

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université A. Mira de Bejaia



Faculté de Technologie
Département de Génie des procédés

Mémoire EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

Domaine : Science et Technologie
Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Chimique

Présenté par

LATRECHE Ikram

TOULOUM Célia

Thème

Elaboration d'un savon crémeux pour le traitement de l'acné

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Affiliation	Qualité
TIGHZERT Hamid	MCA	Université de Bejaia	Président
HAMAIDI Nassima	MCA	Université de Bejaia	Examinatrice
HAMMICHE Dalila	Professeure	Université de Bejaia	Encadrante

Année Universitaire : 2024/2025

Populaire et Démocratique Algérienne République
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Déclaration sur l'honneur
Engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique dans
l'élaboration d'un travail de recherche

Arrêté ministériel n° 1082 du 27 décembre 2020 (*)
fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

Je soussigné,

Nom : Touloun
Prénom : Céline
Matricule : 181833000676
Spécialité et/ou Option : Génie Chimique
Département : Génie des procédés
Faculté : Technologie
Année universitaire : 2024/2025

et chargé de préparer un mémoire de (Licence, Master, Autres à préciser) :

Intitulé : Elaboration d'un savon crémeux
pour le traitement de l'acné
.....

déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques,
et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requises dans
l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Béjaïa, le

08/07/2025

Signature de l'intéressé

(*) Lu et approuvé

.....

(*) Arrêté ministériel disponible sur le site www.univ-bejaia.dz/formation (rubrique textes réglementaires)

Populaire et Démocratique Algérienne République
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Déclaration sur l'honneur
Engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique dans
l'élaboration d'un travail de recherche

Arrêté ministériel n° 1082 du 27 décembre 2020 (*)
fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

Je soussigné,

Nom : Latreche
Prénom : N. Kram
Matricule : 2020 3300 73 28
Spécialité et/ou Option : Créneau Chimique
Département : Créneau des procédés
Faculté : Technologie
Année universitaire : 2021-2022
et chargé de préparer un mémoire de (Licence, Master, Autres à préciser) : Master

Intitulé : Elaboration d'un Sapon Crémeux
pour le traitement de l'eau
.....

déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques,
et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requises dans
l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Béjaïa, le

08.07.2021

Signature de l'intéressé

(*) Lu et approuvé

.....

(*) Arrêté ministériel disponible sur le site www.univ-bajaia.dz/formation (rubrique textes réglementaires)

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu Tout-Puissant pour le courage et la force qu'il nous a donnée afin de mener ce travail. et pour les bonnes personnes qu'il a mis sur notre chemin.

*Notre profonde gratitude et remerciements sont adressés à notre encadrante **Mme HAMMICHÉ DALILA**. Il est parfois difficile de trouver les mots justes pour exprimer une gratitude profonde, je tiens du fond du cœur à vous dire merci pour votre patience, votre écoute, et surtout votre façon unique de croire en chacun de vos étudiants.*

Votre présence, vos mots, vos encouragements ont été un véritable soutien tout au long de cette année, Vous transmettez une passion, un regard bienveillant sur le monde. Merci pour tout ce que vous êtes, pour tout ce que vous donnez, et pour l'empreinte que vous laissez dans nos vies.

*Un grand merci pour tous les membres de laboratoire du bloc onze, particulièrement à **Zahra, Amína, Tínhinane** et **Lydia** pour leurs soutiens, gentillesse et leurs sens d'humeur et pour l'ambiance et les bêtises qu'on a faits, les bons moments qu'on a passé ensemble, les fou rires, l'amour partager durant cette année.*

Nos remerciements vont aux membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Enfin un remerciement à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Tout d'abord, je tiens à remercier Dieu pour la force et la patience qu'il m'a données durant mes années d'études pour arriver à ce jour malgré toutes les difficultés que je rencontre.

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à :

*A la femme qui souffrent sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit mon âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre
heureuse : **mon adorable maman***

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma et tout
respect : **mon cher père***

A mes grands frère Houssam et Houcine et mes petites sœurs Souha et Douaa, qui m'ont toujours soutenu au prix des sacrifices inoubliables.

A la femme de mon frère Meriem, qui est comme ma sœur.

*Merci pour tout le soutien que vous m'avez apporté au cours des dernières années, et particulièrement cette année, que dieu vous
protège pour moi.*

*A mes amis Ahlem A, Assia, Dody, Chaïma, Ahlem R, Fifi, Rima, Kamar, Farah... pour les moments partagés, les expériences vécus et
les souvenirs créent ensembles.*

Un grand merci à mon binôme Cicy ma partenaire de mémoire d'avoir eu le courage d'achever ce travail malgré tout ce qu'on a enduré, avec laquelle j'ai pris beaucoup de plaisir à travailler, cette année fut riche en émotions et je tiens à te remercier pour ton soutien et ce lien tout particulier qui s'est créé entre nous.

Ikram

Dédicaces

Tout d'abord, je tiens à remercier Dieu pour la force et la patience qu'il m'a données durant mes années d'études pour arriver à ce jour.

Je dédie ce travail à ma très chère, la reine de ma vie maman et mon roi papa d'amour.

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous deux. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour vous, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Vos conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite comme mon père m'a dit : <<WHO WANTS THE CROWN, BEARS THE CROWN >>. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté que Dieu le tout puissant vous préserve.

*A mes chères frères **Zizou** et **Lais** pour leurs encouragements, et leurs amour et soutiens moraux, ainsi de faire de moi la grande sœur la plus forte. Que Dieu illumine vos chemins.*

*A mes amis : **Tina** et **Massilya** qui ont su être là pour moi sans rien demander en retour, je n'ai pas de sœurs mais dieu merci je vous ai à mes côtés.*

*A mon binôme **Ikram** qui connaît la valeur du travail d'équipe, ton sérieux et ta bonne humeur ont été une véritable source de motivation. Je tiens à te remercier du fond du cœur pour ta patience et ton esprit d'équipe tout au long de ce travail.*

Celia

Introduction	1
Chapitre I :	
Revue bibliographique	
I Revue bibliographique	2
I.1 Historiques des cosmétiques.....	2
I.1.1 Définition d'un produit cosmétique.....	2
I.1.2 Définition d'un produit cosmétique biologique	3
I.1.3 Différents produits cosmétiques	3
I.2 Définition du savon	4
I.2.1 Saponification.....	4
I.2.2 Types de savon	5
I.2.3 Savon dur.....	5
I.2.4 Savon mou et liquide.....	5
I.2.5 Classification des savons	6
I.2.5.1 Classification basée sur la composition.....	6
I.2.5.2 Classification basée sur la forme	6
I.2.5.3 Classification basée sur la méthode de fabrication.....	7
I.2.6 Méthodes de fabrication du savon	7
I.2.6.1 Procédé à froid	7
I.2.6.2 Procédé semi-ébullition.....	8
I.2.6.3 Procédé à chaud	8
I.2.7 Propriétés physico-chimiques du savon.....	8
I.2.7.1 Structure d'un savon	8
I.2.7.2 Agents tensioactifs	8
I.2.7.3 Action moléculaire du savon	9
I.2.7.4 pH du savon	9
I.2.7.5 Pouvoir moussant.....	10
I.2.7.6 Teneur en eau (humidité).....	10
I.2.7.7 Teneur en alcali libre total.....	11
I.2.7.8 Propriétés détergentes d'un savon	11
I.2.7.9 Réaction de saponification	11
I.3 Définition de la peau	12
I.3.1 Anatomie de la peau	12
I.3.2 Types de peaux.....	13
I.3.2.1 Différents types de peau	13
I.3.2.1.1 Peau sèche.....	13

I.3.2.1.2	Peau grasse.....	13
I.3.2.1.3	Peau mixte.....	13
I.4	Définition de l'acné	14
I.4.1	Définition des corps gras	14
I.5	Généralité sur l'huile d'olive et l'huile de coco	14
I.5.1	Huile d'olive.....	14
I.5.1.1	Définition	14
I.5.1.2	Composition chimique.....	15
I.5.1.3	Caractéristique de l'huile d'olive	15
I.5.1.4	Aspect thérapeutique	16
I.5.2	Huile de coco	17
I.5.2.1	Définition	17
I.5.2.2	Caractéristique de l'huile de coco	17
I.5.2.3	Composition chimique.....	18
I.5.2.4	Effets thérapeutique	18
I.5.3	Généralité d'acide salicylique.....	19
I.5.3.1	Définition de l'acide Salicylique.....	19
I.5.3.2	Quels sont les avantages de l'acide salicylique pour chaque type de peau ?	19
I.5.3.3	Structure et dénomination	20
I.5.3.4	Propriétés physico-chimiques de l'acide salicylique	20
I.5.3.4.1	Propriétés physiques	20
I.5.3.4.2	Propriétés chimiques.....	21

Chapitre II :

Matériels et méthodes

II	Matériels et méthodes	22
II.1	Produits chimiques et matières premières utilisées	22
II.2	Etapas de la préparation du savon	23
II.2.1	Savon solide.....	23
II.2.2	Mousse de savon	25
II.3	Composition des savons obtenus.....	25
II.4	Analyses effectuées.....	26
II.4.1	Détermination du pH de savon	26
II.4.2	Taux d'humidité.....	27
II.4.3	Stabilité physique (test de la centrifugeuse).....	27
II.4.4	Pouvoir moussant.....	28
II.4.5	Spectrophotométrie infrarouge à transformation de Fourier (IRTF)	28

II.4.6	Chromatographie haute performance (HPLC)	29
II.4.6.1.1	Dosage de l'acide salicylique dans le savon	29
II.4.6.1.2	Analyse des acides gras et des produits de saponification	31
Chapitre III :		
Résultats et discussions		
III	Résultats et discussions.....	32
III.1	Détermination de taux d'humidité.....	32
III.1.1	Pour les Huiles	32
III.1.2	Pour les savons	32
III.2	Analyse chromatographique haute performance (HPLC)	34
III.2.1	Dosage d'acide salicylique dans le savon	34
III.2.2	Analyse des acides gras et des produits de saponification	36
III.3	Mesure du pH	37
III.4	Stabilité physique (test de la centrifugeuse)	37
III.5	Pouvoir moussant.....	38
III.6	Analyse spectroscopie infrarouge	40
III.6.1	Pour la poudre de jujubier.....	40
III.6.2	Pour les savons	42
Conclusion générale		46
Références		47
Résumé		53
Abstract		53

Liste d'abréviation

A.S : Acide salicylique

ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

BHA : Beta-hydroxyde

COGB : Corps gras de Bejaïa

CSP : Code de la santé publique

HPLC : Analyse chromatographique liquide haute performance

INS : Indicateur clé de sa dureté et de ses propriétés

IRTF : Spectrophotométrie infrarouge à transformation de Fourier

IUPAC : Union internationale de chimie pure et appliquée

UV : Ultra-violet

Liste des figures

Figure I.1 : Savon dur

Figure I.2 : Savon mou

Figure I.3 : Structure schématique d'un tensio-actif

Figure I.4 : pH de la peau

Figure I.5 : Réaction de saponification

Figure I.6 : Huile d'olive

Figure II.1 : Plante de jujubier

Figure II.2 : Préparation de l'infusion de thé vert

Figure II.3 : Mélange des huiles et de solution de soude

Figure II.4 : Dissolution de savon dans l'eau

Figure II.5 : Agitation mécanique du savon

Figure II.6 : pH mètre

Figure II.7 : Appareil de mesure de stabilité

Figure II.8 : Appareil d'IRTF

Figure II.9 : Appareil HPLC

Figure II.10 : Dosage de l'acide salicylique dans le savon

Figure II.11 : Analyse HPLC des savons de différente concentration en A.S

Figure II.12 : Analyse des acides gras et des produits de saponification

Figure III.1 : Taux d'humidité des deux huiles

Figure III.2 : Courbe d'étalonnage d'HPLC

Figure III.3 : Pourcentage d'A.S dans les savons

Figure III.4 : Essai de la stabilité

Figure III.5 : Mousse formé après l'agitation

Figure III.6 : Formation de mousse

Figure III.7 : Spectre IR de poudre de jujubier

Figure III.8 : Spectres IR des savons de différente concentration d'acide salicylique

Figure III.9 : Spectre IR de savon au jujubier

Liste des tableaux

Tableau I : Teneur en acide gras de l'huile d'olive en (%)

Tableau II : Caractéristiques physico-chimique d'huiles d'olive

Tableau III : Principales caractéristiques physiques de l'huile de coco

Tableau IV : Composition en acides gras de l'huile de coco

Tableau V : Structure d'acide salicylique

Tableau VI : Propriétés physiques d'acide salicylique

Tableau VII : Propriétés chimiques d'acide salicylique

Tableau VIII : Tableau récapitulatif des produits chimiques utilisés

Tableau IX : Composition des savons préparés

Tableau X : Concentration des étalons de l'acide salicylique

Tableau XI : Taux d'humidité des huiles

Tableau XII : Taux d'humidité des savons

Tableau XIII : Résultats d'analyse de dosage d'acide salicylique

Tableau XIV : Résultats d'analyse des acides gras et des produits de saponification

Tableau XV : Résultats de la mesure du pH

Tableau XVI : Résultats d'essai de la stabilité des savons de différents % A.S

Tableau XVII : Variation de pouvoir moussant des savons

Introduction

Introduction

Depuis les toutes premières civilisations, l'homme se préoccupe de son apparence, accordant de l'importance à la beauté de son visage, de ses cheveux ou encore de son corps. [1] Les produits de beauté dermatologiques se situent à la frontière entre la cosmétique et la pharmacie. Ils sont considérés comme des produits cosmétiques, et sont donc soumis à la même réglementation, mais s'apparentent à des médicaments par la présence de la ou des substances actives. La différence réside dans la fonction du produit, où un médicament est utilisé à titre préventif ou curatif face à une affection cutanée, alors qu'un produit cosmétique est utilisé pour nettoyer la peau ou améliorer son aspect. [1]

La peau est une enveloppe de recouvrement du corps humain, elle assure diverses fonctions parmi lesquelles la fonction de socialisation et de protection. Du fait de son exposition et de sa très grande sensibilité, elle est soumise à l'influence des aléas climatiques, de nos habitudes alimentaires, des soins polluants et agressifs, et des maladies dermatologiques qui peuvent altérer ses fonctions et diminuer ainsi l'estime de soi. [2] L'acné est une affection dermatologique qui se caractérise par des lésions inflammatoires des follicules pilo-sébacés. Elle apparaît suite à un dérèglement dans le processus de kératinisation, une surproduction du sébum ; et une inflammation liée à la prolifération des bactéries sur les milieux. [3]

Le savon est un agent de nettoyage et un produit composé de molécules amphiphiles obtenues par une combinaison de graisses, d'une base forte, spécifiquement l'hydroxyde de sodium ou l'hydroxyde de potassium et de l'eau. Il se présente sous différentes formes, telles que des poudres (ex : détergents), des liquides et des solides, cette réaction est effectuée à chaud ou à froid. Son caractère amphiphile lui donne ses propriétés caractéristiques, notamment la formation de mousse et d'émulsions utiles pour le lavage.

Dans le cadre de notre travail de Master, nous avons élaboré un savon formulé à base d'acide salicylique, destiné au traitement de l'acné. Au terme de l'élaboration du premier chapitre de notre travail, nous avons accompli une analyse du cadre théorique aperçue sur les cosmétiques et les différents types de ses derniers suite à ce que nous avons discuté sur les savons et ses propriétés physico-chimiques, nous avons ainsi discuté sur la peau et de ses trois types connus finalement nous avons terminé par l'acide salicylique et ces bienfaits. De suite dans le deuxième chapitre nous avons élaboré les méthodes utilisées et les protocoles de préparations des savons tels que les analyses effectuées sur les huiles et les savons. En fin pour le troisième chapitre qui est la résultante obtenue plus les formules que nous avons sélectionnées pour notre savon final.

Chapitre I :

Revue bibliographique

I Revue bibliographique

I.1 Historiques des cosmétiques

La cosmétologie moderne prend ses racines aux XIX^e et XX^e siècles, période marquée par les progrès industriels et l'essor du marketing, qui transforment les produits de beauté en biens de consommation accessibles à tous. Un événement clé survient en 1862 avec l'invention du procédé Solvay, permettant une production de soude à moindre coût. Cette avancée rend le savon abordable même pour les couches sociales les plus modestes.

L'évolution de la cosmétologie est, depuis ces dernières années, considérable, notamment par le nombre de nouvelles substances qui apparaissent et par la pression de plus en plus forte de leur réglementation. Le produit cosmétique n'est plus ce produit qui devait tout à l'artificiel, au faux-semblant dans le but de donner l'illusion d'une réalité ou plutôt de cacher cette réalité. La cosmétologie est devenue une science, s'appuyant sur des faits précis d'ordre biologique et physicochimique et cette nouvelle conception s'est définitivement imposée. [4]

I.1.1 Définition d'un produit cosmétique

D'après le Code de la Santé Publique : « On entend par produit cosmétique toute substance ou mélange destiné à être mis en contact avec les parties superficielles du corps humain (l'épiderme, les systèmes pileux et capillaire, les ongles, les lèvres et les organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles» [5]. Les cosmétiques ne peuvent pas prétendre à une action thérapeutique ou curative, selon l'ANSM (l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé), «un produit cosmétique ne peut pas être présenté comme ayant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines, le produit relevant dans ce cas de la définition du médicament par présentation au sens de (CSP). Les produits destinés à être ingérés, inhalés, injectés ou implantés dans l'organisme ne sont pas des produits cosmétiques même s'ils revendiquent une action notamment sur la peau, les dents, la muqueuse buccale et/ou les phanères (cheveux, ongles).» [6]

I.2 Définition d'un produit cosmétique naturel

Contrairement aux cosmétiques conventionnels, qui peuvent contenir des ingrédients chimiques ou synthétiques issus de la pétrochimie, les cosmétiques dits « naturels » sont supposés être composés majoritairement, voire exclusivement, de substances d'origine

naturelle, comme des extraits de plantes, des huiles essentielles, ou des beurres végétaux. En théorie, ces produits devraient donc exclure les additifs artificiels, colorants ou conservateurs synthétiques. Cependant, il est important de noter qu'il n'existe pas encore de réglementation internationale ou législation uniforme encadrant précisément la définition, la composition ou les procédés de fabrication de ces cosmétiques naturels. Cela laisse place à des interprétations variables selon les labels, les pays et les marques, rendant parfois difficile pour le consommateur de distinguer un produit véritablement naturel d'un autre qui ne l'est qu'en apparence. [7]

I.1.2 Définition d'un produit cosmétique biologique

Les cosmétiques biologiques sont soumis à des critères plus stricts que les cosmétiques simplement naturels. En effet, en plus d'utiliser une majorité d'ingrédients d'origine naturelle, ils doivent également intégrer une proportion élevée de composants issus de l'agriculture biologique. Les exigences précises peuvent varier selon les labels de certification, mais certaines bases sont généralement communes : pour qu'un produit soit considéré comme « bio », il doit contenir au minimum 95 % d'ingrédients naturels. Parmi ceux-ci, au moins 95 % doivent être d'origine biologique.

Cependant, la part d'ingrédients biologiques dans le produit fini (c'est-à-dire l'ensemble de la formulation, eau comprise) est souvent plus faible en raison de la présence d'eau ou de minéraux, qui ne peuvent pas être certifiés bio. Ainsi, les certifications imposent un seuil minimal de 20 % d'ingrédients biologiques pour les cosmétiques non rincés (comme les crèmes ou les huiles), et 10 % pour les produits rincés (comme les gels douche ou les shampoings), ou ceux contenant une forte proportion de minéraux. [7]

I.1.3 Différents produits cosmétiques

- Produits permettant de blanchir la peau
- Préparations pour bains et douches (sels, mousses, huiles, gels...)
- Produits de coiffage (lotions, laques et brillantines)
- Crèmes, émulsions, lotions, gels et huiles pour la peau (les mains, le visage, les pieds...)
- Dépilatoires
- Produits d'entretien pour la chevelure (lotions, crèmes et huiles)
- Fonds de teint (liquides, pâtes et poudres)
- Masques de beauté
- Produits de maquillage et de démaquillage du visage et des yeux

Chapitre I : Revue bibliographique

- Produits de nettoyage (lotions, poudres, shampoings et après- shampoings) Produits pour l'ondulation, le défrisage et la fixation
- Parfums, eaux de toilette et eaux de Cologne
- Produits pour le rasage (savons, crèmes, mousses, lotions...)
- Produits de soins capillaires
- Produits solaires et antirides
- Savons de toilette, de beauté, de parfumerie, déodorants

I.2 Définition du savon

Le savon peut être défini comme le résultat d'une réaction chimique appelée saponification, au cours de laquelle des corps gras d'origine animale ou végétale réagissent avec un alcali, généralement de la soude caustique (hydroxyde de sodium) ou de la potasse caustique (hydroxyde de potassium). Selon l'alcali utilisé, on obtient soit un savon dur (avec la soude), soit un savon mou (avec la potasse).

Ces deux types de savon se dissolvent facilement dans l'eau chaude ou dans l'alcool. En revanche, leur solubilité dans l'eau froide est nettement plus faible, ce qui donne lieu à des solutions troubles plutôt que limpides. Les savons fabriqués à partir de soude sont également insolubles dans des solutions fortement basiques ou très salées (saumures concentrées). Cette propriété est exploitée dans le cadre de la fabrication industrielle du savon. [8]

En effet, lorsqu'on ajoute une saumure concentrée à une solution contenant du savon de soude, cela provoque une séparation physique : le savon, moins dense, remonte à la surface, se détachant ainsi de l'eau et des impuretés. Ce phénomène est connu sous le nom de relargage. Il s'agit d'une étape clé dans le processus de purification du savon, permettant de retirer l'excès d'eau et de concentrer le produit fini.

Par ailleurs, lorsque l'on introduit une solution de sel (chlorure de sodium) dans une préparation contenant du savon de potasse, une réaction de double déplacement se produit. Cette réaction chimique transforme le savon de potasse en savon de soude tout en libérant du chlorure de potassium, une autre substance soluble. [9]

I.2.1 Saponification

La saponification est une réaction chimique qui se produit lorsqu'un alcali (souvent sous forme de lessive) réagit avec un corps gras tel qu'une huile ou une graisse. Cette réaction aboutit à la formation de deux principaux produits : le savon et la glycérine. Bien qu'il soit techniquement possible de séparer ces deux composés, dans la savonnerie artisanale, cette

Chapitre I : Revue bibliographique

étape est généralement omise. En effet, la glycérine présente dans le savon ne pose pas de problème, bien au contraire, elle confère au produit une valeur ajoutée en raison de ses propriétés hydratantes et douces pour la peau. C'est pourquoi elle est souvent conservée dans la formulation finale. [9]

I.2.2 Types de savon

Nous distinguons plusieurs types de savon notamment :

- Le savon dur
- Savon mou/liquide

I.2.3 Savon dur

Un savon dur est produit à partir de la soude caustique et (un mélange) des corps gras. Nous avons vu qu'en principe chaque huile peut être utilisée dans la fabrication du savon dur mais la nature et les caractéristiques des huiles vont déterminer dans quel pourcentage les huiles devront être utilisées (Le coefficient INS). [10]



Figure I.1 : Savon dur

I.2.4 Savon mou et liquide

Un savon mou et liquide est produit à partir de l'hydroxyde de potassium et (un mélange) de corps gras.

En Europe le savon mou (savon brun) est fabriqué traditionnellement avec l'huile de lin (coefficient INS de 15). Le procédé mi- chaud est généralement utilisé pour ce type de fabrication. [10]

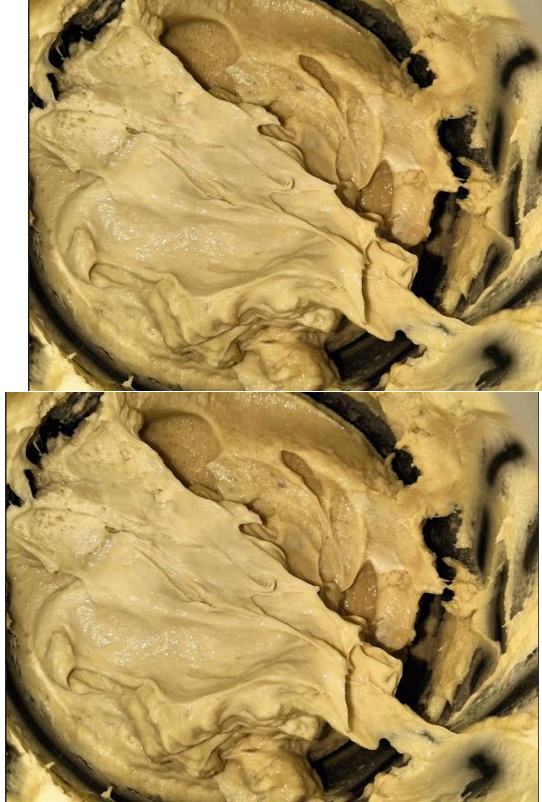


Figure I.2 : Savon mou

I.2.5 Classification des savons

Les savons peuvent être catégorisés selon divers critères, tels que leur composition chimique, leur forme physique, leur mode de fabrication ou encore leur usage spécifique (corps, visage, ménage, etc.). Cette classification n'est pas rigide et peut varier selon les attentes des consommateurs, les tendances du marché, ou encore les normes culturelles et industrielles propres à chaque région.

I.2.5.1 Classification basée sur la composition

La plupart des huiles utilisées dans la fabrication du savon traditionnel, sont des huiles d'origine végétale, telles que l'huile d'olive, l'huile de coco, l'huile de palme, l'huile d'arachide ...etc. on peut trouver aussi des savons à base de graisses animales comme la graisse de bœuf ou de mouton qu'on appelle « suif » ou de graisse de porc qu'on appelle « saindoux »[11]. En mélangeant avec des huiles végétales les graisses animales donnent des savons de bonne qualité [12]. On trouve aussi des savons synthétiques fabriqués à partir de produits chimiques de synthèse tels que les tensioactifs ou les détergents, souvent utilisés dans les produits de nettoyage modernes. [13]

I.2.5.2 Classification basée sur la forme

Dans cette catégorie, on identifie principalement deux types de savon : le savon en pain, généralement moulé en blocs ou en barres, et le savon liquide, présenté dans des flacons ou

Chapitre I : Revue bibliographique

des distributeurs pour un usage plus pratique. Le choix entre ces deux formats repose essentiellement sur les préférences individuelles et les critères de commodité. [14]

I.2.5.3 Classification basée sur la méthode de fabrication

Dans cette classification, on distingue également le savon artisanal et le savon industriel. Le savon artisanal est élaboré de manière traditionnelle et à petite échelle, souvent à la main, avec une attention particulière portée à la qualité des ingrédients, qui sont généralement naturels. À l'inverse, le savon industriel est produit en grande quantité au sein d'unités de fabrication automatisées, en utilisant des procédés standardisés permettant d'optimiser le rendement et la régularité du produit final. [15]

I.2.6 Méthodes de fabrication du savon

Selon la température de conduite de la réaction de saponification nous distinguons 3 méthodes différentes de fabrication du savon : la saponification à froid, le procédé semi-chaud de saponification et le procédé à chaud. [16]

I.2.6.1 Procédé à froid

La saponification à froid est une méthode complète qui consiste à fabriquer le savon à partir d'un mélange d'huiles végétales auquel on ajoute la quantité exacte de soude caustique nécessaire à la réaction chimique. Cette réaction se déroule à une température proche de celle de la pièce, ce qui permet de préserver au mieux les propriétés des ingrédients.

Les additifs (comme les argiles, les beurres végétaux, les laits) et les parfums sont généralement incorporés à la fin de la saponification, juste avant de verser la pâte dans des moules. Cette technique permet d'obtenir un savon riche en glycérine naturelle, avec une texture douce et des propriétés hydratantes préservées.

Cependant, le savon obtenu ne peut pas être utilisé immédiatement. Il nécessite une phase de maturation d'au moins quatre semaines, communément appelée "cure", durant laquelle il sèche à l'air libre. Cette période est souvent perçue comme un temps nécessaire à la finalisation de la saponification, bien que celle-ci soit en réalité presque totalement achevée durant la première semaine. L'enjeu principal du temps de cure est donc le séchage, permettant au savon de perdre environ 10 à 20 % de son poids en eau, ce qui améliore sa dureté, sa durabilité et sa douceur à l'usage. Ce temps de séchage peut être prolongé pour certains savons traditionnels : par exemple, le savon d'Alep est laissé à sécher pendant huit mois avant sa commercialisation, ce qui en améliore considérablement la qualité. [16]

I.2.6.2 Procédé semi-ébullition

Le procédé par semi ébullition (semi chaud) se distingue du procédé froid par le chauffage, par un système de tubulures, de mélange à saponifier entre 70°C et 90 °C, pour accélérer la réaction de saponification. Les colorants, les parfums et additifs, sont ajoutés en fin de procédé pour éviter leur éventuelle évaporation. Le procédé permet l'ajustage des quantités de soude en cours de saponification avant le soutirage de savon brut, il permet également le recyclage des déchets de production. Une meilleure incorporation des additifs et un plus grand choix de matière première. La saponification est généralement plus complète et le temps de maturation de savon brut en moule de refroidissement quelque peu réduit. [17]

I.2.6.3 Procédé 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. [16]

I.2.7 Propriétés physico-chimiques du savon

I.2.7.1 Structure d'un savon

Un savon est constitué d'espèces chimiques ayant un double comportement hydrophile et hydrophobe. On parle d'espèces amphiphiles. Les molécules de savon sont de la forme R-COOK sous leur forme solide, ou R désigne une chaîne carbonée linéaire comportant habituellement entre 4 et 20 atome de carbone, souvent un nombre pair. Elle peut être saturée ou comporter quelque double liaisons en configuration. [18]

I.2.7.2 Agents tensioactifs

Les savons et les détergents appartiennent à la même famille de produit chimique appelés agents tensioactifs ou Sulfactifs, cette famille de produits présente, entre autre, l'activité détergente bien connue, grâce à l'abaissement de la tension superficielle de l'eau que ces

Chapitre I : Revue bibliographique

produits provoquent, permettant ainsi le déplacement de la saleté par mouillage, émulsifiassions formation de la mousse. On distingue :

- a) Les savons : qui sont les sels d'acides gras ou un mélange de ces sels.
- b) Les détergents : qui sont les produits de la synthèse chimique.

Les détergents sont des produits technologiquement plus élaborés et destinés à un usage plus spécifique étant insensible à la dureté de l'eau, qui par contre fait précipiter les savons. Les détergents trouvent leur principale utilisation dans le lavage mécanique (machine à laver et lave-vaisselle) et industrielle. [19]

I.2.7.3 Action moléculaire du savon

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

- a) Celles formées par un groupe polaire hydrophile, c'est le groupe COO^- porteur d'une charge électrique négative.
- b) 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. [20]

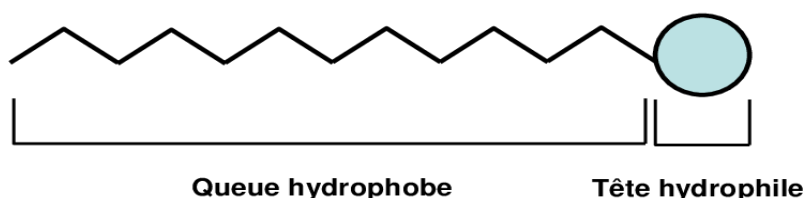


Figure I.3 : Structure schématique d'un tensio-actif

I.2.7.4 pH du savon

Lors de la saponification, une hydrolyse incomplète peut produire un savon au pH trop élevé. Pour éviter cela, on peut ajouter un léger excès d'huiles ou d'acides gras, ce qui aide à neutraliser la soude restante. Un savon trop basique peut altérer le film hydrolipidique protecteur de la peau, ce qui réduit sa capacité à se défendre contre les bactéries et les virus. Même si les irritations cutanées sont peu fréquentes, car la peau rééquilibre généralement son pH assez rapidement, certains savons issus de dérivés pétrochimiques — bien que plus proches du pH cutané — peuvent provoquer un dessèchement à cause de leur fort pouvoir

Chapitre I : Revue bibliographique

détergent. Il faut également garder à l'esprit que le pH de la peau n'est pas uniforme : il varie selon le type de peau, la zone du corps et divers facteurs externes, comme le nettoyage.

La peau dite « normale » présente un pH légèrement acide, autour de 5,5. Toutefois, cette valeur peut fluctuer en fonction de plusieurs éléments comme l'âge, le sexe, la localisation sur le corps ou encore certaines influences extérieures. Par exemple, le pH cutané chez les nourrissons est généralement neutre, autour de 7, alors qu'à l'adolescence période marquée par une production accrue de sébum et une tendance à l'acné le pH devient souvent plus alcalin. [21]

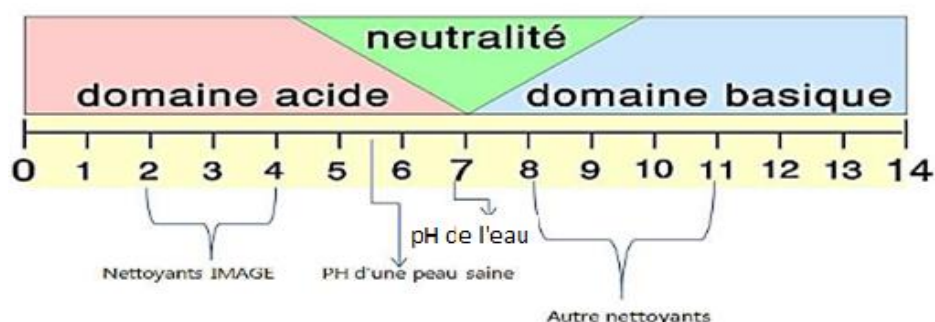


Figure I.4 : pH de la peau [22]

I.2.7.5 Pouvoir moussant

Lorsque le savon est introduit dans l'eau et que le mélange est agité, les ions carboxylate se déplacent vers la surface, formant un film qui abaisse la tension superficielle de l'eau. Cette diminution facilite la formation de mousse, composée de fines bulles d'air emprisonnées. La quantité et la stabilité de cette mousse sont souvent utilisées comme indicateurs empiriques du pouvoir détergent de la solution, en lien direct avec sa capacité à réduire la tension interfaciale entre les substances hydrophobes et l'eau. [23]

I.2.7.6 Teneur en eau (humidité)

L'eau constitue un élément indispensable dans la formulation des savons, car elle permet non seulement de dissoudre l'agent alcalin (soude ou potasse), mais aussi de favoriser la dispersion des réactifs, facilitant ainsi la réaction chimique avec les acides gras. Le taux d'humidité du mélange influe directement sur le bon déroulement de la saponification. C'est pourquoi le contrôle de la quantité d'eau est essentiel dans la fabrication. À ce titre la teneur en eau d'un savon mou est comprise entre 30 % et 50% pour garantir un produit conforme et stable.

Chapitre I : Revue bibliographique

Bien que la norme (ISO 672:1978) ne fixe pas de limites précises pour la teneur en eau des savons mous, elle offre une méthode fiable pour la mesurer. La teneur en eau idéale dépend de la formulation du savon et de son usage prévu. [24]

I.2.7.7 Teneur en alcali libre total

La définition suivant (ISO 684,1974) s'applique : l'alcali libre total fait référence à la somme de l'alcali libre caustique et de l'alcali libre carbonaté. En général, les résultats sont indiqués en pourcentage en poids, que ce soit en hydroxyde de sodium (NaOH) pour les savons sodiques, ou en hydroxyde de potassium (KOH) pour les savons potassiques. Ils peuvent également être exprimés en milliéquivalents par gramme. [25]

I.2.7.8 Propriétés détergentes d'un savon

Le savon possède des propriétés détergentes qui lui permettent de dissoudre les impuretés grasses et de les mélanger à l'eau, ce qui facilite leur élimination de la surface d'un matériau. En effet, les impuretés grasses sont hydrophobes et nécessitent un pont entre l'eau et les impuretés pour être détachées. C'est là que le savon intervient, grâce à sa partie lipophile et hydrophile qui lui permet de jouer ce rôle de pont [26]. Lorsqu'on applique du savon en solution aqueuse sur une surface tachée de graisse, les ions carboxylate présents dans le savon vont entourer la salissure grasse. La partie lipophile de ces ions se liera à la graisse tandis que la partie hydrophile se liera à l'eau, ce qui permettra de dissoudre la salissure et de l'éliminer de la surface du matériau. [27]

I.2.7.9 Réaction de saponification

La saponification est une réaction chimique au cours de laquelle un ester, tel qu'un acide gras, réagit avec une base forte généralement l'hydroxyde de sodium (soude) ou l'hydroxyde de potassium (potasse) pour produire du savon et du glycérol. Cette transformation se réalise à une température comprise entre 80 °C et 100 °C. L'hydrolyse des corps gras, souvent issus d'huiles ou de graisses, conduit à la formation de carboxylates alcalins (sels de sodium ou de potassium), qui constituent le savon, ainsi que de glycérol en tant que sous-produit. [28]

Lorsque la saponification est bien contrôlée, aucun excédent de base ne subsiste dans le produit final, assurant un savon sûr pour un usage cutané.

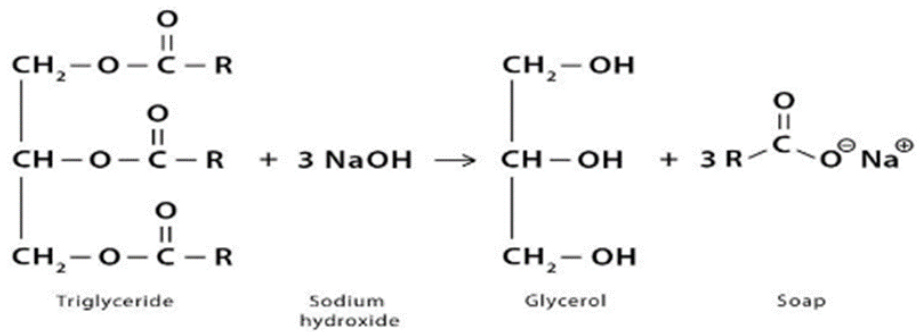


Figure I.5 : Réaction de saponification [29]

I.3 Définition de la peau

Interface entre l'individu et son environnement, la peau est l'organe le plus étendu du corps humain, s'étalant sur une surface de 2 m² et pesant en moyenne 4 Kg. Cette enveloppe vivante assure un rôle protecteur contre les agressions extérieures d'origine mécanique, chimique, microbienne, thermique ou solaire ; elle a également un effet régulateur, en particulier dans l'hémostase thermique et hydrique. Grâce aux très nombreux récepteurs sensoriels et à ses multiples innervations, la peau est soumise à plusieurs agressions externes : soleil, froid, air, poussières, pollution et micro-organismes...d'où l'utilisation des produits cosmétiques. **[30]**

I.3.1 Anatomie de la peau

La peau est le plus vaste organe du corps humain, représentant environ 16 % de son poids total. Elle se compose de différentes couches de tissus qui forment une barrière essentielle entre l'organisme et son environnement. En plus de cette fonction protectrice, elle joue un rôle crucial dans de nombreux processus physiologiques. Les maladies et troubles liés à la peau relèvent du domaine médical appelé dermatologie.

D'un point de vue chimique, la peau comprend en moyenne :

- 70 % d'eau
- 27,5 % de protéines
- 2 % de matières grasses
- 0,5 % de sels minéraux et oligo-éléments

Elle est constituée de trois couches de tissus :

- L'épiderme : couche superficielle
- Le derme : couche intermédiaire
- L'hypoderme : couche profonde [31]

I.3.2 Types de peaux

I.3.2.1 Différents types de peau

On distingue quatre grands types de peau : normale, sèche, grasse et mixte. Parallèlement, la peau peut être sensible, déshydratée ou mature.

I.3.2.1.1 Peau sèche

La peau sèche manque de lipides, autrement dit de sébum, ce qui facilite l'évaporation de l'eau. Elle a donc besoin d'être nourrie avant d'être hydratée, et ne doit pas être confondue avec la peau déshydratée.

La sécheresse cutanée se manifeste souvent sur la peau du visage, les jambes et les mains :

- Elle est rêche au toucher.
- Elle tiraille, en particulier après la toilette.
- Elle desquame, c'est-à-dire qu'elle pèle très facilement.
- Elle est généralement sensible aux changements climatiques : chaud, froid, vent, etc.

Avec le vieillissement, la peau sèche se traduit souvent par des rides fines mais assez nombreuses

I.3.2.1.2 Peau grasse

La peau grasse s'explique par un excès de sébum, appelé séborrhée. Elle se manifeste surtout sur le visage et le haut du dos et se caractérise par :

- Des brillances
- Une peau épaisse et terne
- Des pores dilatés
- La présence de nombreux comédons, appelés plus communément points noirs.

La peau peut devenir grasse pour différentes raisons, notamment :

- Des raisons hormonales
- A cause de la pollution
- Dans des périodes de stress
- En raison de l'utilisation de produits cosmétiques trop décapants.

I.3.2.1.3 Peau mixte

La peau mixte est le mélange de deux types de peau et se caractérise par :

- Une peau grasse sur la zone médiane, ou zone T : le front, le nez et le menton, avec des brillances et des points noirs
- Une peau normale ou sèche sur les joues

Chapitre I : Revue bibliographique

Elle est difficile à traiter car elle demande souvent des produits adaptés à ces deux types de peau. [32]

I.4 Définition de l'acné

L'acné est une maladie de la peau qui dure longtemps et qui touche les petits sacs autour des poils (appelés follicules pilosébacés). Elle apparaît quand la peau produit trop de sébum à cause des hormones déséquilibrées, quand les cellules mortes bouchent les pores, et quand des bactéries comme *propionibacterium acnes* provoquant une inflammation. Elle se forme surtout sur le visage, le cou, la poitrine et le dos. Parmi les traitements topiques, l'acide salicylique est couramment utilisé pour ses propriétés kératolytiques et anti-inflammatoires, favorisant le désengorgement des pores obstrués et la réduction des lésions inflammatoires. [33,34]

I.4.1 Définition des corps gras

Les corps gras sont des éléments essentiels de notre alimentation, qu'ils soient appelés corps gras ou lipides du mot grec « lipos » qui signifie graisse, matières grasses ou graisses, ils sont consommés à l'état naturel comme les huiles et le beurre, ou bien ils sont présents dans un aliment, comme les graisses de constitution des viandes, des poissons, des fruits secs oléagineux (noix, amandes, noisettes, ... etc.) et les graisses ajoutées lors de l'élaboration de certains aliments tels que les plats cuisinés, charcuteries, biscuits, viennoiseries, pâtisseries. Ils sont caractérisés par une propriété physique, insolubilité en milieux aqueux mais solubles dans les solvants organiques non polaires (chloroforme, hexane).

Les corps gras sont des composés organiques constitués de carbone d'hydrogène et d'oxygène et de trois groupes d'éléments : les lipides environ 99 %, les phospholipides et les insaponifiables. [35]

I.5 Généralité sur l'huile d'olive et l'huile de coco

I.5.1 Huile d'olive

I.5.1.1 Définition

L'huile d'olive est extraite du fruit de l'olivier, principalement en automne. C'est un produit typique des pays méditerranéens qui accompagne l'histoire humaine depuis l'époque de la civilisation grecque jusqu'à aujourd'hui. [36]



Figure I.6 : Huile d'olive

I.5.1.2 Composition chimique

L'huile d'olive vierge est un système chimique complexe qui contient plus de 250 composés [37]. Sa composition varie en fonction de plusieurs facteurs tels que la variété des olives, les conditions climatiques et la région d'origine.

Tableau I : Teneur en acide gras de l'huile d'olive en (%) [38]

Propriétés	Symbole	Teneur (%)
Acide myristique	C14:0	<0.1
Acide palmitique	C16:0	7.5-20
Acide palmitoléique	C16:1n-7	0.3-3.5
Acide stéarique	C18:0	0.5-5
Acide oléique	C18:1n-9	55-83
Acide linoléique	C18:2n-6	3.5-21
Acide arachidonique	C20:0	<0.8

I.5.1.3 Caractéristique de l'huile d'olive

L'huile d'olive est un liquide clair, transparent, de couleur jaune à jaune-vert, avec une odeur caractéristique. Elle est pratiquement insoluble dans l'alcool, mais miscible avec l'éther de pétrole.

Les constituants lipidiques des corps gras étant difficiles à séparer, leur analyse se fait

Chapitre I : Revue bibliographique

généralement à l'aide de méthodes globales, qui permettent d'obtenir différents indices caractéristiques. [39]

Tableau II : Caractéristiques physico-chimique d'huiles d'olive [40]

Propriété	Valeur
Indice de réfraction (à 200 °C)	1.4677-1.4705
Indice de saponification (mg KOH/g)	184-196
Indice d'iode (g/100g)	75-94
Insaponifiable (g/kg)	<15
Densité relative (à 20°C)	0.91
Acidité (% acide oléique)	<3.3
Indice peroxyde (meq O ₂ /kg)	<20
Acides gras saturé en position 2(%)	<1.5
Cires	250-350

I.5.1.4 Aspect thérapeutique

L'huile d'olive possède des propriétés naturelles adoucissantes et émollientes, qui aident à prévenir le dessèchement de la peau et à ralentir le vieillissement de l'épiderme grâce à son pouvoir régénérant. Elle contribue à la réhydratation de la peau en l'enrichissant en acides gras essentiels, indispensables pour maintenir sa souplesse et sa jeunesse.

Parmi ses composants actifs, le scalène joue un rôle important : il favorise la réhydratation de l'épiderme et le protège des agressions extérieures grâce à son action nutritive et stimulante.

L'huile d'olive aide également à purifier la peau, à lutter contre l'acné et à soulager les brûlures. [41]. En raison de sa richesse en antioxydants, l'huile d'olive joue un rôle essentiel dans la lutte contre le stress oxydatif, un facteur impliqué dans de nombreuses maladies comme l'athérosclérose, les maladies cardiovasculaires, certains cancers, les troubles cérébraux et les pathologies liées au vieillissement prématuré. Son apport pour le maintien d'une bonne santé est donc largement reconnu. [42]

I.5.2 Huile de coco

I.5.2.1 Définition

Le cocotier, appartenant à la famille des Arecaceae, est l'une des plantes les plus largement cultivées dans les régions intertropicales. Il peut atteindre une hauteur de 18 à 21 mètres et vivre jusqu'à 70 ans. L'huile de coco, également appelée huile de coprah, est une huile végétale de couleur blanche, reconnue pour ses propriétés douces et hydratantes. Elle est extraite à partir de la chair fraîche et mûre de la noix de coco. Cette huile est dite vierge car elle ne subit aucun traitement chimique et reste qualitativement intacte, étant obtenue par pression à froid.

Son extraction peut se faire selon deux méthodes :

- **Méthode sèche** qui consiste à sécher la chair de coco par dessiccation.
- **Méthode humide** qui implique l'extraction de l'huile par décantation du lait de coco issu de la chair. [43]

I.5.2.2 Caractéristique de l'huile de coco

Tableau III : Principales caractéristiques physiques de l'huile de coco [44]

Propriétés	Valeur
Point de fusion (°C)	23-26
Viscosité absolue (à 36 °C)	32.5
Indice de réfraction (à 40 °C)	1.448
Densité (à 30 °C)	0.920

I.5.2.3 Composition chimique

L'huile de coco est un mélange complexe de glycérides, contenant environ 84 % de glycérides saturés. Elle est composée principalement de 50 à 60 % de caprolaurymyristine et jusqu'à 20% de dilaurymyristine, avec de petites quantités d'autres types de glycérides.

Tableau IV : Composition en acides gras de l'huile de coco [45]

Acides gras	Nombre de carbone	Limites extrêmes
	Nombre de doubles liaisons	
Acide caproïque	C6 :0	<1
Acide caprylique	C8 :0	6-10
Acide caprique	C10 :0	5-10
Acide laurique	C12 :0	39-45
Acide myristique	C14 :0	15-23
Acide palmitique	C16 :0	6-11
Acide palmitoléique	C16 :1	<2
Acide stéarique	C18 :0	1-4
Acide oléique	C18 :1	4-11
Acide linoléique	C18 :2	1-2
Acide linolénique	C18 :3	<0.1
Acide arachidique	C20 :0	<0.2
Acide eicosénoïque	C20 :1	<0.2

I.5.2.4 Effets thérapeutique

L'huile de coco est particulièrement appréciée pour ses propriétés antimicrobiennes. Elle est reconnue pour ses nombreux usages en soin de santé et de beauté. Elle est notamment utilisée pour favoriser la cicatrisation des brûlures, coups de soleil, cloques, et coupures. Elle contribue également à revitaliser les cheveux, soulage les problèmes de peau comme l'eczéma, les piqûres d'insectes, les hémorroïdes, les boutons, et peut même aider à atténuer certains symptômes de l'asthme. [46]

I.5.3 Généralité d'acide salicylique

I.5.3.1 Définition de l'acide Salicylique

L'acide salicylique est un composé organique aromatique utilisé comme médicament. Il est naturellement synthétisé par certains végétaux, on le retrouve surtout dans des fruits, sous forme estérifiée de salicylate de méthyle. Il peut agir comme un signal hormonal pouvant déclencher, occasionnellement une thermogenèse végétale [47], c'est une molécule qui implique dans beaucoup de phénomènes physiologiques des plantes, parmi lesquels l'activation des réponses de défense de la plante envers des attaques par les champignons, bactéries ou virus.

L'acide salicylique fait partie de la famille des bêta-hydroxy acides (BHA), de puissants ingrédients naturels souvent utilisés en cosmétique. Ici, il s'agit d'un composé chimique dérivé de l'écorce de saule. Sa structure chimique unique est composée d'une chaîne d'hydrocarbure comprenant un groupe carboxyle (COOH) et un hydroxyle (OH) attachés à un carbone. Le grand avantage de l'acide salicylique est son action kératolytique, ce qui en fait un véritable allié des peaux ternes et soumises aux imperfections. De plus, il est liposoluble, ce qui signifie qu'il pénètre facilement dans les pores de la peau. [48]

I.5.3.2 Quels sont les avantages de l'acide salicylique pour chaque type de peau ?

Voici à quel type de bienfaits vous attendre selon votre type de peau.

- **Pour les peaux grasses et les peaux à tendance acnéique** : l'acide salicylique est l'actif à choisir par excellence, car il répond à la grande majorité de leurs besoins ! Il aide à désobstruer les pores en éliminant les cellules mortes et l'excès de sébum, réduisant ainsi les risques de formation de boutons et de points noirs. De plus, son action anti-inflammatoire aide à calmer les rougeurs associées à l'acné.
- **Pour les peaux mixtes à normales** : bien qu'elles soient bien moins sujettes aux imperfections, l'acide salicylique peut toujours leur être bénéfique. Son action kératolytique aide à maintenir une peau lisse et débarrassée des impuretés, favorisant un teint uniforme et éclatant. De plus, en régulant la production de sébum, il aide à prévenir la brillance excessive sur la zone médiane du visage et réduit les risques de boutons.
- **Pour les peaux sèches et/ou sensibles** : si elles nécessitent une approche plus douce, certaines formulations d'acide salicylique peuvent leur convenir. Choisissez des produits contenant une concentration plus faible de ce principe actif et qui l'associent

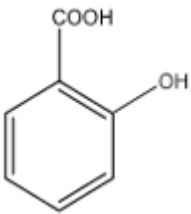
Chapitre I : Revue bibliographique

à des ingrédients apaisants et hydratants, comme l'acide hyaluronique, pour limiter les risques d'irritation. Dès lors, il agit comme un exfoliant doux capable de respecter leur sensibilité cutanée tout en favorisant une peau plus lisse et lumineuse. [49]

I.5.3.3 Structure et dénomination

Acide salicylique à un système cyclique central, de nature aromatique ou hétéro- aromatique. Il possède un groupement acide et un groupement hydroxyle (on position ortho) directement fixé sur la partie aromatique. [48]

Tableau V : Structure d'acide salicylique.

Structure	Formule brute	Nom IUPAC	Synonymes
	$C_7H_6O_3$ $C_6H_4(OH)(COOH)$	Acide 2-hydroxy-benzoïque	Acide ortho-hydroxy-benzoïque

I.5.3.4 Propriétés physico-chimiques de l'acide salicylique

L'acide salicylique, ou acide 2-hydroxybenzoïque en nomenclature IUPAC, appartient à la famille des composés aromatiques ($4n + 2$ électrons) l'acide salicylique possède une masse molaire de 138,12 g.mol⁻¹ et se présente sous forme de poudre ou de cristaux de couleur blanche dont le point de fusion est 158 °C 183°C.

I.5.3.4.1 Propriétés physiques

L'acide salicylique est un acide o-hydroxy carboxylique aromatique incolore et cristallin. Contrairement à ses isomères méta et para, il est soumis à une liaison hydrogène intramoléculaire et à la volatilité de la vapeur. Il se sublime également plus facilement que ses isomères et il est sensiblement plus acide. Les constantes de dissociation des isomères « méta » et « para » sont respectivement de 8,7105 et 3,3105. [50]

Il se cristallise sous forme d'aiguilles incolores ou de prismes monocliniques, dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau VI : Propriétés physiques d'acide salicylique [51]

Chapitre I : Revue bibliographique

Propriétés	Valeur
Point de fusion (°C)	159
Point de sublimation (°C)	76
Température d'ébullition (°C à 20 Torr)	211
Densité	1.443
Masse volumique (g.cm^{-3})	1.443
Point d'éclair (°C)	157
Solubilité (g/L 0 20 °C)	1.8

I.5.3.4.2 Propriétés chimiques

La molécule d'acide salicylique combine les propriétés des phénols avec celles des acides 0.carboxyliques aromatiques. [52]

Tableau VII : Propriétés chimiques d'acide salicylique

Propriétés	Valeur
Masse molaire (g/mol)	138.123
PKa	3

Chapitre II :

Matériels et méthodes

II Matériels et méthodes

L'objectif principal de ce travail est de préparer un savon crémeux de qualité, à base d'huiles végétales locales, principalement l'huile d'olive. La méthode de saponification à froid a été adoptée afin de préserver les propriétés thérapeutiques des huiles ainsi que celles de l'acide salicylique utilisé.

Dans ce cadre, nous avons tout d'abord à préparer de six types de savons crémeux. Ensuite un contrôle qualité des savons obtenus a été effectué plus l'analyse du jujubier et de l'acide salicylique afin d'identifier leurs principaux composants suivis par une caractérisation physico-chimique des huiles végétales.

II.1 Produits chimiques et matières premières utilisées

Les produits et les matières premières sélectionnées pour la fabrication et l'analyse du savon sont les suivantes :

- L'huile d'olive utilisée dans cette étude provient de Draa El Gaid (wilaya de Bejaïa).
- L'huile de coco utilisée est commercialisée sous marque HEMANI et est d'origine pakistanaï.
- Le thé vert commercialisé, il apporte des antioxydants naturels au savon, ce qui peut améliorer ses propriétés conservatrices et apaisantes pour la peau.
- La poudre de jujubier, connue en arabe sous le nom de « sider », est issue de la région de Draa El Gaid (wilaya de Bejaïa). Elle est utilisée pour ses propriétés antibactériennes naturelles, contribuant ainsi à l'amélioration des propriétés hygiéniques du savon.



Figure II.1 : Plante de jujubier

Tableau VIII : Tableau récapitulatif des produits chimiques utilisés

Nom	Propriétés
Hydroxyde de sodium	Formule chimique : NaOH Masse molaire : 39.997 g/mol
Acide salicylique	Formule chimique : $C_7H_6O_3$ Masse molaire : 138.12 g/mol
Ethanol	Formule chimique : C_2H_6O Masse molaire : 46.08 g/mol
Méthanol	Formule chimique : CH_4O Masse molaire : 32.04 g/mol
Acide citrique	Formule chimique : $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ Masse molaire : 210.14 g/mol
Chloroforme	Formule chimique : $CHCl_3$ Masse molaire : 119.4 g/mol
Acétonitrile	Formule chimique : C_2H_3N Masse molaire : 41.05 g/mol

II.2 Etapes de la préparation du savon

II.2.1 Savon solide

▪ Préparation du mélange d'huiles

Peser les quantités requises d'huiles (huile d'olive, huile de coco), puis les verser dans un bécher. Mélanger les huiles et les placer sous agitation à l'aide d'un agitateur à hélice.

▪ Préparation de l'infusion de thé vert

Chauffer de l'eau distillée jusqu'à ébullition. Ajouter le thé vert et laisser infuser pendant 10 minutes. Laisser refroidir à température ambiante, puis filtrer la solution.



Figure II.2 : Préparation de l'infusion de thé vert

▪ Préparation de la solution de soude

Ajouter progressivement la soude préalablement pesée dans l'infusion de thé vert. Mélanger jusqu'à dissolution complète de la soude.

▪ Mélange des huiles et la solution de soude

Verser lentement la solution de soude dans le mélange d'huiles, tout en agitant à une vitesse d'environ 1000 tr/min. Continuer à mélanger jusqu'à obtention de la « trace », une texture similaire à celle du miel, signe que la saponification a commencé.



Figure II.3 : Mélange des huiles et de solution de soude

▪ Incorporer l'acide salicylique

Dissoudre l'acide salicylique dans un petit volume d'huile d'olive. Une fois bien dissous, ajouté ce mélange à la pâte à savon en remuant soigneusement pour assurer une distribution homogène.

▪ Remplissage des moules

Verser la pâte à savon dans des moules en silicone. Laisser sécher à température ambiante et laisser le savon durcir pendant une période de cure de 4 à 6 semaines.

II.2.2 Mousse de savon

- **Réduction du savon solide**

Commencez par râper le savon solide afin de faciliter sa dissolution dans l'eau.

- **Mélange avec l'eau chaude**

Faites bouillir de l'eau, puis ajoutez-y les copeaux de savon. Remuez jusqu'à la dissolution complète du savon.



Figure II.4 : Dissolution de savon dans l'eau

- **Ajout de glycérine**

Ajoutez la glycérine (5%) au mélange. Elle aide à maintenir l'humidité et donne une texture crémeuse au savon.



Figure II.5 : Agitation mécanique du savon

- **Vérification de pH**

Mesurez le pH du mélange. Si ce dernier se dépasse 10, ajoutez quelques gouttes d'acide citrique pour réduire le pH à environ 8 ou 9.

II.3 Composition des savons obtenus

Quatre types de savons ont été préparés par le procédé de saponification à froid, tel qu'illustré dans le tableau ci-dessous :

Chapitre II : Matériels et méthodes

Tableau IX : Composition des savons préparés

Savon N° d'essai	Huile d'olive (ml)	Huile de coco (ml)	Infusion de thé (ml)	NaOH (g)	Acide salicylique (%)	Poudre de jujubier(%)
1	200	300	180	73	0.24	0
2	200	300	180	73	0.245	0
3	200	300	180	73	0.37	0
4	200	300	180	73	0.49	0
5	200	300	180	73	0.24	7
6	200	300	180	73	0.488	7

N.B : Le pourcentage d'acide salicylique et du jujubier est par rapport au poids de savon.

II.4 Analyses effectuées

II.4.1 Détermination du pH de savon

Le pH est un paramètre chimique qui permet de déterminer le caractère acide ou basique d'une solution. Dans le cas des savons, sa mesure est cruciale pour vérifier leur compatibilité avec la peau. Elle repose sur la concentration en ions hydrogène (H^+) et s'effectue à l'aide d'un pH-mètre (figure II.6), un instrument qui fournit une lecture précise sur une échelle allant de 0 à 14.

➤ Mode opératoire

Pour mesurer le pH du savon, 1 g de savon est dissous dans 10 ml d'eau distillée. Le mélange est ensuite agité pendant 2 minutes à l'aide d'un agitateur magnétique. La mesure du pH est effectuée à l'aide d'un pH-mètre étalonné. [53,54]



Figure II.6 : pH mètre

II.4.2 Taux d'humidité

La teneur en eau, exprimée comme le rapport entre la masse d'eau et celle du matériau sec, Elle est déterminée par déshydratation de l'échantillon jusqu'à stabilisation de sa masse.

➤ Mode opératoire

Chauffer une prise d'essai environ 2g à l'étuve à 103 °C pendant quatre heures (jusqu'à élimination complète de l'eau).

Expression des résultats :

$$H (\%) = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_1 - M_0)} * 100$$

M₀ : Masse de la boîte pétrie vide contenant l'huile.

M₁ : Masse de la prise d'essai avant le séchage.

M₂ : Masse de la prise d'essai après le séchage.

II.4.3 Stabilité physique (test de la centrifugeuse)

La centrifugation est une technique de séparation utilisée pour isoler les composants d'un mélange en fonction de leur densité. En appliquant une force centrifuge issue d'un mouvement de rotation rapide, cette méthode permet une séparation rapide et efficace des phases.

➤ Mode opératoire

Chaque échantillon de savon a été pesé à 5 grammes, puis placé dans des tubes à essai. Les tubes ont ensuite été introduits dans la centrifugeuse, où ils ont été soumis à une rotation de 4000 tours par minute pendant 20 minutes.

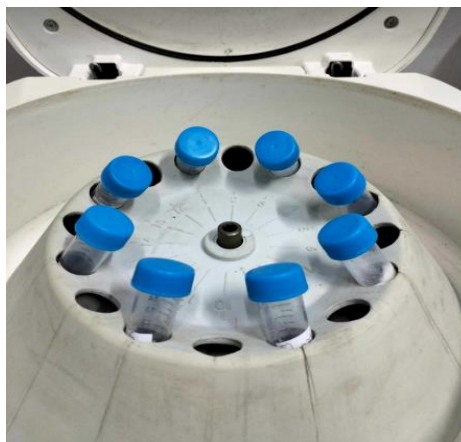


Figure II.7 : Appareil de mesure de stabilité

II.4.4 Pouvoir moussant

L'évaluation du pouvoir moussant permet d'apprécier la capacité d'un savon à produire une mousse durable. Cette analyse repose sur la mesure de la stabilité de la mousse dans le temps, ce qui donne une indication sur la qualité du produit et son efficacité perçue lors de l'utilisation.

➤ Mode opératoire

Dans des tubes à vise, 1 g de chaque savon à analyser est introduit, puis 3 ml d'eau distillée y sont ajoutés. Après avoir soigneusement bouché les tubes, ceux-ci sont agités vigoureusement en position horizontale pendant 2 minutes. Immédiatement après l'agitation, la hauteur de la mousse formée (H_0) est mesurée à l'aide d'une règle graduée. Une seconde mesure de la hauteur de la mousse (H_f) est effectuée 10 minutes plus tard. [55]

Le pouvoir moussant est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Pouvoir moussant (\%)} = [(H_0 - H_f) / H_0] \times 100$$

- H_0 : Hauteur initiale de la mousse après agitation.
- H_f : Hauteur de la mousse après 10 minutes de repos.

II.4.5 Spectrophotométrie infrarouge à transformation de Fourier (IRTF)

La spectrophotométrie infrarouge à transformation de Fourier (IRTF) est une méthode utilisée pour identifier les fonctions chimiques présentes dans un échantillon à partir de son spectre d'absorption infrarouge. Cette technique repose sur l'absorption du rayonnement infrarouge par les liaisons moléculaires, permettant ainsi une caractérisation précise des composés. L'analyse a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre IR Affinity-1, reconnu pour sa sensibilité et sa fiabilité dans l'étude des échantillons solides et liquides.



Figure II.8 : Appareil d'IRTF

➤ Mode opératoire

On a pesé avec précision 0,08 g de bromure de potassium (KBr) que l'on place dans un mortier en agate puis ajoute 0.002g d'acide salicylique. Le mélange est homogénéisé soigneusement, puis placé dans une presse hydraulique. Sous une pression de 60 bars, une pastille transparente est formée. Cette pastille est ensuite insérée dans le spectromètre IRTF pour en analyser le spectre d'absorption.

Même protocole pour l'analyse de jujubier et de savon.

II.4.6 Chromatographie haute performance (HPLC)

La chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) est une technique d'analyse largement utilisée pour la séparation, l'identification et le dosage de composés présents dans un mélange complexe. Elle repose sur l'interaction différenciée des analyses avec une phase stationnaire et une phase mobile, permettant une séparation efficace. Dans cette étude, l'analyse HPLC a été réalisée à l'aide d'un appareil de type **UltiMate 3000**, équipé d'un injecteur automatique, d'un système de pompage quaternaire et d'un détecteur UV, pour quantifier l'acide salicylique contenu dans un échantillon de savon.



Figure II.9 : Appareil HPLC

➤ Mode opératoire

II.4.6.1.1 Dosage de l'acide salicylique dans le savon

➤ Condition l'analyse

- Colonne C18.

Chapitre II : Matériels et méthodes

- La phase mobile : méthanol/eau tamponnée (acide phosphorique 0.1%) = 70 : 30.
- Détection : UV à 303 nm.
- Débit : 1 ml/min.
- volume d'injection : 20µl.

➤ Courbe d'étalonnage

À partir d'une solution mère aqueuse préparée de l'acide salicylique de concentration massique 1 mg/ml, des solutions filles sont préparées de concentration allant de 0.1 mg/ml jusqu'à 0.8 mg/ml.

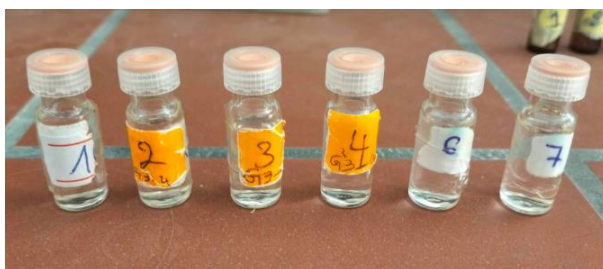


Figure II.10 : Dosage de l'acide salicylique dans le savon

Les concentrations et les volumes pour l'établissement de la courbe d'étalonnage sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau X : Concentration des étalons de l'acide salicylique

C (mg/ml)	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
V (ml)	1	2	4	6	8

➤ Pour les échantillons

On a dissous 1g de savon dans un mélange eau/méthanol puis filtré à l'aide d'un filtre seringue avant l'analyse HPLC.



Figure II.11 : Analyse HPLC des savons de différente concentration en A.S

II.4.6.1.2 Analyse des acides gras et des produits de saponification

➤ Condition l'analyse

- Colonne C18.
- La phase mobile : acétonitrile : eau = 90 : 10 en volume.
- Détection : UV à 205-220 nm.
- Débit : 1 ml/min.
- volume d'injection : 20µl.

➤ Pour les échantillons

On a dissous 1g de savon dans un mélange chloroforme/méthanol puis filtré à l'aide d'un filtre seringue avant l'analyse HPLC.

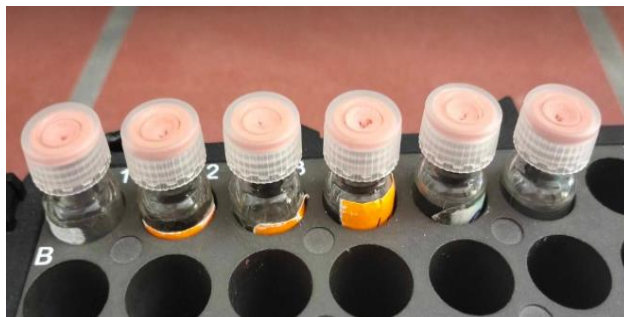


Figure II.12 : Analyse des acides gras et des produits de saponification

Chapitre III :

Résultats et discussions

Chapitre III : Résultats et discussions

III Résultats et discussions

III.1 Détermination de taux d'humidité

III.1.1 Pour les Huiles

Les résultats de la détermination du taux d'humidité des huiles sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XI : Taux d'humidité des huiles

	Boite vide (g)	Avant séchage (g)	Après séchage (g)	Humidité (%)
Huile d'olive	23.74	25.766	25.743	1.13
Huile de coco	24.37	26.44	26.394	1.13

L'analyse de l'humidité effectuée sur des échantillons d'huile de coco et d'huile d'olive dans le tableau XI a révélé une teneur en eau de 1,13 %. Selon les normes accréditées au niveau de l'unité (**COGB La Belle**) [57,58] qui doit être au-dessous de 1%. Cette légère élévation de l'humidité pourrait s'expliquer par une extraction ou une filtration insuffisante, ayant laissé subsister une certaine quantité d'eau résiduelle dans l'huile.

III.1.2 Pour les savons

Les résultats de la teneur en eau des savons sont portés dans le tableau suivant :

Tableau XII : Taux d'humidité des savons

N° d'échantillon	Masse (g)			Humidité(%)
	Boite vide (m0)	Avant séchage (m1)	Après séchage (m2)	
1	24.351	25.851	25.285	37.73
2	42.764	44.264	43.5359	48.54
3	24.374	25.874	25.0848	52.61
4	23.725	25.225	24.450	49.6
5	37.875	39.375	38.734	42
6	37.060	38.560	37.755	52

Chapitre III : Résultats et discussions

Les analyses effectuées sur les six échantillons de savons liquides dans le tableau XII ont révélé des taux d'humidité variant entre 37,73 % et 52,61 %. En premier lieu, en se référant à **(La réglementation nationale algérienne) [59]**, la teneur maximale en humidité pour les savons liquides de ménage est fixée à 50 %. À la lumière de cette norme, quatre échantillons (1, 2, 4 et 5) peuvent être considérés comme conformes. En revanche, les échantillons 3 et 6, dont les taux atteignent respectivement 52,61 % et 52,00 %, dépassent légèrement cette limite, indiquant un excès d'eau qui pourrait altérer la stabilité ou la durée de conservation du produit.

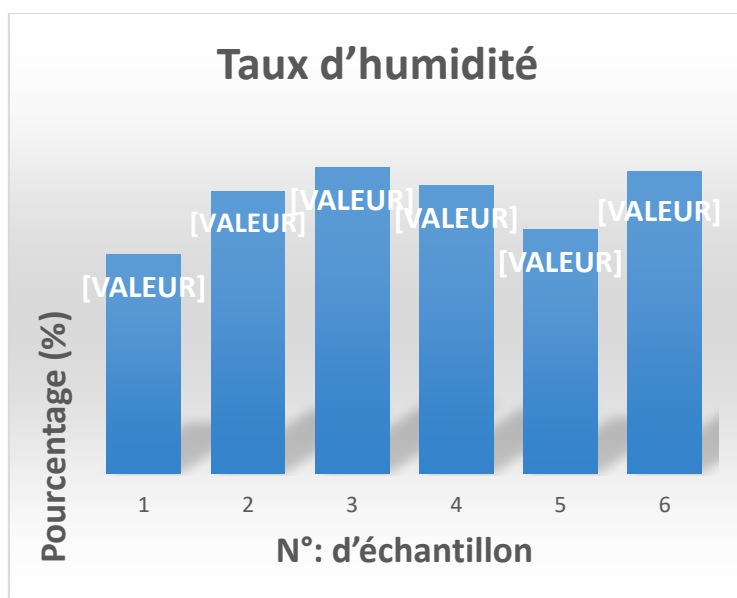


Figure III.1 : Taux d'humidité des deux huiles

Cependant, l'entreprise COGB La Belle, dans une logique de différenciation qualité et de conformité à des standards internes plus rigoureux, applique une norme interne plus stricte, fixant la teneur maximale en humidité à 33 %. Cette exigence vise à garantir une concentration optimale des agents actifs, une texture plus stable, et une meilleure résistance aux contaminations microbiologiques. Aucun des échantillons analysés ne respecte ce seuil interne. Cette non-conformité généralisée aux exigences de **(COGB La Belle) [24]** peut être expliquée par la qualité des matières premières. En effet, les huiles utilisées présentent une teneur en eau de 1,13 %, ce qui excède légèrement la limite maximale de 1 %, généralement admise selon les bonnes pratiques industrielles et les normes. [58]

La présence de grandes quantités d'humidité, en particulier dans les matières premières de faible qualité telles que les huiles et les graisses animales, entraîne un taux élevé d'hydrolyse

Chapitre III : Résultats et discussions

des triglycérides et des esters méthyliques d'acides gras, conduisant à la formation d'acides gras libres et d'alcool. Ensuite, davantage de savon sera formé. [60]

III.2 Analyse chromatographique haute performance (HPLC)

III.2.1 Dosage d'acide salicylique dans le savon

- Courbe d'étalonnage

La courbe d'étalonnage a été obtenue par l'analyse HPLC, des étalons d'acide salicylique préparés suivant le protocole décrit dans le chapitre II.

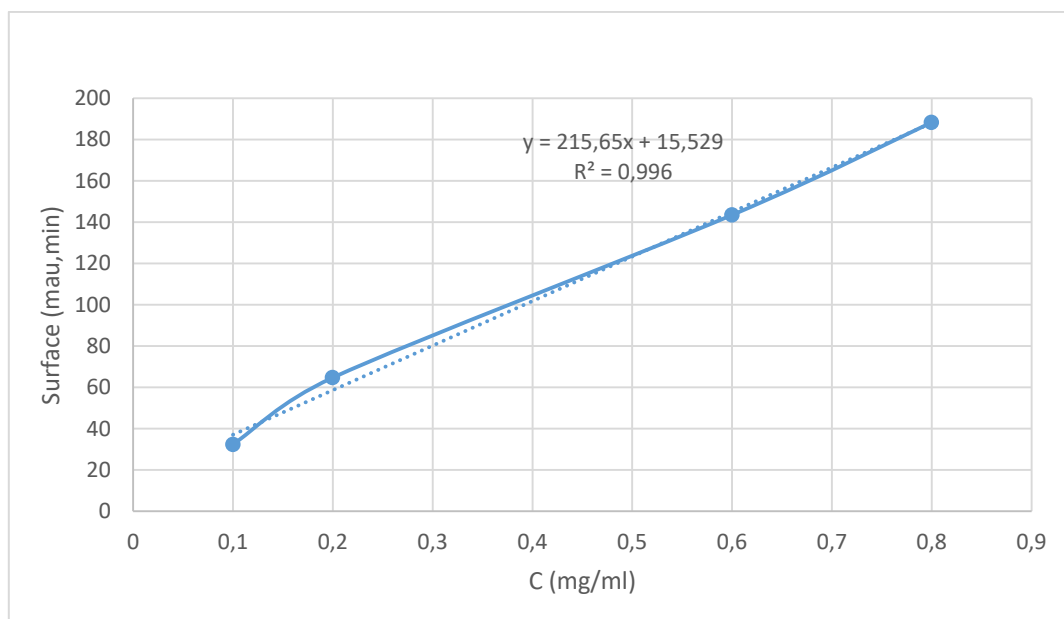


Figure III.2 : Courbe d'étalonnage d'HPLC

Nous remarquons dans la figure III.1 que la droite d'étalonnage, ne passe pas par l'origine, celles-ci nous fournit des droites dont l'équation est : $Y = 215,65 \cdot x + 15,529$

La courbe air = f(t) montre qu'il y a une relation directement proportionnelle entre les airs et les concentrations d'A.S. Ceci est justifié par le coefficient de corrélation R^2 qui est proche de 1, tel que $R^2 = 0,996$. Ainsi la linéarité est vérifiée.

Les résultats obtenus de dosage d'acide salicylique dans le savon sont regroupées dans le tableau suivant :

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau XIII : Résultats d'analyse de dosage d'acide salicylique

Échantillon	Surface (mAU·min)	Masse totale du savon (g)	C _{ASR} (mg/ml)	Pourcentage d'acide salicylique (%)
1	59.847	410	0.2	84
2	67.261	134.9	0.4	54
3	80.667	134.9	0.3	40.5
4	101.435	134.9	0.4	54
5	59.61	153.4	0.2	31
6	103.804	153.6	0.41	63

Les résultats sont regroupés dans le tableau XIII. Le dosage de l'acide salicylique dans les six échantillons de savons a été effectué par chromatographie liquide à haute performance (HPLC). Les résultats obtenus (Tableau XIII) indiquent une variation des concentrations de l'acide salicylique réagit allant de 31 % à 84 %. La courbe d'étalonnage montre une excellente linéarité ($R^2 = 0,996$), confirmant la fiabilité de la méthode analytique pour la quantification de l'acide salicylique dans des matrices complexes telles que les savons.

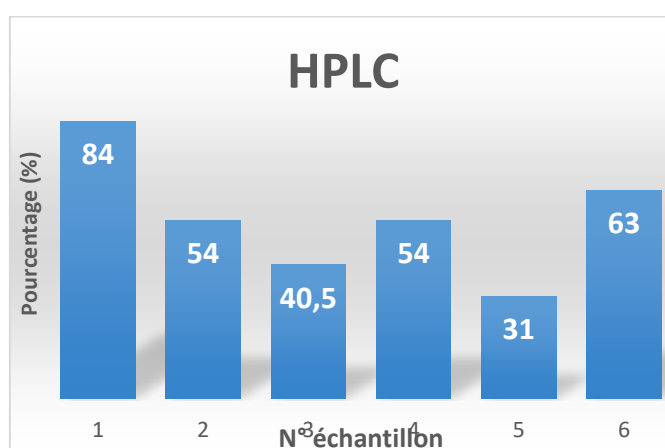


Figure III.3 : Pourcentage d'A.S dans les savons

Chapitre III : Résultats et discussions

La corrélation entre la concentration théorique et la surface des pics chromatographiques confirme que l'incorporation de l'acide salicylique dans la matrice savonneuse est homogène et stable, aucun signe de dégradation ou d'interaction chimique défavorable n'a été détecté lors de l'analyse, ce qui témoigne de la compatibilité chimique de l'acide salicylique avec les composants de la formulation. Cela est cohérent avec les conclusions de **Chryssou et al. (2019) [61]**, qui ont montré que les esters et acides organiques peuvent être intégrés sans altération significative dans les savons analysés par spectroscopie IR et chromatographie.

III.2.2 Analyse des acides gras et des produits de saponification

Les résultats obtenus d'analyse des acides gras et des produits de saponification sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau XIV : Résultats d'analyse des acides gras et des produits de saponification

Echantillon	1	2	3	4	5	6
Surface (mAU.min)	533.501	518.502	536.514	533.466	509.629	421.516

Les données expérimentales (tableau XIV) mettent en évidence une corrélation inverse significative entre le taux d'humidité des échantillons de savon et les surfaces des pics chromatographiques associées aux produits de saponification. Les échantillons 1, 2 et 5, dont les teneurs en eau sont modérées (respectivement 37,73 %, 48,54 % et 42,00 %), présentent des surfaces de pics relativement similaires, suggérant une progression comparable du processus de saponification sous ces conditions d'humidité (**Sangwan et al. 2010) [62]**.

En revanche, les échantillons 3, 4 et 6, caractérisés par des taux d'humidité plus élevés (52,61 %, 49,60 % et 52,00 %), affichent des surfaces de pics quasi identiques mais notablement inférieures à celles des échantillons à humidité modérée. Ce phénomène indique un ralentissement de la saponification, vraisemblablement imputable à l'excès d'eau. En effet, une teneur élevée en eau peut inhiber la réaction en diluant les réactifs, réduisant ainsi l'efficacité de leur interaction (**Sangwan et al. 2010) [62]**. De plus, l'excès d'eau favorise la formation d'émulsions instables, perturbant la séparation des phases et ralentissant la réaction chimique (**Ramadhas et al. 2005) [63]**.

Chapitre III : Résultats et discussions

Ces résultats corroborent les observations de (Noureddini et Zhu 1997) [64], qui ont démontré qu'au-delà d'un certain seuil, la présence d'eau diminue l'efficacité de la saponification par hydrolyse alcaline. Par ailleurs, (Chen et al. 2014) [65] soulignent que l'excès d'eau dans les matières premières, telles que les huiles usagées ou les graisses animales, accroît l'hydrolyse des triglycérides tout en réduisant simultanément la formation de savon, en raison d'une compétition avec la réaction principale.

Ainsi, ces résultats confirment que la maîtrise du taux d'humidité constitue un paramètre essentiel pour optimiser la saponification, en évitant à la fois un excès susceptible de freiner la réaction et un taux trop faible pouvant affecter la fluidité du mélange et le déroulement de la réaction (Sangwan et al. 2010 ; Ramadhas et al. 2005) [62,63].

III.3 Mesure du pH

Les résultats obtenus de la mesure du pH sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau XV : Résultats de la mesure du pH

N° d'échantillon	1	2	3	4	5	6
pH	9.58	9.61	9.51	9.53	9.55	9.59

D'après les résultats présentés dans le tableau XV, Les valeurs du pH sont relativement stables et alcalines (entre 9.51 et 9.61), Cela confirme que l'acide salicylique, dans ces proportions, n'influence pas fortement le pH de la formulation globale, ces niveaux de pH sont conformes aux normes applicables aux savons [66], qui présentent généralement un caractère alcalin avec un pH compris entre 8 et 10. Ce pH alcalin permet au savon de remplir efficacement son rôle d'agent nettoyant.

Il est également important de noter qu'un pH supérieur à 11 peut entraîner des irritations cutanées, tandis qu'un pH inférieur à 8 compromet l'efficacité du nettoyage. [67]

III.4 Stabilité physique (test de la centrifugeuse)

Les résultats de la mesure de différentes stabilités de savon sont résumés dans le tableau suivant :

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau XVI : Résultats d'essai de la centrifugeuse des savons de différents % A.S

N° d'échantillon	1	2	3	4	5	6
Résultats	+	+	-	-	+	-

L'acide salicylique étant faiblement soluble dans l'eau, à certaines concentrations il peut cristalliser, interférer avec les tensioactifs, ou précipiter. Cela peut expliquer les instabilités observées à 40-55 %. Les échantillons 1,2 et 5 présentent une stabilité centrifugeuse positive dans le tableau XVI, ce qui suggère une meilleure résistance à la séparation de phase. Les échantillons 3,4 et 6 n'ont pas résisté à la centrifugation malgré une surface équivalente à l'échantillon 1. Cela suggère qu'il existe une zone instable autour de 40–55%, où la formulation est plus sensible à la déstabilisation. Cette instabilité pourrait être liée à un déséquilibre hydrophile/lipophile, à une solubilité partielle de l'acide, ou à la formation de précipités (de l'acide salicylique non réagit) affectant la matrice du savon.

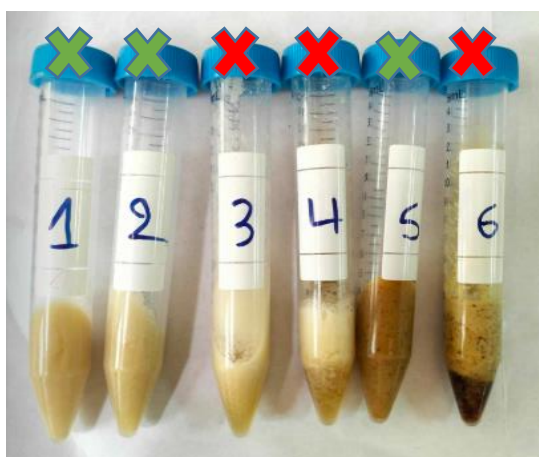


Figure III.4 : Essai de la stabilité

III.5 Pouvoir moussant

Les résultats de la détermination de pouvoir moussant des savons sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau XVII : Variation de pouvoir moussant des savons

N° d'échantillon	H ₀ (cm)	H _F (cm)	Pouvoir moussant (%)
1	4.5	3.5	60
2	4.5	2.9	55.38
3	4.5	3	52.5
4	5	3	60
5	5.5	3.5	53.33
6	5	3	57.33

Une tendance inverse entre la teneur en acide salicylique et le pouvoir moussant est partiellement observée dans le tableau XVII. Lorsque la concentration d'acide salicylique diminue de 54 % à 40.5 %, le pouvoir moussant diminue de 55.38 à 52.5 %. Cependant, à 84 % d'AS, le pouvoir moussant augmente de nouveau à 60%. [68]

À concentrations intermédiaires (40 –55%), l'acide salicylique non réagit peut perturber les systèmes tensioactifs, réduisant la formation ou la stabilité des bulles. En tant qu'acide aromatique, il peut modifier la polarité globale du système ou interagir avec les tensioactifs, réduisant la mousse si mal formulé. Par contre, à concentration très élevée (84 %), il est possible qu'une autre dynamique se mette en place favorisant un meilleur moussage. [69]

L'acide salicylique, connu pour son effet kératolytique, agit efficacement sur la couche cornée de la peau. Toutefois, à des concentrations intermédiaires (40-55 %), des interactions physicochimiques avec les tensioactifs pourraient affecter la stabilité micellaire, réduisant le pouvoir moussant et entraînant une séparation de phase. En revanche, à 84 %, malgré une teneur élevée, le système reste stable, suggérant un rééquilibrage possible de la formulation ou un effet épaississant renforçant la mousse. [70]



Figure III.5 : Mousse formé après l'agitation

En complément des analyses en laboratoire, un essai pratique de lavage a été réalisé avec les différents échantillons afin d'observer leur comportement en conditions réelles d'utilisation. Nous avons constaté que le savon produit une mousse abondante lors de l'application, confirmant ainsi les résultats obtenus en laboratoire. Comme illustré sur la Figure III.4, la mousse générée est bien visible, ce qui témoigne de l'efficacité moussante du produit testé.



Figure III.6 : Formation de mousse

III.6 Analyse spectroscopie infrarouge

III.6.1 Pour la poudre de jujubier

L'analyse du spectre infrarouge de la poudre de jujubier dont la figure III.5 représenté, révèle une diversité de bandes d'absorption caractéristiques, traduisant la complexité chimique de cet échantillon d'origine végétale. L'interprétation des principales bandes permet d'identifier les groupes fonctionnels dominants présents dans la matrice végétale [71,72] :

Chapitre III : Résultats et discussions

✓ Région 3700–3000 cm^{-1} : bande O–H étendue et intense

Une bande large et marquée est observée autour de 3400 cm^{-1} , indiquant la présence de liaisons hydrogène typiques des groupes hydroxyles (–OH). Ces groupes sont caractéristiques des alcools, phénols, ou encore de l'eau adsorbée. Cette absorption témoigne de la richesse en composés phénoliques et en polysaccharides hydrophiles, fréquents dans les extraits végétaux.

✓ Région 3000–2800 cm^{-1} : vibrations C–H aliphatiques

Deux bandes relativement faibles sont localisées aux alentours de 2920 cm^{-1} et 2850 cm^{-1} , correspondant respectivement aux vibrations d'élongation asymétrique et symétrique des groupes –CH₂ et –CH₃. Ces signaux indiquent la présence de chaînes carbonées saturées typiques des lipides ou des structures glucidiques.

✓ Région 1750–1600 cm^{-1} : bande C=O caractéristique

Un pic net est observé vers 1630 cm^{-1} , suggérant la présence de liaisons C=O (carbonyle) attribuables aux acides carboxyliques, esters, ou flavonoïdes. Ce pic peut également refléter la présence de liaisons C=C dans des cycles aromatiques, renforçant l'hypothèse de la présence de composés phénoliques aromatiques.

✓ Région 1600–1400 cm^{-1} : vibrations aromatiques et déformations C–H

Plusieurs pics dans cette zone sont liés aux vibrations C=C aromatiques et aux déformations des liaisons C–H. Cela confirme une structure aromatique complexe, probablement liée à des flavonoïdes, tanins ou autres composés poly phénoliques.

✓ Région 1300–1000 cm^{-1} : vibrations C–O et C–C

Cette zone est riche en bandes d'absorption, traduisant les vibrations d'élongation C–O et C–C typiques des alcools, éthers, acides carboxyliques ou esters. Ces bandes sont typiques des composés glucidiques, comme la cellulose, l'hémicellulose ou des glycosides naturels présents dans les plantes médicinales.

✓ Région < 1000 cm^{-1} : région d'empreinte digitale

Une multitude de bandes peu spécifiques sont présentes, correspondant aux vibrations de squelette moléculaire complexes. Cette région, propre à chaque composé, reflète la nature polysaccharidique et poly phénolique de la poudre de jujubier.

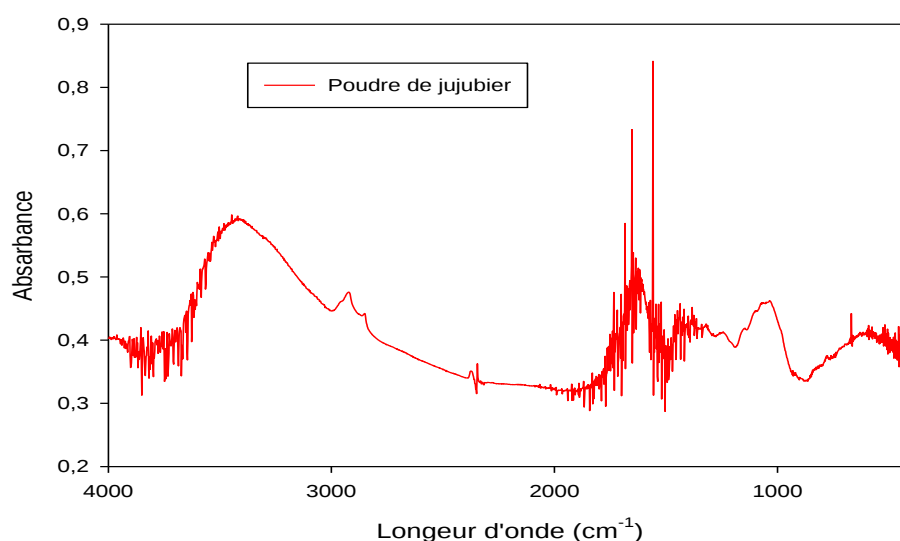


Figure III.7 : Spectre IR de la poudre de jujubier

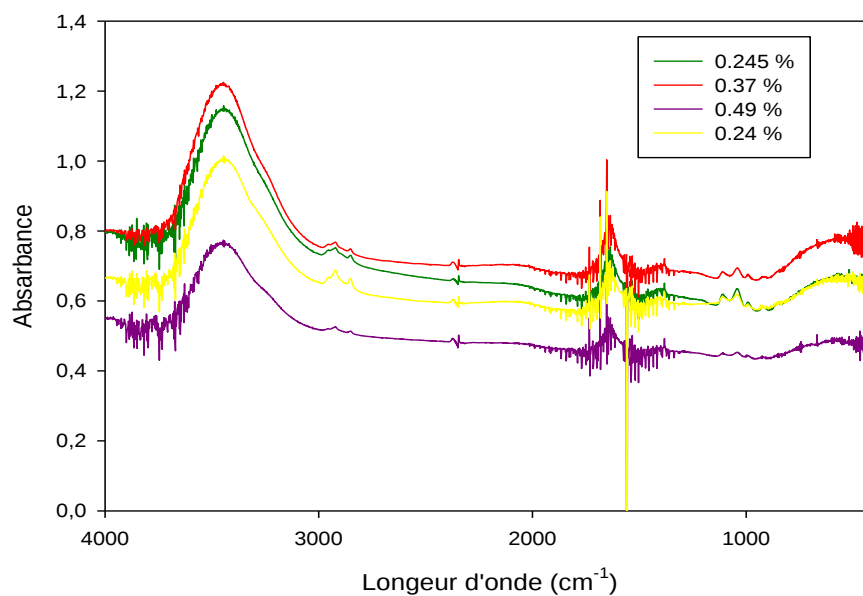
III.6.2 Pour les savons

Les échantillons de savon à plusieurs concentration d'acide salicylique été analysé par spectroscopie infrarouge, le spectre obtenus dans les figures III.6 et III.7 montre la présence de plusieurs bandes. On observe qu'ils ont tous les mêmes bandes de transmission, mais à des intensités différentes, indiquant une incorporation progressive de l'acide salicylique en fonction de sa concentration. [61]

- ✓ La bande intense et large située autour de 3400 cm⁻¹ correspond aux vibrations d'élongation des liaisons O–H, typiques des groupes hydroxyles. Cette bande est attribuée à la fois à l'humidité résiduelle, aux alcools, aux phénols et à l'acide salicylique, dont la structure comporte une fonction hydroxyle en position ortho sur le cycle aromatique.
- ✓ La bande sous forme d'un massif (plusieurs pics) située vers 1700 cm⁻¹ on observe un massif de pics, caractéristiques des vibrations d'élongation des liaisons C=O. Ces bandes sont typiques des esters issus de la saponification des corps gras, ainsi que des acides carboxyliques comme l'acide salicylique.

Chapitre III : Résultats et discussions

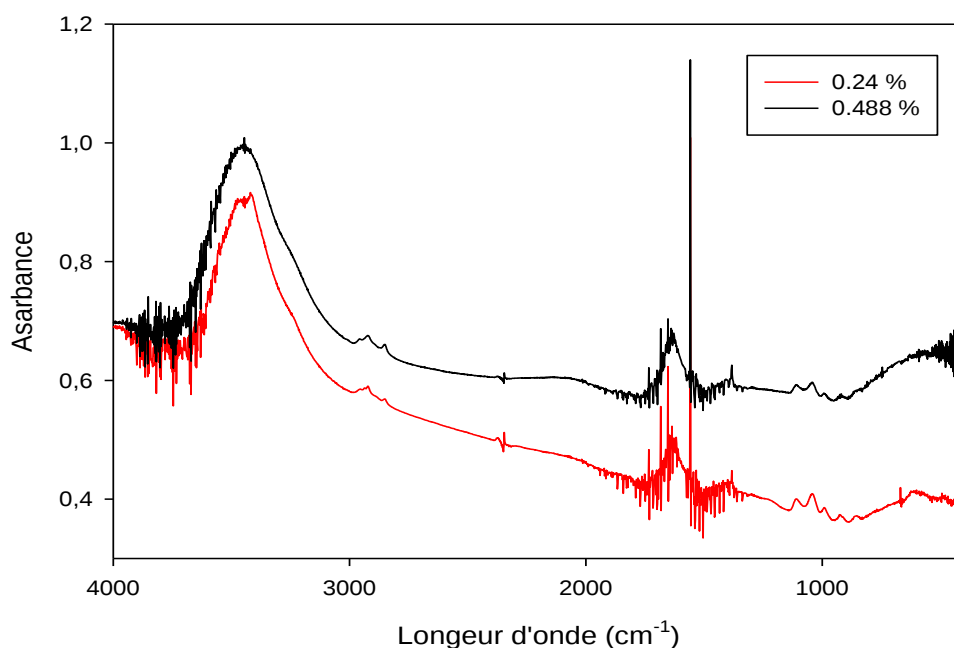
- ✓ Les bandes situées entre 1100 et 1200 cm^{-1} traduisent les vibrations C–O, communes aux liaisons ester et alcool. Ces vibrations sont souvent utilisées pour confirmer la présence de composés organiques oxygénés, et leur intensification dans les savons enrichis en acide



fonctionnalisés.

salicyl
ique
suggè
re une
augm
entati
on de
la
propo
rtion
de
comp
osés

Figure III.8 : Spectre IR des savons de différentes concentrations d'A.S



F
Figure
III.9
:
Spectre
IR
de
savon
au

jujubier

L'augmentation progressive de l'intensité de ces bandes confirme non seulement la présence mais aussi l'incorporation effective de l'acide salicylique dans la matrice savonneuse. Ce comportement est cohérent avec la polarité de l'acide salicylique, qui favorise son intégration dans une phase hydrophile du savon. Cette intégration est essentielle pour garantir la stabilité de l'actif et son efficacité lors de l'utilisation. Ce type de comportement a également été signalé dans les études de **(Williams et al. 2007) [70]**, qui montrent que la répartition d'un actif dans une base savonneuse dépend de ses interactions chimiques avec les autres constituants.

Ces résultats valident donc la formulation des savons, en assurant que l'acide salicylique est bien intégré, de manière structurale, dans les produits finis. Cette confirmation spectroscopique est essentielle car elle peut être corrélée aux propriétés biologiques attendues, telles que l'effet kératolytique, antiseptique et anti-inflammatoire de l'acide salicylique. Des études telles que celles de **(Katz et Kligman 1977) [68]** ont largement documenté ces effets, notamment dans le traitement des affections cutanées comme l'acné, ce qui renforce la pertinence fonctionnelle de son incorporation dans des produits d'hygiène.

Chapitre III : Résultats et discussions

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail de Master a porté sur l'élaboration d'un savon crémeux formulé pour le traitement de l'acné, une affection dermatologique fréquente, en particulier chez les adolescents et les jeunes adultes. L'objectif principal était de concevoir un produit à la fois efficace, stable et bien toléré, en intégrant des principes actifs reconnus, notamment l'acide salicylique, tout en respectant les critères requis pour un usage dermatologique quotidien.

La phase de formulation a permis de mettre au point un savon à base de corps gras soigneusement sélectionnés, associés à des agents actifs, dont l'acide salicylique, pour ses propriétés kératolytiques, comédolytiques et anti-inflammatoires. Afin d'assurer la qualité, la sécurité et l'efficacité du produit, plusieurs analyses physico-chimiques et chromatographiques ont été réalisées :

La détermination du taux d'humidité a quant à elle permis de s'assurer que la teneur en eau reste dans des limites acceptables. Un taux d'humidité trop élevé pourrait compromettre la stabilité microbiologique du produit, tandis qu'un taux trop bas altérerait sa consistance et son confort d'utilisation.

L'analyse HPLC de l'acide salicylique a permis de confirmer sa présence dans la formulation à une concentration efficace, tout en vérifiant sa stabilité dans la matrice savonneuse. Cette étape est essentielle, car la disponibilité et la conservation de l'actif conditionnent son action sur la peau. L'analyse HPLC des acides gras a permis d'identifier les acides gras majoritaires issus des matières grasses utilisées (telles que les huiles végétales ou beurres), et d'assurer leur conformité. Ces composés sont essentiels pour la texture crémeuse du savon et apportent des propriétés émollientes et hydratantes, utiles dans le cadre d'un soin anti-acnéique.

La mesure du pH a révélé une valeur légèrement acide, conforme aux exigences dermatologiques pour les produits nettoyants destinés aux peaux sensibles ou sujettes à l'acné. Un pH adapté contribue à la protection du film hydrolipidique, à la réduction de la prolifération bactérienne et à la prévention de l'irritation cutanée.

Le test du pouvoir moussant a montré une production de mousse satisfaisante, fine et stable, garantissant une bonne répartition du savon sur la peau et facilitant son rinçage. Cet aspect sensoriel joue un rôle déterminant dans l'acceptabilité et la fidélisation des utilisateurs.

L'essai de centrifugation a été utilisé comme test accéléré de stabilité physique. L'absence de séparation de phases ou de dépôts témoigne d'une formulation homogène, stable, et bien structurée, capable de résister aux contraintes de conservation.

L'ensemble de ces analyses permet de conclure que le savon élaboré possède les caractéristiques physico-chimiques et fonctionnelles compatibles avec un usage dermatologique. Il présente une bonne stabilité, une activité potentielle contre les symptômes de l'acné, et une tolérance cutanée favorable. Le savon allie ainsi efficacité thérapeutique et confort d'utilisation, ce qui le rend prometteur dans le cadre d'une routine de soin adaptée aux peaux acnéiques.

Toutefois, pour valider pleinement son efficacité, il serait pertinent de compléter ce travail par des études cliniques in vivo sur un panel de volontaires afin d'évaluer son efficacité réelle, sa tolérance cutanée sur différents types de peau, et son acceptabilité à long terme.

En conclusion, cette étude a permis de poser les bases d'un produit dermocosmétique innovant, associant des principes actifs ciblés à une formulation douce et hydratante. Elle ouvre des perspectives intéressantes en matière de soins anti-acnéiques naturels, alliant rigueur scientifique et bien-être cutané.

Références

- [1] F. Bonté, V.Nardello Rataj, Chimie et cosmétiques : une longue histoire ponctuée d'innovations, L'Actualité Chimique, n° 323–324, pp. 10–12, 2008.
- [2] T.K. Lin, L. Zhong, J.L. Santiago, Anti-inflammatory and skin barrier repair effects of topical application of some plant oils, International Journal of Molecular Sciences, vol. 19, n° 1, article E70, 2017.
- [3] L. Severin, Acné vulgaire, Forum Médical Suisse, n° 39, pp. 833–837, 2017.
- [4] A. Pochet, J.-P. Reynier, Réglementation européenne des produits cosmétiques, in : M.-C. Martini, M. Seiller (dirs.), Actifs et additifs en cosmétologie, 3^e éd., Lavoisier, Paris, pp. 1–33, 2006.
- [5] Parlement européen, Conseil de l'Union européenne, Règlement (CE) n° 1223/2009 relatif aux produits cosmétiques, Journal Officiel de l'Union européenne, 2009.
- [6] ANSM, Réglementation des produits cosmétiques, 2014.
- [7] Cosmebio, Quelle différence entre cosmétique bio et naturel ?, 2019.
- [8] A.E. Newburger, Cosmeceuticals: myths and misconceptions, Clinics in Dermatology, vol. 27, pp. 446–452, 2009.
- [9] C. Passelégue, Do It Nature. Baumes et soins pour les petits bobos, Rustica (Do it Nature), 2020.
- [10] G. Donkor, La fabrication de savon : aspects techniques, économiques et sociaux, Éd. Atal, Leuven, Belgique, 1986.
- [11] O.W. Achaw, E. Danso-Boateng, Chemical and Process Industries – Chapitre 1 : Soaps and Detergents, Springer, Suisse, pp. 1–36, 2021.
- [12] S. Arasaretnam, K. Venujah, Preparation of Soaps by Using Different Oil and Analyze their Properties, Natural Products Chemistry and Research, vol. 7(1), pp. 357–360, 2019.
- [13] D. Mijaljica, F. Spada, I.P. Harrison, Skin Cleansing without or with Compromise: Soaps and Syndets, Molecules, vol. 27 (6), article 2010, 2022.
- [14] B. Taylor, The Chemistry of Soap Making: Saponification and the Making of Soap, Journal of Chemical Education, vol. 86 (9), pp. 1119–1125, 2009.

- [15] H.A. Appleton, H.W. Simmons, the Handbook of Soap Manufacture, Éd. DigiCat, pp. 1111, 2022.
- [16] M. Donnez, La production du savon, Centre du Développement Industriel, Bruxelles, pp. 1–50, 1993.
- [17] D. Marc, La production de savon, CDT – Centre pour le développement industriel (Convention de Lomé ACP/CEE), 1993.
- [18] M. Moyen, L. Puyvelde, Le savon, Élocution, pp. 1–8, 2009.
- [19] M. Magai, Y. Okahata, S. Tammamachi, T. Kunitake, Colloid Interface, Éd. SCI, vol. 82, pp. 401–405, 1981.
- [20] S. Besson, Propriétés adhésives entre deux bulles de savon, thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 144 p, 2007.
- [21] C. Gaillard, B. Fray, Physique Chimie 2de : manuel collaboratif, manuel scolaire, 352 p, 2019.
- [22] S. Bennai, M. Hamitouche, Élaboration d’une crème hydratante à base de l’huile des grains de figue de barbarie, Mémoire de master, Université de Bejaïa, 2024.
- [23] A. Hamlat, N. Yahia, N. Cherif, Essai d’élaboration d’un savon transparent, Mémoire de Master, Université de Bejaïa, 2018.
- [24] International Organization for Standardization (ISO), ISO 672 – Savons : dosage de l’eau et des matières volatiles – Méthode par étuvage, 1978.
- [25] International Organization for Standardization (ISO), ISO 684 – Savons : analyse des savons – détermination de la teneur en alcali libre, 1974.
- [26] R. Azag, L. Makhoul, L. Smail, Essai de fabrication d’un savon à base de l’huile d’olive et de nigelle, Mémoire de master, Université de Béjaïa, 2014.
- [27] T. Yakoubi, S. Younsaoui, F. Hamitri, L’impact de l’ajout de l’huile des noyaux de datte dans la fabrication d’un savon, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa (présupposé, si même formation), 2020.
- [28] L. Caubergs, La fabrication du savon : aspects techniques, économiques et sociaux, Atol, Leuven (Belgique), 2006.

- [29] T.H. Sherazi, Evaluation of Physico chemical Properties in Selected Branded Soaps, Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry, vol. 20 (2), pp. 177–183, 2019.
- [30] C. Prost-Squarcioni, M. Heller, S. Fraitag, Histologie de la peau et des follicules pileux, Med Sci (Paris), vol. 22 (2), pp. 131–137, 2006.
- [31] M. LACOMBE, Abrege d'anatomie et de physiologie humaine, Edition De Broeck, p. 229, 2006.
- [32] Ooreka.fr, Types de peau : connaître et déterminer son type de peau, s.d.
- [33] H.C. Williams, R.P. Dellavalle, S. Garner, Acne vulgaris, The Lancet, vol. 379 (9813), pp. 361–372, 2012.
- [34] M.A. Amri, Traitement de l'acné : actualité et prise en charge, Thèse de pharmacie, Université Mohamed V de Rabat, 2019.
- [35] R. François, Les industries des corps gras : biochimie, extraction, raffinage, nuisances et réglementation, Tec & Doc, p. 431, 1974.
- [36] A. Sanna, Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier *Olea europaea* L. dans la région des Aurès, pp. 7–31, 2017.
- [37] F. Angerosa, M. Servili, R. Selvaggini, A. Taticchi, S. Esposto, G.F. Monedoro, Volatile compounds in virgin olive oil : occurrence and their relationship with quality, vol. 1054, pp. 17–31, 2004.
- [38] D. Ollivier, J. Artaud, C. Pinatel, J.P. Durbec, M. Guérère, Triacylglycerol and fatty acid compositions of French virgin olive oils – characterization by chemometrics, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 51(19), pp. 5723–5731, 2003.
- [39] M. Frénot, E. Vierling, Biochimie des aliments. Diététique du sujet bien portant – Sciences des aliments, 2^e éd., Doin, pp. 79–102, 2001.
- [40] Food and Agriculture Organization, Rapport du comité du Codex sur les graisses et les huiles – Annexe IV : projet de norme pour les huiles d'olive et les huiles de grignons d'olive, FAO, 2001.
- [41] K. Djouad Kahina, N. Tighramine, Préparation des savons solides à base d'huiles végétales, Mémoire de fin d'étude, Université de Bejaïa, 2015.

- [42] M.I. Covas, Olive oil and the cardiovascular system, *Pharmacological Research*, vol. 55 (3), pp. 175–186, 2007.
- [43] J.D. Hounhouigan, A. Rouzière, J.M. Noël, N. Bricas, C. Marouzé, A.L. Raoult Wack, Relance de la production d'huile de coco par la technique de séchage friture, *Plantations, Recherche, Développement*, p. 111, 1998.
- [44] G. de Taffin, *Le cocotier*, Maisonneuve & Larose – ACCT, Paris, 1993.
- [45] B. Lange, Étude d'un procédé de fabrication d'huile de coco alimentaire pour Ouvea : application au séchage friture, mémoire (Agronomie approfondie spécialité "industries alimentaires"), 1994.
- [46] B. Fife, préfacé par C. S. Dayrit, *Cures de noix de coco – prévenir et guérir les problèmes de santé usuels avec la noix de coco*, 2005.
- [47] M. Giberneau, D. Brabé, Des fleurs «à sang chaud», *Pour la Science*, p. 50–56, 2007.
- [48] I. Raskin, Salicylate, a new plant hormone, *Plant Physiology*, p. 799–803, 1992.
- [49] T. Arif, Salicylic acid as a peeling agent : a comprehensive review, *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, vol. 8, pp. 455–461, 26 août 2015.
- [50] A. Nuhrich, *Anti inflammatoires non stéroïdiens (AINS)*, UFR des Sciences Pharmaceutiques, Université de Bordeaux, 2015.
- [51] O. Boullard, H. Leblanc, B. Besson, Salicylic acid, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 32^e éd., Wiley-VCH, p. 127–132, 2012.
- [52] G.D. Considine, *Salicylic Acid and Related Compounds*, Van Nostrand's Encyclopedia of Chemistry, 5^e éd., John Wiley & Sons, 1984.
- [53] A. Hassi, Étude de la rémanence d'un savon additionné à l'huile essentielle de citron (Citrus limon), Mémoire de master, Université de Mostaganem, 2017.
- [54] W. Bennama, Étude de la rémanence d'un savon additionné à l'huile essentielle de citron (Citrus limon), Mémoire de master, Université de Mostaganem, 2016.
- [55] K. Khellaf, R. Zoukari, Préparation d'un savon à partir de la graisse de la bosse de dromadaire et de l'huile d'olive, Université Oum El Bouaghi, 2022.

[56] International Organization for Standardization (ISO), ISO 662 – Oilseeds – Determination of oil content (Soxhlet method), 3^e éd. 1998.

[57] Journal Officiel, Journal Officiel de la République Algérienne, n° 07, pp. X–X, 2023.

[58] C. Issara, T. Chakrit, S. Tongurai, K. Suratsawadee, N. Ruamporn, Investigation of saponification mechanisms in biodiesel production : Microscopic visualization of the effects of FFA, water and the amount of alkaline catalyst, Journal of Environmental Chemical Engineering, vol. 8, n° 2, art. 103538, 2020.

[59] K. Chryssou, M. Stassinopoulou, E. Lampi, Analysis and Identification of Two Soaps by Infrared Absorption Spectra and Reflectance Graphs, Annals of Chemical Science Research, vol. 1, n° 5, 2019.

[60] R. S. Sangwan, Effect of water content on the kinetics of saponification, Journal of the American Oil Chemists' Society, vol. 87, n° 5, pp. 563–569, 2010.

[61] A. S. Ramadhas, S. Jayaraj, C. Muraleedharan, Biodiesel production from high FFA rubber seed oil, Fuel, vol. 84, n° 4, pp. 335–340, 2005.

[62] H. Nouredдини, D. Zhu, Kinetics of transesterification of soybean oil, Journal of the American Oil Chemists' Society, vol. 74, n° 11s, pp. 1457–1463, 1997.

[63] **G. Chen**, G. Chen, L. Huang, M. Zhou, Q. Liu, X. Zhang, Z. Zhang, Influence of moisture content on biodiesel production from waste oils, Renewable Energy, vol. 63, pp. 584–589, 2014.

[64] S.N.K. Azme, N.S.I.M. Yusoff, L.Y. Chin, Y. Mohd, R.D. Hamid, M.N. Jalil ... Z.M.

Zain, Recycling waste cooking oil into soap: knowledge transfer through community service learning, Cleaner Waste Systems, vol. 4, article 100084, 2023.

[65] G. Abaza, I. Babeker, Etude des caractéristiques physico-chimiques du savon préparé à base des huiles végétales usées, Université de Ghardaïa, mémoire de master, 2023

[66] S. I. Katz, A. M. Kligman, Topical salicylic acid and the skin, Archives of Dermatology, vol. 113, n° 11, pp. 1501–1503, 1977.

- [67]** A. C. De Groot, P. J. Frosch, Influence of organic acids on the foam stability of cosmetic formulations, *International Journal of Cosmetic Science*, vol. 28, n° 4, pp. 263–269, 2006.
- [68]** C. Williams, D. Swartzendruber, J. L. Zatz, The influence of nonionic surfactants and fatty acids on topical delivery systems, *International Journal of Pharmaceutics*, vol. 157, n° 1, pp. 1–12, 2007.
- [69]** L. Bouziane, Élimination des métaux lourds par des déchets solides de faible coût en mode statique et dynamique. Application de différents plans d'expériences, Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar – Annaba, 2018.
- [70]** S. Gessani, Ultrafine Jujube Powder Enhances the Infiltration of Immune Cells during Anti-PD-L1 Treatment against Murine Colon Adenocarcinoma, *Cancers (Basel)*, vol. 13, n° 16, art. 3987, 2021.

Résumé

Ce travail de recherche a porté sur la formulation d'un savon crémeux destiné au traitement de l'acné, en particulier chez les adolescents et les jeunes adultes. L'objectif principal était de développer un produit efficace, stable et bien toléré, intégrant des principes actifs reconnus comme l'acide salicylique, tout en respectant les exigences d'un usage dermatologique quotidien.

Le savon a été élaboré à partir de corps gras soigneusement sélectionnés et enrichi en actifs ciblés. Pour évaluer sa qualité, sa sécurité et son efficacité, un ensemble d'analyses physico-chimiques et chromatographiques a été réalisé. Ces tests ont permis de valider la stabilité, la composition, la texture et la compatibilité cutanée du produit.

Les résultats ont montré que le savon possède les propriétés recherchées pour un soin adapté aux peaux acnéiques : bonne tolérance cutanée, potentiel thérapeutique, et confort d'utilisation. Il constitue ainsi une base prometteuse pour un produit dermocosmétique alliant efficacité et douceur.

Ce travail ouvre ainsi la voie au développement de produits naturels et ciblés pour les soins des peaux à imperfections. Des essais cliniques *in vivo* restent toutefois nécessaires pour confirmer son efficacité sur un panel plus large.

Mots clés : savons crémeux, acide salicylique, peaux, acné, dermocosmétique.

Abstract

This research focused on the formulation of a creamy soap intended for the treatment of acne, particularly among adolescents and young adults. The main objective was to develop an effective, stable, and well-tolerated product incorporating recognized active ingredients such as salicylic acid, while meeting the requirements for daily dermatological use.

The soap was formulated using carefully selected fats and enriched with targeted active compounds. To assess its quality, safety, and effectiveness, a set of physicochemical and chromatographic analyses was conducted. These tests confirmed the product's stability, composition, texture, and skin compatibility.

The results showed that the soap possesses the desired properties for skincare adapted to acne-prone skin: good skin tolerance, therapeutic potential, and user comfort. It thus represents a promising foundation for a dermocosmetic product that combines efficacy and gentleness.

This work paves the way for the development of natural and targeted products for blemish-prone skin. However, *in vivo* clinical trials are still needed to confirm its effectiveness on a broader panel.

Keywords: creamy soaps, salicylic acid, skin, acne, dermocosmetics.

الملخص

تركز هذا البحث على تركيب صابون كريمي مخصص لعلاج حب الشباب، وخصوصًا لدى المراهقين والشباب. كان الهدف الرئيسي هو تطوير منتج فعال، مستقر، ومتحمل جيدًا، يدمج مكونات نشطة معروفة مثل حمض الساليسيليك، مع احترام متطلبات الاستخدام الجلدي اليومي.

تم تصنيع الصابون باستخدام مواد دهنية مختارة بعناية، ومُعزَّز بمكونات فعالة مستهدفة. ولتقييم جودته وسلامته وفعاليته، تم إجراء مجموعة من التحاليل الفيزيائية-الكيميائية والكروماتوغرافية. سمحت هذه الاختبارات بالتحقق من ثبات المنتج وتركيبته وملامسه وتوافقه مع البشرة.

أظهرت النتائج أن الصابون يتمتع بالخصائص المطلوبة للعناية بالبشرة المعرضة لحب الشباب: تحمل جلدي جيد، إمكانية علاجية، وراحة في الاستخدام. وبالتالي، فهو يشكل أساسًا واعدًا لمنتج جلدي-تجميلي يجمع بين الفعالية واللطافة. ويفتح هذا العمل الطريق لتطوير منتجات طبيعية وموجهة للعناية بالبشرة التي تعاني من الشوائب. ومع ذلك، تبقى التجارب السريرية الحية ضرورية لتأكيد فعاليته على شريحة أوسع من المستخدمين.

الكلمات المفتاحية: صابون كريمي، حمض الساليسيليك، البشرة، حب الشباب، مستحضرات تجميل علاجية .