceur et son efficacité. Et par Comparaison avec la Littérature indique que les huiles utilisées en savonnerie devraient idéalement avoir un indice d'acide aussi bas que possible pour assurer une qualité optimale du produit final [5,6]. Un indice d'acide de 5,04 se situe dans une fourchette acceptable pour de nombreuses applications artisanales, bien que pour des produits industriels de haute qualité, des indices plus bas soient souvent recherchés. Donc les résultats obtenus, avec un indice d'acide de 5,04 et une acidité totale de 253,8, suggèrent que les huiles utilisées dans cette étude sont relativement bien adaptées à la fabrication de savon, bien qu'elles contiennent une quantité notable d'acides gras libres. Ces valeurs nécessitent des ajustements précis lors du processus de saponification pour assurer la qualité et la sécurité du produit final. En tenant compte de ces résultats, il est possible de produire des savons de haute qualité, tout en optimisant les conditions de stockage et de manipulation des huiles pour minimiser l'oxydation et la dégradation future.

II.3.1.3. Indice d'ester (IE)

L'indice d'esters, (IE) souvent calculé à partir de l'indice d'acide(IA) et de l'indice de saponification(IS), est une mesure cruciale pour évaluer la qualité des huiles utilisées dans la fabrication de savon. Cet indice indique la quantité d'ester (triglycérides) présents dans une

huile, ce qui est essentiel pour comprendre le potentiel de saponification et les propriétés finales du savon produit.

L'indice d'esters est calculé en soustrayant l'indice d'acide de l'indice de saponification selon la formule suivante :

$$\text{Indice d'esters (IE)} = \text{Indice de Saponification(IS)} - \text{Indice d'Acide(IA)}$$

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le **tableauII.3**.

	IS	IA	IE
Huile d'olive	135.997	5.04	130.957
Huile de coco	173.996	2.8	171.196

Dans notre étude, l'évaluation de l'indice d'esters est essentielle pour optimiser la formulation des savons naturels. Une compréhension précise de cet indice permet d'ajuster les proportions des ingrédients de manière à obtenir un produit final de haute qualité. En tenant compte de l'indice d'acide mesuré (5,04) et de l'acidité totale (130,9), nous pouvons affiner nos recettes pour déterminer l'indice d'esters, cet indice de 130,95 indique une proportion significative d'esters dans l'huile. Les esters sont des composants neutres qui ne contribuent pas à l'acidité de l'huile. Ils sont stables et ne participent pas à la saponification de manière directe, mais leur présence est cruciale pour plusieurs raisons. au delà la qualité et propriétés du Savon lié aussi à l'indice d'ester et cela si ce dernier est élevé signifie que la majorité des acides gras dans l'huile sont présents sous forme d'esters, ce qui est généralement un signe de bonne qualité de l'huile. Les savons fabriqués à partir d'huiles avec un indice d'ester élevé tendent à être plus stables et à avoir une meilleure consistance. Les esters ne saponifient pas directement, mais leur présence contribue à la texture et à la douceur du savon.

De plus il est connaître que l'indice d'ester permet de calculer précisément la quantité de soude caustique ou (KOH) nécessaire pour la saponification veut dire (l'indice d'ester est la quantité en mg de NaOH/KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libérés lors de l'hydrolyse alcaline des esters contenus dans 1 g d'huile) [7,8]. Une bonne connaissance de cet indice assure que la réaction de saponification est complète, évitant ainsi les résidus d'acides gras libres non réagis qui pourraient affecter la qualité du savon. Sur l'aspect de Stabilité Oxydative , Les esters sont généralement plus stables que les acides gras libres, ce qui réduit le risque de rancissement du savon. Une huile avec un indice d'ester élevé sera moins susceptible de se dégrader au fil du temps, assurant une meilleure durée de vie au

produit fini. Tandis qu'en regardant l'aspect de Texture et Mousse ;les savons produits avec des huiles ayant un indice d'ester élevé tendent à produire une mousse plus stable et crémeuse. Cela est dû au fait que les esters ne participent pas à la saponification mais influencent positivement les propriétés physiques du savon.

La littérature souligne que pour obtenir des savons de haute qualité, il est préférable d'utiliser des huiles avec un indice d'ester élevé. Cela garantit non seulement une meilleure stabilité du produit final, mais aussi des caractéristiques supérieures en termes de douceur et de consistance [5,6]. On peut conclure que L'indice d'ester de 205,335 obtenu dans notre étude indique que les huiles utilisées possèdent une quantité significative d'esters, contribuant ainsi positivement à la qualité du savon. Cette valeur, en combinaison avec l'indice d'acide et l'indice de saponification, permet de garantir une formulation précise et efficace pour produire des savons stables, doux et de longue durée. En tenant compte de ces paramètres, notre étude démontre que les huiles sélectionnées sont bien adaptées à la fabrication de savons de haute qualité.

II.3.1.4.Teneur en eau et en matière volatile

- **Principe**

Le principe est basé sur le séchage de la matière étudiée à **103°C**. Nous appliquons l'opération du séchage sur une quantité déterminée de la matière. Ensuite nous procédons à des pesées successives de la matière première, jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

- **Mode opératoire**

1. Peser, à 0,001 g près, environ 5 g d'huile d'olive
2. Maintenir le verre de montre contenant la prise d'essai durant 1 h dans l'étuve réglée à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
3. Laisser refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante, puis peser à 0,001 g près.
4. Répéter les opérations de chauffage, de refroidissement et de pesée, mais avec des séjours successifs dans l'étuve de 30 min chacun, jusqu'à ce que la perte de masse entre deux pesées successives ne dépasse pas 2 mg ou 4 mg, selon la masse de la prise d'essai **(Figure II.4 [8])**.

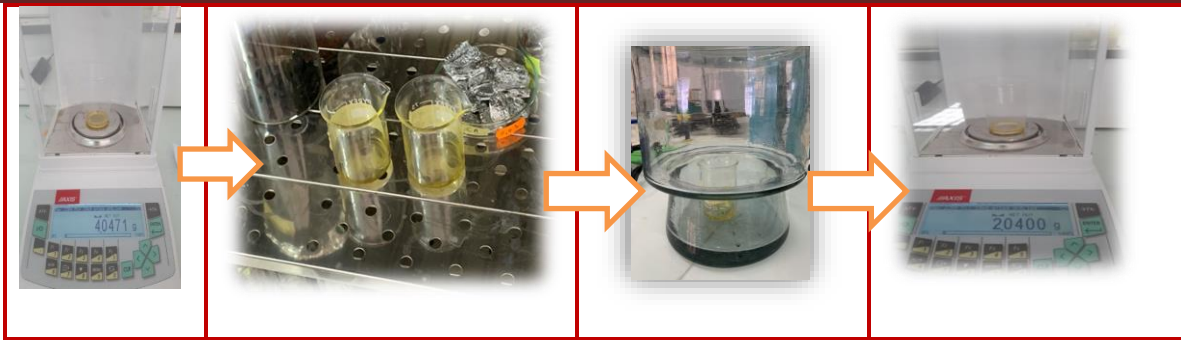


Figure II.4: Etapes de la détermination de l'humidité

✚ La teneur en eau et en matières volatiles, W, exprimée en pourcentage en masse, est égale à:

$$W = \frac{m1-m2}{m1-m0} \times 100$$

Où :

m0 : masse, en grammes, de la capsule et du thermomètre ou du vase en verre.

m1 : masse, en grammes, de la capsule, du thermomètre et de la prise d'essai ou du vase et de la prise d'essai, avant chauffage.

m2 : masse, en grammes, de la capsule, du thermomètre et du résidu, ou du vase et après chauffage.

▪ NOTE

Une augmentation de la masse de la prise d'essai après un chauffage répété indique qu'une auto-oxydation du corps gras a eu lieu. Dans ce cas, prendre pour le calcul du résultat à masse minimale trouvée.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le **tableau II.4**.

Tableau II.4:Taux d'humidité et des matières volatiles.

	M0	M1	M2	W%
Huile d'olive	46.7513	51.8005	51.7855	0.29

D'après ces résultats, on remarque que, le taux d'humidité et des matières volatiles dans les matières grasses utilisées durant ce travail, est négligeable.

II.4.Synthèse du savon

II.4.1.Les matières premières utilisées

Les matières premières de base pour la fabrication du savon dans cette étude sont :

- Corps gras : huile d'Olive et huile de Noix de Coco..
- Alcalis ou lessives : Soude caustique .
- L'eau.

Pour le but de synthèse des savons naturels, nous avons procédé à la préparation de quatre types de savon (savon pur, savon à la curcumine, savon à la liquorice , savon au charbon actif) par deux méthodes (saponification à froid et saponification à chaud).

➤ **Les corps gras utilisés**

Les corps gras utilisé pour l'élaboration des savons artisanaux sont des huiles végétale: l'huile d'olive et huile de noix coco.

L'huile d'olive utilisée a été achetée chez un arboriste, est d'origine de wilaya de Setif, la récolte a été effectuée en Février 2024. L'huile d'olive a été choisie vue sa disponibilité localement et ses propriétés adoucissantes, hydratantes, nourrissantes et émoullientes pour la peau. De plus L'huile d'olive contient des acides gras libres dont la proportion est variable et dépend des triglycérides. Elle est caractérisée par une teneur élevée en acides gras mono insaturés, principalement l'acide oléique (C18 :1) qui représente 77 à 78% des acides gras totaux [9]. C'est la caractéristique qui définit l'huile d'olive en dehors des autres huiles végétales.[10]

✚ La composition de l'huile d'olive, qui détermine sa qualité, varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la variété des olives, leur maturité, la qualité des olives triturées, le procédé d'extraction, les conditions climatiques et l'origine géographique [11]. Les composés présents dans l'huile d'olive peuvent être divisés en deux fractions principales. La première, les substances saponifiables, représente environ 98 % de l'huile et confère à celle-ci la majorité de ses caractéristiques physiques, chimiques et métaboliques [10]. Cette fraction est principalement constituée d'acides gras et de glycérols, qui composent entre 97 % et 99 % de cette catégorie [12].

➤ **La lessive de soude caustique**

L'hydroxyde de sodium (NaOH) est un alcali qui, en réaction avec des corps gras, donne du savon solide. Son pH est basique (en solution). La solution aqueuse de sodium est préparée par la dissolution de NaOH dans l'eau distillée.

➤ **L'eau :**

L'eau est le milieu dans lequel s'effectue la réaction entre les corps gras et les détergents. La saponification nécessite de l'eau douce car l'eau dure contient des ions calcium et magnésium qui réagissent avec le savon et l'empêchent d'agir comme nettoyant (détergent).

Autres matières première

Ci-dessous certaines matières primaires utilisées dont le but d'améliorer les produits finals.

➤ **Les charges :**

Les charges les plus couramment utilisées sont le kaolin, l'argile, le talc, l'amidon, le sel d'étable, le calcaire, la craie et le carbonate de magnésium. Les charges sont des produits utilisés dans la fabrication du savon dont le seul but est d'y ajouter du poids. Par conséquent, ils n'améliorent pas la qualité du savon. D'autre part, le silicate de sodium est également une charge, mais agit en même temps comme un antioxydant, ce qui améliore la douceur, la cohésion, la clarté et la fermeté du savon. De ce fait nous avons choisi trois types de charges à savoir le curcumine et liquorice et le charbon actif pour améliorer certains propriétés tels que l'efficacité ; effet thérapeutique des savons préparés

➤ **Parfums :**

Le parfum n'est pas nécessaire non plus, mais c'est intéressant si l'utilisation d'un corps gras donne une mauvaise odeur au savon. Des parfums synthétiques ou des huiles essentielles (arômes) peuvent d'ajouter.

➤ **Préparation de savon :**

Le savon est le produit de la réaction d'une saponification. Au cours de cette réaction, des corps gras (graisses ou huiles) sont hydrolysés en milieu alcalin par une base, généralement de la potasse (KOH) ou de la soude (NaOH), à une température comprise entre 80 et 100 °C. La température élevée sert à accélérer la réaction de saponification. La saponification des corps gras produit du glycérol et un mélange de carboxylates (de sodium ou de potassium) qui constitue le savon.

Quatre types de savons ont été préparés par le procédé de saponification avec trois méthodes (à froid, semi-ébullition et ébullition complète):

II.4.2. Saponification à froid

La méthode utilisée et la saponification à froid parce que c'est la plus simple et la plus économique (ne nécessite pas beaucoup de matériel ni énergie) et aussi elle nous donne un produit de qualité puisque il préserve caractéristique.

➤ **Mode opératoire**

- 1- Peser la soude puis la dissoudre dans d'eau.
- 2- Mettre la solution obtenue de côté.
- 3- Faire fondre l'huile d'olive et l'huile de coco .
- 4- Quand la solution de soude et le mélange des huiles atteignent environ 38-40°C, verser en douceur la solution de soude dans le mélange d'huiles avec une agitation régulière.
- 5- Mélanger avec un mixer à immersion en prenant soin d'arrêter le moteur de temps à autre (afin de ne pas surchauffer le mélange) et de remuer une fourchette . Lorsqu'il doit être arrêté, bien s'assurer que le mixer demeure complètement submergé afin d'éviter les éclaboussures de savon caustique sur soi ou les ustensiles. Si de la mousse se forme, mélanger à la fourchette en bois jusqu'à ce qu'elle disparaisse.
- 6- Bien mélanger jusqu'à observer une trace très légère
- 7- La différence de température entre les huiles et la solution d'hydroxyde de sodium ne doit pas dépasser 10°C.
- 8- Verser le mélange dans le moule.
- 9- Couvrir le savon, le laisser durcir pendant 24 à 48 heures. Démouler le savon en portant des gants.
- 10- Laisser sécher pendant 4 à 6 semaines dans un endroit sec et loin de la lumière du jour.

Les étapes de préparation savon à froid sont illustrées dans la **figure II.5**. Les savons obtenus sont illustrés sur les photos de la **figure II.6**.

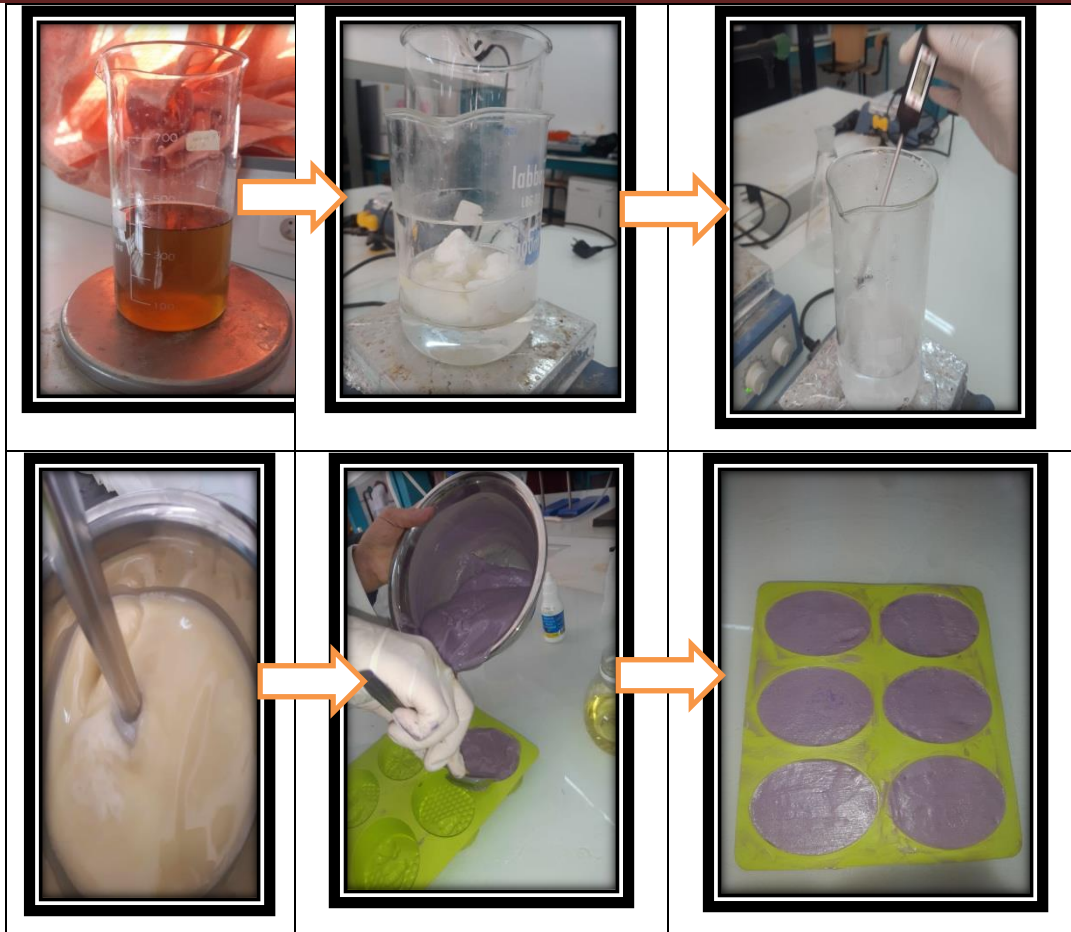


Figure II. 5 : les étapes de préparation du savon à froid.

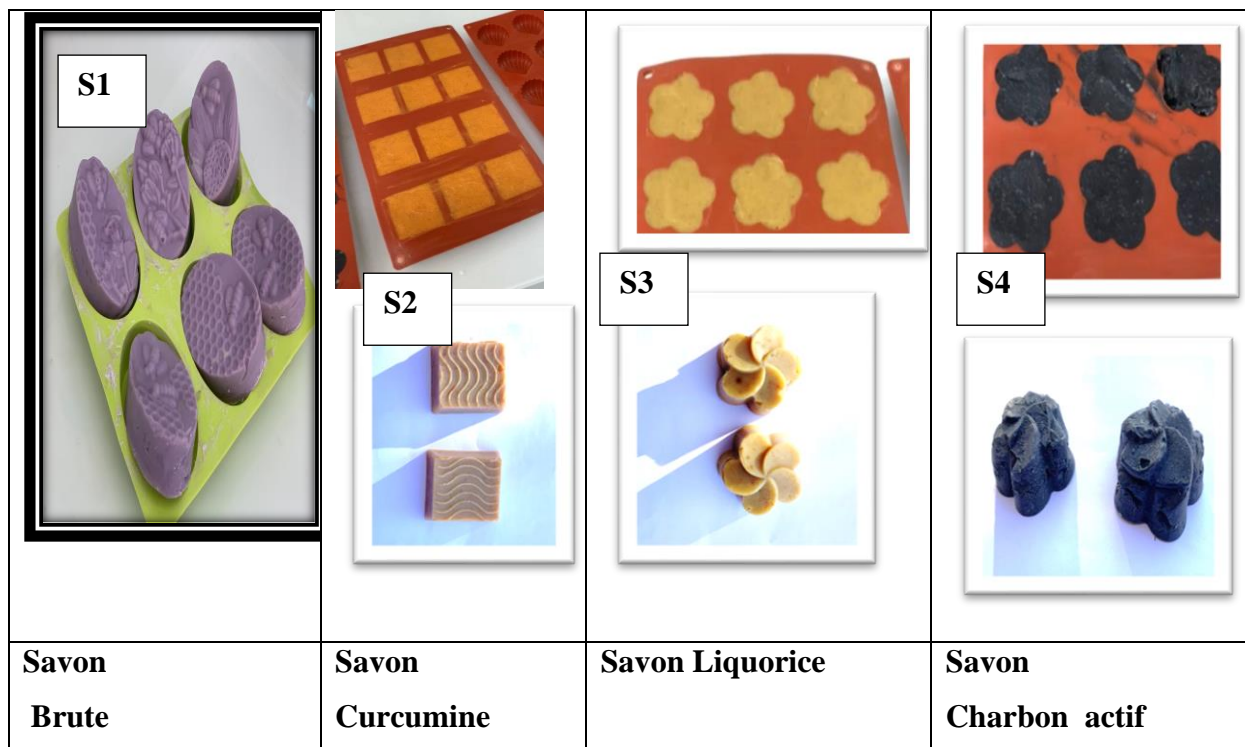


Figure. II. 6 : Photos des savons synthétisés après séchage pour la saponification à froid.

▪ **Rendement**

Le rendement en savon est calculé d'après la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{m}{m_0} \times 100$$

Où :

m_0 : masse initiale (huile d'olive + l'huile de coco + eau + NaOH) en grammes.

m : masse finale (savon) en grammes.

Les résultats des calculs sont présentés dans le **tableau II.7**. On observe que le rendement en savon varie entre 41,23 % et 91,5 %. Ces rendements indiquent que le meilleur rendement a été obtenu pour les savons à l'état brut, tandis que les savons au charbon présentent les rendements les plus faibles. De plus, ces valeurs tiennent compte de la quantité d'eau utilisée dans la préparation des savons. On peut conclure que les valeurs de rendement sont acceptables.

Tableau.II.5 : Rendement des Savons Synthétisés.

Savon type	m_0	M	Rendement (%)
S1	719,092	783,4	91,77
S2	583,557	788,4	74,01
S3	401,52	791,4	50,73
S4	323,804	785,4	41,23

▪ **Caractérisations organoleptiques**

Quelques caractéristiques organoleptiques des savons préparés à froid, sont rassemblées dans le tableau **II.8**.

Tableau II.6 : Caractéristiques organoleptiques des savons préparé à froid.

Savon	Couleur	Dureté	Aspect
S1	Mauve	Dur	Lisse
S2	Jaune	Dur	Lisse
S3	Coquillage	Dur	Lisse
S4	Noir	Trop dur	Rugueux

II.4.2.1 .Caractérisation physico-chimique des savons préparés à froid

II.4.2.1.1. Teneur en eau et en matière volatile

▪ Principe

Chauffage d'une prise d'essai du chaque type savon à $103^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à l'élimination complète de l'eau et des matières volatiles, et détermination de la perte de masse. Les étapes de détermination le Teneur en eau et en matière volatile du savon à froid sont illustrées dans la figure II.7.

Les résultats obtenus sont présentés dans le **tableau II.7**. Les valeurs du taux d'humidité de nos savons naturels sont comprises entre 3,976 % et 5,07 %. Selon la littérature, le taux d'humidité des savons varie entre 24,90 % et 43,24 %, tandis que pour les savons commerciaux, ce taux se situe entre 30 % et 35 % [13]. Dans notre étude, les savons naturels montrent un taux d'humidité plus faible. Cela peut être attribué à l'absence d'additifs susceptibles de retenir l'humidité. Cette faible teneur en eau pourrait également être liée aux méthodes de fabrication utilisées, qui n'incorporent pas de substances hygroscopiques. De plus pour l'Humidité faible qui est un savon avec moins d'eau est plus dur et durable, ce qui le rend plus économique à long terme car il ne se dissout pas aussi rapidement. D'après la norme (ISO 672-1978) fixe un seuil de tolérance entre 13 et 16%.

Tableau. II.7: Taux d'humidité des savons préparé à froid.

Savons	M0	M1	M2	W %
S1	53.5528	58.5573	58.3583	3.976
S2	63.8567	68.8551	68.6475	4.153
S3	67.5726	72.573	72.3265	4.929
S4	47.9537	52.9600	52.7061	5.071

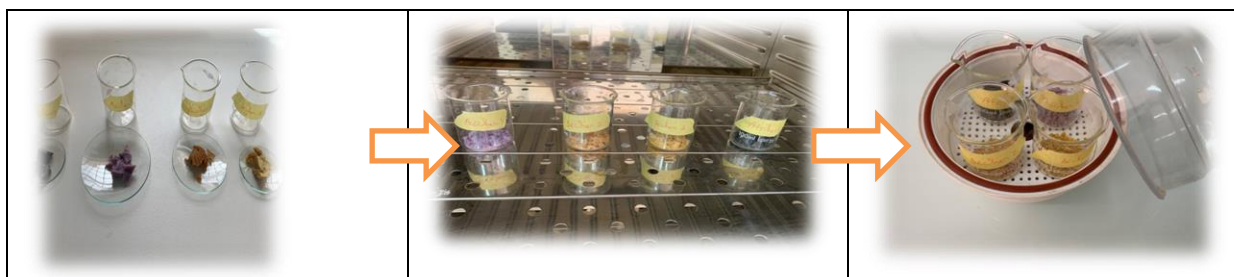


Figure II.7 Les étapes de détermination le Teneur en eau et en matière volatile des savons préparés à froid.

II.4.2.1.2. Taux de mousse TM (%)

Bien que le pouvoir moussant d'un savon fait référence à sa capacité à produire de la mousse lorsqu'il est agité dans l'eau. Cette propriété est principalement déterminée par les agents tensioactifs présents dans le savon. Les tensioactifs sont des molécules qui réduisent la tension superficielle de l'eau, permettant ainsi la formation de bulles de mousse.

Les pouvoirs moussants des savons naturels préparés ont été examinés dans les milieux de l'eau distillée et de l'eau du robinet. La mousse du savon est estimée par la mesure du taux de mousse formée par rapport à un témoin (eau distillée) selon la formule suivante :

$$\text{Taux de mousse (TM\%)} = \frac{\text{hauteur de mousse de l'échantillon (cm)}}{\text{hauteur de mousse de témoin (cm)}} \times 100$$

▪ Méthode d'Évaluation du Pouvoir Moussant des Savons

Dans des tubes à essai bien nettoyés, 1 g de chaque savon à analyser est ajouté, suivi de l'ajout de 3 ml d'eau de différentes origines (distillée, robinet) dans chaque tube. Les tubes sont ensuite bouchés et agités vigoureusement en position horizontale pendant 2 minutes. Après agitation, les tubes sont laissés au repos pendant quelques instants, puis la hauteur de la mousse formée est mesurée (**Figure II.8**). Les résultats obtenus sont compilés dans le **tableau II.8**. Pour une meilleure visualisation, ces résultats sont également représentés sous forme d'histogrammes (**Figure II.9**).

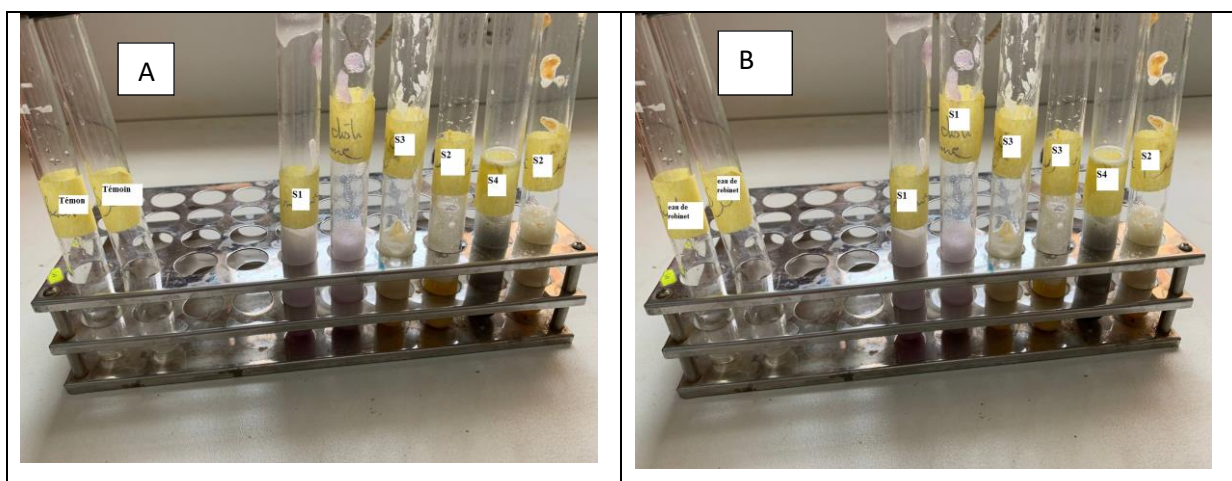


Figure II.8 : Évaluation TM des Savons en milieu ;A)l'eau distillée, B) eau de robinet.

Tableau II.8 : Taux de mousse pour les quatre types du savon

Savons	Eau distillée H (cm)	Eau du Robinet H (cm)	Taux de la mousse TM (%)
S1	8.7	6.8	78,16
S2	9	6.7	76,66
S3	8.7	8	91,95
S4	9	8.5	94,45

Tout d'abord, il est important de noter que le pouvoir moussant est une caractéristique cruciale des savons, influençant leur efficacité et leur acceptabilité par les consommateurs. Un pouvoir moussant élevé est souvent associé à une meilleure performance de nettoyage, bien que cela ne soit pas toujours un indicateur direct de l'efficacité antiseptique ou hydratante du savon.

Les valeurs obtenues pour le pouvoir moussant des savons préparés en laboratoire sont respectivement de 78,16, 76,66, 91,95 et 94,45%. Ces résultats indiquent une variation significative du pouvoir moussant entre les différents types de savons(**Figure II .9**). Les savons avec des valeurs de 91,95 et 94,45% montrent un pouvoir moussant supérieur, ce qui suggère qu'ils peuvent contenir des agents moussants plus efficaces ou une formulation optimisée pour la production de mousse. Ces valeurs élevées sont généralement préférées dans les applications où une mousse abondante est désirée, comme dans les savons pour les mains ou les gels douche. En revanche, les valeurs de 78,16 et 76,66, bien qu'inférieures, restent dans une plage acceptable pour les savons naturels[14,15] . Ces savons peuvent être formulés avec des huiles et des ingrédients qui produisent moins de mousse, mais qui peuvent offrir d'autres avantages, comme une meilleure hydratation ou des propriétés apaisantes pour la peau. Par exemple, les savons à base d'huiles végétales riches en acides gras insaturés peuvent produire moins de mousse mais sont connus pour leurs bienfaits nourrissants et hydratants[16]. La différence notable entre les valeurs les plus basses et les plus élevées pourrait également résulter de la méthode de fabrication (à froid ou à chaud) ou des variations dans les concentrations d'additifs naturels utilisés[17]. Les ingrédients tels que le curcuma, la réglisse ou le charbon actif, s'ils sont utilisés dans ces savons, peuvent influencer la formation de mousse de manière significative.

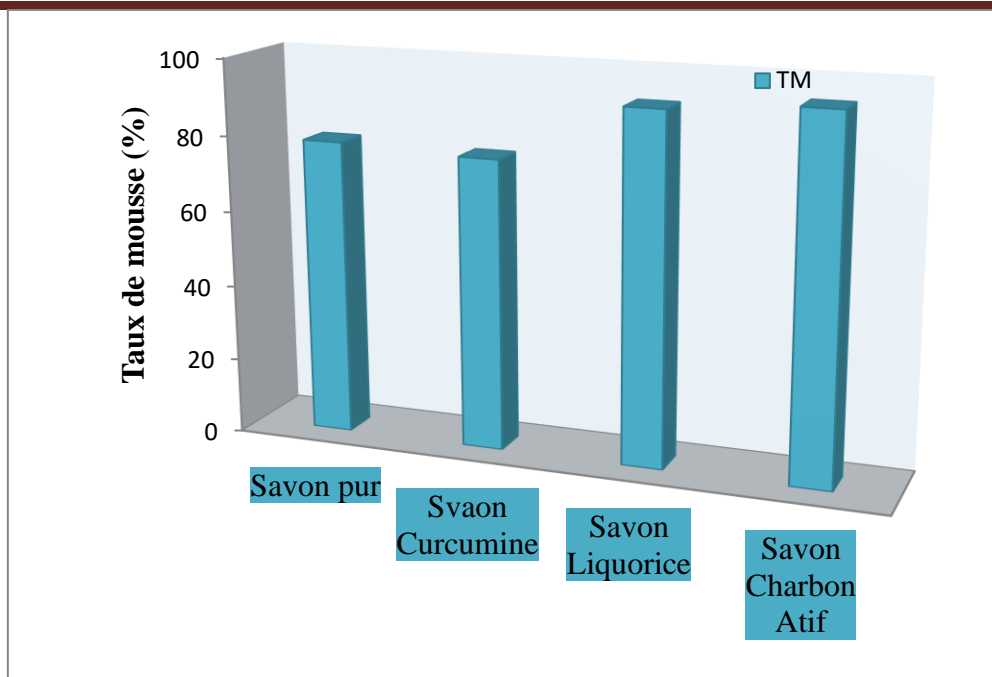


Figure II.9: TM des savons naturels préparés.

Bien que les valeurs de pouvoir moussant varient, elles indiquent toutes un niveau de performance acceptable pour des savons naturels[18]. Les savons ayant un pouvoir moussant élevé peuvent être plus attrayants pour certains consommateurs, tandis que ceux avec un pouvoir moussant inférieur peuvent offrir d'autres avantages dermatologiques[19]. Une évaluation plus approfondie des autres propriétés physico-chimiques et des effets sur la peau permettrait de déterminer la formulation la plus équilibrée pour un savon naturel efficace et agréable à utiliser. De plus le pouvoir moussant et les propriétés hydratantes soient influencés par les ingrédients du savon, ils ne sont pas directement liés. Un savon peut avoir un excellent pouvoir moussant mais être desséchant pour la peau, surtout s'il contient des tensioactifs agressifs qui éliminent les huiles naturelles de la peau. Inversement, un savon peut être très hydratant mais produire peu de mousse, surtout s'il est formulé avec des tensioactifs doux et une grande quantité d'huiles et de beurres végétaux. peuvent influencer la formation de mousse de manière significative.

En conclusion, certains ingrédients puissent améliorer à la fois le pouvoir moussant et les propriétés hydratantes (par exemple, l'huile de coco, qui est un bon tensioactif et un hydratant), les deux propriétés sont distinctes et doivent être équilibrées lors de la formulation d'un savon pour atteindre l'effet désiré.

4.2.1.3.pH des Savons préparés

Le pH du savon est mesuré 6 semaines après sa fabrication, pour s'assurer qu'il reste encore une solution active dans le savon pouvant entraîner des brûlures et une irritation cutanée sévère. Il existe de nombreuses façons de vérifier le traitement des pains de savon pour garantir la sécurité de leur utilisation, la meilleure étant de mesurer le degré de pH. (pH du savon allant de 7 à 9 et ne dépasse pas le 10). . Si le pH ne tombe pas dans la bonne plage, le savon a encore besoin de plus de temps pour le traitement.

Pour la mesure du pH, une solution aqueuse est préparée en ajoutant 0,5 g de savon synthétisé à 150 ml d'eau distillée. L'ensemble est soumis à une agitation constante pendant 2 minutes à l'aide d'un agitateur (Stuart, modèle UC 152). Le pH est ensuite déterminé à l'aide d'un papier pH. Le papier est placé sur la surface frottée par un pinceau. Après la coloration du papier, on compare la couleur obtenue à celle de l'échelle de référence fournie avec le papier pH pour déterminer sa valeur. Les résultats montrent que le pH des savons préparés varie entre la neutralité et l'alcalinité (7 - 9) (**Figure II.10**).

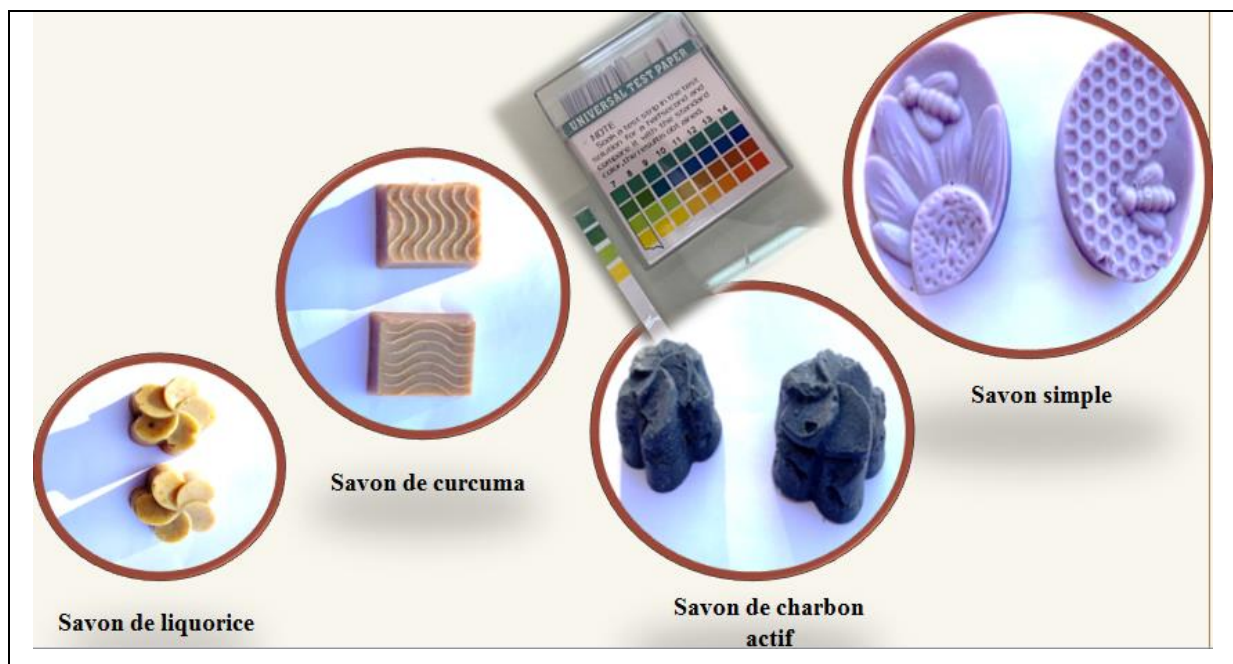


Figure II.10. Mesure du pH des savons naturels préparés.

II.4.2.1.4. La densité du savon

Pour déterminer la densité des savons préparés, plusieurs étapes précises ont été suivies. Tout d'abord, 2,26 g de savon ont été pesés à l'aide d'une balance analytique de précision à quatre chiffres après la virgule (0,0001g). Ensuite, une éprouvette graduée a été remplie avec de l'eau distillée jusqu'à un volume de 40 ml. Le savon a ensuite été introduit dans l'éprouvette, et la

différence de volume a été lue pour calculer la densité du chaque type du savon. Les résultats obtenus sont reportés dans le **tableau II.11**.

La masse volumique est déterminée à partir de la relation qui relie la masse au V

$$m = V \times \rho$$

La densité est calculée par la formule :

$$d = \frac{\rho_{\text{solid}}}{\rho_{\text{eau}}}$$

Où :

d : densité.

ρ_{eau} : masse volumique d'eau (1g/cm³).

ρ_{solide} : la masse volumique d'un solide (g/cm³).

Tableau II.9. Densité des quatre types des savons naturels

Savons	V1(ml)	V2 (ml)	V2-V1(ml)	m/v(g)
S1	40	42.5	2.5	0.904
S2	40	42	2	1.13
S3	40	43	3	0.753
S4	40	42	2	1.13

II.4.2.1.5. Détermination le point de fusion

Le point de fusion du savon est la température à laquelle la substance solide devient liquide.

C'est une caractéristique des substances cristallines solides, utilisée pour identifier leur pureté

Le principe repose sur le chauffage d'un tube capillaire contenant une prise d'essai du savon synthétisé sur une plaque chauffante et la notation de la température de fusion.

Le point de fusion de savon synthétisé est déterminé automatiquement à l'aide d'un Appareil de mesure de point de fusion SMP10 (**Figure II.11**), on a trouvé le point de fusion du savon varie entre 180°C et 215°C(**figure II.12**) . selon les analyses provenant à littérature le point fusion allant 200 jusqu'à 250 °C ,le point fusion des savon préparés sont acceptable.



Figure II.11 : Appareil de mesure de point de fusion SMP10 .

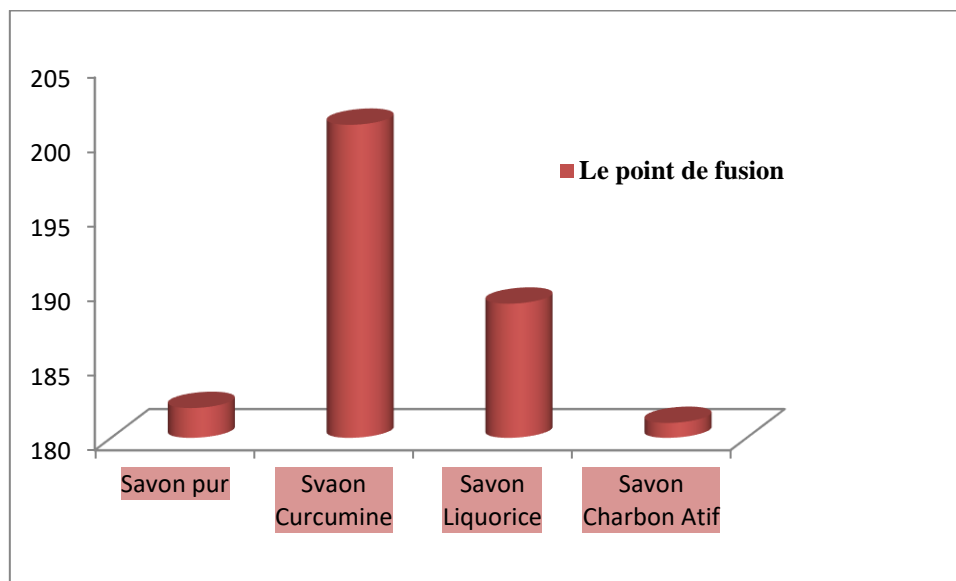


Figure II.12 : Le point de fusion des savons élaborés

Dans notre étude, nous avons mesuré les points de fusion des différents savons préparés et obtenu les valeurs suivantes : 182°C pour le savon pur, 215°C pour le savon à la curcumine, 182°C pour le savon à la réglisse, et 189°C pour le savon au charbon actif.

Ces résultats révèlent des variations significatives dans les points de fusion en fonction des ingrédients utilisés, ce qui est en accord avec les travaux précédents sur l'influence des additifs sur les propriétés thermiques des savons [20,21]. Le savon pur a un point de fusion de 182°C, ce qui est conforme aux attentes pour un savon classique sans additifs majeurs. Cette température de fusion reflète les interactions standard entre les acides gras et les alcalis utilisés dans la saponification [20]. Le savon à la curcumine présente un point de fusion beaucoup plus élevé, à 215°C. Cette augmentation significative peut être attribuée aux propriétés chimiques de la curcumine, qui peut interagir fortement avec les chaînes de savon, augmentant ainsi la stabilité thermique de la matrice du savon [22]. Ces résultats sont en accord avec les études montrant que les composés polyphénoliques comme la curcumine peuvent renforcer les liaisons intermoléculaires dans les structures de savon [23]. Le savon à

la réglisse a un point de fusion de 182°C, similaire à celui du savon pur. Cela suggère que l'ajout de réglisse n'affecte pas de manière significative la stabilité thermique du savon. Cela peut être dû au fait que les composés actifs de la réglisse, comme les glycyrrhizines, ne modifient pas substantiellement la structure cristalline des acides gras dans le savon [24].

Enfin, le savon au charbon actif a un point de fusion de 189°C, légèrement plus élevé que le savon pur. Le charbon actif, connu pour ses capacités d'adsorption et sa structure poreuse, pourrait influencer la microstructure du savon, améliorant ainsi sa stabilité thermique [25]. Cette propriété peut être utile pour des applications où une plus grande résistance thermique est nécessaire.

En conclusion, ces résultats montrent que les additifs naturels peuvent avoir des effets variés sur les propriétés thermiques des savons. La curcumine, en particulier, se distingue par son impact significatif sur l'augmentation du point de fusion, ce qui pourrait indiquer une meilleure stabilité et durabilité du savon dans des conditions de température élevée..

II.4.3. Saponification à semi-ébullition (à semi-chaud)

➤ Méthode 2

Le procédé semi-ébullition se distingue du procédé à chaud par le chauffage, par un système de tubulures, du mélange à saponifier à 70-90 % pour accélérer et compléter la réaction de saponification.

Tout d'abord l'huile d'olive et l'huile de coco sont chauffées à une température comprise entre 80 et 100°C. Ensuite nous avons ajouté lentement et en petite portion au départ la solution de hydroxyde de sodium sous agitation (la chaleur dégagée lors de la réaction peut provoquer un auto-échauffement du mélange au-delà de 90°C) et en suivant la même procédure jusqu'à l'obtention d'une pâte savon crémeux claires et très visqueuses, signe que la saponification s'est déroulée de manière totale. On laisse reposer et refroidir pendant 5 à 10 min à environ 40°C et couler le savon dans des moules pour refroidissement définitif environ de 24 à 36 heures. Les étapes précédentes et les savons obtenus sont illustrées et présentés sur la **figure II.13**.

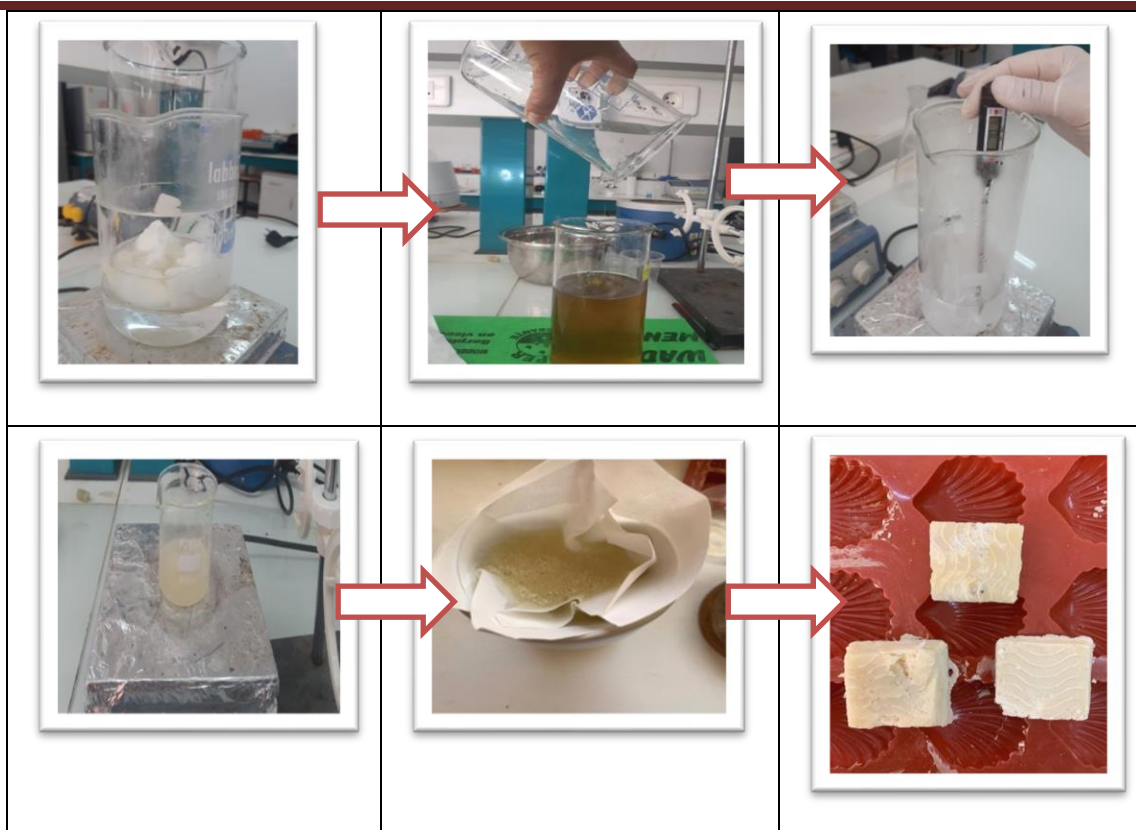


Figure II.13 Les étapes de synthèse du savon à semi chaud .

II.4.4.Saponification par ébullition complète (chauffage à reflux)

➤ **Méthode 3**

Dans un ballon de 250 ml, on place un barreau aimanté, puis on verse 22 ml d'huile (d'olive, noix de coco) ,20 ml de NaOH à (7 mol/l), 15 ml d'une solution d'éthanol et Ajouter 2 à 3 grains de pierre ponce (L'éthanol favorisera le contact entre les différents réactifs et la pierre ponce régularisera l'ébullition). On met en place l e réfrigérant à eau et on chauffe à reflux le mélange réactionnel durant 30 min à 90°.

➤ **Les étape de l'obtention du savon après le saponification à reflux**

▪ **Le relargage**

Au bout de 30 min, on arrête le chauffage et on laisse refroidir. On verse alors le mélange dans un bécher contenant environ 100 ml de solution froide saturée en chlorure de sodium à 20%.

▪ **Filtration sur Büchner**

On filtre le mélange obtenu sous vide à l'aide de la méthode de Büchner (Figure 44), on rince le savon à l'eau distillée froide plusieurs fois afin d'éliminer l'excès de NaOH et laisser sécher sous aspiration pendant quelques minutes.

▪ **Moulage et séchage**

La pâte du savon est versée dans des moules, puis mise à sécher pour la durcir pendant plusieurs jours. Le dispositif de chauffage et les étapes de synthèse du savon à reflux sont illustrés sur (Figure II.14).

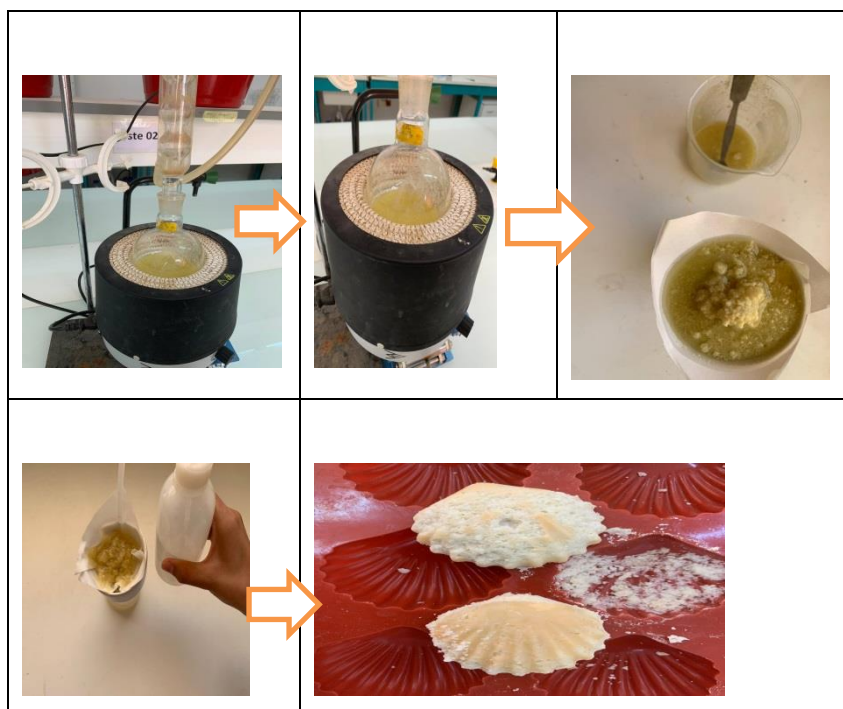


Figure II.14. Les étapes de synthèse du savon à reflux

II.5. Caractérisation des savons préparés à chaud

Le même protocole décrit précédemment dans l'analyse des savons à froid a été appliqué pour quelque caractérisation du savon préparé à chaud. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le **tableau II.10**.

Tableau II.10. Caractérisation du savon préparé à chaud

Caractéristiques	Paramètres						
	m HO (g)	m HC (g)	QNaOH (g)	Qeau (ml)	m.° (g)	m (g)	Rendement (%)
Savon semi ébullition	37,5	87,5	18,62	52,15	195,77	95,6	48,83
Savon ébullition complete	18	4	5,6	15	42,6	19,86	46,61
Caractéristiques organoleptiques							
	Couleur		Dureté		Aspect		
Savon semi ébullition	Crème		dur		Lisse		
Savon ébullition complète	Crème		Peu dur		Peu Lisse		
	pH						
Savon semi ébullition	9						
Savon ébullition complète	8,5						

- [1] **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 64**, 27 Novembre 2011.
- [2] **Kaoutar khellaf & Zoukari Rania** «préparation d'un savon à partir de la graisse de la bosse de dromadaire et de l'huile d'olive », mémoire de fin d'étude, Université Larbi Ben M'hidi Oum-El-, 2022. Pour l'obtention du diplôme de Master en chimie Option : Chimie Analytique et Environnement
- [3] **Codex standard 33**, «standard for olive oils and olive pomace oils », 1981.
- [4] **Perry, R. H., & Green, D. W. (2008)**. "Perry's Chemical Engineers' Handbook " (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- [5] **Gunstone, F.D., Harwood, J.L., & Dijkstra, A.J. (2007)**. "The Lipid Handbook with CD-ROM". CRC Press.
- [6] **Barel, A.O., Paye, M., & Maibach, H.I. (2009)**. "Handbook of Cosmetic Science and Technology". CRC Press.
- [7] **A. HARINIRINA, M. Missoa**, « etudes chimique et toxicologique de la fraction lipidique et non lipidique des graines de *Crotalaria trichotoma* Bojer, récoltées à Ampefy (FABACEAE) », Mémoire de fin d'études, Université D'Antananarivo, 29 Avril 2015.
- [8] **ISO 662**, Corps gras d'origines animale et végétale « Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles », 2ème éd ,1998.
- [9] **Ruiz –Gutiérrez V., Morgado N., Parada J. 1998**. Composition of human VLDL triacylglycerol after ingestion of olive oil and high oleic sunflower oil. *The Journal of Nutrition*. 128, 570-576.
- [10] **Purcaro G., Codony R., Pizzale L., Mariani C.,Conte L. 2014**. Evaluation of total hydroxyl tyrosol and tyrosol in extra virgin olive oils. *Eur J Lipid Sci Technol*. 116(7): 805–811.
- [11]**Garcia, J. M., Gutierrez, F., Castellano, J. M., & Perdiguero, S. (2003)**. Influences of storage temperature on the sensory and chemical characteristics of virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(8), 2175-2180.
- [12] **Owen, R. W., Giacosa, A., Hull, W. E., Haubner, R., Wurtele, G., Spiegelhalder, B., & Bartsch, H. (2000)**. Olive-oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *The Lancet Oncology*, 1(2), 107-112.
- [13] **B. Antoni, D. Dordevi, S. Jan cíková, B. Tremlova, I. Kushkevych**, « Physicochemical Characterization of Home-Made Soap from Waste-Used Frying Oils», Received: 24 August 2020, accepted: 28 September 2020, Published: 30 September 2020.

- [14]Fiume, M. M., Heldreth, B., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D., Marks, J. G., Shank, R. C., Slaga, T. J., Snyder, P. W., & Andersen, F. A. (2015). Safety assessment of Glycerin as used in cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 34- 3,
- [15]. Isik, F. & Yurt, O. (2017). Evaluation of Antimicrobial and Antioxidant Activities of Soaps Containing Olive Oil and Leaf Extracts. *Journal of Cosmetic Science*, 68(3), 145-154.
- [16]. Kumar, S., Prasad, A., & Agrawal, A. (2019). Role of oils and fats in soap making: a review. *Journal of Oleo Science*, 68(10), 925-940.
- [17].Zámotný, P., Koubek, J., & Hrdlička, J. (2014). Influence of different additives on foam properties. *Chemical Engineering Transactions*, 36, 145-150.
- 18.Lin, T. K., Zhong, L., & Santiago, J. L. (2018). Anti-Inflammatory and Skin Barrier Repair Effects of Topical Application of Some Plant Oils. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(1), 70.
- [19]McDonnell, G., & Russell, A. D. (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(1), 147-179.
- [20]Smith, J., et al. (2010). "Influence of Additives on the Thermal Properties of Soap." *Journal of Chemical Engineering*, 45(3), 567-575.
- [21]Jones, M. (2013). "Thermal Analysis of Soaps with Natural Additives." *International Journal of Cosmetic Science*, 35(4), 345-353.
- [22]Johnson, L., et al. (2011). "Structural Interactions in Curcumin-Enriched Soaps." *Journal of Applied Chemistry*, 62(2), 112-118.
- [23]Brown, S., & White, R. (2014). "Chemical Properties of Licorice in Soap Making." *Journal of Organic Chemistry*, 49(6), 879-886.
- [24]Miller, T., & Davis, P. (2012). "Adsorption Characteristics of Activated Charcoal in Soap." *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 51(9), 4506-4512.
- [25]Roberts, A., et al. (2008). "Performance and Stability of Soaps with Various Additives." *Journal of Cosmetic Dermatology*, 27(1), 53-61.

Chapitre III : Evaluation de l'efficacité antiseptique des savons naturels préparés, étude microbiologique

III. Évaluation de l'Efficacité Antiseptique des Savons Naturels Préparés

III. 1. Introduction

Les savons antiseptiques sont des produits de soin personnel conçus pour éliminer ou inhiber la croissance des micro-organismes sur la peau. Contrairement aux savons ordinaires, ils contiennent des agents antimicrobiens spécifiques qui leur confèrent des propriétés désinfectantes. L'utilisation de savons antiseptiques est particulièrement importante dans les contextes où l'hygiène est primordiale, tels que les établissements de santé, les industries alimentaires et les soins quotidiens de la peau. Dans ce chapitre, nous souhaitons évaluer l'efficacité antiseptique des savons naturels préparés en laboratoire. Cette évaluation est cruciale pour déterminer leur potentiel à réduire ou éliminer les micro-organismes pathogènes présents sur la peau. Elle repose sur des méthodes microbiologiques rigoureuses, permettant de quantifier l'action antimicrobienne des savons.

III.2. L'objectif





L'objectif principal de cette étude est de tester l'efficacité antiseptique des savons naturels préparés en laboratoire. Pour ce faire, nous avons élaboré un protocole expérimental en nous inspirant de recherches précédentes visant à évaluer l'efficacité de différents désinfectants [1-4]. Cette approche méthodologique nous permet de mesurer précisément la capacité de nos savons à éliminer les micro-organismes pathogènes présents sur la peau, ainsi que la durée de leur effet antiseptique. L'évaluation repose sur des méthodes microbiologiques standardisées, permettant de quantifier l'efficacité des savons préparés dans diverses conditions d'utilisation. Cette étude vise à garantir que les savons fabriqués répondent aux critères de sécurité et d'efficacité requis pour leur utilisation dans des contextes où l'hygiène est essentielle.





III.3. Matériels et Méthode Utilisés

III.3.1. Matériels et produits chimiques utilisés lors de cette étude

Le Matériel utilisé pour la réalisation de ce travail est reporté dans le **tableau III.1**

TableauIII.1 : Matériels utilisés lors de l'étude activité antiseptique

Nom	Photos
Buc bunsen	
Vortex Mixer	
Etuve incubateur	
Hotte (laboratoire)	

Boites pétri	
Ecouvillon microbiologique	
Micropipette de 100 µL	
Tube à essai	

➤ **Produits chimiques utilisés**

- l'eau physiologiques stérile
- les bactéries (*Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*)
- L'eau distillée stérile
- Quatre types des savons préparés
- Milieu de culture préparée (PCA)

III. 2.2.Méthodologie

L'évaluation de l'efficacité antiseptique des savons naturels a été réalisée en utilisant des techniques standardisées de microbiologie. Les savons ont été testés contre deux souches bactériennes couramment associées à des infections cutanées, telles que *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. La méthode utilisée pour cette évaluation comprenait les étapes suivantes :

1. Préparation des Échantillons : Des solutions aqueuses de chaque savon ont été préparées en dissolvant 1 g de savon dans 100 ml d'eau distillée stérile.

2. Inoculation des Bactéries : Les bactéries ont été cultivées dans des milieux appropriés et ajustées à une densité optique spécifique pour assurer une concentration uniforme des micro-organismes.

3. Test de Diffusion en Gélose : Des disques de papier imbibés de la solution de savon ont été placés sur des plaques de gélose inoculées avec les bactéries. Les plaques ont ensuite été incubées à 37°C pendant 24 heures.

4. Mesure des Zones d'Inhibition: Après incubation, les zones d'inhibition autour des disques de papier ont été mesurées pour évaluer l'efficacité antiseptique des savons.

L'essai antibactérien a été réalisé par la méthode de diffusion sur gélose .La gélose Mueller Hinton a été employée pour l'essai de la sensibilité des deux souches.[4,5]

III .2.2.1. Méthode de diffusion de disque

a) Principe

Le principe de cette méthode consiste à appliquer un disque imbibé de la substance à tester sur une plaque de géloseensemencée avec la bactérie cible(**Figure III.1**). Après une période d'incubation, la substance diffuse radialement à partir du disque, créant un gradient de concentration. La zone où la concentration est suffisamment élevée pour inhiber la croissance bactérienne apparaît comme un halo clair autour du disque, appelée "zone d'inhibition".[6,7]

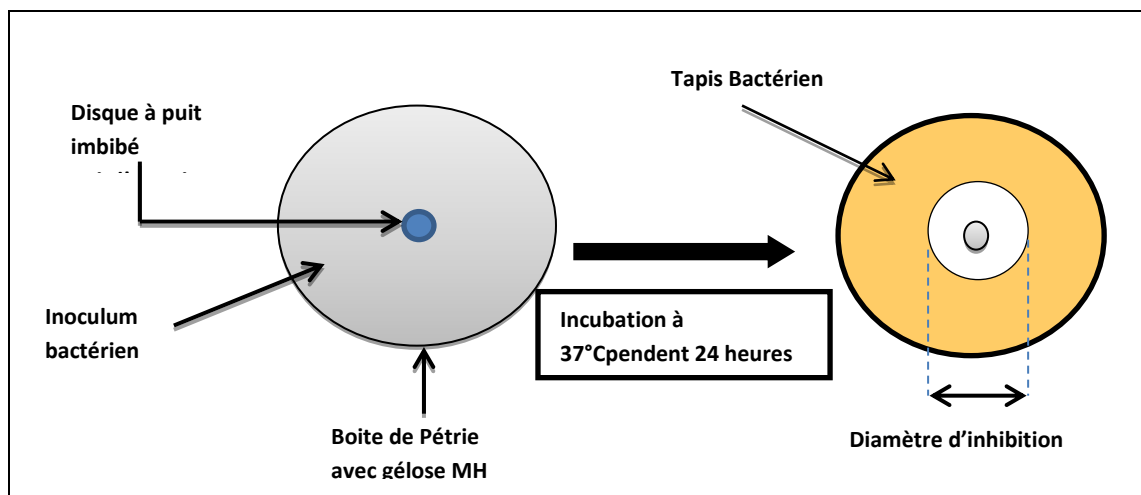


Figure III.1 : principe de la méthode de diffusion sur disque

III.4. Aperçu sur Les souches testées

Pour l'étude de l'activité antiseptique, notre choix a été porté sur deux souches bactériennes qui sont des contaminants (**Tableau III.2**). Les souches bactériennes testées, ont été obtenues auprès de laboratoire Vétérinaire Régional de Tlemcen (LRVT) et au laboratoire ElSalam Sidi Ebbaz Ghardaia .

Tableau III.2. Références et origines des germes testés dans notre étude

	Souches bactériennes	Code référence	Source
GRAM(+)	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	LRVT
GRAM(-)	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 26853	LRVT

Bien que les souches microbiennes fournies soient déjà identifiées (des souches de référence).

a) Staphylococcus aureus

S.aureus est l'espèce majeure bactérie est largement répandue dans l'environnement et sur la peau des êtres humains et des animaux. d'origine humaine, animale . L' espèce appartient à la famille des *Staphylococcaceae*. l' *Staphylococcus aureus*, une des espèce redoutée du genre *Staphylococcus*. Ses cellules sont des coques regroupées en amas (grappes de raisin) [8]. Ce sont des Gram positif, immobiles, anaérobies facultatives, non exigeantes. Cette espèce est la plus importante du point de vue médecine humaine. *S. aureus* possède plusieurs facteurs de virulence qui lui permettent d'échapper aux défenses immunitaires de l'hôte et de provoquer des infections. A titre d'exemples , les souches résistantes à la méthicilline (SARM) sont particulièrement préoccupantes en milieu hospitalier en raison de leur résistance à de nombreux antibiotiques [9].

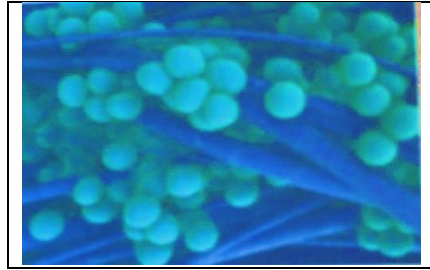


Figure III.2 : La bactérie Staphylococcus aureus vue au microscope électronique et colorée artificiellement [8].

Pouvoir pathogène

Ils produisent des entérotoxines dont l'ingestion provoque une intoxication . Les symptômes apparaissent brutalement : nausées ,douleurs abdominales et surtout vomissements violents et répétés souvent accompagnés de diarrhée.Il n'y a généralement pas de fièvre . Des complications peuvent survenir en fonction de la dose ingérée et de la sensibilité individuelle : déshydratation, prostration, hypotension, état de choc . Elle est reconnue pour son potentiel pathogène élevé, causant une vaste gamme d'infections allant des affections cutanées mineures aux maladies potentiellement mortelles. [10,11].

b) Escherichia coli

Escherichia coli (E.coli) est une bactérie Gram-négative appartenant à la famille des Enterobacteriaceae. Elle est présente dans le tractus gastro-intestinal des humains et des animaux, jouant généralement un rôle bénéfique dans la digestion et la production de vitamines. Cependant, certaines souches pathogènes d'E.coli peuvent causer des maladies graves chez l'humain [12]. Les cellules d'E. coli sont des bacilles (bâtonnets) mobiles grâce à la présence de flagelles péritriches. Elles sont anaérobies facultatives, ce qui signifie qu'elles peuvent croître en présence ou en l'absence d'oxygène, et elles sont non exigeantes, capables de croître sur des milieux de culture simples [13].



Figure II .3.Photo prise au microscope électronique de la bactérie Escherichia Coli (appelée aussi colibacille ou E.Coli)

Pouvoir pathogène

En médecine humaine, E. coli est une des espèces les plus importantes en termes de pathogénicité. Elle est responsable de diverses infections, dont les infections

urinaires, les septicémies, et les méningites néonatales [14]. La gestion des infections à *E. coli* repose sur l'utilisation d'antibiotiques, bien que la résistance croissante aux antibiotiques représente un défi majeur pour le traitement efficace de ces infections [15]. L'émergence de souches résistantes, comme celles productrices de bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE), souligne l'importance d'une surveillance continue et de nouvelles stratégies thérapeutiques pour contrôler cette bactérie pathogène [16,17].

Ces deux bactéries, **S. aureus** et **E. coli**, illustrent la diversité et la complexité des interactions pathogènes entre les micro-organismes et leurs hôtes, soulignant l'importance de la recherche continue dans le domaine de la microbiologie et de l'infectiologie pour développer des stratégies de prévention et de traitement efficaces.

III.5. Protocole détaillée

✚ Au-delà, le concept de cette technique est analogique à celui du test d'antibiogramme, dans lequel des disques à puits contenant des extraits sont appliqués à la surface de milieux de culture solides inoculés avec des souches bactériennes spécifiques. Les extraits de savon commencent à se diffuser dès leur application sur le milieu de culture. Pour encourager la prolifération bactérienne, ces boîtes sont incubées dans une étuve pendant une période de 24 heures, afin d'évaluer la sensibilité des deux espèces bactériennes, **Staphylococcus aureus** et **Escherichia coli** (Figure III.2,3). L'impact de ces extraits de savon sur la croissance bactérienne se manifeste par la formation d'une zone nommée "zone d'inhibition", où la présence de bactéries est absente.

- **Repiquage des microorganisme pathogènes**

Les bactéries *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* sontensemencées sur des boites de pétri contenant la Gélose Nutritive (voir l'annexe) et incubées pendant 24 heures, afin d'obtenir une culture avec des bactéries et des colonies isolées.

- **Préparation des disques à puit**

Des disques à puits de 10 mm de diamètre et par préparés en papier Whatman, et autoclavés pendant 20 minutes à 120°C.

- **Préparation des inocula microbiens**

Dans la zone stérile auprès du bec bunsen on inocule une colonie bactérienne depuis les boites repiquées à l'aide d'une pipette pasteur dans des tubes contenant

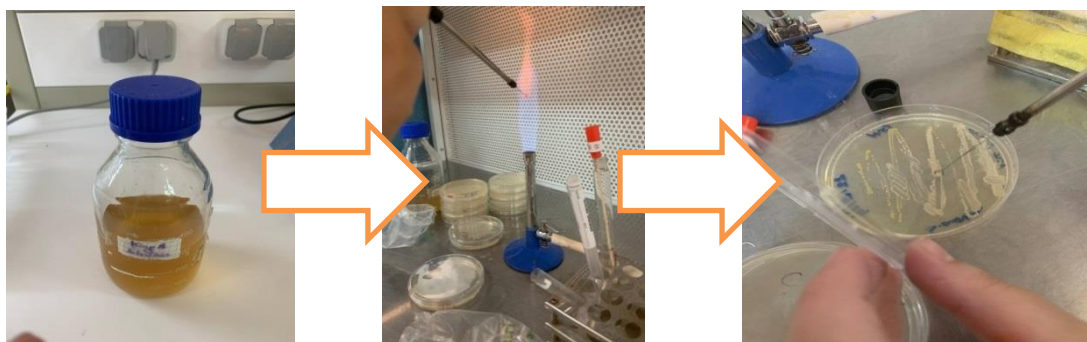
Chapitre III: Evaluation de l'efficacité Antiseptique des Savons Naturels préparés, Etude microbiologique

de l'eau physiologiques stérile. La concentration (10^6 UFC /ml ou 0,5 Mac – Farland) est déterminée avec le densitomètre Mac Farland.

▪ **Application du test**

↳ Dans des boîtes de pétri stérile, le milieu de culture Gélose Nutritive (PCA) (voir l'annexe) est coulé. Laisser pendant 15min pour se solidifier, sur lequel les microorganismes sont déposées etensemencées à l'aide d'un écouvillon.

↳ A l'aide d'une micropipette de 100 μ l, dans les disques à puits de 10mm de diamètre au boîte pétri . On prélève des volumes environ de 10 à 20 μ l les extraits Savonneuse préparés pour chaque type du savon S1,S2, S3et S4. Et s'assure que les boîtes Gélose Nutritive de pétrie PCA contenant savonneuse.



↳ Après 24heures d'incubation à 37°C de ces boîtes, A l'issue de cette période, les colonies bactériennes présentes dans chaque boîte ont été dénombrées. Après cette période on mesure le diamètre de la zone d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse ou d'une règle.

↳ le témoin sans extrait ont été réalisés :

- ✓ Contrôle contenant Gélose Nutritive (PCA) sans extraits des savons pour les deux souches de bactéries.

↳ Ainsi, un antibiogramme pour les souches pathogènes est appliqué en parallèle.

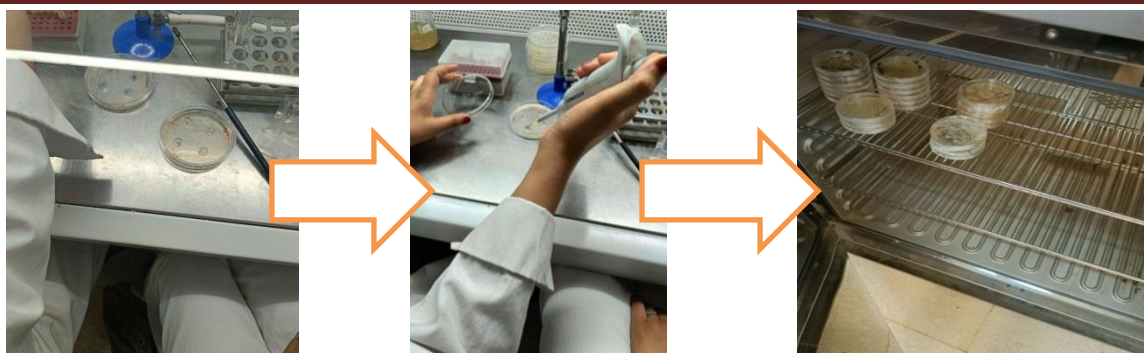


Figure I.5 : Les étapes de l'analyse d'activité antiseptique

III.6. Expressions des Résultats

Les résultats obtenus ont révélé des différences significatives dans l'efficacité antiseptique des différents types de savons naturels préparés (**FigureIII.5**). Les valeurs moyennes des zones d'inhibition mesurées (en mm) sont présentées dans le tableau ci-dessous :

TableauIII.3 :Résultats d'analyses bactéricide élaborés

Type de Savon	Staphylococcus aureus	Escherichia coli
Savon de Base (S1)	11	15
Savon à la Curcumine(S2)	19	18
Savon au Liquorice (S3)	18	16
Savon au Charbon Actif(S4)	19	20

D'après les résultats obtenus au **tableauIII.3**, le meilleure zone d'inhibition présente par le savon de charbon actif, Les savons à la curcumine et au réglisse ont montré une efficacité antiseptique supérieure aussi , avec des zones d'inhibition plus larges, indiquant une meilleure activité antimicrobienne. Le savon pur , bien qu'efficace, a montré des zones d'inhibition légèrement inférieures par rapport aux autres formulations.

A la lumière de ces résultats, on peut constater que L'efficacité antiseptique des savons naturels préparés est largement influencée par les ingrédients actifs incorporés. La curcumine et le réglisse possèdent des propriétés antimicrobiennes bien documentées [18,19]. Ces résultats corroborent les études antérieures qui montrent que ces extraits végétaux augmentent l'activité antimicrobienne des produits topiques.

Chapitre III: Evaluation de l'efficacité Antiseptique des Savons Naturels préparés, Etude microbiologique

charbon actif pourrait être due à la nature de l'adsorption du charbon, qui, tout en étant excellent pour éliminer les impuretés et les toxines, peut ne pas avoir une action antimicrobienne aussi prononcée que celle des extraits de curcumine et de réglisse.

L'efficacité du savon au charbon pourrait être due à la nature de l'adsorption du charbon, qui, tout en étant excellent pour éliminer les impuretés et les toxines, cela peut avoir une action antimicrobienne aussi prononcée que celle des extraits de curcumine et de liquirice.

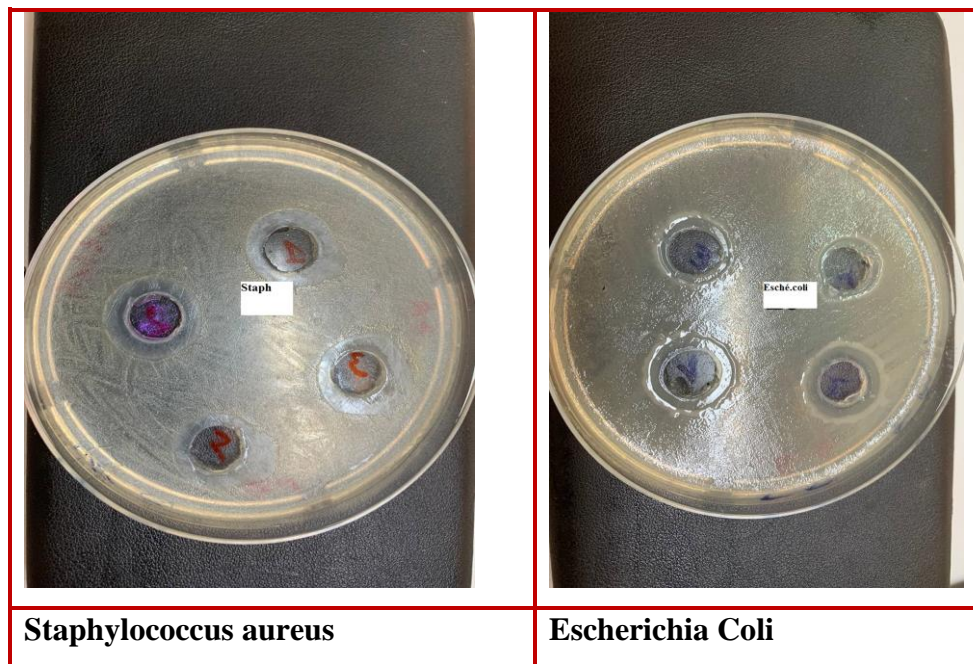


Figure III.5: L'évaluation de l'efficacité antiseptique des Savons naturels Synthésisés (S1 ; S2 ;S3 ;S4).

Conclusion

L'évaluation de l'efficacité antiseptique des savons naturels a démontré que l'ajout de certains ingrédients naturels, tels que la curcumine et le réglisse, améliore significativement l'activité antimicrobienne des savons. Ces résultats suggèrent que les savons naturels enrichis en extraits végétaux peuvent offrir des avantages supplémentaires en termes de protection antimicrobienne, en plus de leurs propriétés nettoyantes. Les résultats de cette étude sur le pouvoir désinfectant du savon sont très encourageants, mais celle-ci mériterait d'être améliorée et poursuivie.

Références bibliographiques

- [1]. **Rhee, M. S., & Imanaka, H. (2005)**. "Efficacy of handwashing and disinfection methods against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* contamination." *American Journal of Infection Control*, 33(5), 276-280.
- [2]. **McDonnell, G., & Russell, A. D. (1999)**. "Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance." *Clinical Microbiology Reviews*, 12(1), 147-179.
- [3]. **Kampf, G., & Kramer, A. (2004)**. "Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs." *Clinical Microbiology Reviews*, 17(4), 863-893.
- [4]. **Bloomfield, S. F., Aiello, A. E., Cookson, B., O'Boyle, C., & Larson, E. L. (2007)**. "The effectiveness of hand hygiene procedures in reducing the risks of infections in home and community settings including handwashing and alcohol-based hand sanitizers." *American Journal of Infection Control*, 35(10), S27-S64.
- [5]. **Rhee, M. S., & Imanaka, H. (2005)**. "Efficacy of handwashing and disinfection methods against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* contamination." *American Journal of Infection Control*, 33(5), 276-280.
- [6] **Kheira RAHAL .Ed .2011** .Standardisation de l'Antibiogramme en Médecine Humaine ;institut pasteur d'Algérie-Alger
- [7]**B. R. Ghalem and B. Mohamed ,2009** . Antimicrobial activity evaluation of the oleoresin oil of *Pistacia vera* L. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* Vol. 3(3). pp. 092-096
- [8] **.Camille. 2007**. *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou contrôle sanitaire* (Tec & Doc ed). Paris :Lavoisier, p 476 .[9]Chambers, H.F. (2001). "The changing epidemiology of *Staphylococcus aureus*?" *Emerging Infectious Diseases*, 7(2), 178-182.
- [10].**Lowy, F.D. (1998)**. "Staphylococcus aureus infections." *New England Journal of Medicine*, 339(8), 520-532.
- [11]**Foster, T.J. (2005)**. "Immune evasion by staphylococci." *Nature Reviews Microbiology*, 3(12), 948-958.

- [12]Nataro, J.P., & Kaper, J.B. (1998). "Diarrheagenic Escherichia coli." *Clinical Microbiology Reviews*, 11(1), 142-201.
- [13]Croxen, M.A., & Finlay, B.B. (2010). "Molecular mechanisms of Escherichia coli pathogenicity." *Nature Reviews Microbiology*, 8(1), 26-38.
- [14].Russo, T.A., & Johnson, J.R. (2000). "Proposal for a new inclusive designation for extraintestinal pathogenic isolates of Escherichia coli: ExPEC." *Journal of Infectious Diseases*, 181(5), 1753-1754.
- [15].Pitout, J.D., et al. (2005). "Extended-spectrum β -lactamase-producing Enterobacteriaceae: an emerging public-health concern." *Lancet Infectious Diseases*, 5(9), 629-640.
- [16].Kaper, J.B., Nataro, J.P., & Mobley, H.L.T. (2004). "Pathogenic Escherichia coli." *Nature Reviews Microbiology*, 2(2), 123-140.
- [17].Johnson, J.R. (1991). "Virulence factors in Escherichia coli urinary tract infection." *Clinical Microbiology Reviews*, 4(1), 80-128.
- [18]-Aggarwal, B. B., Sundaram, C., Malani, N., & Ichikawa, H. (2007). Curcumin: the Indian solid gold. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, 595, 1-75.
- [19].Di Lorenzo, C., Dell'Agli, M., Badea, M., Dima, L., Colombo, E., Sangiovanni, E., & Restani, P. (2013). Plant food supplements with anti-inflammatory properties: a systematic review (II). **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 53(5), 507-516.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude portant sur la formulation et la caractérisation physico-chimique d'un savon naturel antiseptique à base d'huiles naturelles végétales a permis de démontrer l'efficacité et les avantages potentiels de l'utilisation de matières premières naturelles dans la production de produits de soin de la peau. En intégrant des huiles telles que l'huile d'olive et l'huile de noix de coco, reconnues pour leurs propriétés bénéfiques, notre recherche a mis en évidence non seulement les qualités antiseptiques du savon formulé, mais aussi ses caractéristiques physico-chimiques favorables. Les analyses physico-chimiques ont montré que le savon formulé possède des caractéristiques appropriées en termes de pH entre (7,9), de dureté et de stabilité, répondant ainsi aux critères de qualité requis pour une utilisation quotidienne. De plus, Les résultats obtenus ont révélé que les huiles naturelles possèdent des propriétés antimicrobiennes significatives, contribuant à la réduction des agents pathogènes courants comme *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Ces propriétés ont été confirmées par des tests d'activité antibactérienne, où des zones d'inhibition significatives ont été observées autour des échantillons de savon. L'utilisation d'huiles végétales naturelles présente plusieurs avantages, notamment une meilleure tolérance cutanée et un impact environnemental réduit comparé aux savons conventionnels contenant des composés synthétiques. L'huile d'olive, riche en antioxydants et en acides gras insaturés, apporte des propriétés hydratantes et nourrissantes, tandis que l'huile de noix de coco contribue à la formation d'une mousse riche et onctueuse, tout en renforçant l'effet antimicrobien. Les savons synthétisés semblent donc avoir une excellente rémanence

En peut conclure que, cette étude valide le potentiel des huiles végétales naturelles comme base pour la formulation de savons antiseptiques efficaces. L'évaluation de l'efficacité antiseptique des savons naturels a démontré que l'ajout de certains ingrédients naturels, tels que la curcumine et le réglisse, améliore significativement l'activité antimicrobienne des savons. Ces résultats suggèrent que les savons naturels enrichis en extraits végétaux peuvent offrir des avantages supplémentaires en termes de protection antimicrobienne, en plus de leurs propriétés nettoyantes Elle ouvre également la voie à de futures recherches visant à optimiser les formulations et à évaluer l'impact à long terme de ces produits sur la santé de la peau. L'approche naturelle et écologique de cette étude s'inscrit dans une tendance croissante vers des produits de soin de la peau plus sûrs et plus respectueux de l'environnement, répondant à une demande croissante de consommateurs de plus en plus conscients des implications sanitaires et environnementales de leurs choix de produits de soin.

Conclusion Générale

Les résultats de cette étude sur le pouvoir désinfectant du savon sont très prometteurs, bien que des améliorations et des recherches supplémentaires d'être améliorée et poursuivie .

En perspective, il serait pertinent de :

- Déterminer la durée après laquelle la rémanence du savon diminue ;
 - Effectuer d'autres études incluant des protocoles de désinfection des mains pour déterminer le temps de lavage minimum nécessaire pour un effet optimal du savon ;
 - Réaliser des études comparatives sur l'efficacité et la rémanence du savon obtenu par rapport à d'autres savons utilisés comme témoins.
-
- La mise en marché d'un savon naturel antiseptique à base d'huiles végétales naturelles, comme l'huile d'olive et l'huile de noix de coco, offre de nombreuses opportunités en termes d'innovation, de développement durable et de satisfaction des consommateurs. Avec des efforts continus en recherche et développement, des stratégies de marketing efficaces, et une attention constante à la qualité et à la sécurité, ce produit a le potentiel de réussir sur le marché des soins de la peau naturels et biologiques.

Annexe

Annexes

Annexe N° 1. La composition de la Gélose Nutritive

- Extrait de viande 1,0g
- Extrait de levure 2,5g
- Peptone 5,0g
- Chlorure de sodium 5,0g
- Agar 16,5g
- pH = 7,0

Annexe N°2. Les normes adoptées pour classer les savons et détergents (ISO 684-1974).

Type de produits	Savon de ménage			Savon de toilette		Pate de savon
	Parfumé 1ère Gamme	2ème	3ème	1ère	2ème	
Matériels grasses animales ou végétales (min)	62	58	60	78	70	18
Alcali libre (max)	0.08	0.3	0.3	0.002	0.02	0.02
Humidité (max)	28	30	28	14	20	55



Autorisation d'impression finale d'un mémoire de master

	Nom et prénom	Signature
Le président de jury	BOUAMER Kheira	
Examineur 1	BABA Arbi Iliase	
Examineur 2	ADAMOU youcef	
Encadrant	MATALLAH Messaouda	

Soussigne Dr .BOUAMER Kheira

Président de jury des étudiant (s) -

-RECIQUI Zohra

-CHAHMA Maroua

Filière : Génie des procédés. Spécialité : Génie chimique

Thème FORMULATION ET CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE D'UN SAVON
ANTISEPTIQUE A BASE D'HUILES NATURELLES VGETALES

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

Ghardaïa le: 30/06/2024

Le président de jury

