

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique



École Normale Supérieure de l'Enseignement Technologique de Skikda

Département de Technologie

Filière : Génie des procédés

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de professeur de  
l'enseignement secondaire

Thème :

**Valorisation de l'huile de lentisque pour la  
préparation d'un savon aux propriétés  
physicochimiques et thérapeutiques supérieures**

Présenté par : Zekri Aya

Encadré par : Pr Laidi BABOURI

Date de soutenance : 23 juin 2024

Heure : 13h00

Membres du jury

Nom et Prénom	Grade	Université	Qualité
ZINIKHERI Fahima	Maître de Conférences Classe B	ENSET Skikda	Présidente du jury
BABOURI Laidi	Professeur	ENSET Skikda	Directeur de mémoire
JEDID Nabil	Maître-Assistant Classe A	ENSET Skikda	Examineur
DEHAS Ouided	Maître de Conférences Classe B	ENSET Skikda	Examinatrice

Année Universitaire : 2023-2024

# *Remerciement*

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant pour sa grâce et sa bienveillance qui m'ont accompagnée tout au long de ce parcours académique.

J'adresse ensuite mes sincères remerciements à mon directeur de recherche, **Monsieur Laidi BABOURI**, professeur à l'École Normale Supérieure d'Enseignement Technologique de Skikda. Sa patience, ses conseils avisés et son soutien indéfectible ont été d'une valeur inestimable tout au long de ce projet. Je lui suis particulièrement reconnaissante pour m'avoir accueillie dans son bureau et avoir suivi ce travail avec rigueur et attention, malgré ses nombreuses charges administratives.

Je remercie également les membres du jury, Monsieur **Nabil Djedid**, qui a accepté de présider le jury de soutenance du mémoire, **Docteur Ouided DEHAS** et **Docteur Fahima ZENIKHERI**, d'avoir fait partie de ce jury et d'avoir examiné ce mémoire avec attention et rigueur.

Aussi, nous tenons à remercier le département de Technologie pour nous avoir permis d'y mener une partie des travaux nécessaires à la réalisation de ce mémoire, en particulier le chef de département, **Docteur Salih RAHMOUNI**, et son équipe administrative composée de **Meriem, Chahra et Djamel**.

Mes remerciements vont également au personnel technique du laboratoire de chimie de l'Enset Skikda, en particulier aux ingénieurs **Mohamed et Fares**, pour leur aide matérielle précieuse dans la réalisation de la partie expérimentale du mémoire.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes collègues et amis pour leur aide précieuse, ainsi qu'à ma famille, en particulier à mes parents, pour leur soutien moral et financier indéfectible.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire de fin d'études à toutes les personnes chères à mon cœur, qui m'ont soutenu(e) tout au long de ce parcours.*

*À ma chère mère, pour son amour inconditionnel, son soutien constant et ses sacrifices inestimables. Vous êtes ma source de motivation et d'inspiration. Merci de m'avoir toujours encouragé(e) et de m'avoir permis de réaliser mes rêves.*

*À mon cher père, pour son amour, ses conseils avisés et son soutien indéfectible. Votre force et votre dévouement m'ont toujours guidé(e) et motivé(e) à aller de l'avant.*

*À mes sœurs, NOUSSEIBA, SARRAH et NADA pour leur présence réconfortante et leurs encouragements. Vous avez été un soutien indéfectible tout au long de ce chemin.*

*À mes adorables petites nièces, ARINES, ARYEM et CELIA pour leurs sourires et leur joie de vivre qui ont illuminé mes journées. Vous apportez tant de bonheur dans ma vie.*

*À ma précieuse enseignante de Coran NADA MESSIKH, pour son dévouement et ses enseignements spirituels. Votre guidance a été une lumière sur mon chemin.*

*À mes amies NADA, CHOUROUK et ABIR pour leur amitié sincère, leur soutien moral et leurs encouragements constants. Merci d'avoir partagé cette aventure avec moi.*

*À mes adorables amies, spécialement l'équipe du club Kanadil El Fikre : Maryam, Sadjida, Rayane, Khouloud et Soumia. Et à mes chères amies Sarrah, Selma, Rayane, Chaima, Wassima et Selma*

*je suis profondément reconnaissante de vous avoir dans ma vie.*

*À mes amis de l'ENSET, pour les cinq années d'études ensemble. Votre compagnie et votre soutien ont rendu ce parcours plus agréable. Je vous souhaite tout le bonheur et le succès dans vos futures entreprises.*

*À mes enseignants de l'ENSET, pour leur expertise, leurs conseils et leur dévouement. Votre accompagnement a été essentiel pour la réalisation de ce projet.*

*Que ce travail soit le reflet de votre amour, de votre soutien et de votre bienveillance.*

*Merci infiniment à chacun de vous.*

## Résumé

Cette étude apporte une contribution significative au domaine du développement de produits de soin de la peau naturels en exploitant les vertus de l'huile essentielle pour la préparation d'un savon aux propriétés physiques et chimiques remarquables, ainsi qu'à ses propriétés antibactériennes pour la protection de la peau.

Les résultats obtenus fait ressortir :

- L'huile de lentisque présente des propriétés physiques et chimiques parfaitement adaptées à la fabrication de savon, confirmant son potentiel pour cette application.
- L'efficacité de la technique de saponification à froid pour la préparation du savon à l'huile de lentisque, produisant un savon de qualité optimale.
- Le savon à l'huile de lentisque s'est distingué par des caractéristiques importantes : sa capacité de formation de mousse élevée (4,5 cm), sa température de fusion adéquate (200°C) et son niveau de pH équilibré.
- L'efficacité antibactérienne remarquable du savon à l'huile de lentisque, éliminant jusqu'à 90% des bactéries présentes sur la peau.
- **La** supériorité du savon à l'huile de lentisque en termes de propriétés physiques et chimiques, d'efficacité antibactérienne et de bénéfices potentiels pour la santé de la peau.

**Mots-clés :** Valorisation, huile essentielle, huile d'olive, saponification à froid, propriétés physiques et chimiques, propriétés bactériologiques

## Abstract

This study makes a significant contribution to the field of natural skincare product development by harnessing the virtues of essential oil for the preparation of a soap with remarkable physical and chemical properties, as well as antibacterial properties for skin protection.

The results obtained highlight that:

- Lentisque oil has physical and chemical properties perfectly suited for soap making, confirming its potential for this application.
- The effectiveness of the cold saponification technique for preparing lentisque oil soap, producing a soap of optimal quality.
- Lentisque oil soap is distinguished by its important characteristics: high foaming ability (4.5 cm), adequate melting temperature (200°C), and balanced pH level.
- The remarkable antibacterial efficacy of lentisque oil soap, eliminating up to 90% of bacteria present on the skin.
- The superiority of lentisque oil soap in terms of physical and chemical properties, antibacterial efficacy, and potential benefits for skin health.

**Keywords :** Valorization, essential oil, olive oil, cold saponification, physical and chemical properties, bacteriological properties.

## Résumé

### ملخص

هذه الدراسة تقدم مساهمة هامة في مجال تطوير منتجات العناية بالبشرة الطبيعية من خلال ثمين استخدام زيت الضرو لتحضير صابون ذو خصائص فيزيائية وكيميائية عالية، إلى جانب خصائص مضادة للبكتيريا لحماية الجلد.

حيث أظهرت نتائج مختلف التجارب والاختبارات التي تم القيام بها من خلال هذه الدراسة الى ما يلي:

- زيت الضرو مناسب لصنع الصابون.
- نجاح تحضير صابون زيت الضرو باستخدام تقنية التصبن البارد.
- يتميز صابون زيت الضرو برغوة عالية (4.5 سم) وانصهار مناسب (200 درجة مئوية).
- فعالية قوية مضادة للبكتيريا (القضاء على 90% من البكتيريا).
- تفوق صابون زيت الضرو على صابون زيت الزيتون.

**الكلمات المفتاحية:** تثمين، زيت الضرو، زيت الزيتون، تقنية التصبن الباردة، خواص فيزيائية وكيميائية وبكتريولوجية.

**CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

<b>Figure I.1 :</b>	<b><i>Pistacia lentiscus [anacardiaceae], arbuste commun en Algérie</i></b>	<b>3</b>
<b>Figure I.2 :</b>	<b><i>Représentent les feuilles, fruits, fleurs et résine de pistacia lentiscus</i></b>	<b>4</b>
<b>Figure I.3 :</b>	<b><i>La répartition géographique du lentisque dans le monde</i></b>	<b>6</b>
<b>Figure I.4 :</b>	<b><i>Aire de répartition du Pistacia lentiscus en Algérie</i></b>	<b>7</b>
<b>Figure I.5 :</b>	<b><i>Huile fixe de Pistacia lentiscus</i></b>	<b>10</b>
<b>Figure I.6 :</b>	<b><i>Etapas d'extraction de l'huile de lentisque selon la méthode artisanale</i></b>	<b>12</b>
<b>Figure I.7 :</b>	<b><i>Extraction de l'huile de Pistacia lentiscus</i></b>	<b>14</b>
<b>Figure I.8 :</b>	<b><i>Nettoyage des drupes de lentisque</i></b>	<b>15</b>
<b>Figure I.9 :</b>	<b><i>D'autres outils d'extraction d'huile de lentisque</i></b>	<b>16</b>
<b>Figure I.10 :</b>	<b><i>Extraction d'huile de lentisque avec l'usage du mortier</i></b>	<b>16</b>
<b>Figure I.11 :</b>	<b><i>Schéma de saponification</i></b>	<b>19</b>
<b>Figure I.12 :</b>	<b><i>La formulation d'un corps gras</i></b>	<b>20</b>
<b>Figure I.13 :</b>	<b><i>Réaction de saponification</i></b>	<b>20</b>
<b>Figure I.14 :</b>	<b><i>Savon solide</i></b>	<b>21</b>
<b>Figure I.15 :</b>	<b><i>Savon liquide</i></b>	<b>22</b>
<b>Figure I.16 :</b>	<b><i>Savon d'Alep</i></b>	<b>23</b>
<b>Figure I.17 :</b>	<b><i>Savon de Marseille</i></b>	<b>23</b>
<b>Figure I.18 :</b>	<b><i>Savon noir</i></b>	<b>24</b>
<b>Figure I.19 :</b>	<b><i>Savon blanc</i></b>	<b>25</b>
<b>Figure I.20 :</b>	<b><i>Savon au lait</i></b>	<b>26</b>
<b>Figure I.21 :</b>	<b><i>Savon Azul et Branco</i></b>	<b>27</b>

<i>Figure I.22 :</i>	<i>Savon de castille</i>	<i>28</i>
<i>Figure I.23 :</i>	<i>Savon marbre</i>	<i>28</i>
<i>Figure I.24 :</i>	<i>Savon transparent</i>	<i>28</i>
<i>Figure I.25 :</i>	<i>Savon de ménage</i>	<i>29</i>
<i>Figure I.26 :</i>	<i>Savon ponce</i>	<i>29</i>
<i>Figure I.27 :</i>	<i>Savon dentifrice</i>	<i>29</i>
<i>Figure I.28 :</i>	<i>Savon d'atelier</i>	<i>30</i>
<i>Figure I.29 :</i>	<i>Savon antiseptique</i>	<i>30</i>
<i>Figure I.30 :</i>	<i>Savon dermatologique</i>	<i>31</i>
<i>Figure I.31 :</i>	<i>Détergents dans l'eau</i>	<i>39</i>
<i>Figure I.32 :</i>	<i>Formation de la mousse</i>	<i>39</i>
<i>Figure I.33 :</i>	<i>Bipolarité du savon dans l'eau</i>	<i>40</i>
<i>Figure I.34 :</i>	<i>La tension superficielle</i>	<i>40</i>
<i>Figure I.35 :</i>	<i>Formation des micelles dans l'eau</i>	<i>41</i>

## **CHAPITRE II : METHODOLOGIE ET MATERIEL**

<i>Figure II.1 :</i>	<i>Huile de lentisque</i>	<i>51</i>
<i>Figure II.2 :</i>	<i>Huile d'olive</i>	<i>52</i>
<i>Figure II.3 :</i>	<i>Hydroxyde de sodium</i>	<i>53</i>
<i>Figure II.4 :</i>	<i>Huile de citron</i>	<i>54</i>
<i>Figure II.5 :</i>	<i>Appareil de spectroscopie IR</i>	<i>55</i>
<i>Figure II.6 :</i>	<i>Appareil de banc kofler</i>	<i>55</i>
<i>Figure II.7 :</i>	<i>Appareil de refractomètre</i>	<i>59</i>

<i>Figure II.8 :</i>	<i>La formulation en laboratoire utilisée pour déterminer IS</i>	<i>60</i>
<i>Figure II.9 :</i>	<i>Après étalonnage</i>	<i>60</i>
<i>Figure II.10 :</i>	<i>Détermination d'IMP</i>	<i>68</i>
<i>Figure II.11 :</i>	<i>Détermination de la teneur en acide</i>	<i>71</i>
<i>Figure II.12 :</i>	<i>Après séchage</i>	<i>73</i>
<i>Figure II.13 :</i>	<i>Dosage d'acide gras libre</i>	<i>77</i>

### **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

<i>Figure III.1 :</i>	<i>Les résultats obtenus par rapport aux normes</i>	<i>84</i>
<i>Figure III.2 :</i>	<i>Spectrogramme de l'huile de lentisque</i>	<i>87</i>
<i>Figure III.3 :</i>	<i>Savon préparé</i>	<i>90</i>
<i>Figure III.4 :</i>	<i>Déterminer le point de fusion</i>	<i>93</i>
<i>Figure III.5 :</i>	<i>La mousse de savon</i>	<i>94</i>
<i>Figure III.6 :</i>	<i>La longueur du mousse par rapport au témoin</i>	<i>94</i>
<i>Figure III.7 :</i>	<i>Matériel utilisée</i>	<i>95</i>
<i>Figure III.8 :</i>	<i>Prélèvement bactériologique avant lavage</i>	<i>95</i>
<i>Figure III.9 :</i>	<i>Lavage des mains</i>	<i>96</i>
<i>Figure III.10 :</i>	<i>Prélèvement bactériologique après lavage</i>	<i>96</i>
<i>Figure III.11 :</i>	<i>L'incubation</i>	<i>96</i>
<i>Figure III.12 :</i>	<i>Résultat de recensement des colonies (a) après 5 min (b) après 24h</i>	<i>97</i>
<i>Figure III.13 :</i>	<i>Résultat de recensement des colonies (a) après 5 min (b) après 24h</i>	<i>97</i>

**CHAPITRE I**

<i>Tableau I.1 :</i>	<i>Taxonomie de Pistacia lentiscus</i>	<i>3</i>
<i>Tableau I.2 :</i>	<i>Caractéristiques des parties de la plante</i>	<i>5</i>
<i>Tableau I.3 :</i>	<i>Effet biologiques et pharmacologiques de Pistacia lentiscus</i>	<i>8</i>
<i>Tableau I.4 :</i>	<i>Composition en acides gras des huiles grasse de Pistacia lentiscus L. à maturité (%)</i>	<i>11</i>
<i>Tableau I.5 :</i>	<i>Avantages et des inconvénients de l'extraction traditionnelle de l'huile de lentisque</i>	<i>12</i>
<i>Tableau I.6 :</i>	<i>Avantages et des inconvénients de l'extraction traditionnelle mécanique</i>	<i>13</i>
<i>Tableau I.7 :</i>	<i>Histoire du savon</i>	<i>18</i>
<i>Tableau I.8 :</i>	<i>Caractéristiques remarquables du savon d'Alep</i>	<i>22</i>
<i>Tableau I.9 :</i>	<i>Caractéristiques remarquables du savon Marseille</i>	<i>23</i>
<i>Tableau I.10 :</i>	<i>Caractéristiques remarquables du savon Noir</i>	<i>24</i>
<i>Tableau I.11 :</i>	<i>Caractéristiques remarquables du savon Blanc</i>	<i>25</i>
<i>Tableau I.12 :</i>	<i>Caractéristiques remarquables du savon au lait</i>	<i>26</i>
<i>Tableau I.13 :</i>	<i>Caractéristiques remarquables du savon Azul et Branco</i>	<i>27</i>
<i>Tableau I.14 :</i>	<i>Principaux acides gras dans les savons</i>	<i>31</i>
<i>Tableau I.15 :</i>	<i>Les types de savon</i>	<i>33</i>
<i>Tableau I.16 :</i>	<i>Les additifs du savon</i>	<i>34</i>
<i>Tableau I.17 :</i>	<i>Les matières premières de la fabrication du savon</i>	<i>34</i>
<i>Tableau I.18 :</i>	<i>Tableau comparatif des procédés de fabrication du savon</i>	<i>35</i>
<i>Tableau I.19 :</i>	<i>Méthode traditionnelle</i>	<i>35</i>
<i>Tableau I.20 :</i>	<i>valeurs recommandées pour les qualités du savon</i>	<i>43</i>

**CHAPITRE III**

<i>Tableau III.1 :</i>	<i>Résultats de l'étude bactéricide du savon à base de l'huile de lentisque</i>	<i>98</i>
------------------------	---	-----------

## Liste des abréviations

---

**% : Pour cent.**

**C° : Degré Celsius.**

**cm : Centimètre.**

**g : Gramme.**

**Eq : Equivalent gramme**

**PE ; Prise d'essai**

**IS : Indice de saponification**

**IA : Indice d'acide**

**IP : Indice de peroxyde**

**TA: Teneur en alcali libre**

**M : Molaire (mol/l).**

**Mg : Milligramme.**

**Min : Minute.**

**ml : Millilitre.**

**KOH : Hydroxyde de potassium**

**NaOH : Hydroxyde de soude**

**NaCl : Chlorure de sodium**

**N : Normalité**

# Table des matières

## Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des Tableaux

Table des matières

Introduction Générale.....1

**Chapitre I : Étude botanique de Pistacia lentiscus et introduction aux huiles végétales, avec un focus sur l'huile de lentisque**

<b>I.1. Présentation de la plante PISTACIA LENTISCUS .....</b>	<b>5</b>
<b>I.1.1. Taxonomie de la plante.....</b>	<b>5</b>
<b>I.1.2. Description botanique de Pistacia lentiscus.....</b>	<b>6</b>
<b>I.1.3. Répartition géographique de Pistacia lentiscus .....</b>	<b>8</b>
<b>I.1.4. Propriétés médicinales.....</b>	<b>9</b>
<b>I.2. Présentation de l'Huile de Lentisque.....</b>	<b>12</b>
<b>I.3. Fabrication du Savon.....</b>	<b>22</b>
<b>I.3.1. Histoire du Savon .....</b>	<b>22</b>
<b>I.3.2. Définition du savon .....</b>	<b>23</b>
<b>I.3.3. La réaction de saponification .....</b>	<b>24</b>
<b>I.3.4. Types de savons .....</b>	<b>27</b>
<b>I.3.5. Fabrication du savon.....</b>	<b>38</b>
<b>I.3.6. Procédés de fabrication du savon : .....</b>	<b>42</b>

# Table des matières

I.3.7.	Propriétés physico-chimiques du savon .....	44
I.3.8.	Qualités du savon .....	49
I.3.9.	Impact du savon sur l'environnement et la santé publique.....	50

## Chapitre II : Méthodologie et matériel

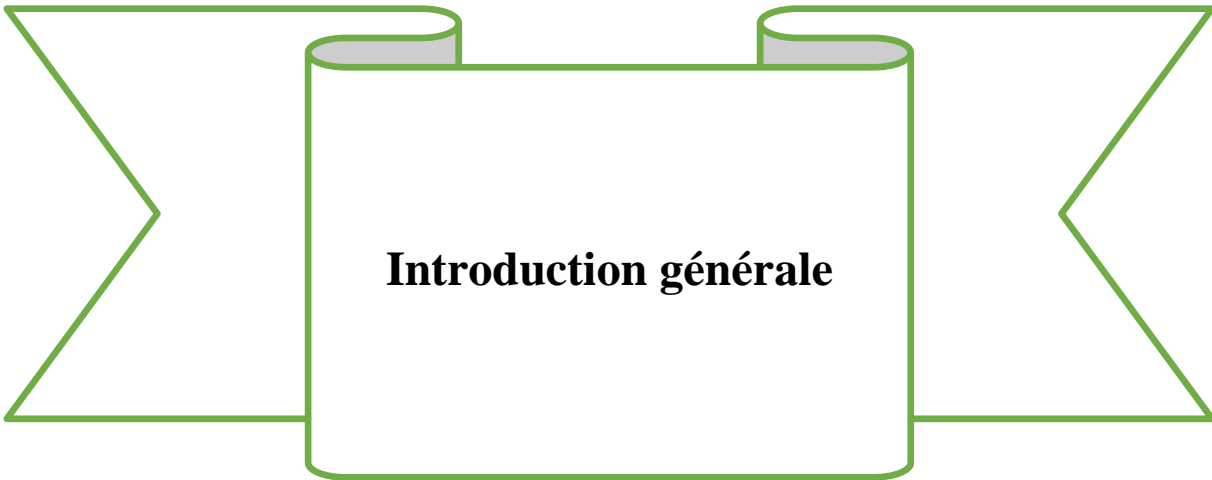
II.1.	Matières utilisées .....	52
II.2.	Protocoles et dispositifs expérimentaux .....	55

## Chapitre III : Résultats et interprétations

III.1.	Etude des propriétés physico-chimiques des matières constituantes .....	91
III.1.1.	Huile de lentisque .....	91
III.1.1.1.	Taux d'humidité .....	92
III.1.1.2.	Indice d'acide .....	92
III.1.1.3.	Indice de saponification .....	92
III.1.1.4.	Indice de peroxyde.....	93
III.1.1.5.	Indice d'ester.....	93
III.1.1.6.	Taux d'impureté .....	94
III.1.1.7.	L'indice de réfraction .....	94
III.1.1.8.	La densité relative .....	95
III.1.1.9.	Identification de la composition chimique de .....	95
III.2.	Formulation et élaboration du savon .....	96
III.2.1.	Quantité de corps gras .....	96
III.2.2.	Quantité de Soude Caustique (NaOH).....	97
III.2.3.	Quantité d'eau .....	97
III.3.	Étapes de préparation du savon .....	98

## Table des matières

<b>III.4. Analyses physico-chimiques du savon préparé à base de l'huile de lentisque .....</b>	<b>100</b>
<b>III.4.1.Taux d'humidité .....</b>	<b>100</b>
<b>III.4.2.Potentiel Hydrogéné (pH).....</b>	<b>100</b>
<b>III.4.3.Teneur en alcali libre .....</b>	<b>101</b>
<b>III.4.4.Point de fusion .....</b>	<b>101</b>
<b>III.4.5.Teneur en acide gras.....</b>	<b>102</b>
<b>III.4.6.Pouvoir moussant .....</b>	<b>102</b>
<b>III.5. Étude bactériologie .....</b>	<b>103</b>
<b>III.5.1.Prélèvements bactériologiques pour évaluer le savon à froid .....</b>	<b>103</b>
<b>Conclusion Générale</b>	



**Introduction générale**

## Introduction

Depuis des siècles, les huiles végétales ont été utilisées dans la fabrication du savon, appréciées pour leurs propriétés nettoyantes et adoucissantes.

Parmi ces huiles, l'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) se distingue par sa composition riche en composés bioactifs, lui conférant des propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et antimicrobiennes prometteuses. Cependant, son potentiel d'exploitation dans la formulation de savons aux propriétés physicochimiques et thérapeutiques supérieures reste largement méconnu.

Ce mémoire vise à explorer le potentiel de l'huile de lentisque pour la préparation d'un savon aux propriétés physicochimiques et thérapeutiques supérieures.

La méthodologie expérimentale adoptée est comme suit :

1. Caractérisation physicochimique de l'huile de lentisque (composition en acides gras et les propriétés physicochimiques de l'huile de lentisque).
2. Formulation et préparation d'un savon à base d'huile de lentisque.
3. Évaluation des propriétés physicochimiques du savon à base d'huile de lentisque (le pH, la teneur en eau, la dureté, le pouvoir moussant et le pouvoir détergent).
4. Évaluation des propriétés thérapeutiques du savon à base d'huile de lentisque (Évaluer l'activité antibactérienne du savon pour le traitement de certaines affections cutanées).

**Le mémoire est structuré comme suit :**

1. Introduction générale
2. Chapitre 1 : Étude botanique de *Pistacia lentiscus* et introduction aux huiles végétales, avec un focus sur l'huile de lentisque
3. Chapitre 2 : Méthodologie et matériel
4. Chapitre 3 : Résultats et interprétations
5. Conclusion générale



**CHAPITRE I**  
**Revue bibliographique**

## Chapitre I : Revue bibliographique

Le chapitre 1 : revue bibliographique est consacrée à la présentation des principaux concepts et notions théoriques à savoir l'huile de lentisque et les procédés de préparation et fabrication du savon.

Il est divisé en deux parties :

La première est réservée à la présentation à la plante lentisque et son huile, servant de base à la thématique développée dans le mémoire.

La deuxième partie est consacrée à la préparation et fabrication du savon à base d'huile de lentisque.

---

### I.1. Présentation de la plante *PISTACIA LENTISCUS*

#### I.1.1. Taxonomie de la plante

*Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae) est un arbuste dioïque et persistant, communément appelé "Dro" en arabe local. On le trouve fréquemment dans les forêts, les maquis et les garrigues méditerranéens [1]. Cet arbuste ramifié peut atteindre trois mètres de hauteur et dégage une forte odeur de résine âcre [2].

En Algérie, quatre espèces du genre *Pistacia* sont présentes : *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* [3]. Ces plantes, aux propriétés médicinales, poussent sur différents types de sol, notamment dans les zones subhumides et semi-arides [4].

Tableau I.1 : Taxonomie de *Pistacia lentiscus*

Rang taxonomique	Nom scientifique
Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceae
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia lentiscus</i>



Figure I.1 : *Pistacia lentiscus* [Anacardiaceae], arbuste commun en Algérie

### I.1.2. Description botanique de *Pistacia lentiscus*

#### I.1.2.1. Classification taxonomique

*Pistacia lentiscus* L. appartient à la famille des Anacardiaceae, de l'ordre des Sapindales (Stevens, 2008). Selon une étude récente d'AL-Saghir et Porter (2006) (non publiée), le genre *Pistacia* comprend neuf espèces et cinq sous-espèces.

#### I.1.2.2. Caractéristiques générales

Ces arbres xérophytes peuvent être caducs ou persistants, atteignant 8 à 10 mètres de hauteur. Les feuilles sont composées de folioles larges, elliptiques à ovales arrondies, avec des bourgeons simples, apicaux et généralement végétatifs. Les fleurs mâles et femelles sont apétales, portées en racèmes ou en panicules, avec 1 à 3 petites bractées et 2 à 7 bractéoles. Les fleurs mâles ont 4 à 5 anthères insérées sur un disque, tandis que les fleurs femelles ont un style court et trilobé. Ces espèces sont pollinisées par le vent et produisent un fruit en forme de drupe.

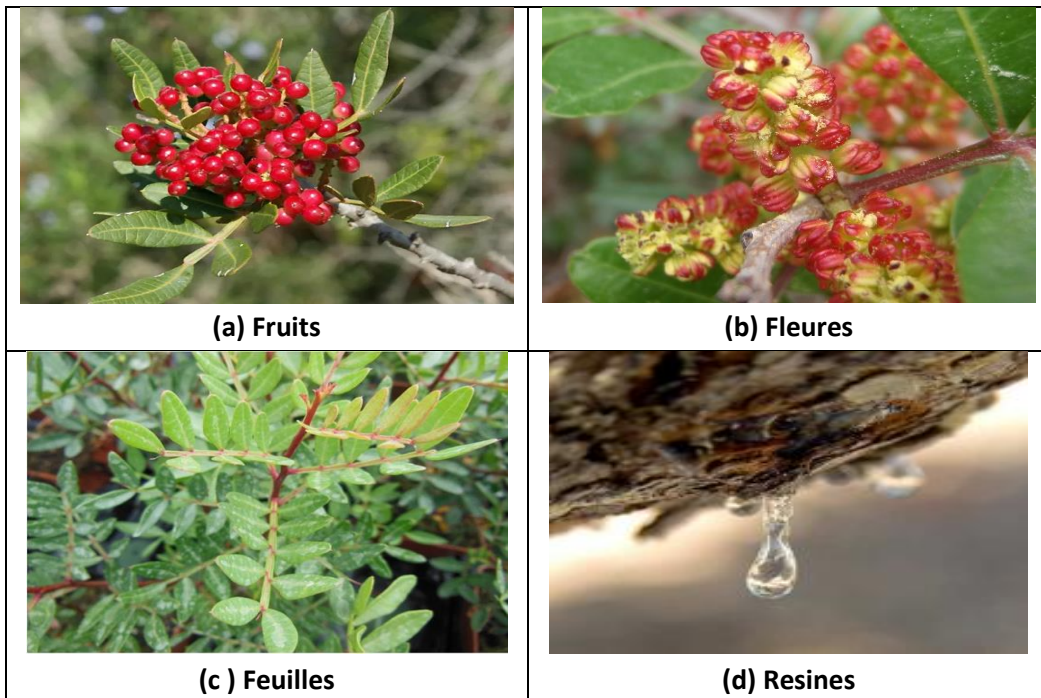


Figure I.2 : Photos des parties de la plante : (a) Fruits, (b) Fleures, (c) Feuilles, (d) Résines

**Tableau I.2 : Caractéristiques des parties de la plante**

Partie	Description
<b>Feuilles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Durée de vie : Deux ans</li> <li>○ Rachis : Ailé</li> <li>○ Folioles : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coriaces</li> <li>▪ Largement lancéolées</li> <li>▪ Brillantes sur le dessus</li> <li>▪ Mesurant de 1,5 à 3 cm</li> </ul> </li> <li>○ Persistantes en hiver</li> <li>○ Rougissent sous l'effet de la chaleur</li> </ul>
<b>Fruits</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Petite taille : Environ cinq millimètres</li> <li>○ Forme globuleuse</li> <li>○ Couleur rouge-noir à maturité (à partir de novembre)</li> <li>○ Comestibles</li> <li>○ Renferment une seule graine</li> <li>○ L'huile extraite est connue pour ses vertus médicinales</li> </ul>
<b>Écorce</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Résineuse</li> <li>○ Couleur brun rougeâtre sur les jeunes branches</li> <li>○ Devient grise avec le temps</li> </ul>
<b>Inflorescence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se compose de grappes spiciformes denses et courtes</li> <li>○ Fleurs unisexuées sans pétales</li> <li>○ Apparaissant d'avril à juin</li> </ul>
<b>Résine (mastic)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Substance aromatique et résineuse</li> <li>○ Suinte du tronc et des branches principales</li> </ul>
<b>Branches</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tortueuses et pressées</li> <li>○ Forment une masse serrée</li> </ul>
<b>Racines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Longues et pivotantes</li> <li>○ Permettent à la plante de puiser l'eau nécessaire à sa croissance</li> <li>○ Maintiennent un feuillage vert foncé même en cas de sécheresse</li> </ul>

### **I.1.3. Répartition géographique de Pistacia lentiscus**

#### **I.1.3.1. Distribution mondiale**

Pistacia lentiscus est l'un des arbustes les plus représentatifs du maquis méditerranéen. On le trouve en Europe, au Maroc, en Turquie, en Irak, en Iran et dans certaines régions d'Asie centrale. En Europe, il est particulièrement présent dans les pays du bassin méditerranéen, notamment en Italie, en Espagne, en Grèce, au Portugal et en France.

En Italie, *Pistacia lentiscus* est caractéristique des écosystèmes sensibles, comme celui de la Sardaigne, où il pousse le long de la côte jusqu'à 700 mètres d'altitude. Il est également présent dans d'autres régions d'Italie, notamment en Sicile, en Calabre et dans les Pouilles.

### I.1.3.2. Distribution d'autres espèces du genre *Pistacia*

D'autres espèces du genre *Pistacia* ont des répartitions géographiques distinctes. Par exemple, *Pistacia terebinthus* L., originaire de l'île de Chios, s'est propagée le long de toutes les côtes méditerranéennes au fil des siècles. Aujourd'hui, elle est principalement présente au Portugal, en Palestine et en Afrique du Nord, ainsi qu'au Moyen-Orient asiatique jusqu'aux frontières occidentales de l'Inde. En Italie, on la trouve principalement dans la partie sud de la péninsule, en Sardaigne et en Sicile.

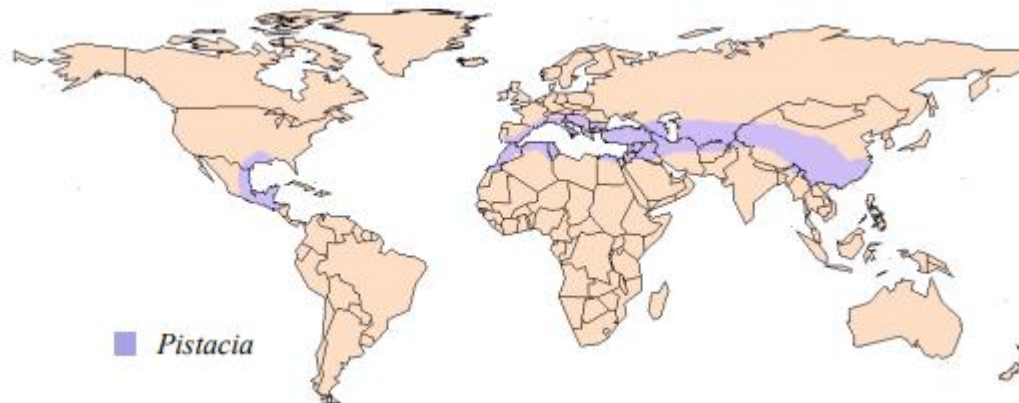


Figure I.3 : Répartition géographique de *Pistacia lentiscus* dans le monde

### I.1.3.3. Répartition en Algérie

*Pistacia lentiscus* L., connu sous différents noms vernaculaires selon les régions d'Algérie :

- **Région côtière de Jijel (Est) :** "tro ou troo"
- **Kabylie (centre) :** "amadagh" (Bensalem, 2015)
- **Extrême-Est (Guelma, Souk Ahras, Annaba, El Tarf) :** "Dharou"

#### Distribution géographique

En Algérie, *Pistacia lentiscus* est présent dans les régions suivantes :

- **Ouest :** Oran et Ain Sefra
- **Est :** Tunisie
- **Atlas saharien**
- **Sahara septentrional**
- **Hoggar**

L'huile de *Pistacia lentiscus* est principalement produite dans l'est de l'Algérie, plus précisément dans les wilayas d'El Taref, Skikda et Guelma.

L'échantillon étudié a été collecté dans la municipalité de Roknia, située à 34 km au nord-ouest de la wilaya de Guelma (est algérien). Cette région se caractérise par un climat **semi-aride**.

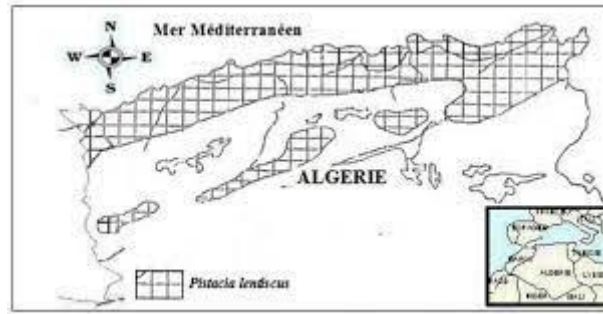


Figure I.4 : Aire de répartition du *Pistacia lentiscus* en Algérie

### I.1.4. Propriétés médicinales

#### I.1.4.1. Utilisation traditionnelle

*Pistacia lentiscus* est connu pour ses propriétés médicinales depuis l'antiquité (Palevitch et Yaniv, 2000). De nombreuses parties de la plante, notamment les racines, les feuilles, la résine et l'huile essentielle, sont traditionnellement utilisées pour traiter une large gamme de maladies.

- **Racines :** La décoction des racines séchées est utilisée contre l'inflammation intestinale et gastrique, ainsi que dans le traitement des ulcères (Ouelmouhoub, 2005).
- **Parties aériennes :** Les parties aériennes de la plante, notamment les feuilles, sont largement utilisées en médecine traditionnelle pour traiter l'hypertension artérielle grâce à leurs propriétés diurétiques (Bentley et Trimen, 1980 ; Sanz et al.1992 ; Wyllie et al. 1990 et Scherrer et al. 2005). Les feuilles sont également utilisées pour traiter l'eczéma, les infections buccales, la diarrhée, les calculs rénaux, la jaunisse, les maux de tête, les ulcères, les maux d'estomac, l'asthme et les problèmes respiratoires (Villar et al, 1987 ; Ali-Shtayeh et al, 1998 ; Ali-Shtayeh et al, 2000 ; Lev et Amar, 2000 ; Lev et Amar, 2002 et Said et al, 2002).
- **Résine :** La résine de *Pistacia lentiscus* est connue pour ses propriétés analgésiques, antibactériennes, antifongiques, antioxydantes, antiathérogènes, expectorantes, stimulantes, diurétiques et spasmolytiques (Abdel Rahman et Soad, 1975 ; Magiatis et al, 1999 ; Dedoussis et al, 2004 et Prichard, 2004). Traditionnellement, elle est utilisée comme remède contre l'asthme, la diarrhée, les infections bactériennes, les ulcères gastro-duodénaux et comme antiseptique du système respiratoire (Baytop,1984; Baytop, 1999; Huwez et AlHabbal, 1986; Al-Habbal et al, 1984; Al-Said et al, 1986; Yasilada et al, 1991; Tuzlaci et al, 2001; De pooter et al, 1991 et Marone et al, 2001). Elle est également considérée comme un agent anticancéreux, en particulier contre les tumeurs du sein, du foie, de l'estomac, de la rate et de l'utérus (Assimopoulou et Papageorgiou, 2005).

- **Huile essentielle :** L'huile essentielle de lentisque est connue pour ses vertus thérapeutiques dans les problèmes lymphatiques et circulatoires.

### I.1.4.2. Études scientifiques

Des études scientifiques ont confirmé certaines des propriétés médicinales traditionnelles de *Pistacia lentiscus*. Par exemple :

**Tableau I.3 : Effets biologiques et pharmacologiques de *Pistacia lentiscus***

Produit étudié	Référence	Effets
<b>Résine</b>	Magiatis et al., 1999 ; Marone et al., 2001 ; Koutsoudaki et al., 2005 ; Aksoy et al., 2006 ; Paraschos et al., 2007 ; Sharifi et Hazell, 2009	La résine et les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> ont montré une activité antibactérienne contre un large spectre de bactéries
<b>Feuilles</b>	Magiatis et al., 1999 ; Mharti et al., 2011	
<b>Parties aériennes (feuilles, brindilles, fleurs)</b>	Barra et al., 2007	Les parties aériennes (feuilles, brindilles, fleurs) et les feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> ont montré une activité antifongique
<b>Feuilles</b>	Ali-Shtayeh et al., 1999 ; Kordali et al., 2003 ; Duru et al., 2003 ; Turchetti et al., 2005 ; Mansour-Djaalab et al., 2012	
<b>Feuilles</b>	Baratto et al., 2003 ; Ljubuncic et al., 2005	Les feuilles et les fruits de <i>Pistacia lentiscus</i> ont montré une activité antioxydante
<b>Fruits</b>	Bhouri et al., 2010	
<b>Résine</b>	Mahmoudi et al., 2010 ; Triantafyllou et al., 2011	La résine de <i>Pistacia lentiscus</i> a montré une activité anti-inflammatoire
<b>Huile (fruits)</b>	Bensegueni, 2007 ; Boulebda et al., 2009 ; Djerrou et al., 2010 ; Mammeri et al., 2012	L'huile essentielle extraite des fruits de <i>Pistacia lentiscus</i> a montré des propriétés cicatrisantes

Les propriétés médicinales de *Pistacia lentiscus* sont attribuées à la présence de divers composés bioactifs, notamment :

- **Des polyphénols:** Les polyphénols sont des antioxydants qui peuvent protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres.
- **Des flavonoïdes:** Les flavonoïdes sont des composés anti-inflammatoires et antibactériens.

- **Des huiles essentielles:** Les huiles essentielles contiennent des composés volatils qui peuvent avoir des propriétés antimicrobiennes, antifongiques et analgésiques.
- **Des résines:** Les résines contiennent des composés qui peuvent avoir des propriétés cicatrisantes et anti-inflammatoires.

L'utilisation de *Pistacia lentiscus* à des fins médicinales doit se faire avec prudence. Il est important de consulter un médecin avant de prendre des produits à base de cette plante, car elle peut interagir avec certains médicaments ou avoir des effets secondaires chez certaines personnes.

### I.2. Présentation de l'Huile de Lentisque

#### I.2.1. Généralités sur les huiles végétales

##### I.2.1.1. Définition

Une huile végétale est communément définie comme un corps gras extrait d'une plante oléagineuse, c'est-à-dire une plante dont les graines, noix ou fruits contiennent des lipides. Ces éléments permettent à la plante de produire une huile composée de triglycérides, des lipides complexes caractérisés par un agencement spécifique d'acides gras et de glycérine. Les huiles végétales se présentent sous forme de mélange liquide ou semi-liquide à température ambiante, principalement composées de substances hydrophobes solubles dans les solvants. Elles sont extraites naturellement par pression de la matière végétale préalablement broyée, que ce soit à froid ou à chaud.

##### I.2.1.2. Composition

Les huiles végétales, tout comme les huiles d'origine animale, sont principalement constituées de triglycérides à hauteur de 98%. Les triglycérides sont des triesters composés d'acides gras et de glycérol. Bien que les huiles soient majoritairement composées de triglycérides, on peut également observer la présence de certains composants en traces tels que les acides gras libres, les phosphatides, les stérides et les cérides ou triglycérides partiels. La composition des huiles végétales n'est cependant pas fixe, car elle varie en fonction des récoltes, de la génétique des plantes, des pratiques culturelles et des saisons.

#### I.2.2. Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*

L'huile de lentisque est extraite du fruit comestible et se caractérise par une couleur verte foncée. À une température de 32 à 34 degrés Celsius, elle est entièrement liquide ; en dessous de cette température, elle laisse apparaître une substance blanche pouvant cristalliser, laquelle finit par envahir toute l'huile et la solidifier complètement. Cette huile est fréquemment utilisée à des fins alimentaires, d'éclairage et entre également dans la fabrication de savons. Elle est produite en Algérie, principalement dans le nord du pays où l'espèce est abondante.

L'exploitation de l'huile de lentisque est une pratique courante. En utilisant la méthode traditionnelle, cette huile est fabriquée dans le but de prendre des mesures thérapeutiques, en particulier pour traiter les brûlures et les affections respiratoires. L'extraction est une pratique très ancienne et transmise de génération en génération par les femmes. Elle repose

sur des techniques non ergonomiques et est un processus traditionnel long et difficile qui offre un rendement limité d'environ 5%. L'huile extraite présente également une mauvaise qualité due à une exposition prolongée et directe à des températures élevées.



Figure I.5 : Huile fixe de *Pistacia lentiscus* (Crédits – F. Mezni)

### I.2.2.1. Composition chimique de l'huile de *Pistacia lentiscus*

#### A. Teneur en huile et composition en acides gras

- **Teneur en huile:** La teneur en huile des fruits de *Pistacia lentiscus* varie selon le stade de maturité :
  - 4,37% pour les fruits immatures
  - 9,66% pour les fruits mûrs
  - 14,84% pour les fruits trop mûrs [18]
- **Acides gras:** L'huile de *Pistacia lentiscus* est riche en acide palmitique, atteignant jusqu'à 28% des acides gras totaux, ce qui la distingue de l'huile d'olive (7,5-20%) et de l'huile de tournesol (5-6%) [18].

#### Analyses scientifiques de la composition en acides gras:

- **Mekni, (2011):** Cette analyse a révélé une prédominance de l'acide linoléique (47,02%) dans l'huile de *Pistacia lentiscus*. Les autres principaux constituants étaient :
  - 3-Undécylphénol (18,86%)
  - Acide palmitique (15,64%)
  - 3-Pentadécylphénol (14,11%) [19]
- **Mezni et al., (2012):** Cette étude a identifié l'acide oléique comme l'acide gras principal, représentant plus de 56% du total des acides gras. Les acides palmitique et linoléique suivaient avec des taux respectifs de 27% et 16% [20].

#### Remarques générales sur la composition en acides gras:

- Les acides gras insaturés (acide oléique, acide linoléique et acide palmitoléique) représentent plus de 70% du total des acides gras dans l'huile de *Pistacia lentiscus*.
- Le rapport entre acides gras saturés et insaturés est d'environ 0,4 [20].

#### B. Composition minérale

L'huile de lentisque est également riche en minéraux, dont le plus abondant est le sodium (Na), suivi du potassium (K), du calcium (Ca), du magnésium (Mg), du fer (Fe) et du cuivre (Cu).

**Tableau I.4 : Composition en acides gras des huiles grasses de Pistacia lentiscus L. à maturité (%)**

Acides Gras	Unripe			Ripe			Over ripe		
	Fruits	Pulp	Seed	Fruits	Pulp	Seed	Fruits	Pulp	Seed
Oleic	49.5±3	47.7±0.9	43.2±2.7	53.6±1.7	55.08±2	44.87±4	51.36±2.4	52.65±1.7	50.4±4
Palmitic	22.45±1	23.8±0.5	22.28±1.5	28.6±1.3	27.71±1	24.73±0.4	27.26±1.2	26.97±1	23.4±3
Linoeic	19.3±5.6	19.4±3.2	20.25±5.3	13.7±3.4	13.63±3	16.72±6.5	16.6±3.8	16.46±2.4	20.5±2
Palmitoleic	1.34±0.5	1.44±0.4	0.83±1.1	1.3±0.43	0.78±0	0.76±0.07	1.29±0.4	1.37±0.4	1.3±0
Stearic	2.54±0.4	2.4±0.09	4.18±0.6	1.39±0.0	0.73±0	2.95±0.61	1.25±0.1	1.09±0.0	2.6±0
∑saturated	24.99	26.23	26.46	30.04	28.44	27.68	28.51	28.06	26.12
∑unsaturated	70.14	68.65	64.28	68.47	69.49	62.35	69.25	70.48	72.41
Uns /saterated	2.80	2.61	2.42	2.27	2.44	2.25	2.42	2.51	2.77

### I.2.2.2.Extraction de l'huile de lentisque

L'huile de lentisque est extraite des baies mûres récoltées entre novembre et décembre, selon deux méthodes principales : une méthode traditionnelle et une méthode moderne [21].

- **Procédés d'extraction traditionnelle artisanale**

L'extraction traditionnelle artisanale de l'huile de lentisque est un processus long et laborieux, principalement réalisé par les femmes. Il implique plusieurs étapes manuelles qui nécessitent un effort physique important [22].

**Étapes du procédé d'extraction traditionnelle :**

- **Collecte des fruits:** La collecte des fruits de lentisque a lieu entre novembre et janvier, lorsque les baies sont bien mûres.
- **Séchage (optionnel):** Les fruits peuvent être séchés au soleil pendant 7 jours avant d'être broyés. Cette étape n'est pas toujours nécessaire.
- **Broyage :** Les fruits secs ou frais sont broyés grossièrement à l'aide d'un pilon en pierre ou d'un outil similaire dans des récipients de cuisine.
- **Chauffage :** La pâte broyée est chauffée de manière répétée pendant le processus de broyage.
- **Extraction de l'huile :** La pâte chauffée est pressée manuellement ou à l'aide d'un presseur traditionnel pour séparer l'huile de la pulpe.
- **Décantation :** L'huile extraite est laissée reposer pour permettre la séparation des impuretés et de l'eau.
- **Filtration :** L'huile décantée est filtrée pour éliminer les particules restantes.

L'extraction traditionnelle de l'huile de lentisque est principalement pratiquée dans les pays suivants, bien que des variations régionales existent dans le processus :

- Italie (Sardaigne)
- Tunisie
- Algérie
- Maroc



Figure I.6 : Étapes d'extraction de l'huile de lentisque selon la méthode artisanale

Tableau I.5 : Avantages et des inconvénients de l'extraction traditionnelle de l'huile de lentisque

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préserve le savoir-faire et les traditions locales liées à la production d'huile de lentisque</li> <li>• Favorise une production artisanale à petite échelle et un développement économique local</li> <li>• Permet d'obtenir une huile avec un profil aromatique et gustatif unique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus long, laborieux et physiquement exigeant</li> <li>• Faible rendement en huile par rapport aux méthodes modernes</li> <li>• Qualité de l'huile variable sujette à des fluctuations</li> <li>• Durée de conservation limitée de l'huile due à l'exposition à la chaleur et à l'air</li> </ul>

- **Procédé d'extraction traditionnelle mécanique de l'huile de lentisque**

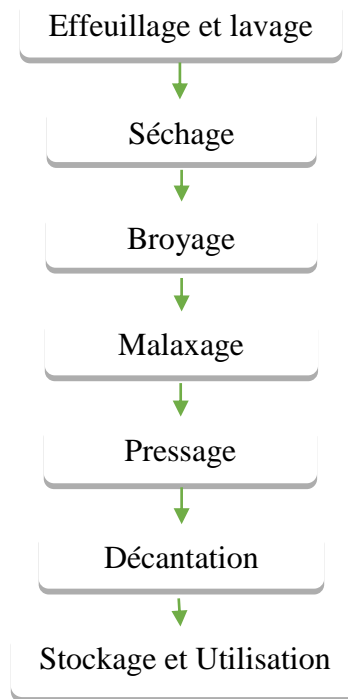
L'extraction traditionnelle mécanique de l'huile de lentisque vise à améliorer le rendement et la qualité de l'huile tout en préservant certains aspects artisanaux du processus. Cette méthode implique la mécanisation de certaines étapes :

1. **Cueillette et lavage** : Les fruits de lentisque sont cueillis manuellement et lavés à l'eau claire pour éliminer les impuretés.
2. **Broyage mécanique** : Les fruits lavés sont broyés finement à l'aide d'un broyeur mécanique, généralement électrique, pour obtenir une pâte homogène.
3. **Homogénéisation** : La pâte broyée est homogénéisée manuellement ou à l'aide d'un mélangeur pour favoriser la coalescence des gouttelettes d'huile.
4. **Pressage** : La pâte homogénéisée est pressée à l'aide d'une presse hydraulique ou manuelle pour séparer l'huile de la pulpe. Les presses hydrauliques offrent généralement un meilleur rendement et une pression plus constante, tandis que les presses manuelles permettent un contrôle plus précis du processus.
5. **Décantation et filtration** : L'huile extraite est laissée reposer dans un récipient pour permettre la séparation des impuretés et de l'eau. La partie supérieure, riche en huile, est ensuite séparée de la partie aqueuse inférieure par décantation. L'huile décantée est ensuite filtrée à l'aide de filtres fins pour éliminer les particules solides restantes.
6. **Stockage** : L'huile filtrée est stockée dans des récipients hermétiques et opaques, généralement en verre ou en acier inoxydable, pour préserver sa qualité et sa fraîcheur. Des conditions de stockage fraîches et sombres sont recommandées pour éviter l'oxydation et la dégradation de l'huile.

**Tableau I.6 : Avantages et des inconvénients de l'extraction traditionnelle mécanique**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration du rendement en huile par rapport à l'extraction manuelle</li> <li>• Qualité de l'huile plus homogène et constante</li> <li>• Réduction du temps et de l'effort physique requis</li> <li>• Possibilité de traiter des volumes plus importants de fruits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement initial plus important pour l'acquisition de machines</li> <li>• Nécessite un certain niveau de connaissances techniques pour l'utilisation des machines</li> <li>• Peut altérer légèrement le profil aromatique et gustatif de l'huile par rapport à l'extraction manuelle pure</li> </ul>

La figure 1.7 illustre le processus d'extraction traditionnelle mécanique de l'huile de lentisque. On peut y observer les différentes étapes, du broyage des fruits à la filtration de l'huile, en passant par l'homogénéisation et le pressage. Il est important de souligner que cette illustration ne représente qu'un exemple et que la configuration et les équipements utilisés peuvent varier en fonction des pratiques locales



**Figure I.7 : Extraction de l'huile de Pistacia lentiscus**

- **Extraction de l'huile de lentisque en Algérie** [24]
- Procédé d'extraction traditionnelle en Algérie

### **Préparation des fruits :**

- **Récolte** : Les baies mûres de lentisque sont cueillies entre novembre et décembre.
- **Nettoyage et lavage** : Les fruits récoltés sont soigneusement nettoyés et lavés à l'eau claire pour éliminer les impuretés et les débris.
- **Séchage (optionnel)** : Dans certaines régions, les fruits peuvent être étalés sur une surface propre et laissés sécher à température ambiante pendant quelques jours avant le broyage. Cette étape vise à réduire l'humidité des fruits et à faciliter l'extraction de l'huile.

### **Broyage :**

- **Meule et mortier** : La méthode traditionnelle utilise une meule en pierre et un mortier en bois ou en cuivre pour broyer les fruits. La meule permet de broyer les fruits grossièrement, tandis que le mortier est utilisé pour obtenir une pâte fine et homogène.
- **Broyage mécanique** : Dans certaines régions, l'utilisation de broyeurs mécaniques, électriques ou manuels, est de plus en plus répandue. Cette méthode permet de gagner du temps et d'améliorer l'efficacité du processus.

### **Extraction de l'huile :**

#### **Procédé à chaud :**

- **Cuisson** : Les fruits broyés sont cuits à la vapeur ou dans une marmite pour ramollir la pulpe et faciliter la libération de l'huile.
- **Pressage** : La pâte cuite est pressée à l'aide d'une presse traditionnelle ou d'une presse mécanique pour séparer l'huile de la pulpe.

### Procédé à froid :

- **Malaxage :** La pâte broyée est malaxée manuellement ou avec les pieds pour favoriser l'agglutination des gouttelettes d'huile.
- **Décantation :** La pâte malaxée est laissée reposer dans un récipient pour permettre à l'huile de remonter à la surface.
- **Récupération de l'huile :** L'huile flottante est récupérée par écrémage ou en utilisant un siphon.
- **Pressage résiduel :** La pulpe restante peut être pressée une deuxième fois avec addition d'eau pour récupérer une huile de qualité inférieure.

### Filtration et stockage :

- **Filtration :** L'huile extraite est filtrée à l'aide d'un tissu fin pour éliminer les impuretés solides résiduelles.
- **Stockage :** L'huile filtrée est stockée dans des récipients hermétiques en verre ou en acier inoxydable, à l'abri de la lumière et de la chaleur, pour préserver sa qualité et sa fraîcheur.

### Outils et ustensiles :

L'extraction traditionnelle de l'huile de lentisque en Algérie nécessite les outils et ustensiles suivants :

- Bassine en métal ou en argile
- Marmite
- Source d'énergie (feu de bois, cuisinière)
- Chiffon propre
- Bouteilles
- Meule en pierre
- Mortier en bois ou en cuivre
- Presse traditionnelle ou presse mécanique
- Tissu fin

### Remarque :

- Les méthodes et techniques d'extraction peuvent varier légèrement d'une région à l'autre en Algérie.
- L'extraction traditionnelle de l'huile de lentisque est un processus laborieux et long, mais il permet de produire une huile de haute qualité avec un profil aromatique unique.
- La modernisation des techniques d'extraction, tout en préservant le savoir-faire traditionnel, peut contribuer à améliorer l'efficacité et la durabilité du processus.
- **La figure I.8** illustre le processus de nettoyage et de lavage des fruits de lentisque avant le broyage.



**Figure I.8 : nettoyage des drupes de lentisque**

- **La figure I.9** montre les outils traditionnels utilisés pour le broyage des fruits de lentisque : la meule en pierre (A) et le mortier en bois ou en cuivre (B).



**Figure I.9: D'autres outils d'extraction d'huile de lentisque : meule (A), mortier de tonnelier (B):**



**Figure I.10 : Extraction de l'huile de lentisque avec l'usage du mortier**

- **Propriétés physico-chimique de l'huile de lentisque**

Des études chimiques ont été menées pour analyser les propriétés d'une huile de lentisque extraite à l'éther, en la comparant à celle obtenue par des méthodes traditionnelles. Les caractéristiques principales de l'huile extraite à l'éther comprennent :

- **Poids spécifique** : 0,9185 à 15°C
- **Point de solidification** : -8 à -10°C
- **Indice de saponification** : 191,0 à 191,6 mg de KOH
- **Indice d'iode** : 86,8 à 87,8

Il est important de noter que ces valeurs peuvent varier significativement par rapport à celles de l'huile de lentisque traditionnelle, en raison de différences dans les procédés d'extraction et de la pureté des échantillons analysés.

Les chercheurs ont également observé une odeur plus aromatique et prononcée dans le cas de l'huile obtenue en laboratoire par extraction à l'éther. Cette différence aromatique peut s'expliquer par la conservation de composés volatils qui s'évaporent ou se dégradent lors des méthodes d'extraction traditionnelles [25].

### **I.2.2.3. Utilisation de l'huile de lentisque**

L'huile de lentisque, extraite des fruits comestibles du *Pistacia lentiscus*, était autrefois couramment utilisée pour l'alimentation, l'éclairage et la fabrication de savons. Sa

production est aujourd'hui concentrée dans l'est de l'Algérie, notamment dans les zones côtières comme El Milia et Skikda, où l'arbre est abondant.

### Usages traditionnels :

- **Médecine traditionnelle** : Dans les médecines traditionnelles des deux rives de la Méditerranée, le lentisque est réputé pour ses vertus curatives dans le traitement des ulcères, des plaies et des brûlures légères.
- **Médecine traditionnelle algérienne** : L'huile grasse obtenue par pression des fruits de lentisque est particulièrement utilisée en médecine traditionnelle algérienne. Son application topique est recommandée pour le traitement des petites blessures, des brûlures légères et des érythèmes. Par voie orale, elle est employée contre les problèmes respiratoires d'origine allergique et les ulcères de l'estomac. Ces usages sont particulièrement répandus dans l'est du pays, notamment dans les régions d'El-Milia, Skikda et Guelma.

### I.3. Fabrication du Savon

#### I.3.1. Histoire du Savon

Le **tableau I.7** Résume les événements clés de l'histoire du savon, en les classant par période chronologique.

**Tableau I.7 : Histoire du Savon [27,29]**

Période	Civilisation	Événements	Innovations majeures
Plus de 4500 ans	Sumériens et Égyptiens	Fabrication du savon à partir de graisse animale et de carbonate de potassium	Utilisation du savon pour le blanchiment des cheveux et les problèmes cutanés
Vers 2000 avant J.-C.	Sumériens	Production d'une pâte semblable à un savon mou	Développement d'une forme primitive de savon
IIe siècle après J.-C.	Romains	Utilisation du savon pour la toilette	Adoption du savon pour l'hygiène corporelle
IVe siècle	Arabes	Enrichissement de la composition du savon avec des cendres de plantes marines	Introduction de la soude dans la fabrication du savon
VIIe siècle	Gallo-romains	Utilisation d'une pâte de cendres et de graisse animale appelée "sapo"	Apparition d'une nouvelle variété de savon
Moyen Âge	Europe	Délaissement du savon en raison des mauvaises conditions sanitaires	Déclin de l'utilisation du savon
XIIe siècle	Égyptiens, Tunisiens et Perses	Commercialisation du savon, produit coûteux et confidentiel	Développement d'un commerce international du savon
XIIIe siècle	Marseille	Remplacement de la graisse animale par l'huile d'olive, apparition du savon de Marseille	Invention du savon de Marseille, un savon de référence
XIXe siècle	Europe	Adoption du savon dans les foyers urbains, amélioration de l'hygiène	Généralisation de l'utilisation du savon
Fin du XIXe siècle	Monde	Apparition des tensioactifs synthétiques	Révolution industrielle du savon
XXe siècle	Monde	Augmentation de l'utilisation des shampoings, gels douche et "savons sans savon"	Diversification des produits d'hygiène
Fin du XXe siècle	Monde	Popularité des lessives en poudre, gels de bain moussants et savons liquides, regain d'intérêt pour la savonnette traditionnelle	Évolution des formats et des usages du savon

### I.3.2. Définition du savon

Le savon est un produit résultant de la réaction chimique entre une matière grasse et une base forte, généralement l'hydroxyde de sodium (soude caustique) ou l'hydroxyde de potassium (potasse), dans un processus appelé saponification. Cette réaction chimique produit deux composés principaux : le savon proprement dit et la glycérine.

Le savon, qu'il soit solide ou liquide, est composé de molécules amphiphiles. Ces molécules possèdent une double affinité : d'un côté, elles sont attirées par l'eau (partie hydrophile) et de l'autre côté, elles sont attirées par les corps gras (partie hydrophobe). Cette structure bipolaire est obtenue lors de la réaction de saponification entre les corps gras et l'alcali.

Grâce à leur nature amphiphile, les molécules du savon peuvent s'interfacer entre les phases aqueuses et huileuses. Cette propriété permet au savon de jouer un rôle crucial dans le nettoyage en formant de la mousse et des émulsions, qui capturent et éliminent les saletés et les corps gras lors du lavage [31].

### I.3.3. La réaction de saponification

#### Définition et principe :

La saponification est une réaction chimique entre un **alcali** (base forte) et un **corps gras** (triglycéride) qui produit du **savon** et de la **glycérine**. Cette réaction est essentielle à la fabrication du savon.

#### Réactifs :

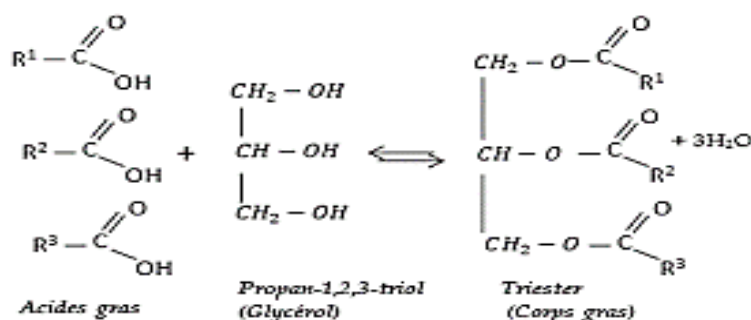
- **Alcali** : Les alcalis couramment utilisés dans la saponification sont l'hydroxyde de sodium (soude caustique) et l'hydroxyde de potassium (potasse).
- **Corps gras** : Les corps gras utilisés peuvent être d'origine végétale (huiles) ou animale (graisses). Les huiles les plus communes sont l'huile d'olive, l'huile de coco, l'huile de palme, etc.

#### Produits :

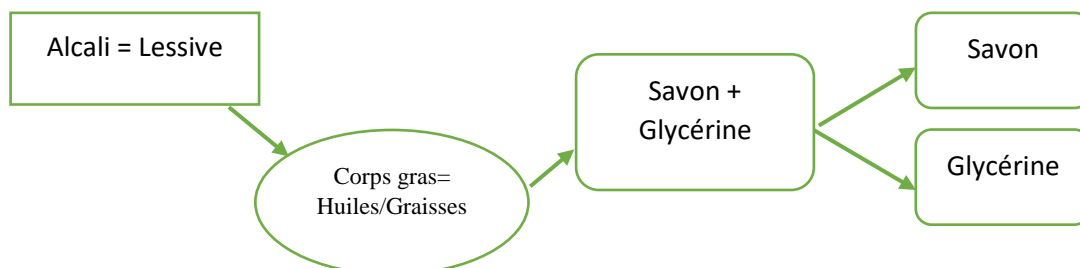
- **Savon** : Le savon est le principal produit de la saponification. Il est composé de sels d'acides gras et d'ions métalliques provenant de l'alcali utilisé.
- **Glycérine** : La glycérine est un sous-produit de la réaction. C'est un liquide visqueux, inodore et sucré, souvent utilisé dans les cosmétiques et les produits pharmaceutiques.

#### Équation de la réaction :

La réaction de saponification peut être représentée par l'équation suivante :



**Figure I.11 : La formation d'un corps gras**



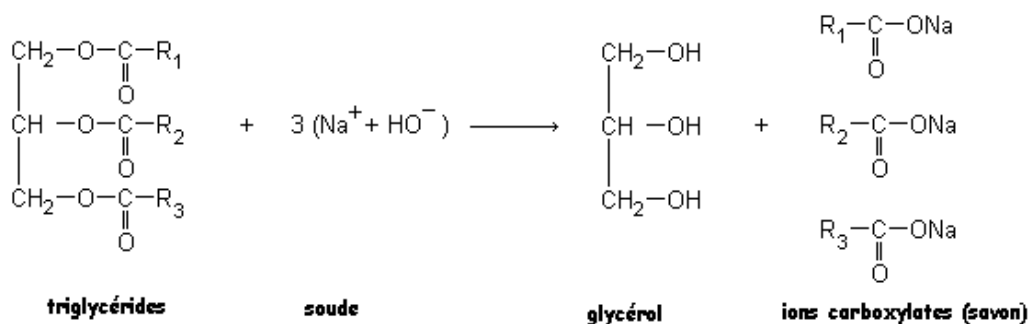
**Figure I.12 : Schéma de saponification**

### Séparation des produits :

Dans la fabrication artisanale de savon, la glycérine n'est généralement pas séparée du savon car elle n'affecte pas négativement ses propriétés nettoyantes et peut même apporter des bienfaits hydratants à la peau. La glycérine peut également contribuer à la texture et à la mousse du savon.

### Importance de la saponification :

La saponification est une réaction cruciale pour la fabrication du savon. Elle permet de transformer des corps gras simples en un produit aux propriétés nettoyantes et détergentes essentielles pour l'hygiène corporelle et le ménage.



**Figure I.13 : réaction de saponification**

### En ce qui concerne les alcalis ou les lessives

Les alcalis, également connus sous le nom de bases fortes, sont des substances chimiques qui neutralisent les acides et augmentent le pH d'une solution. Dans le contexte de la fabrication du savon, les alcalis les plus couramment utilisés sont :

- **Soude caustique (hydroxyde de sodium, NaOH) :** C'est l'alcali le plus utilisé pour la fabrication de savon car il produit un savon dur et de bonne qualité.

- **Potasse (hydroxyde de potassium, KOH) :** La potasse produit un savon mou, souvent utilisé pour le rasage ou le nettoyage des peaux sensibles.
- **Carbonate de potassium (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) :** Le carbonate de potassium peut être utilisé pour la saponification, mais il est moins efficace que l'hydroxyde de sodium ou de potassium et produit un savon de qualité inférieure.

Les principales propriétés des alcalis sont :

- **Caractère corrosif :** Les alcalis sont des substances corrosives qui peuvent endommager la peau et les yeux en cas de contact direct. Il est important de les manipuler avec précaution et de porter des équipements de protection appropriés.
- **Solubilité dans l'eau :** Les alcalis sont solubles dans l'eau, ce qui permet de les utiliser facilement dans les solutions de saponification.
- **Réaction avec les acides gras :** Les alcalis réagissent avec les acides gras des corps gras pour produire du savon et de la glycérine.

Par conséquent, ces propriétés déterminent en partie les propriétés du savon :

- **Dureté :** La nature de l'alcali utilisé influence la dureté du savon produit. La soude caustique donne un savon dur, tandis que la potasse donne un savon mou.
- **Propriétés nettoyantes :** Les savons produits avec différents alcalis présentent des propriétés nettoyantes comparables.
- **Applications :** Le choix de l'alcali dépend de l'usage final du savon. La soude caustique est généralement utilisée pour les savons de ménage et de lessive, tandis que la potasse est préférée pour les savons de toilette et de rasage.

### I.3.4. Types de savons

Le savon commercial se présente sous différentes formes : solide (pain, cube, formes ovalisées...), en poudre, en paillètes fines (lessives), en mousse, en gel ou en solution, comme le savon liquide.

#### 1. Classification des savons selon l'aspect ou la composition :

##### 1.1.1. Savon dur :

Le savon dur est produit à partir de soude caustique et d'un mélange de corps gras. En principe, toutes les huiles peuvent être utilisées dans sa fabrication, mais la nature et les caractéristiques des huiles détermineront les proportions à utiliser.



Figure I.14 : Savon solide

**1.1.2. Savon liquide :**

Le savon liquide est un produit destiné au nettoyage corporel présenté sous une forme liquide. Il est fabriqué à base d'huiles végétales et est généralement respectueux de l'environnement. Doux et naturel, il est idéal pour maintenir l'hydratation de la peau et adapté au lavage fréquent des mains, offrant ainsi une alternative naturelle aux gels douche conventionnels.

Les savons liquides bio sont formulés à base d'huiles végétales bio, riches en acides gras, apaisantes pour la peau et préservant son équilibre, contrairement à l'idée reçue selon laquelle ils pourraient dessécher la peau. [33]

Un savon liquide est produit à partir d'hydroxyde de potassium et d'un mélange de corps gras.



**Figure I.15 : Savon liquide**

**2. Classification des savons selon la provenance géographique ou la couleur :**

**1.2.1. Savon d'Alep :**

Le savon d'Alep, un trésor millénaire originaire de la ville syrienne d'Alep, se distingue par sa composition unique et ses vertus exceptionnelles pour la peau. Fabriqué selon une méthode ancestrale transmise de génération en génération, il incarne l'alliance parfaite entre tradition et savoir-faire [35].

**Tableau I.8 : Caractéristiques remarquables du Savon d'Alep**

Propriété	Description	Avantages potentiels
Ingrédients naturels	Huile d'olive et huile de baies de laurier	Riche en acides gras essentiels, antioxydants et vitamines
Fabrication traditionnelle	Saponification à chaud en chaudron, séchage et affinage	Qualité optimale et propriétés préservées
Riche en actifs naturels	Acides gras essentiels, antioxydants, vitamines	Hydratation intense, action apaisante, effet purifiant
Doux pour la peau	Convient à tous les types de peau, même les plus sensibles	Minimise les risques d'irritations
Multi-usages	Visage, corps, cheveux	Nettoyage, soin et beauté



Figure I.16 : Savon d'Alep

### 1.2.2. Savon de Marseille :

Le véritable savon de Marseille, un emblème de la Provence, se distingue par sa composition simple et authentique, respectueuse de l'environnement et de la peau. Fabriqué selon une méthode ancestrale, il incarne l'alliance parfaite entre tradition et modernité. [36].

Tableau I.9 : Caractéristiques remarquables du Savon de Marseille

Propriété	Description	Avantages potentiels
<b>Composition simple et naturelle</b>	Soude, huile végétale (majoritairement huile d'olive), eau	Respectueux de l'environnement et de la peau
<b>Fabrication traditionnelle</b>	Saponification à chaud en chaudron, moulage en barres, séchage et affinage	Qualité optimale et propriétés préservées
<b>Sans graisse animale, additif ni agent allergène</b>	Pure et hypoallergénique	Adapté aux peaux sensibles et aux personnes soucieuses de leur santé
<b>Forme carrée et couleur variable</b>	Savon vert (huile d'olive) ou savon blanc (huile de coprah)	Reconnaissable et esthétique
<b>Nettoyant efficace, doux pour la peau, antiseptique, dégraissant et écologique</b>	Multiples vertus pour l'hygiène quotidienne et le ménage	Produit unique et polyvalent



Figure I.17 : Savon de Marseille

**1.2.3. Savon noir :**

Le savon noir, également connu sous le nom de savon Beldi, se distingue par sa texture onctueuse et sa couleur brun foncé caractéristique. Originnaire de la région d'Essaouira au Maroc, il est depuis des siècles un élément essentiel des rituels de beauté dans le Maghreb. [28].

**Tableau I.10 : Caractéristiques remarquables du Savon noir**

Propriété	Description	Avantages potentiels
<b>Texture onctueuse et couleur brun foncé</b>	Aspect unique et agréable à utiliser	
<b>Exfoliation douce</b>	Élimine les cellules mortes, les impuretés et les points noirs	Peau lisse, douce et éclatante
<b>Hydratation intense</b>	Riche en vitamine E et en acides gras essentiels	Nourrit et hydrate la peau en profondeur
<b>Propriétés antibactériennes et antiseptiques</b>	Purifie la peau et lutte contre les imperfections	Peau saine et nette
<b>Détergent écologique</b>	Composition naturelle et biodégradable	Nettoyage respectueux de l'environnement
<b>Fabrication artisanale</b>	Savoir-faire ancestral et ingrédients de qualité	Produit authentique et unique
<b>Polyvalent</b>	Soin du visage et du corps, gommage, détergent	Produit unique pour une multitude d'utilisations



**Figure I.18 : Savon noir**

**1.2.4. Savon blanc :**

Le savon blanc, tel que défini par le Grand Larousse du XIXe siècle, englobe une large catégorie de savons, allant du savon de Marseille traditionnel aux savons de toilette modernes. Sa caractéristique principale réside dans sa couleur blanche, qui indique sa composition à base de soude, généralement associée à une teinte claire ou nettement moins sombre que les "savons noirs" fabriqués à partir de potasse ou de lessive potassique. [37].

**Tableau I.11 : Caractéristiques remarquables du Savon blanc**

Propriété	Description	Avantages potentiels
<b>Couleur blanche</b>	Indique une composition à base de soude	Doux pour la peau, adaptée à tous les types de peau
<b>Nettoyage en profondeur</b>	Élimine efficacement les impuretés, la saleté et les excès de sébum	Peau propre, fraîche et nette
<b>Propriétés adoucissantes</b>	Enrichi en glycérine naturelle	Peau souple, hydratée et confortable
<b>Respect du pH cutané</b>	Formulation neutre	Préserve l'équilibre naturel de la peau, évite les irritations et la sécheresse
<b>Biodégradable</b>	Ingrédients naturels	Ne pollue pas l'environnement
<b>Durable</b>	Longue durée de vie	Choix économique et écologique
<b>Polyvalent</b>	Hygiène corporelle, lessive, nettoyage ménager, soins des animaux	Produit unique pour une multitude d'utilisations
<b>Production locale</b>	Soutient les économies locales et réduit l'empreinte carbone	Choix responsable et écologique



**Figure I.19 : Savon blanc**

### 1.2.5. Savon au lait :

Le savon au lait, particulièrement apprécié dans sa version au lait de chèvre, s'impose comme un véritable joyau pour la peau. Sa composition riche en nutriments essentiels et ses propriétés uniques en font un allié précieux pour tous les types de peau, en particulier les plus sensibles.

Tableau I.12 : Caractéristiques remarquables du Savon au Lait

Propriété	Description	Avantages potentiels
<b>Riche en nutriments</b>	Vitamines, minéraux et acides gras	Hydrate, nourrit, adoucit et protège la peau
<b>Hydratation intense</b>	Nourrit la peau en profondeur	Peau souple, confortable et éclatante
<b>Propriétés adoucissantes</b>	Apaise les peaux irritées ou sensibles	Sensation de douceur et de bien-être
<b>Anti-rides</b>	Favorise la régénération cellulaire et la production de collagène	Réduit l'apparence des rides et des signes de l'âge
<b>Protection contre les agressions extérieures</b>	Agit comme un bouclier contre la pollution et les radicaux libres	Peau saine et jeune
<b>pH neutre</b>	Respecte l'équilibre naturel de la peau	Réduit les risques d'allergies et d'irritations
<b>Doux pour les peaux sensibles</b>	Nettoie en douceur sans agresser	Convient aux peaux fragiles et sujettes à des problèmes cutanés



Figure I.20 : Savon au lait

#### 1.2.6. Savon Azul e Branco :

L'Azul Branco, qui signifie "bleu et blanc" en portugais, est un savon traditionnel originaire du Portugal. Il est souvent comparé au célèbre savon de Marseille, mais avec un aspect marbré bleu et blanc distinct qui reflète son nom. Ce savon unique a gagné en popularité non seulement pour son attrait visuel, mais aussi pour ses propriétés bénéfiques présumées

**Tableau I.13 : Propriétés remarquables du Savon Azul Branco**

Propriété	Description	Avantages potentiels
<b>Ingrédients naturels</b>	Fabriqué avec de l'huile d'olive, du sel et de l'eau	Doux pour la peau, adapté aux peaux sensibles
<b>Propriétés nettoyantes</b>	Élimine efficacement la saleté, la crasse et les impuretés	Nettoie la peau en profondeur sans l'agresser
<b>Hydratation</b>	Nourrit et hydrate la peau	Aide à maintenir une peau souple et saine
<b>Propriétés antibactériennes et antifongiques</b>	Peut aider à combattre les bactéries et les champignons	Peut contribuer à une peau plus saine et moins sujette aux imperfections
<b>Doux pour l'environnement</b>	Biodégradable et sans produits chimiques agressifs	Ne pollue pas l'environnement
<b>Polyvalent</b>	Peut être utilisé pour le corps, le visage et les cheveux	Un seul savon pour une multitude d'utilisations
<b>Parfum agréable</b>	Parfum frais et léger	Offre une expérience sensorielle agréable
<b>Apparence unique</b>	Marbré bleu et blanc distinctif	Ajoute une touche esthétique à votre salle de bain



**Figure I.21 : Savon Azul e Branco**

### 1.2.7. Savon de Castille :

Le savon de Castille est un savon biodégradable préparé uniquement avec de l'huile d'olive, de l'eau et de la soude.



**Figure I.22 : Savon de Castille**

### **1.2.8. Savon marbré :**

Le savon marbré présente des lignes de savons ferreux non déposées, c'est-à-dire des carboxylates de fer précipités dans la masse du savon formé. Les fines marbrures sont généralement de couleur verte.



**Figure I.23 : Savon marbré**

### **1.2.9. Savon transparent :**

Le processus de fabrication du savon transparent implique la dissolution d'un savon de suif dans de l'alcool chaud, suivi d'un refroidissement progressif et d'un versement. Lorsque le solvant



**Figure I.24 : Savon transparent**

### 3. Classification des savons selon l'usage :

#### 1.3.1. Savon de ménage :

Le savon de ménage est un savon multi-usage, aussi bien pour le lavage des mains que pour le détachage. Son parfum est neutre et sa mousse fine.



Figure I.25 : Savon de ménage

#### 1.3.2. Savon ponce :

Le savon ponce de Marseille, parfumé au patchouli, est efficace pour exfolier la peau sans l'agresser grâce à ses ingrédients hydratants et à la poudre de pierre ponce.



Figure I.26 : Savon ponce

#### 1.3.3. Dentifrice écologique et artisanal :

Le savon dentifrice est un savon saponifié à froid à base d'huiles (olive, coco, colza), d'eau, de glycérine, d'argile blanche et d'huiles essentielles de citron vert et de patchouli, utilisé pour le nettoyage des dents et des gencives.



Figure I.27 : Savon dentifrice

### 1.3.4. Savon d'atelier :

Le savon d'atelier, également connu sous le nom de savon dégraissant ou savon industriel, est un produit spécifiquement conçu pour venir à bout des salissures les plus tenaces et des substances récalcitrantes. Sa composition robuste et ses propriétés détergentes en font un allié précieux pour les professionnels de divers secteurs.



Figure I.28 : Savon d'atelier

### 1.3.5. Savon antiseptique :

Le savon antiseptique est un mélange de détergent et d'antiseptique qui prépare la peau à recevoir un traitement antiseptique. Le détergent élimine les impuretés, optimisant ainsi l'action de l'antiseptique. Un rinçage minutieux est nécessaire avant d'appliquer l'antiseptique exclusif pour garantir une efficacité maximale [40].



Figure I.29 : Savon antiseptique

### 1.3.6. Savon dermatologique :

Le savon dermatologique se décline en deux types :

- **Savon surgras** : Enrichi en substances protectrices telles que l'huile d'amande douce ou le beurre de karité, il est idéal pour les peaux sèches et sensibles.
- **Savon sans savon** : Fabriqué à partir d'agents lavants synthétiques au lieu des ingrédients traditionnels du savon ordinaire, il est plus doux pour la peau et n'a pas tendance à la dessécher. Ces pains dermatologiques, ou syndets, sont recommandés pour les peaux fragiles.

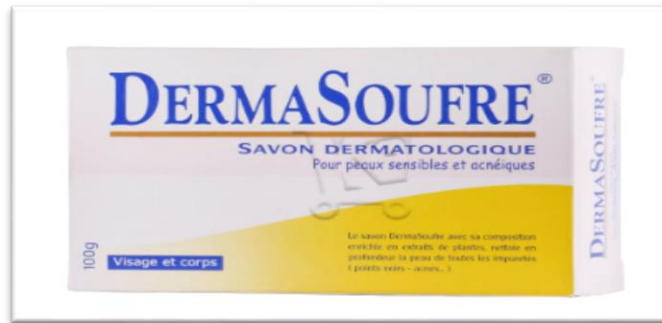


Figure I.30 : Savon dermatologique

Tableau I.14 : différents types de savon

Type de savon	Description	Caractéristiques	Utilisations
Savon dur	Produit à partir de soude caustique et d'un mélange de corps gras	Solide, compact, durable	Nettoyage corporel, vaisselle, lessive
Savon liquide	Produit à partir d'hydroxyde de potassium et d'un mélange de corps gras	Liquide, doux, hydratant	Nettoyage corporel, cheveux, visage
Savon d'Alep	Savon traditionnel originaire de Syrie	Riche en acides gras, antioxydants et vitamines	Nettoyage corporel, soin de la peau
Savon de Marseille	Savon traditionnel français	Naturel, hypoallergénique, biodégradable	Nettoyage corporel, vaisselle, lessive
Savon noir	Savon marocain à base d'huile d'olive et de potassium	Exfoliant, purifiant, hydratant	Nettoyage corporel, gommage, masque facial
Savon blanc	Savon à base d'huile végétale et de soude	Doux, neutre, hypoallergénique	Nettoyage corporel, visage, linge délicat
Savon au lait	Savon enrichi en lait de vache, chèvre ou brebis	Hydratant, nourrissant, apaisant	Nettoyage corporel, soin de la peau sensible
Savon Azule Branco	Savon portugais bleu et blanc	Doux, parfumé, décoratif	Nettoyage corporel, usage quotidien
Savon de Castille	Savon biodégradable à base d'huile d'olive	Naturel, hypoallergénique, multi-usages	Nettoyage corporel, vaisselle, lessive
Savon marbré	Savon présentant des lignes de ferreux non déposées	Esthétique, décoratif	Usage quotidien, décoration
Savon transparent	Savon à base d'huile végétale et d'alcool	Doux, transparent, esthétique	Nettoyage corporel, visage

### I.3.5. Production du savon

#### A- Matières premières de fabrication

- **Les corps gras :**

Les huiles végétales et les corps gras sont des composés organiques insolubles dans l'eau, mais solubles dans des solvants organiques tels que l'hexane et le chloroforme [41]. Les caractéristiques clés d'un savon, telles que son pouvoir moussant, son pouvoir détergent, sa consistance, sa dissolution dans l'eau et la stabilité de sa mousse, dépendent en grande partie de la qualité et de la nature des corps gras utilisés [42].

#### Origine des corps gras :

Les corps gras peuvent être d'origine végétale ou animale :

- **Corps gras d'origine végétale :** Les huiles et les graisses végétales sont le plus souvent extraites des graines de végétaux (arachide, tournesol, colza, soja). L'extraction à partir de la pulpe des fruits est limitée à deux principales espèces : l'olive et le palmier.
- **Corps gras d'origine animale :** Il s'agit ici d'une source importante de graisses et d'huiles diverses, notamment le saindoux et le suif, l'huile de poisson, etc. [43].

#### Composants d'un corps gras :

Les corps gras sont principalement composés de triglycérides, formant la fraction saponifiable. La fraction insaponifiable, comprenant des composants tels que les stérols, le squalène et la vitamine E, reste dans la substance. Les triglycérides sont majoritaires en raison de leur haute teneur en acides gras (90 à 95 %), qui peuvent être saturés ou insaturés, déterminant les caractéristiques et propriétés du savon résultant [44].

#### Propriétés des acides gras :

- **Acides gras saturés :** Apportent au savon son pouvoir moussant, lavant et détergent.
- **Acides gras insaturés :** Apportent au savon ses propriétés nourrissantes et adoucissantes.

**Tableau I.15 : Principaux acides gras dans les savons :**

Acide gras (nomenclature normalisée)	Structure chimique	Nom systématique de l'acide	Nom commun de l'acide
C12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Dodécanoïque	Laurique
C10:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Décanoïque	Caprique
C8:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Octanoïque	Caprylique
C14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Tétradécanoïque	Myristique
C14:1(9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Cis-9- tétradécénoïque	Myristoléique
C16:1(9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Cis-9- hexadécénoïque	Palmitoléique
C18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Octadécanoïque	Stéarique
C16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Hexadécanoïque	Palmitique
C18:2(9,12)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	CIS, cis-9-12- octadécadiénoïque	Linoléique
C18:1(9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Cis-9- octadécénoïque	Oléique

- **Les lessives :**

**Soude caustique :**

La soude caustique, disponible sous forme de paillettes, de poudre ou de blocs, est une substance corrosive nécessitant une manipulation prudente. Son utilisation dans la fabrication du savon requiert des mesures de sécurité strictes en raison de sa réactivité chimique [45].

**Potasse caustique :**

La potasse caustique, similaire à la soude caustique mais plus réactive, produit des savons liquides avec une consistance molle et une solubilité plus élevée. Elle est couramment utilisée dans la fabrication de savons liquides, shampooings et produits de nettoyage [45].

- **La saumure :**

La saumure est une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium (sel de cuisine), utilisée comme conservateur alimentaire ou fluide caloporteur.

- **Les additifs :**

Les additifs sont des substances ajoutées à la recette de base du savon pour obtenir des effets spécifiques. Il en existe une grande variété (Tableau 1.17) :

**Tableau I.16 : Types d'additifs pour le savon**

Type d'additif	Exemples	Effets
<b>Colorants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Curcuma</li> <li>* Persil</li> <li>* Cannelle, poudre de cacao, clous de girofle</li> <li>* Paprika</li> <li>* Argile (peut également être utilisée pour la texture)</li> </ul>	Donnent au savon une couleur désirée
<b>Parfums</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Menthe poivrée</li> <li>* Menthe verte</li> <li>* Lavande</li> <li>* Vanille</li> <li>* Huiles essentielles</li> </ul>	Donnent au savon une fragrance agréable
<b>Agents de texture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Flocons d'avoine</li> <li>* Pétales de fleurs</li> <li>* Marc de café</li> <li>* Feuilles de thé</li> <li>* Perles de tapioca</li> <li>* Graines de pavot</li> <li>* Pierre ponce</li> <li>* Semoule de maïs</li> </ul>	Modifient la texture du savon

**Tableau I.17 : les matiere première de la fabrication du savon**

Matière première	Description	Rôle
Corps gras	Huiles végétales ou graisses animales	Base du savon, détermine ses propriétés
Alcalis (soude caustique ou potasse caustique)	Substances basiques	Provoquent la réaction de saponification
Saumure (solution de sel)	Solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium	Stabilise le savon, renforce ses propriétés
Additifs (facultatifs)	Colorants, parfums, agents de texture, etc.	Donnent au savon des propriétés spécifiques (couleur, parfum, texture)

### **I.3.6. Procédés de fabrication du savon :**

La fabrication du savon implique une réaction chimique appelée saponification, qui transforme les corps gras (huiles ou graisses) et la soude caustique (ou potasse caustique) en savon et en glycérine. La température à laquelle se déroule cette réaction détermine les trois méthodes principales de fabrication du savon :

**Tableau I.18 : Tableau comparatif des procédés de fabrication du savon [46-48]**

Procédé	Description	Avantages	Inconvénients
Chaud	Saponification à 80°C pendant 3 heures, puis ajout des additifs et moulage.	* Saponification complète et utilisable immédiatement. * Moins de perte de propriétés des additifs sensibles.	* Moulage difficile. * Texture plus grossière.
Semi-chaud	Chauffage doux de la graisse et ajout progressif de soude jusqu'à obtention d'une pâte homogène (55-70°C).	* Procédé traditionnel. * Permet l'utilisation d'une plus grande variété d'huiles.	* Contrôle précis de la température nécessaire. * Savon plus mou et moins durable.
Froid	Mélange d'huiles et de soude diluée à température ambiante, saponification lente sur plusieurs semaines (excès d'huiles pour un savon "surgras").	* Procédé simple et accessible. * Savon doux, nourrissant et riche en glycérine. * Permet l'utilisation d'huiles et d'additifs fragiles.	* Nécessite une cure de 4 à 6 semaines. * Savon plus fragile et moins durable.
Refonte	Fonte d'une base de savon (souvent commerciale), ajout de colorants, parfums et additifs, puis moulage.	* Permet l'utilisation d'additifs fragiles. * Facilite la création de savons colorés et parfumés.	* Nécessite une base de savon de bonne qualité. * Savon final plus mou et moins durable. * Temps de séchage important.

### MÉTHODE TRADITIONNELLE[50]

**Tableau I.19 : méthode traditionnelle**

Base de savon	Méthode	Séchage	Moulage
On commence avec un savon déjà fabriqué, de préférence à base végétale, avec le procédé à froid. Vous pouvez aussi utiliser des savons haut de gamme du commerce. Cette technique de fabrication de savons est plus économique.	Le savon est râpé puis fondu avec de l'eau dans un bain-marie sur la cuisinière. Les savonniers utilisent aussi des mijoteuses pour faire fondre le savon. On peut y ajouter des additifs frais convenablement conservés, des huiles, des parfums et des plantes séchées.	Le savon prend parfois jusqu'à 4 semaines pour sécher complètement ; en général, on peut l'utiliser 2 semaines après la fabrication. On peut emballer les savons fabriqués traditionnellement directement dans du plastique et plus ils sèchent, plus durs et meilleurs ils sont.	Utilisez des moules aux formes simples avec de grandes empreintes décoratives. Cette méthode traditionnelle est celle que je préfère quand je veux faire des boules de savon moulées à la main à l'aspect naturel et pour réaliser des savons d'apparence naturelle.

### **Procédé industriel**

La fabrication industrielle de savon a connu une évolution notable depuis ses débuts vers 1750, adoptant différents procédés pour répondre aux besoins croissants et aux exigences de qualité. Le processus traditionnel en cuve impliquait plusieurs étapes distinctes, chacune jouant un rôle crucial dans la transformation des matières premières en savon utilisable.

#### **1. Empattage :**

L'empattage constitue la première étape du processus, où les corps gras (huiles végétales ou animales) sont soigneusement mélangés à une lessive de soude chauffée à ébullition. La composition des huiles employées peut varier selon les propriétés souhaitées du savon final. L'utilisation de potasse caustique est parfois envisagée pour obtenir un savon plus mou.

#### **2. Relargage :**

Le relargage vise à séparer les sels alcalins des acides gras, libérant ainsi le savon sous forme de grumeaux. Pour ce faire, des lessives concentrées et salées sont introduites dans le mélange, permettant la précipitation du savon.

#### **3. Épinage :**

L'épinage consiste à retirer l'eau salée et la glycérine, sous-produits de la réaction de saponification, en les évacuant par le robinet situé au bas de la cuve. Cette étape permet d'isoler le savon et de le purifier.

#### **4. Lavage :**

Le lavage est une étape essentielle pour éliminer les résidus de lessive et la glycérine encore présents dans le savon. Des solutions salines sont ajoutées à plusieurs reprises, en suivant des étapes précises, afin de rincer et purifier le savon de manière optimale.

#### **5. Séchage :**

Le séchage représente la dernière étape du processus, où les pains de savon obtenus sont soumis à des conditions contrôlées de température et d'humidité pour éliminer l'eau restante et obtenir une texture solide et uniforme.

Au fil du temps, la fabrication industrielle de savon a connu des simplifications et des optimisations. Notamment dans les années 1920, l'introduction d'une méthode d'épuration rapide a permis de couler le savon à l'état liquide dans des bassins peu profonds. Après solidification, le savon était découpé en bandes, séché, marqué et découpé en cubes pour obtenir les produits finis.

- **Préparation du savon :**
  - **Fabrication des savons par le procédé à froid**

#### **A. Principe**

La saponification à froid est une méthode traditionnelle de fabrication de savon qui permet d'obtenir des produits doux, hydratants et riches en glycérine. Ce procédé se distingue par sa fabrication à basse température, préservant ainsi les propriétés bénéfiques des huiles végétales utilisées et minimisant l'impact environnemental. Les savons fabriqués par saponification à froid sont appréciés pour leurs propriétés naturelles et leur douceur pour la peau.

## Chapitre I : Revue bibliographique

La fabrication du savon par saponification à froid repose sur une réaction chimique entre un corps gras (huile végétale) et une base forte (soude caustique ou hydroxyde de sodium). Cette réaction, appelée saponification, produit deux éléments principaux :

- **Le savon** : Un sel d'acide gras, responsable des propriétés nettoyantes et moussantes du savon.
- **La glycérine** : Un sous-produit naturel de la réaction, connu pour ses propriétés hydratantes et adoucissantes pour la peau.

### B. Avantages

La saponification à froid présente plusieurs avantages notables [4] :

- **Préservation des propriétés des huiles** : La basse température du procédé permet de conserver les nutriments, les vitamines et les antioxydants présents dans les huiles végétales.
- **Savons surgras** : La technique du surgraissage, souvent utilisée en saponification à froid, permet d'obtenir des savons riches en glycérine naturelle, nourrissants et hydratants pour la peau.
- **Absence d'additifs** : Les savons fabriqués par saponification à froid ne contiennent généralement aucun additif chimique artificiel, les rendant plus doux et mieux tolérés par les peaux sensibles.
- **Respect de l'environnement** : La fabrication à basse température et l'utilisation d'ingrédients naturels minimisent l'impact environnemental du procédé.

### C. Etapes de préparation

La fabrication du savon par saponification à froid implique plusieurs étapes clés :

1. **Préparation des ingrédients** : Les huiles végétales et la soude caustique sont mesurées avec précision en fonction de la recette choisie.
2. **Mélange** : Les huiles et la soude sont mélangées lentement et soigneusement à température ambiante jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.
3. **Trace** : La pâte commence à épaissir et à prendre une forme de "trace", indiquant le début de la saponification.
4. **Moulage** : La pâte de savon est versée dans des moules et laissée à durcir à température ambiante pendant plusieurs semaines.
5. **Découpage et affinage** : Une fois durcis, les savons sont démoulés, découpés en forme et laissés à affiner pendant plusieurs semaines supplémentaires pour permettre une saponification complète et une perte d'eau optimale.

### D. Surgraissage

Le surgraissage est une technique importante en saponification à froid qui consiste à ajouter plus d'huiles végétales que la soude ne peut en saponifier. Cela permet de conserver

une partie des huiles non saponifiées dans le savon final, lui conférant des propriétés nourrissantes et hydratantes accrues.

Le surgraissage est une technique essentielle en saponification à froid qui consiste à ajouter intentionnellement un excès d'huiles végétales par rapport à la quantité de soude caustique requise pour la saponification complète de toutes les huiles. Cet excès d'huiles non saponifiées reste présent dans le savon final, lui conférant des propriétés spécifiques.

Le surgraissage joue un rôle important dans la qualité et les propriétés des savons fabriqués par saponification à froid :

- **Propriétés nourrissantes et hydratantes :** Les huiles non saponifiées apportent au savon des propriétés nourrissantes et hydratantes pour la peau. Elles contribuent à maintenir le film hydrolipidique cutané et à protéger la peau du dessèchement.
- **Douceur et onctuosité :** Le surgraissage rend le savon plus doux et onctueux pour la peau, le rendant ainsi plus agréable à utiliser et mieux toléré par les peaux sensibles.
- **Mousse crémeuse :** Un léger surgraissage peut favoriser la formation d'une mousse crémeuse et abondante lors de l'utilisation du savon.

Deux méthodes principales permettent de surgraisser le savon en saponification à froid :

1. **Réduction de soude :** Cette méthode consiste à réduire la quantité de soude caustique utilisée par rapport à la quantité théoriquement requise pour saponifier toutes les huiles. La quantité de soude réduite laisse un certain pourcentage d'huiles non saponifiées dans le savon final.
2. **Surgraissage à la trace :** Cette méthode consiste à ajouter une quantité supplémentaire d'huiles végétales après que la "trace" soit apparue. La trace est le moment où le mélange de savon commence à épaissir et à prendre forme. L'ajout d'huiles à ce stade permet de contrôler précisément le niveau de surgraissage souhaité

Le taux de surgraissage est généralement exprimé en pourcentage du poids total des huiles utilisées. Il représente la proportion d'huiles qui restent non saponifiées dans le savon final. Le choix du taux de surgraissage dépend des propriétés souhaitées pour le savon et de la nature des huiles végétales utilisées

### I.3.7. Propriétés physico-chimiques du savon

Les propriétés d'un savon découlent principalement de la structure de ses ions carboxylates ( $\text{RCOO}^-$ ). Ces ions possèdent une longue chaîne carbonée (R) appelée queue, hydrophobe et affinitaire pour les chaînes carbonées des lipides et des graisses. La tête de l'ion, constituée du groupe  $\text{COO}^-$  polarisé et hydrophile, s'entoure des molécules d'eau polaires. [51]

- **Point de fusion**

Le point de fusion des savons, variant entre  $200^\circ\text{C}$  et  $250^\circ\text{C}$ , dépend de la pureté et du type de sel d'acide gras. Leur dispersion est difficile à basse température mais s'améliore avec la chaleur, produisant des eaux savonneuses claires. En milieu basique, une hydrolyse

partielle en acides gras et ions basiques libres est observée, avec une faible dispersion dans les solvants organiques. La base utilisée en saponification influence le point de fusion, qui est d'environ 150°C avec une base minérale et 200°C avec une base de synthèse. [28]

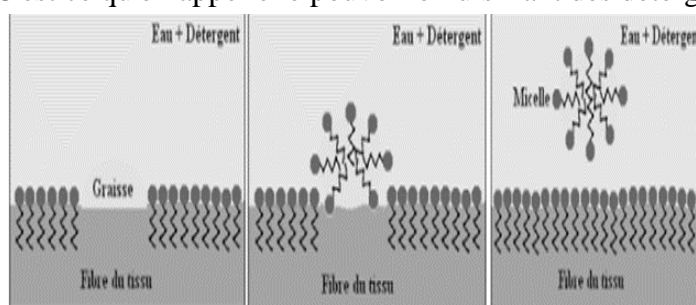
### ○ **Pouvoir mouillant**

Le pouvoir mouillant d'un produit correspond à sa capacité à pénétrer entre les fibres d'un tissu et à s'étaler sur une surface. [52]

L'eau savonneuse peut s'infiltrer plus efficacement que l'eau pure dans les petits interstices de la surface en contact (fibres du linge, assiette, table, peau).

### ○ **Pouvoir émulsifiant**

En tant qu'agent tensioactif, le produit de lessive s'immisce entre l'huile et les fibres du tissu, divisant progressivement les corps gras et formant des micelles englobant de petites gouttes d'huile. C'est ce qu'on appelle le pouvoir émulsifiant des détergents. [53]



**Figure I.31 : Détergents dans l'eau**

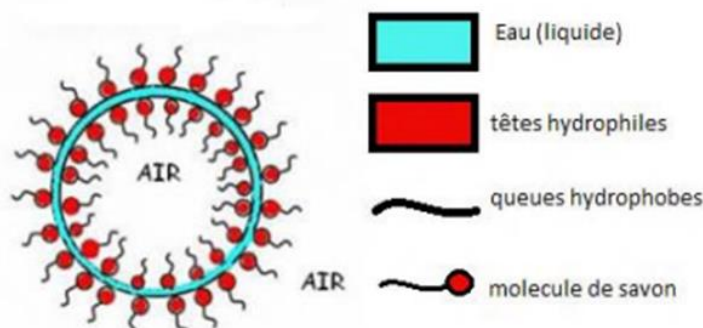
### ○ **Pouvoir dispersant**

Les micelles, se repoussant mutuellement, se dispersent dans le mélange eau-liquide (vaisselle). Du fait de leur densité moindre que l'eau, elles remontent vers la surface du liquide. C'est ce qu'on appelle le pouvoir dispersant des détergents. [54]

### ○ **Pouvoir moussant**

La mousse est définie comme un ensemble de cellules gazeuses séparées par des lames minces de liquide, formant une juxtaposition de bulles issues d'un gaz dispersé dans un liquide.

Le pouvoir moussant, qui correspond à la capacité à former une mousse, est caractéristique des solutions possédant une surface organisée. Les liquides purs ne moussent pas. [55]



**Figure I.32 : Formation de la mousse**

### ○ **Action moléculaire du savon**

Au niveau moléculaire, le savon est constitué de molécules bipolaires ou tensioactives, comportant des ions carboxylates classés en deux groupes distincts :



### Structure des micelles :

- **Partie hydrophile (noyau) :** À l'intérieur de la micelle, les chaînes carbonées hydrophobes des ions carboxylates se regroupent pour s'éloigner de l'eau. Elles forment ainsi le noyau hydrophobe de la micelle.
- **Partie hydrophile (couronne) :** À l'extérieur de la micelle, les têtes hydrophiles des ions carboxylates s'orientent vers l'eau, créant une couronne hydrophile autour du noyau hydrophobe.

### Formation des micelles :

- **Augmentation de la concentration en ions carboxylates :** Lorsque la concentration en ions carboxylates dans l'eau augmente, il devient de plus en plus difficile pour toutes les chaînes carbonées hydrophobes de s'exposer directement à l'eau.
- **Auto-assemblage :** Pour minimiser leur contact avec l'eau, les chaînes carbonées hydrophobes s'associent entre elles, formant l'intérieur hydrophobe de la micelle.
- **Orientation des têtes hydrophiles :** Les têtes hydrophiles des ions carboxylates s'orientent vers l'extérieur de la micelle, se liant avec les molécules d'eau environnantes et stabilisant la structure micellaire.

### Facteurs influençant la formation des micelles :

- **Concentration en ions carboxylates :** Plus la concentration en ions carboxylates est élevée, plus la formation de micelles n'est favorisée.
- **Température :** Une augmentation de la température favorise généralement la formation de micelles.
- **Présence de sels :** La présence de sels minéraux peut affecter la formation et la stabilité des micelles.

### Rôle des micelles dans l'action du savon :

- **Emulsification des graisses :** Les micelles peuvent capturer des gouttelettes de graisse et de saleté, les maintenant en suspension dans l'eau, ce qui permet de les rincer facilement.
- **Pouvoir nettoyant :** La formation de micelles permet au savon de solubiliser et d'éliminer les saletés et les graisses de la peau et des surfaces.
- **Stabilisation des suspensions :** Les micelles peuvent stabiliser les suspensions de particules insolubles dans l'eau, empêchant leur précipitation.

En résumé, les micelles sont des structures essentielles à l'action du savon. Elles permettent l'émulsification des graisses, le nettoyage des surfaces et la stabilisation des suspensions.

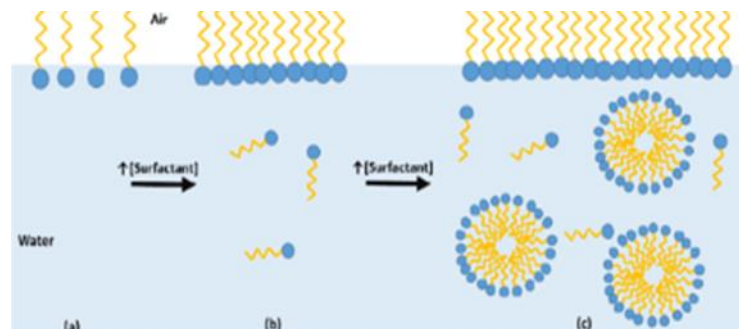


Figure I.35 : Formation des micelles dans l'eau

**Remarque :** La figure 33 n'a pas été fournie, mais elle peut illustrer le processus de formation des micelles en montrant les ions carboxylates s'assemblant pour former des structures sphériques avec un noyau hydrophobe et une couronne hydrophile.

- **Qualités du savon**

Lors de la création de recettes de savon, les ingrédients peuvent être ajustés pour contrôler les propriétés du savon produit. Il existe sept qualités principales du savon :

- **Dureté :**

La dureté définit la solidité du savon. Différents types de graisses produisent des savons de duretés variables. Plus la dureté est élevée, plus le savon sera dur et durable.

- **Pouvoir nettoyant :**

Cette propriété décrit l'efficacité du savon à capturer les huiles et les saletés, et donc sa capacité à nettoyer. Un savon avec un pouvoir nettoyant trop élevé risque d'éliminer non seulement les saletés superficielles, mais aussi les huiles protectrices naturelles de la peau, ce qui peut la dessécher.

- **Douceur :**

La douceur détermine le pouvoir hydratant du savon. Les émoullients, ou agents hydratants, restent sur la peau et l'aident à conserver son hydratation. Ils apaisent et adoucissent la peau.

- **Pouvoir moussant :**

Cette valeur décrit la quantité de mousse produite par le savon. Des valeurs élevées produisent une mousse abondante à grosses bulles, tandis que des valeurs basses donnent une mousse crémeuse avec des bulles plus fines.

- **Crémeux :**

Cette caractéristique est presque l'inverse du pouvoir moussant. Plus le savon est crémeux, plus les bulles de la mousse seront fines et onctueuses. Un savon moins crémeux produira une mousse à grosses bulles. Un savon fabriqué avec de l'huile d'olive, par exemple, produit une mousse onctueuse sans bulles.

- **Indice d'iode :**

C'est un autre indicateur de la dureté du savon. Plus l'indice d'iode est élevé, plus le savon sera dur.

- **INS (indice d'iode et de saponification) :**

L'INS décrit les propriétés physiques du savon. Il est une combinaison des valeurs d'iode et de saponification. Plus l'INS est élevé, plus le savon sera dur.

**Tableau I.20 : Valeurs recommandées pour les qualités des savons**

Qualité	Plage de valeurs
Dureté	29-54
Pouvoir nettoyant	12-22
Douceur	44-69
Pouvoir moussant	14-46
Crémeux	16-48
Indice d'iode	>70 (savon mou) ; <70 (savon dur)
INS	136-170      valeur idéale : 160)

- **Impact du savon sur l'environnement et la santé publique**

### **Rôle du savon dans la santé publique :**

Les savons, qu'ils soient solides, liquides ou moussants, jouent un rôle essentiel dans l'hygiène quotidienne et la santé publique. Ils contribuent à limiter la propagation des agents infectieux, réduisant ainsi la consommation d'antibiotiques et la probabilité de résistance bactérienne.

- **Action nettoyante :** Les savons éliminent les matières organiques à la surface de la peau, y compris les microorganismes.
- **Désinfection :** Les produits hydro-alcooliques désinfectent la peau en tuant les microorganismes.

### **Impact environnemental du savon :**

Le choix du type de savon peut avoir un impact environnemental variable.

- **Savons artisanaux à froid (SAF) :** Ils sont généralement considérés comme plus écologiques car leur fabrication utilise des ingrédients naturels et évite les huiles controversées comme l'huile de palme.
- **Réaction de saponification :** La fabrication des SAF implique une réaction chimique entre les corps gras et un alcalin puissant (hydroxyde de sodium), qui disparaît complètement pendant la réaction.
- **Normes environnementales :** L'industrie du savon adopte de plus en plus de normes visant à réduire l'impact environnemental de ses activités, en promouvant le développement durable et la conservation des ressources naturelles.

**En résumé :** les savons jouent un rôle crucial dans la santé publique et l'hygiène quotidienne. Le choix du type de savon peut avoir un impact environnemental variable, et il est important de privilégier des savons fabriqués de manière durable et avec

### **Conclusion**

Ce chapitre introductif a présenté les concepts clés liés à la plante lentisque et son huile, ainsi que les aspects fondamentaux de la fabrication du savon à base d'huile de lentisque.

### Références:

1. Aissi, O., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2016). Essential oil composition in natural populations of *Pistacia lentiscus* L. from Tunisia: Effect of ecological factors and incidence on antioxidant and antiacetylcholinesterase activities. *Industrial Crops and Products*, 91, 56-65. doi:10.1016/j.indcrop.2016.06.025.
2. **Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien | Journal of Applied Biosciences.** Consulté le: 22 mars 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ajol.info/index.php/jab/article/view/115661>.
3. **EXPLORATION DES POTENTIALITES THERAPEUTIQUES DE LA PHYTOPHARMACOPEE TRADITIONNELLE ALGERIENNE : ETUDE DE QUELQUES PLANTES A ACTIVITE CICATRISANTE - PDF Free Download.** Consulté le: 24 mars 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://docplayer.fr/141191564-Exploration-des-potentialites-therapeutiques-de-la-phytopharmacopee-traditionnelle-algerienne-etude-de-quelques-plantes-a-activite-cicatrisante.html>.
4. Belfadel, F. Z., & Boulebda, N. (2009). Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*. Caractéristiques physico-chimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Consulté le: 23 mars 2024. [En ligne]. Disponible sur: <http://archives.umc.edu.dz/bitstream/handle/123456789/8354/BEL5356.pdf?sequence=1>
5. Al-Saghir, M. (2010). Phylogenetic Analysis of the Genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) Based on Morphological Data. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(1), 28-35. doi:10.3923/ajps.2010.28.35
6. Cherifi, A. (2020). Influence du stade de développement des feuilles de *pistacia lentiscus* l. sur la régénération de *ceratonia siliqua* l.: approche allelopathique. Université Mouloud Mammeri. Consulté le: 23 mars 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://dspace.ummto.dz/handle/ummto/13743>
7. **ABD6908 | PDF | Épiderme (anatomie) | Organe.** Consulté le: 24 mars 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://fr.scribd.com/document/474541860/ABD6908>
8. Asma, M. G., Ahlam, M. B., & Khawla, M. H. (n.d.). Contribution à l'étude de l'effet de l'huile de lentisque sur le système immunitaire.
9. Milia, E., et al. (2021). Leaves and Fruits Preparations of *Pistacia lentiscus* L.: A Review on the Ethnopharmacological Uses and Implications in Inflammation and Infection. *Antibiotics*, 10(4), 425. doi:10.3390/antibiotics10040425
10. Lazli A., Merzougui H., et Beldi M. (2021). Etude ethnobotanique du Pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* L. dans la wilaya d'El Tarf (Nord-est algérien) - Ethnobotanical study of *Pistacia lentiscus* L. in El Tarf region (Northeastern Algeria). *Ethnobotany Research and Applications*, 21. doi:10.32859/era.21.09.1-18
11. Ait Said S. (2011). Strategies adaptatives de deux especes du genre *pistacia* (p. *lentiscus* l. et p. *atlantica* desf.) aux conditions d'altitude, de salinite et d'aridite: [texte imprimé]: approches morpho- anatomiques, phytochimiques et ecophysiologiques. Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri. Consulté le 24 mars 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://dspace.ummto.dz/handle/ummto/1585>
12. Hacini N., Sellani H., Selatenia K., et Azizi N. (2022). Chemical composition of *Pistacia lentiscus* L.) oil originating in three regions of Algeria. *Ukrainian Journal of Ecology*.

## Chapitre I : Revue bibliographique

13. Merzougui, I. (2016). Thèse de doctorat. Université d'Annaba. Consulté le 20 mai 2024, [https://biblio.univ-annaba.dz/?page\\_id=2420](https://biblio.univ-annaba.dz/?page_id=2420).
14. Bensegueni, A., & Abdeldjelil, M. C. (2016). Effets cicatrisants de produits à base d'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) sur les brûlures expérimentales chez le rat. [Article]. Consulté le 20 mai 2024, <https://www.univ-oeb.dz/en/>.
15. Midoune, S., & Bellout, N. (20XX). Titre du document. [Type de document]. Consulté le 20 mai 2024, <http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/bitstream/123456789/8857/1/Midoune%20Samira%20Bellout%20Naima.pdf>.
16. Khrara, I.-T. A. (2022). Caractérisation phytochimique et physicochimique de différents extraits de *Pistacia lentiscus* L. [Article]. Sciences biologiques, juin. Consulté le 20 mai 2024, [URL non valide supprimée].
17. ResearchGate. (n.d.). Guide de bonnes pratiques sur l'huile de fruit du lentisque du terrain au laboratoire. [Website]. Retrieved May 20, 2024, from [https://www.researchgate.net/publication/332436343\\_ResearchGate](https://www.researchgate.net/publication/332436343_ResearchGate)
18. Mezní, F., Labidi, A., Msallem, M., Boussaïd, M., Khouja, M. L., & Khaldi, A. (2014). Influence of harvest date on fatty acid composition and antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* L. edible oils. *Journal of Materials and Environmental Science*, 5(6), 1703-1708.
19. Mekni, N. (2010). Analyse chimique par GC/MS de l'huile grasse de *Pistacia lentiscus* du nord de la Tunisie. [Article de recherche en ligne]. doi:10.13140/RG.2.1.1689.7448.
20. Mezní, F., Maaroufi, A., Msallem, M., Boussaïd, M., Khouja, M. L., & Khaldi, A. (2012). Fatty acid composition, antioxidant and antibacterial activities of *Pistacia lentiscus* L. fruit oils. *Journal of medicinal plant research*, 6(39), 5266-5271. doi: 10.5897/JMPR12.473
21. Fiche technico-économique du lentisque. (n.d.). [PDF]. Consulté le 20 mai 2024, à partir de [https://agridurable.files.wordpress.com/2020/12/fiche\\_technico-economique\\_lentisque.pdf](https://agridurable.files.wordpress.com/2020/12/fiche_technico-economique_lentisque.pdf)
22. **Namoune, H., & Bensalem, G. (n.d.). L'huile de lentisque (*Pistacia Lentiscus* L.) dans l'est Algérien. Consulté le 20 mai 2024, à partir de <http://depot.umc.edu.dz/>**
23. Afia Safa & Aliouche Dyhia (n.d.). Optimisation de l'extraction des antioxydants à partir de l'huile de *Pistacia lentiscus* L. Consulté le 20 mai 2024, à partir de <https://www.univ-bejaia.dz/xmlui/bitstream/handle/123456789/18910/Optimisation%20de%20l%E2%80%99extractio%20des%20antioxydants%20C3%A0%20partir%20de%20l%E2%80%99huile%20de%20Pistacia%20lentiscus%20L..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Benguedouar, L., et al. (2022). Guide de bonnes pratiques sur l'huile de fruit du lentisque : du terrain au laboratoire. *Oléagineux, Corps gras, huiles*, 25(1), 16-22.
25. de Lanfranchi, F., Bui Thi, M., & Girard, M. (1999). La fabrication d'huile de lentisque (*Linsticu* ou *chessa*) en Sardaigne. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 41(2), 81-100. doi:10.3406/jatba.1999.3712
26. Boukeloua, A., Belkhiri, A., Hamdi Pacha, Y., Djerrou, Z., & Maamri, Z. (2013). Caractérisation physico-chimique et étude toxicologique *Pistacia lentiscus* L. 2ème Séminaire International sur les Plantes Médicinales SIPM'2, 37.

## Chapitre I : Revue bibliographique

27. Le SÉCHOIR à BULLES. (n.d.). Découvrez l'Histoire du savon. Consulté le 26 mars 2024, sur <https://www.lesechoirabulles.com/les-mati%C3%A8res-premi%C3%A8res/>
28. « Browsing Mémoires de Master by Author “ZERBANI, Ghania” ». Consulté le: 26 mars 2024. [En ligne]. Disponible sur: <http://dspace.univ-ghardaia.dz:8080/xmlui/handle/123456789/63/browse?type=author&value=ZERBANI%2C+Ghania>
29. Bleu Blanc Mousse. (n.d.). Histoire du savon : de l'antiquité à aujourd'hui. Retrieved March 26, 2024, from <https://bleublancmousse.fr/blogs/bleu-blanc-blog/histoire-du-savon-de-l-antiquite-a-aujourd-hui>
30. Samaké, D. (2023). Mise au point d'un savon à base de ressources naturelles Maliennes Pour accompagner la prise en charge de l'acné (Doctoral dissertation, USTTB). Retrieved March 26, 2024, from <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/12335>
31. Moyen, M., & Van Puyvelde, L. (n.d.). Le savon. Retrieved March 26, 2024, from <https://www.yumpu.com/fr/document/read/16926248/le-savon-marie-moyen-louise-van-puyvelde>
32. Caubergs, L. (n.d.). La fabrication du savon.
33. Compagnie de Provence. (n.d.). Savon liquide de Marseille. Retrieved March 26, 2024, from <https://compagniedeprovence.com/fr/325-savon-liquide-de-marseille>
34. Tadé. (n.d.). Savons d'Alep 100% Bio Tadé | Authentique Savoir-faire Traditionnel. Retrieved March 26, 2024, from <https://www.tade.fr/185-savons-alep>
35. Les Savons de Lyna. (n.d.). Savons Liquides. Retrieved March 26, 2024, from <https://lessavonsdelyna.com/categorie/tous-nos-produits/par-types-de-soin/savons-liquides-corps/>
36. Savon-de-france.com. (n.d.). Tout sur le savon : fabrication, utilisation, types et marques. Retrieved March 26, 2024, from <https://www.savon-de-france.com/>
37. Belhamel, K., Belkofsi, N., & Saidi, C. (2021). Contribution à l'étude des procédés d'élaboration de savon antibactérien à base de quelques huiles végétales [Doctoral thesis, Université Abderahmene Mira Bejaia]. Retrieved March 26, 2024, from <http://172.17.1.105:8080/xmlui/handle/123456789/17604>
38. Savonnerie Bio. (n.d.). Savon au Lait de Chèvre Solide, Acné, Eczéma, Psoriasis. Retrieved March 26, 2024, from <https://lasavonneriebio.com/bio-naturel-artisanal/10-savon-au-lait-de-chevre-soins-masque-visage-acne/>
39. Belhamel, K., Nait Mohand, S., & Sebki, H. (2020). Procédés d'élaboration du savon antibactérien: Recherche bibliographique et essais de fabrication [Doctoral thesis, Université Abderahmane Mira Bejaia]. Retrieved March 28, 2024, from <http://172.17.1.105:8080/xmlui/handle/123456789/15501>
40. Belhamel, K., Belkofsi, N., & Saidi, C. (2021). Contribution à l'étude des procédés d'élaboration de savon antibactérien à base de quelques huiles végétales [Doctoral thesis, Université Abderahmene Mira Bejaia]. Retrieved March 28, 2024, from <http://172.17.1.105:8080/xmlui/handle/123456789/17604>
41. François, R. (1974). Les industries des corps gras: biochimie, extraction, raffinage, nuisance et réglementation [Book]. Cachan: Lavoisier-Tec & Doc.
42. Bennama, W. (2016). Etude de la rémanence d'un savon additionné à l'huile essentielle de citron (Citrus limon) [Article]. Retrieved March 28, 2024, from <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/2803>
43. M.CHENAH Mohamed Amine, (2011). « Caractérisation physico-chimique des huiles végétales »Mémoire de Projet de Fin d'études : Génie Chimique : Alger, École Nationale Polytechnique

## Chapitre I : Revue bibliographique

43. Bibliothèque FST de Fès. (n.d.). Fabrication du savon et analyse des acides gras libres par chromatographie en phase gazeuse couplée à spectrométrie de masse. Retrieved March 28, 2024, from <https://memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/book/6807>
44. Donkor, P. (1991). Produire du savon: techniques de production à l'échelle artisanale et micro-industrielle. GRET.
45. eBook (SavonArtisanal) | PDF | Savon | Pétrole. (s.d.). Consulté le 28 mars 2024, sur Scribd : <https://fr.scribd.com/document/156438693/eBook-SavonArtisanalO. B. M.G, Technique améliorée de fabrication artisanale de savons et de détergents. CTA, 2014.>
46. Ebook\_[SavonArtisanal].pdf. (2024, March 26). Retrieved from <http://www.doc-developpement-durable.org/>
47. 300 Savons Artisanaux-@بوابة أغادير-.pdf. (2024, March 28). Retrieved from <https://www.docdroid.net/UKU62hY/300-savons-artisanaux-at-boab-aghadyr-pdf>
48. Les Caracteristiques Hydrophiles Et Hydrophobes. (2024, March 28). Retrieved from <https://fr.scribd.com/document/207208844/Les-Characteristiques-Hydrophiles-Et-Hydrophobes>
49. Savon Dossier PDF. (2024, March 28). Retrieved from <https://fr.scribd.com/document/329158650/savon-dossier-pdf>
50. Pore, J. (1992). Emulsions, micro-émulsions, émulsions multiples. Neuilly: Ed. Techniques des industries des corps gras.
51. NAT-1reG\_D8ChimieSavon.pdf. (2024, March 28). Retrieved from [https://www.mediachimie.org/sites/default/files/NAT-1reG\\_D8ChimieSavon.pdf](https://www.mediachimie.org/sites/default/files/NAT-1reG_D8ChimieSavon.pdf)
52. BENAIDA, Brahim & HALLI, Abdelhamid. (2024, March 28). Retrieved from [https://repository.enp.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/5110/1/BENAIDA.Brahim\\_HALLI.Abdelh amid.pdf](https://repository.enp.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/5110/1/BENAIDA.Brahim_HALLI.Abdelh amid.pdf)
53. Togbe, A. F. C., Yete, P., Eni, C. A., & Wotto, V. D. (2014). Évaluation du comportement de quelques savons traditionnels en solution aqueuse : Détermination de la concentration micellaire critique et de la température de Krafft. Journal of Applied Biosciences, 83(1), 7493-7498 Soap-Making\_Fact-Sheet\_2014-08-22\_fr.pdf. (2024, March 28). Retrieved from
54. [https://globalhandwashing.org/wp-content/uploads/2020/04/Soap-Making\\_Fact-Sheet\\_2014-08-22\\_fr.pdf](https://globalhandwashing.org/wp-content/uploads/2020/04/Soap-Making_Fact-Sheet_2014-08-22_fr.pdf)
55. Tokgoz, S. (2024, March 28). Un bout de savon peut-il vous contaminer ? Numerama. Retrieved from <https://theconversation.com/peut-on-etre-contamine-par-un-savon-202381>
56. The Conversation. (s.d.). *Peut-on être contaminé par un savon ?* Consulté le 28 mars 2024, sur <https://theconversation.com/peut-on-etre-contamine-par-un-savon-202381>
57. Zenzishop. (2024, March 28). Quel est l'impact d'un savon SAF sur l'environnement?. Retrieved from <https://www.zenzishop.com/blog/savonnerie/quel-est-limpact-dun-savon-saf-sur-lenvironnement-1954>
58. Gerin, P. P. (2010). Evaluation des impacts environnementaux de la fabrication de savon FOMULAC, République démocratique du Congo. In Louvain Cooperation (Ed.), [Book Title] (pp. [Page numbers]). [Publisher].



**Méthodologie et  
matériel**

Ce chapitre se compose de deux parties principales :

**La première partie** présente en détail les matières utilisées (huile de lentisque, huile d'olive, soude caustique, eau distillée, additifs facultatifs), dans la fabrication du savon solide.

**La deuxième partie** décrit en détail les dispositifs et protocoles expérimentaux utilisés à suivre pour fabriquer le savon solide à base d'huile de lentisque. Elle comprend :

- Liste complète du matériel nécessaire.
- Description détaillée de chaque étape du processus de fabrication.
- Présentation de différentes recettes et variations possibles pour personnaliser le savon solide (ajout d'huiles essentielles, de colorants naturels, etc.).

Il importe de noter que la réalisation des essais expérimentaux sont effectués au niveau du laboratoire de chimie de l'École Nationale Supérieure d'Enseignement Technologique (ENSET) de Skikda, en Algérie.

---

## **II.1. Matières utilisées**

### **II.1.1. Matières huileuses**

Deux types d'huiles ont été utilisés pour la fabrication de ce savon :

#### **1. Huile de lentisque**

- **Origine** : L'huile de lentisque provient de la région d'El Roknia dans la wilaya de Guelma.
- **Récolte** : Les fruits ont été cueillis en 2023.
- **Extraction** : L'huile a été extraite à l'aide d'une presse traditionnelle.

Deux raisons principales ont motivé le choix de l'huile de lentisque :

- L'huile de lentisque est facilement accessible dans la région, ce qui réduit les coûts de production et l'impact environnemental du transport.
- L'huile de lentisque est connue pour ses propriétés cicatrisantes et antibactériennes, ce qui la rend particulièrement adaptée aux soins de la peau.



**Figure II. 1: Huile de lentisque**

### 2. L'huile d'olive

L'huile d'olive provient également d'El Roknia, une localité de la wilaya de Guelma, connue pour ses vertus hydratantes et nourrissantes. Elle ajoutée à l'huile de lentisque pour former un mélange huileux pour fabriquer un savon a titre de comparaison.



**Figure II. 2: huile d'olive**

- **Origine :** L'huile d'olive utilisée provient également d'El Roknia, une localité de la wilaya de Guelma.
- **Propriétés :** Connue pour ses vertus hydratantes et nourrissantes, l'huile d'olive est un ingrédient courant dans les savons.
- **Rôle dans la fabrication du savon :** L'huile d'olive a été ajoutée à l'huile de lentisque pour former un mélange huileux, utilisé pour fabriquer un savon à titre de comparaison.

#### II.1.2. La soude caustique NaOH

La soude caustique, également connue sous le nom d'hydroxyde de sodium (NaOH), est une base forte utilisée dans la fabrication du savon solide.

##### Propriétés :

- **État physique :** Solide blanc cristallin
- **Formule chimique :** NaOH
- **Propriétés chimiques :** Base forte, réactive avec l'eau et dégage de la chaleur lors de sa dissolution.
- **Propriétés corrosives :** Corrosive pour la peau, les yeux et les voies respiratoires.

La soude caustique réagit avec les acides gras contenus dans les huiles végétales pour former du savon et de la glycérine. Cette réaction, appelée saponification, est essentielle à la fabrication du savon solide. La soude caustique est une substance dangereuse qui doit être manipulée avec précaution. Il est important de porter des gants, des lunettes de protection et une blouse de laboratoire lors de son utilisation. Il faut également travailler dans un endroit bien ventilé et éviter tout contact avec la peau et les yeux.



Figure II. 3: Hydroxyde de sodium

### II.1.3. Autres matières

#### A. Eau distillée

L'eau distillée joue un rôle crucial dans la fabrication du savon en deux aspects principaux :

- Elle sert à dissoudre la soude caustique, permettant ainsi sa réaction avec les acides gras présents dans les huiles végétales.
- Elle fournit le milieu dans lequel se déroule la réaction de saponification, qui est la transformation des huiles en savon et en glycérine.

L'utilisation d'eau distillée est essentielle pour garantir la qualité du savon final. En effet, l'eau du robinet peut contenir des impuretés et des minéraux qui pourraient perturber la réaction de saponification et affecter les propriétés du savon. L'eau distillée est une eau purifiée exempte d'impuretés et de minéraux dissous. Elle est obtenue par un processus de distillation qui permet d'éliminer les contaminants présents dans l'eau courante.

#### B. Huile essentielle de citron :

L'huile essentielle de citron a été ajoutée au savon pour deux raisons principales :

- **Parfumer le savon :** L'huile essentielle de citron possède un parfum frais, citronné et vivifiant qui apporte une fragrance agréable au savon.
- **Propriétés bénéfiques pour la peau :** L'huile essentielle de citron est connue pour son odeur fraîche, citronnée, vivifiante ainsi que pour ses propriétés antibactériennes et astringentes, qui peuvent être bénéfiques pour la peau.

#### Remarque :

Il est important de noter que l'huile essentielle de citron peut être irritante pour la peau sensible. Il est donc recommandé de réaliser un test cutané avant d'utiliser un savon contenant cette huile essentielle.



Figure II. 4: huile de citron

### C. Curcuma (*Curcuma longa*)

Le curcuma a été ajouté au savon pour deux raisons principales :

- Le curcuma donne au savon une teinte jaune dorée attrayante.
- Le curcuma est connu pour ses propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et antimicrobiennes, qui pourraient être bénéfiques pour la peau.

#### Propriétés du curcuma :

- **Couleur :** Jaune orangé
- **Propriétés :** Anti-inflammatoire, antioxydant, antimicrobien

#### Remarque :

Il est important de noter que le curcuma peut tacher la peau et les vêtements. Il est donc recommandé de porter des gants lors de son utilisation et d'éviter tout contact avec les yeux.

## II.2. Protocoles et dispositifs expérimentaux

### II.2.1. Technique d'identification des matières huileuses par Spectroscopie infrarouge (IR)

La spectroscopie infrarouge (IR) est une technique d'analyse puissante utilisée pour identifier les composés organiques et inorganiques. Elle se base sur l'interaction entre la lumière infrarouge et les molécules d'un échantillon. Lorsque la lumière infrarouge traverse un échantillon, certaines longueurs d'onde sont absorbées par les molécules, en fonction de leur structure. En analysant le spectre d'absorption IR, il est possible de déterminer la composition chimique de l'échantillon avec une grande précision.

L'analyse dans ce cas précis a été réalisée à l'aide d'un spectromètre UV-Visible-Proche infrarouge de marque SHIMADZU. Ce spectromètre couvre un large domaine spectral, allant de 200 à 3200  $\text{cm}^{-1}$ , ce qui permet d'analyser une grande variété de composés. L'utilisation d'un instrument de haute qualité tel que celui-ci garantit la précision et la fiabilité des résultats obtenus.

L'analyse a été effectuée à l'École Nationale Supérieure d'Enseignement Technologique (ENSET) de Skikda, en Algérie.



**Figure II. 5: Appareil de spectroscopie IR**

### **II.2.2. Technique de détermination de la température de fusion par Banc de kofler :**

Pour déterminer la température de fusion d'une substance solide, il a été utilisé un banc de Kofler. L'instrument se compose d'une plaque chauffante électrique avec un gradient de température allant de 50°C à 250°C. Sur cette plaque est déposée une lame en verre sur laquelle on place un échantillon de la substance à analyser sous forme de cristaux.

L'échantillon est placé sur la lame en verre et chauffé progressivement en déplaçant le curseur le long du gradient de température. La température de fusion est définie comme la température à laquelle les cristaux de l'échantillon se transforment en liquide. Cette température est déterminée en observant le point où la ligne de démarcation entre les cristaux et le liquide disparaît.

Le banc de Kofler est également utilisé pour contrôler la pureté d'une substance, car la présence d'impuretés peut modifier sa température de fusion.



**Figure II. 6: Appareil de banc kofler**

### **II.2.3. Détermination du taux d'humidité :**

Le taux d'humidité représente la quantité d'eau exprimée en pourcentage de la masse totale d'un corps gras. Il renseigne sur la teneur en eau présente dans le corps gras.

Le principe de cette méthode repose sur le séchage à l'étuve d'une quantité définie de l'échantillon de corps gras à une température constante de 103°C. Ce séchage permet d'éliminer toute l'eau contenue

dans l'échantillon. En comparant la masse initiale de l'échantillon à sa masse après séchage, on peut déterminer la quantité d'eau évaporée et ainsi calculer le taux d'humidité.

Le matériel nécessaire pour une meilleure préparation de l'expérience est constitué de :

- **Une balance analytique** de précision (0,0001 g)
- **Une Étuve** à température contrôlée
- **Des boîtes pétrie** ou **capsules en verre** tarées
- **Des pinces** pour manipuler les boîtes pétries ou capsules chaudes
- **Un chiffon non pelucheux** pour essuyer les boîtes pétries ou capsules

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

**1. Préparation de l'échantillon :**

- Peser soigneusement environ 1 gramme de l'échantillon de corps gras dans une boîte pétrie ou une capsule en verre préalablement tarée. Noter la masse exacte de l'échantillon (M1).
- Répartir uniformément l'échantillon dans la boîte pétrie ou la capsule pour faciliter le séchage homogène.

**2. Séchage à l'étuve :**

- Placer la boîte pétrie ou la capsule contenant l'échantillon dans une étuve préchauffée à 103°C.
- Laisser sécher l'échantillon pendant quatre heures, ou jusqu'à ce que la masse constante soit atteinte. Cela signifie que la différence de masse entre deux pesées successives à quelques minutes d'intervalle est négligeable (inférieure à 0,0001 g).

**3. Pesée finale :**

- Retirer la boîte pétrie ou la capsule de l'étuve et laisser refroidir à température ambiante.
- Peser à nouveau la boîte pétrie ou la capsule contenant l'échantillon séché (M2). Noter la masse exacte.

Le taux d'humidité (**H**) s'exprime en pourcentage (%) et se calcule selon la formule suivante :

$$H = \left( \frac{M1 - M2}{M1} \right) \times 100 \% \dots eqII.1$$

Où :

**H** : est le taux d'humidité (%)

**M1** : est la masse de la prise d'essai avant séchage (g)

**M2** : est la masse de la prise d'essai après séchage (g)

**II.2.4. Détermination de la densité relative :**

La densité relative d'un liquide est le rapport entre sa masse volumique et celle de l'eau pure à une température donnée, généralement 20°C [1]. En d'autres termes, elle exprime combien un liquide est plus ou moins dense que l'eau à cette température.

La méthode pycnométrique repose sur le principe de déplacement de volume. Un volume connu d'eau distillée est pesé dans un pycnomètre vide et taré. Ensuite, ce même pycnomètre est rempli d'huile et pesé à nouveau. La différence de masse entre les deux pesées correspond à la masse du volume d'huile

déplacé par l'eau. En connaissant la densité de l'eau à 20°C (environ 1 g/cm<sup>3</sup>), on peut calculer la densité relative de l'huile en comparant sa masse volumique à celle de l'eau.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

**1. Préparation du matériel :**

- Nettoyer soigneusement le pycnomètre à l'aide d'**éthanol** puis d'**acétone**.
- Rincer abondamment à l'eau distillée et sécher en le faisant passer dans une étuve à **50°C** ou en utilisant un **courant d'air sec**.
- S'assurer que le pycnomètre est parfaitement sec avant de commencer les pesées.

**2. Détermination de la masse du pycnomètre vide (m<sub>0</sub>) :**

- Noter la température ambiante.
- Placer le pycnomètre sec sur le plateau de la balance analytique et tarer la balance.
- Enregistrer la masse exacte du pycnomètre vide (m<sub>0</sub>).

**3. Détermination de la masse du pycnomètre rempli d'eau (m<sub>1</sub>) :**

- Remplir le pycnomètre d'eau distillée dégazéifiée jusqu'à débordement.
- Essuyer soigneusement l'excédent d'eau sur les parois extérieures du pycnomètre avec un chiffon non pelucheux.
- Placer le pycnomètre rempli d'eau sur le plateau de la balance et noter la masse exacte (m<sub>1</sub>).

**4. Détermination de la masse du pycnomètre rempli d'huile (m<sub>2</sub>) :**

- Répéter les étapes 3a et 3b en remplissant le pycnomètre sec avec l'huile à tester.
- Noter la masse exacte du pycnomètre rempli d'huile (m<sub>2</sub>).

**5. Répétition pour plusieurs échantillons :**

Si vous souhaitez déterminer la densité relative de plusieurs échantillons d'huile, répétez les étapes 2 à 4 pour chaque échantillon.

La densité relative (d) de l'huile par rapport à l'eau à 20°C se calcule selon la formule suivante [2] :

$$d = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \dots eqII.2$$

Où :

**D** : est la densité relative de l'huile

**M<sub>0</sub>** : est la masse du pycnomètre vide (g)

**M<sub>1</sub>** : est la masse du pycnomètre rempli d'eau (g)

**M<sub>2</sub>** : est la masse du pycnomètre rempli d'huile (g)

**II.2.5. Détermination de l'indice de réfraction :**

L'**indice de réfraction** (n) d'un matériau est une grandeur optique adimensionnelle qui caractérise sa capacité à courber la lumière [1]. Il est défini comme le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et sa vitesse dans le matériau à une longueur d'onde donnée. En d'autres termes, l'indice de réfraction indique dans quelle mesure un matériau "ralentit" la lumière.

La méthode réfractométrique repose sur le principe de la **réfraction de la lumière**. Un rayon lumineux passe de l'air (indice de réfraction  $n_0 = 1,000$ ) vers l'huile (indice de réfraction  $n_1$ ). A l'interface entre les deux milieux, le rayon lumineux se réfracte, c'est-à-dire qu'il change de direction. L'angle d'incidence ( $i$ ) est l'angle entre le rayon incident et la normale à la surface, tandis que l'angle de réfraction ( $r$ ) est l'angle entre le rayon réfracté et la normale. La loi de Snell relie ces angles à l'indice de réfraction des deux milieux :

$$n^0 \sin(i) = n^1 \sin(r) \dots eqII.3$$

En mesurant l'angle de réfraction ( $r$ ) pour un angle d'incidence ( $i$ ) connu, on peut calculer l'indice de réfraction de l'huile ( $n_1$ ) en utilisant la formule ci-dessus.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

**1. Préparation du réfractomètre :**

- Nettoyer soigneusement la surface du prisme du réfractomètre avec un chiffon doux et non pelucheux imbibé d'**eau distillée**.
- Sécher le prisme avec un chiffon propre et sec.

**2. Étalonnage du réfractomètre :**

- Déposer une goutte d'**eau distillée** sur le prisme du réfractomètre.
- Ajuster le compensateur de température du réfractomètre à la température ambiante.
- Regarder dans l'oculaire du réfractomètre et amener la ligne de démarcation entre le champ clair et le champ sombre à coïncider avec le réticule.
- Noter la lecture de l'indice de réfraction sur l'échelle du réfractomètre. Si la lecture n'est pas exactement 1,333, ajuster le zéro du réfractomètre en suivant les instructions du fabricant.

**3. Mesure de l'indice de réfraction de l'huile :**

- Déposer une goutte d'huile sur le prisme du réfractomètre en veillant à former une couche fine et uniforme.
- Ajuster le compensateur de température du réfractomètre à la température de l'huile.
- Regarder dans l'oculaire du réfractomètre et lire l'indice de réfraction de l'huile sur l'échelle.
- Noter la valeur de l'indice de réfraction et la température de l'huile.

L'appareil utilisé (le **réfractomètre d'Abbe 1T/4T**) est un instrument optique utilisé pour mesurer l'indice de réfraction des liquides. Il se compose d'un prisme à angle droit, d'un système d'éclairage et d'un oculaire. Le prisme permet de dévier le rayon lumineux et de mesurer l'angle de réfraction. Le système d'éclairage assure un éclairage uniforme du prisme. L'oculaire permet d'observer la ligne de démarcation entre le champ clair et le champ sombre et de lire l'indice de réfraction sur une échelle graduée.



Figure II. 7: Appareil de réfractomètre

### II.2.6. Détermination de l'indice de saponification :

L'indice de saponification (IS) est un paramètre caractéristique des corps gras qui représente la quantité de potasse (KOH) en milligrammes nécessaire pour saponifier les acides gras libres et combinés présents dans un gramme d'huile. En d'autres termes, il renseigne sur la masse moyenne des acides gras constituant l'huile. Un indice de saponification élevé indique une prédominance d'acides gras à courte chaîne, tandis qu'un indice de saponification faible indique une prédominance d'acides gras à longue chaîne.

La méthode par titrimétrie pour déterminer l'indice de saponification repose sur la réaction de saponification entre les acides gras libres et combinés présents dans l'huile et la potasse (KOH) en solution alcoolique. Cette réaction hydrolyse les esters d'acides gras, libérant les acides gras et produisant du savon. L'excès de potasse non consommé par la réaction est ensuite titré par une solution d'acide chlorhydrique (HCl) de concentration connue en présence d'un indicateur coloré (phénolphthaléine). La différence de volume de solution d'acide chlorhydrique consommée entre l'essai à blanc (sans huile) et l'essai avec l'huile permet de déterminer la quantité de potasse nécessaire à la saponification des acides gras, d'où l'indice de saponification.

La liste des matières et du matériel nécessaire pour réaliser cette expérience est présenté comme suit :

- **Deux (02)** béchers ou éprouvettes de 250 ml.
- Un ballon de 250 ml avec un chauffe-ballon ou un bain-marie pour chauffer le mélange.
- Un réfrigérant à boules pour la condensation des vapeurs d'éthanol pendant le reflux.
- Une burette graduée pour la titrimétrie.
- Une balance analytique pour peser l'huile avec précision.
- Des pipettes pour transférer les solutions de KOH et HCl.
- Un agitateur magnétique ou manuel pour homogénéiser le mélange pendant le reflux.
- Une solution alcoolique de potasse KOH à une concentration de **0,5 mol/L**.
- Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique HCl à une concentration de **0,5 mol/L**.
- Une solution alcoolique de phénolphthaléine à 1%.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

**1. Préparation des solutions :**

- Préparer la solution de potasse KOH alcoolique 0,5 mol/L et la solution d'acide chlorhydrique HCl 0,5 mol/L.
- Préparer la solution d'indicateur phénolphhtaléine 1%.

**2. Essai à blanc :**

- Introduire 25 ml de solution de potasse KOH alcoolique 0,5 mol/L dans un bécher ou une éprouvette.
- Ajouter 2 gouttes de solution d'indicateur phénolphhtaléine.
- Titrer la solution avec la solution d'acide chlorhydrique HCl 0,5 mol/L en utilisant une burette jusqu'à disparition

**3. Essai avec l'échantillon :**

- Introduire 2 g d'huile dans un bécher ou une éprouvette.
- Ajouter 25 ml de solution de potasse KOH alcoolique 0,5 mol/L.
- Munir le bécher d'un réfrigérant à boules et chauffer le mélange à reflux pendant 1 heure en veillant à bien homogénéiser.
- Laisser refroidir le mélange à température ambiante.
- Ajouter 2 gouttes de solution d'indicateur phénolphhtaléine.
- Titrer la solution avec la solution d'acide chlorhydrique HCl 0,5 mol/L en utilisant une burette jusqu'à disparition de la coloration rose.
- Noter le volume de solution d'acide chlorhydrique HCl consommé (V1).

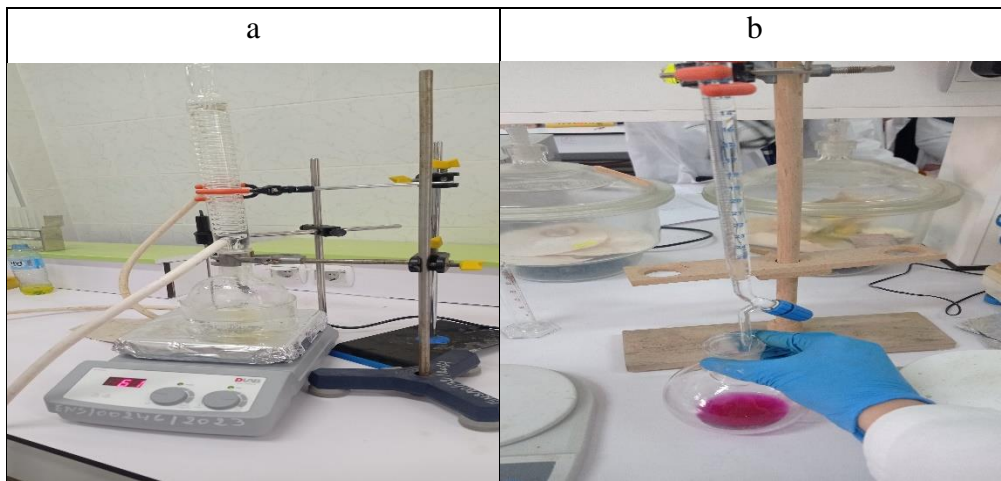


Figure II.8: a- Détermination d'IS b- Après dosage

L'indice de saponification (IS) se calcule selon la formule suivante :

$$IS = \frac{(V1 - V0) * NHCl * Eq}{PE} \dots eqII.4$$

Où :

- IS : est l'indice de saponification (mg KOH/g huile).

- **V0** : est le volume de solution d'acide chlorhydrique HCl consommé pour l'essai à blanc (en ml).
- **V1** : est le volume de solution d'acide chlorhydrique HCl consommé pour l'essai avec l'échantillon (en ml).
- **NHCl** : est la normalité de la solution d'acide chlorhydrique HCl (en mol/L).
- **Eq** : est l'équivalent gramme de potasse KOH (56,1 g/mol)
- **PE** : est la prise d'essai d'huile (en g).

### II.2.7. Détermination de l'indice d'acide :

L'**indice d'acide** est un paramètre caractéristique des corps gras qui représente la quantité de potasse (KOH) en milligrammes nécessaire pour neutraliser les acides gras libres présents dans un gramme d'huile. En d'autres termes, il renseigne sur le degré d'acidité libre d'une huile, c'est-à-dire la quantité d'acides gras libres résultant de la dégradation des triglycérides constituants. Un indice d'acide élevé indique une huile plus acide et plus susceptible de se rancir, tandis qu'un indice d'acide faible indique une huile plus stable et de meilleure qualité.

La méthode par titrimétrie pour déterminer l'indice d'acide repose sur la réaction de neutralisation des acides gras libres présents dans l'huile par une solution de potasse (KOH) de concentration connue. Cette réaction produit du savon et de l'eau.

L'excès de potasse non consommé par la réaction est ensuite titré par une solution d'acide chlorhydrique (HCl) de concentration connue en présence d'un indicateur coloré (phénolphthaléine).

La différence de volume de solution d'acide chlorhydrique consommée entre l'essai à blanc (sans huile) et l'essai avec l'huile permet de déterminer la quantité de potasse nécessaire à la neutralisation des acides gras libres, d'où l'indice d'acide.

La liste des matières et du matériel nécessaire pour réaliser cette expérience est présenté comme suit :

- Deux (02) béchers ou éprouvettes de 250 ml.
- Deux (02) Erlenmeyer de 250 ml.
- Une (01) potence pour fixer l'Erlenmeyer pendant le titrage.
- Une (01) burette graduée pour la titrimétrie.
- Une (01) balance analytique pour peser l'huile avec précision.
- Des pipettes pour transférer les solutions de KOH et HCl
- Un agitateur magnétique ou manuel pour homogénéiser le mélange pendant le titrage.
- Une solution alcoolique de potasse KOH à une concentration de 0,25 mol/L.
- Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique HCl à une concentration de 0,25 mol/L.
- Une solution alcoolique de phénolphthaléine à 1%.

### 1. Préparation des solutions :

- Préparer la solution de potasse KOH alcoolique 0,25 mol/L et la solution d'acide chlorhydrique HCl 0,25 mol/L.
- Préparer la solution d'indicateur phénolphthaléine 1%.

## 2. Essai à blanc :

- Introduire 75 ml d'alcool neutralisé dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 2 gouttes de solution d'indicateur phénolphthaléine.
- Titrer la solution avec la solution d'acide chlorhydrique HCl 0,25 mol/L en utilisant une burette jusqu'à disparition de la coloration rose.
- Noter le volume de solution d'acide chlorhydrique HCl consommé (V0).

## 3. Essai avec l'échantillon :

- Introduire 10 g d'huile dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 75 ml d'alcool neutralisé.
- Chauffer légèrement le mélange à l'aide d'un bain-marie ou d'un chauffe-ballon en veillant à homogénéiser.
- Laisser refroidir le mélange à température ambiante.
- Ajouter 2 gouttes de solution d'indicateur phénolphthaléine.
- Titrer la solution avec la solution de potasse KOH 0,25 mol/L en utilisant une burette jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante pendant quelques secondes.
- Noter le volume de solution de potasse KOH consommée (V1).

L'indice d'acide (IA) se calcule selon la formule suivante :

$$IA = \frac{(V1 - V0) * N * M}{PE} \dots eqII. 5$$

Où :

**IA** : est l'indice d'acide (mg KOH/g huile).

**V0** : est le volume de solution d'acide chlorhydrique HCl consommé pour l'essai à blanc (en ml).

**V1** : est le volume de solution de potasse KOH consommée pour l'essai avec l'échantillon (en ml).

**N** : est la normalité de la solution de potasse KOH (en mol/L).

**M** : est la masse molaire de l'acide oléique (en g/mol) (282 g/mol).

**PE** : est la prise d'essai d'huile (en g).

### II.2.8. Détermination de l'indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde (IP) d'un corps gras est un paramètre qui renseigne sur le degré d'oxydation des huiles et des graisses. Il représente la quantité de peroxydes, d'hydroperoxydes et d'autres composés oxydables présents dans 1 kilogramme d'huile, exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif. L'indice de peroxyde est un indicateur de la stabilité des corps gras et de leur aptitude à la conservation. Une huile avec un indice de peroxyde élevé est plus susceptible de se rancir et de développer des saveurs désagréables.

La méthode par titrimétrie pour déterminer l'indice de peroxyde repose sur la réaction d'oxydation des composés oxydables présents dans l'huile par l'iode (I<sub>2</sub>) en milieu acétique et chloroformique. L'iode libéré est ensuite titré par une solution de thiosulfate de sodium (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) de concentration connue en présence d'un indicateur coloré (amidon).

La différence de volume de solution de thiosulfate de sodium consommée entre l'essai à blanc (sans huile) et l'essai avec l'huile permet de déterminer la quantité d'iode consommée par l'oxydation des composés peroxydes, d'où l'indice de peroxyde.

La liste des matières et du matériel nécessaire pour réaliser cette expérience est présenté comme suit :

- Une balance analytique pour peser l'huile avec précision
- Une plaque chauffante pour chauffer le mélange si nécessaire.
- Une potence pour fixer la burette et une burette graduée pour la titrimétrie.
- Une éprouvette graduée et des pipettes pour transférer les solutions.
- Un Erlenmeyer ou un bécher pour réaliser la réaction.
- Un tube à essai pour préparer la solution d'amidon et une spatule pour transférer l'huile.
- Un entonnoir pour verser les solutions dans l'Erlenmeyer.
- Un mélange d'acide acétique et de chloroforme (3 volumes d'acide acétique glacial avec 2 volumes de chloroforme dans un flacon propre et sec).
- Une solution d'amidon à 1% (Dissolution de 0,5 g d'amidon soluble dans 50 ml d'eau distillée chaude en remuant constamment. Laisser refroidir la solution et la filtrer pour obtenir une solution claire).
- Une solution de thiosulfate de sodium 0,01N (Dissolution d'une quantité appropriée de sel dans de l'eau distillée et en diluant à volume).
- Une solution d'iodure de potassium saturée (Dissolution de l'iodure de potassium dans de l'eau distillée jusqu'à saturation).

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

### 1. Préparation des solutions:

Préparer les solutions d'acide acétique et chloroforme, d'amidon à 1%, de thiosulfate de sodium 0,01N et d'iodure de potassium saturé.

### 2. Essai à blanc:

Introduire 10 ml du mélange d'acide acétique et chloroforme

### 3. Essai avec l'échantillon :

- Peser 2 g d'huile dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 10 ml du mélange d'acide acétique et chloroforme et dissoudre rapidement l'huile en agitant vigoureusement.
- Ajouter 15 ml d'acide acétique glacial.
- Ajouter 1 ml de solution d'iodure de potassium saturée.
- Boucher l'Erlenmeyer et agiter pendant une minute.
- Laisser reposer à l'obscurité pendant 5 minutes.
- Ajouter 75 ml d'eau distillée et agiter pendant une minute.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de solution d'amidon à 1%.
- Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium 0,01N en utilisant une burette en agitant vigoureusement après chaque addition.

- Continuer le titrage jusqu'à disparition de la coloration bleue et apparition d'une coloration transparente.
- Noter le volume de solution de thiosulfate de sodium consommé (V).

L'indice de peroxyde (IP) se calcule selon la formule suivante :

$$IP = \frac{(V - V0) * T * 100}{(PE * M)} \dots eqII.6$$

Où :

**IP** : est l'indice de peroxyde (meq O<sub>2</sub>/kg).

**V** : est le volume de solution de thiosulfate de sodium consommé pour l'essai avec l'échantillon (en ml).

**V0** : est le volume de solution de thiosulfate de sodium consommé pour l'essai à blanc (en ml).

**T** : est la normalité de la solution de thiosulfate de sodium (en mol/L).

**PE** : est la prise d'essai d'huile (en g).

**M** : est la masse molaire de l'oxygène (en g/mol) (16 g/mol).

### II.2.9. Détermination de l'indice d'ester

L'**indice d'ester** (IE) d'un corps gras est un paramètre important qui renseigne sur la quantité d'acides gras libres présents dans une huile ou une graisse. Il représente la masse de potasse (KOH) en milligrammes nécessaire pour saponifier les esters d'acides gras présents dans 1 gramme de corps gras. Un indice d'ester élevé indique une faible teneur en acides gras libres et une huile de meilleure qualité, tandis qu'un indice d'ester faible indique une teneur élevée en acides gras libres et une huile plus susceptible de se rancir.

L'indice d'ester ne se calcule pas en soustrayant l'indice d'acide (IA) de l'indice de saponification (IS) :

$$IE = IS - IA \dots eqII.7$$

Où :

**IE** : est l'indice d'ester (mg KOH/g huile)

**IS** : est l'indice de saponification (mg KOH/g huile)

**IA** : est l'indice d'acide (mg KOH/g huile)

### II.2.10. Détermination de l'indice d'iode :

L'**indice d'iode** (II) d'un corps gras est un paramètre qui renseigne sur le degré d'insaturation des acides gras présents dans une huile ou une graisse. Il représente la quantité d'iode (I<sub>2</sub>) en grammes susceptible de se fixer sur les doubles liaisons des acides gras insaturés contenus dans 100 grammes de corps gras. Un indice d'iode élevé indique une teneur élevée en acides gras insaturés, généralement liquides à température ambiante, tandis qu'un indice d'iode faible indique une teneur élevée en acides gras

saturés, généralement solides à température ambiante. L'indice d'iode est un indicateur de la consistance et de la stabilité des huiles et graisses.

La méthode par titrimétrie pour déterminer l'indice d'iode repose sur la réaction d'addition d'iode ( $I_2$ ) aux doubles liaisons des acides gras insaturés présents dans l'huile. Un excès d'iode est ajouté à l'échantillon en présence de réactif de Wijs (chlorure d'iode dans un solvant organique). Après un temps de réaction donné, l'excès d'iode non consommé est réactif avec l'iodure de potassium (KI) pour former de l'iode ( $I_3$ ). L'iode libéré est ensuite titré par une solution de thiosulfate de sodium ( $Na_2S_2O_3$ ) de concentration connue en présence d'un indicateur coloré (amidon).

La différence de volume de solution de thiosulfate de sodium consommée entre l'essai à blanc (sans huile) et l'essai avec l'huile permet de déterminer la quantité d'iode consommée par l'addition aux doubles liaisons, d'où l'indice d'iode.

La liste des matières et du matériel nécessaire pour réaliser cette expérience est présentée comme suit :

- Deux burettes graduées et deux béchers de 250 ml
- Une pipette et une éprouvette graduée
- Un Erlenmeyer et une balance analytique pour peser l'huile avec précision
- **Solutions :**
  - Matière grasse (huile ou graisse à analyser).
  - Réactif de Wijs (solution de chlorure d'iode dans un solvant organique) .
  - Solution de cyclohexane ou tétrachlorure de carbone (solvant).
  - Eau distillée.
  - Solution d'iodure de potassium (KI) à 10% préparée instantanément.
  - Solution d'amidon (indicateur).
  - Solution de thiosulfate de sodium ( $Na_2S_2O_3$ ) 0,1N.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

### 1. Préparation des solutions :

Préparer la solution d'iodure de potassium à 10% et la solution d'amidon.

### 2. Essai à blanc :

- Introduire 15 ml de cyclohexane ou tétrachlorure de carbone dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 25 ml de réactif de Wijs.
- Boucher l'Erlenmeyer et laisser reposer à l'obscurité pendant une heure.
- Ajouter 20 ml de solution d'iodure de potassium à 10% et 150 ml d'eau distillée.
- Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon.
- Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium 0,1N jusqu'à disparition de la coloration bleue.
- Noter le volume de solution de thiosulfate de sodium consommé (V0).

### 3. Essai avec l'échantillon :

- Peser 0,1 g d'huile ou de graisse avec précision et l'introduire dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 15 ml de cyclohexane ou tétrachlorure de carbone.

- Ajouter 25 ml de réactif de Wijs.
- Boucher l'Erlenmeyer et l'envelopper dans du papier noir.
- Laisser reposer à l'obscurité pendant une heure à température ambiante.
- Ajouter 20 ml de solution d'iodure de potassium à 10% et 150 ml d'eau distillée.
- Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon.
- Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium 0,1N jusqu'à disparition de la coloration bleue.
- Noter le volume de solution de thiosulfate de sodium consommé (V).

L'indice d'iode (II) se calcule selon la formule suivante :

$$II = \frac{(V - V0) * N * F}{P} \dots eqII.8$$

Où :

**II** : est l'indice d'iode (g I<sub>2</sub>/100 g huile).

**V** : est le volume de solution de thiosulfate de sodium consommé pour l'essai avec l'échantillon (en ml).

**V0** : est le volume de solution de thiosulfate de sodium consommé pour l'essai à blanc (en ml).

**N** : est la normalité de la solution de thiosulfate de sodium (en mol/L).

**F** : est le facteur de correction du thiosulfate de sodium (g I<sub>2</sub>/mol Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). La valeur du facteur de correction est généralement fournie avec le réactif ou peut être déterminée par une analyse séparée.

**P** : est la prise d'essai d'huile ou de graisse (en g).

### II.2.11. Détermination du taux d'Impuretés Insolubles (IMP) [3]

La détermination du taux d'impuretés insolubles (IMP) est un paramètre important pour le contrôle de la qualité des huiles et des graisses.

Les **impuretés insolubles** (IMP) d'une huile ou d'une graisse sont des substances étrangères présentes dans le produit qui ne font pas partie de sa composition naturelle. Ces impuretés peuvent être des résidus de la matière première, des produits de dégradation de l'huile, des contaminants provenant du processus de production ou de stockage, ou des substances ajoutées intentionnellement mais non autorisées. Le taux d'impuretés insolubles est un indicateur de la pureté de l'huile et de sa qualité. Une huile avec un taux d'impuretés insolubles élevé peut avoir une couleur plus foncée, un saveur moins agréable et des propriétés physico-chimiques altérées.

La méthode par filtration pour déterminer le taux d'impuretés insolubles repose sur la séparation des impuretés insolubles dans l'huile par dissolution dans un solvant organique (hexane) et filtration sur papier filtre. L'huile dissoute dans l'hexane passe à travers le papier filtre, tandis que les impuretés insolubles restent piégées sur le papier. Le papier filtre contenant les impuretés est ensuite séché à une température constante jusqu'à masse constante, et la différence de masse entre le papier filtre sec avant et après filtration correspond à la quantité d'impuretés insolubles présentes dans l'échantillon d'huile.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

#### 1. Préparation des matériaux :

- Peser 10 g d'huile de lentisque avec précision dans une fiole conique de 250 ml.
- Sécher un papier filtre dans une étuve à  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  pendant au moins 30 minutes.
- Laisser refroidir le papier filtre dans un dessiccateur pendant au moins 15 minutes.
- Peser le papier filtre sec avec précision ( $M_0$ ).

## **2. Dissolution des impuretés :**

- Ajouter 200 ml d'hexane à la fiole conique contenant l'huile de lentisque.
- Boucher la fiole et agiter vigoureusement pendant une minute pour dissoudre complètement l'huile.
- Laisser reposer la solution pendant 30 minutes à température ambiante pour permettre aux impuretés de se déposer au fond de la fiole.

## **3. Filtration et lavage:**

- Placer le papier filtre sec dans un entonnoir fixé sur un support.
- Verser soigneusement la solution d'huile et d'hexane sur le papier filtre.
- Rincer les parois de la fiole avec de l'hexane pour récupérer les impuretés restantes et les verser sur le papier filtre.
- Laver le papier filtre avec de l'hexane jusqu'à disparition complète des traces d'huile (environ 5 lavages).

## **4. Séchage et pesée :**

- Transférer le papier filtre humide dans l'étuve préchauffée à  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- Sécher le papier filtre pendant au moins 30 minutes ou jusqu'à masse constante.
- Laisser refroidir le papier filtre dans un dessiccateur pendant au moins 15 minutes.
- Peser le papier filtre sec avec précision ( $M_1$ ).

Le taux d'impuretés insolubles (IMP) s'exprime en pourcentage (%) et se calcule selon la formule suivante [4] :

$$IMP (\%) = \frac{(M_2 - M_1)}{M_0} * 100 \dots eqII.9$$

Où :

- **IMP** est le taux d'impuretés insolubles (%)
- **M<sub>0</sub>** mass de prise d'essai
- **M<sub>1</sub>** est la masse du papier filtre sec
- **M<sub>2</sub>** est la masse du papier filtre après filtration (g)

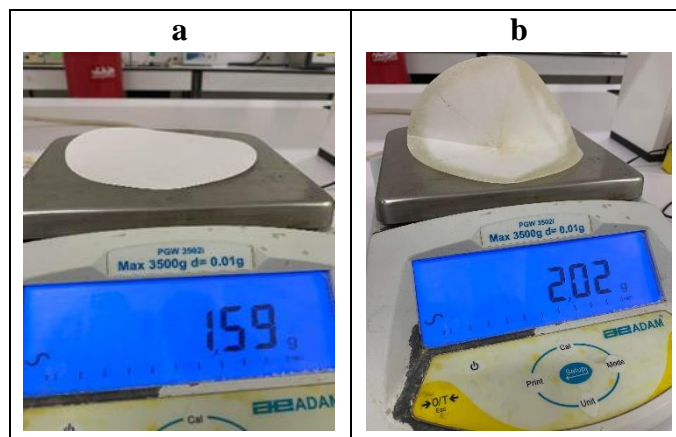


Figure II. 8: détermination du taux d'impureté insoluble

### II.2.12. Détermination du Potentiel Hydrogéné (pH) du savon

La détermination du pH du savon est une étape importante pour évaluer sa qualité et sa sécurité d'utilisation.

Le **pH du savon** est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de la solution savonneuse. Il indique la concentration en ions hydrogène ( $H^+$ ) dans la solution. Un pH neutre est de 7, tandis qu'un pH inférieur à 7 indique une solution acide et un pH supérieur à 7 indique une solution alcaline. Le pH du savon est important car il influence ses propriétés nettoyantes et son potentiel d'irritation cutanée.

La mesure du pH du savon est essentielle pour plusieurs raisons :

- **Efficacité nettoyante :**

Le savon agit principalement par la formation de micelles qui capturent les saletés et les huiles de la peau. La formation de micelles est optimale dans une plage de pH spécifique, généralement entre 7 et 9. Un pH trop bas (acide) peut affecter la formation de micelles et diminuer l'efficacité nettoyante du savon. À l'inverse, un pH trop élevé (alcalin) peut rendre le savon plus agressif et augmenter le risque d'irritation cutanée.

- **Sécurité d'utilisation :**

Un pH trop bas ou trop élevé du savon peut causer des irritations cutanées, des rougeurs, des démangeaisons et même des brûlures. La peau humaine a un pH légèrement acide (environ 5,5), et un savon avec un pH trop éloigné de cette valeur peut perturber l'équilibre naturel de la peau et la rendre plus vulnérable aux agressions extérieures.

**Protocole Pour Déterminer le pH d'un Savon à l'Aide de Papier** Le but de cette étude est de déterminer le pH d'un savon fabriqué à base d'huile de lentisque à l'aide du papier pH pour évaluer sa compatibilité avec la peau humaine.

#### Matériaux et équipement

- Savon fabriqué à base d'huile de lentisque fabriquée (échantillon fabriqué à froid).
- Papier pH avec une échelle allant de 1 à 14.

- Eau distillée.
- Bécher en verre.
- Agitateur.
- Burette.
- Gants en latex.

**Méthode :**

- Dissuadez environ 1g de savon dans 100ml d'eau distillée dans un bécher pour obtenir une solution à 1% de savon.
- Remuez la solution à l'aide d'un agitateur lentement jusqu'à ce que le savon soit parfaitement dissous.
- Echantillon : prélevez une petite quantité de la solution à l'aide d'une pipette.
- Plongée de la bande de papier pH dans la solution de savon.
- La bande doit être complètement immergée et doit rester quelques secondes environ de 1 à 2 secondes.
- Retrait de la bande pour la laisser quelques secondes pour permettre au papier de changer de couleur.

**Lecture de papier pH**

- La comparaison de la couleur de la bande de papier à l'échelle de couleurs avec le papier pH pour déterminer le pH de la solution de savon.
- Noter le pH.

**II.2.13. Détermination de la teneur en alcali libre**

La détermination de la teneur en alcali libre est un paramètre important pour le contrôle de la qualité des savons.

L'**alcali libre** dans le savon est la quantité d'hydroxyde de sodium (NaOH) ou de potassium (KOH) non lié aux acides gras présents dans le savon. Il représente la fraction d'hydroxyde alcalin non consommé lors de la saponification des huiles ou des graisses. L'alcali libre est exprimé en pourcentage (%) ou en grammes d'hydroxyde alcalin par 100 grammes de savon.

La mesure de la teneur en alcali libre est essentielle pour plusieurs raisons :

**1. Qualité du savon :**

Un excès d'alcali libre peut rendre le savon irritant pour la peau, provoquer des démangeaisons, des rougeurs et même des brûlures. À l'inverse, une quantité insuffisante d'alcali libre peut affecter la capacité du savon à neutraliser les acides et à éliminer les saletés, diminuant ainsi son efficacité nettoyante.

## **2. Contrôle de la fabrication :**

La teneur en alcali libre est un indicateur important du processus de saponification. Une mesure précise de l'alcali libre permet de s'assurer que la réaction de saponification s'est déroulée correctement et que la quantité d'hydroxyde alcalin ajoutée est adéquate.

## **3. Conformité aux normes :**

La plupart des pays ont des normes de qualité pour les savons qui définissent des limites acceptables pour la teneur en alcali libre. La mesure de l'alcali libre permet de vérifier que le savon respecte ces normes et est apte à la vente.

La méthode de détermination de la teneur en alcali libre repose sur la neutralisation de l'alcali libre présent dans le savon par une solution d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) de concentration connue. L'excès d'acide sulfurique est ensuite titré par une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) de concentration connue en présence d'un indicateur coloré (phénolphtaléine).

La différence de volume des solutions d'acide et de base consommées permet de déterminer la quantité d'alcali libre présente dans l'échantillon de savon.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

### **1. Préparation des solutions :**

- Préparer une solution d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) 0,1N.
- Préparer une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) 0,1N.
- Préparer une solution d'éthanol neutralisé.

### **2. Dissolution du savon :**

- Peser précisément 5,0 g de savon râpé ou broyé dans un bécher.
- Ajouter 75 ml d'éthanol neutralisé au savon.
- Chauffer le mélange à feu doux jusqu'à dissolution complète du savon.

### **3. Titration de l'alcali libre :**

- Laisser refroidir la solution de savon à température ambiante.
- Ajouter quelques gouttes d'indicateur phénolphtaléine à la solution.
- Titrer la solution de savon avec la solution d'acide sulfurique 0,1N en utilisant une burette. \*  
Noter le volume de solution d'acide sulfurique consommé (V1).
- Ajouter un excès de solution d'acide sulfurique pour neutraliser tout l'alcali libre.

### **4. Titrage de l'excès d'acide sulfurique :**

- Ajouter quelques gouttes d'indicateur phénolphtaléine à la solution titrée.
- Titrer l'excès d'acide sulfurique avec la solution d'hydroxyde de potassium 0,1N en utilisant une burette.
- Noter le volume de solution d'hydroxyde de potassium consommé (V2).

La teneur en alcali libre (TA) s'exprime en pourcentage (%) et se calcule selon la formule suivante :

$$TA (\%) = \frac{(V1 - V2) * N * Eq * 100}{PE} \dots eqII. 10$$

Où :

**TA** : Teneur en alcali libre (%).

**V1** : Volume de solution d'acide sulfurique consommé (ml).

**V2** : Volume de solution d'hydroxyde de potassium consommé (ml).

**N** : Normalité de la solution d'acide sulfurique (mol/L).

**Eq** : Equivalent-gramme de l'hydroxyde de sodium ou de potassium (Eq NaOH = 40 g/mol, Eq KOH = 56 g/mol).

**PE** : Prise d'essai de savon (g).



**Figure II. 9: Détermination du teneur en alcali libre**

#### **II.2.14. Détermination la teneur en eau (humidité) du savon :**

La teneur en eau du savon est un paramètre important pour sa qualité et ses propriétés. Une teneur en eau trop élevée peut rendre le savon mou, pâteux et difficile à utiliser. À l'inverse, une teneur en eau trop faible peut rendre le savon dur, cassant et susceptible de se fissurer. La teneur en eau optimale du savon se situe généralement entre 5 et 10%.

L'eau joue un rôle crucial dans la formulation et les propriétés du savon. Elle permet de:

##### **1. Diluer l'alcali (hydroxyde de sodium ou de potassium) :**

L'eau dilue l'alcali, ce qui diminue sa concentration et le rend moins agressif pour la peau. Cela permet d'éviter les irritations et les démangeaisons.

##### **2. Disperser les molécules d'alcali :**

L'eau disperse les molécules d'alcali dans tout le mélange de savon, ce qui augmente leur surface de contact avec les molécules d'acides gras. Cela favorise la réaction de saponification et permet une meilleure neutralisation des acides gras.

**3. Donner de la texture au savon :**

La teneur en eau influence la texture du savon. Un savon avec une teneur en eau élevée sera plus mou et plus pâteux, tandis qu'un savon avec une teneur en eau faible sera plus dur et plus cassant.

**4. Stabiliser la mousse :**

L'eau est nécessaire pour la formation et la stabilisation de la mousse du savon. Un savon avec une teneur en eau trop faible produira une mousse peu abondante et fragile.

La méthode de détermination de la teneur en eau du savon repose sur le séchage d'un échantillon de savon à une température constante jusqu'à masse constante. La perte de masse correspond à la quantité d'eau évaporée du savon.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

**1) Préparation de l'échantillon :**

- Peser précisément environ 5 g de savon râpé ou broyé dans un creuset propre et sec.
- Noter la masse initiale du creuset et du savon (M<sub>0</sub>).

**2) Séchage du savon :**

- Placer le creuset contenant le savon dans une étuve préchauffée à 105°C ± 2°C.
- Sécher le savon pendant au moins 2 heures ou jusqu'à masse constante.
- Laisser refroidir le creuset et le savon dans un dessiccateur pendant au moins 30 minutes.

**3) Pesée finale :**

- Noter la masse finale du creuset et du savon sec (M<sub>1</sub>).

La teneur en eau (H) du savon s'exprime en pourcentage (%) et se calcule selon la formule suivante :

$$H (\%) = (M_0 - M_1) / M_0 * 100$$

Où :

**H** : Teneur en eau (%).

**M<sub>0</sub>** : Masse initiale du creuset et du savon (g).

**M<sub>1</sub>** : Masse finale du creuset et du savon sec (g).



Figure II. 10 : après séchage

#### II.1.4. Détermination du point de fusion du savon

Le point de fusion du savon est une propriété physico-chimique importante qui caractérise sa solidité et sa texture. Il correspond à la température à laquelle le savon passe de l'état solide à l'état liquide.

La connaissance du point de fusion est utile pour plusieurs raisons :

##### 1. Contrôle de la qualité du savon :

- **Homogénéité :**

Un point de fusion homogène indique une composition homogène du savon, ce qui est important pour ses propriétés d'utilisation et de conservation.

- **Présence d'impuretés :**

Un point de fusion anormalement bas peut indiquer la présence d'impuretés dans le savon, ce qui peut affecter sa qualité et ses performances.

- **Adaptabilité aux différentes utilisations :**

Le point de fusion du savon doit être adapté à son usage prévu. Par exemple, un savon pour la douche doit avoir un point de fusion suffisamment élevé pour ne pas fondre trop rapidement au contact de l'eau chaude, tandis qu'un savon pour le rasage doit avoir un point de fusion plus bas pour faciliter son application.

##### 2. Identification du type de savon :

- **Différents types de savons :**

La composition des savons peut varier, ce qui influence leur point de fusion. Par exemple, les savons à base d'huile de coco ont généralement un point de fusion plus élevé que les savons à base d'huile d'olive. La connaissance du point de fusion peut aider à identifier le type de savon utilisé.

- **Développement de nouvelles formulations :**

La mesure du point de fusion est un outil important pour le développement de nouvelles formulations de savon avec des propriétés spécifiques.

### **3. Comportement du savon dans les différentes conditions d'utilisation :**

- **Température de stockage :**

Le point de fusion du savon doit être supérieur à la température ambiante pour éviter qu'il ne fonde et ne devienne mou.

- **Utilisation à l'eau chaude ou froide :**

Le savon doit avoir un point de fusion adapté à la température de l'eau à laquelle il sera utilisé.

La méthode la plus courante pour déterminer le point de fusion du savon est la méthode du tube capillaire. Cette méthode consiste à placer un échantillon de savon dans un tube capillaire et à chauffer progressivement le tube jusqu'à ce que le savon fonde. La température à laquelle le savon fond est considérée comme son point de fusion.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

#### **1. Préparation de l'échantillon :**

- Râper ou broyer finement le savon.
- Remplir un tube capillaire d'environ 1 cm de hauteur avec le savon broyé.

#### **2. Chauffage du tube capillaire :**

- Fixer le tube capillaire sur un support vertical.
- Placer le tube capillaire dans un bain de liquide (par exemple, huile de silicone) dont la température est contrôlée avec précision.
- Augmenter progressivement la température du bain de liquide à un rythme constant.

#### **3. Observation du point de fusion :**

- Observer attentivement le savon dans le tube capillaire.
- Noter la température à laquelle le savon commence à fondre.

#### **4. Enregistrement des résultats :**

Noter la température enregistrée comme point de fusion du savon.

### II.2.15. Détermination du pouvoir moussant du savon (volume de mousse) :

Le pouvoir moussant du savon est une propriété importante qui caractérise sa capacité à former une mousse stable et abondante. La mousse de savon est utile pour le nettoyage car elle permet de piéger la saleté et les huiles de la peau. Un bon pouvoir moussant est donc essentiel pour l'efficacité du savon.

#### 1. Importance du pouvoir moussant :

- **Efficacité nettoyante** : La mousse de savon permet de piéger la saleté et les huiles de la peau, ce qui facilite leur élimination par rinçage. Un savon avec un bon pouvoir moussant sera plus efficace pour nettoyer la peau.
- **Texture agréable** : La mousse de savon donne une sensation agréable sur la peau et rend l'utilisation du savon plus plaisante.
- **Aspect esthétique** : Une mousse abondante et stable est souvent associée à un savon de qualité.

La méthode la plus courante pour déterminer le pouvoir moussant du savon est la méthode de la bouteille graduée. Cette méthode consiste à agiter vigoureusement un échantillon de savon dans de l'eau distillée dans une bouteille graduée et à mesurer le volume de mousse formé.

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

1. **Préparation de l'échantillon** :
  - Peser précisément 0,25 g de savon râpé ou broyé.
2. **Préparation de l'eau distillée** :
  - Mesurer 25 ml d'eau distillée dans une bouteille graduée.
3. **Agitation du savon** :
  - Ajouter le savon broyé à l'eau distillée dans la bouteille graduée.
  - Fermer la bouteille graduée et l'agiter vigoureusement pendant 1 minute.
4. **Mesure du volume de mousse** :
  - Laisser reposer la mousse pendant 5 minutes.
  - Mesurer le volume de mousse formé dans la bouteille graduée.
5. **Calcul du pouvoir moussant** :

Le pouvoir moussant (PM) du savon s'exprime en pourcentage (%) et se calcule selon la formule suivante :

$$\text{PM (\%)} = (\text{Volume de mousse} - \text{Volume d'eau distillée}) / \text{Volume d'eau distillée} * 100$$

Où :

**PM** : Pouvoir moussant (%).

**Volume de mousse** : Volume de mousse mesuré dans la bouteille graduée (ml).

**Volume d'eau distillée** : Volume d'eau distillée initial (25 ml).

**Remarque :** Il est important de comparer le pouvoir moussant du savon avec un témoin constitué d'eau distillée uniquement. Cela permet de s'assurer que la mousse formée est due au savon et non à des impuretés présentes dans l'eau.

### **II.2.16. Quantité Acide gras dans les savons :**

La détermination de la quantité d'acides gras dans les savons est une analyse importante pour évaluer leur qualité et leur composition. Les acides gras sont les principaux composants des savons et leur nature et leur proportion influencent les propriétés du savon, telles que sa dureté, sa mousse et son pouvoir nettoyant.

La méthode la plus courante pour déterminer la quantité d'acides gras dans les savons est la méthode par titrage acido-basique. Cette méthode consiste à réagir les acides gras libres présents dans le savon avec une solution d'acide chlorhydrique (HCl) de concentration connue en présence d'indicateurs colorés. La quantité d'acide chlorhydrique consommée permet de calculer la quantité d'acides gras libres dans le savon.

La liste des matières et du matériel nécessaire pour réaliser cette expérience est présenté comme suit :

- Alcool éthylique à 95° neutralisé
- Phénolphtaléine (indicateur de pH basique)
- Acide chlorhydrique (HCl) 0,1 N
- Bleu de bromothymol (indicateur de pH acide)
- Acide chlorhydrique (HCl) 1 N
- Une Fiole conique
- Une Balance analytique
- Des Pipettes
- Une Burette
- Un Agitateur
- Un support universel

Le mode opératoire à suivre est résumé dans les étapes suivantes :

#### **1. Préparation de l'échantillon :**

- Peser précisément 2 g de savon râpé ou broyé dans une fiole conique.
- Ajouter 20 ml d'alcool éthylique à 95° neutralisé à l'aide d'une pipette.
- Chauffer légèrement la solution pour dissoudre complètement le savon.

#### **2. Neutralisation des acides gras libres :**

- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine à la solution de savon.
- Titrer la solution avec de l'acide chlorhydrique (HCl) 0,1 N en utilisant une burette.
- Arrêter la titration lorsque la couleur rose de la phénolphtaléine disparaît complètement.
- Noter le volume de HCl 0,1 N consommé (V1).

#### **3. Titrage des acides gras totaux :**

- Ajouter quelques gouttes de bleu de bromothymol à la solution titrée.
- Titrer la solution avec de l'acide chlorhydrique (HCl) 1 N en utilisant une burette.

- Arrêter la titration lorsque la couleur bleue du bleu de bromothymol vire au jaune.
- Noter le volume de HCl 1 N consommé (V2).

La quantité d'acides gras libres (AGL) s'exprime en grammes (g) et se calcule selon la formule suivante

$$AGL (g) = \frac{(V1 * N1 * MM)}{1000} \dots eqII. 11$$

Où :

**AGL** : Quantité d'acides gras libres (g).

**V1** : Volume de HCl 0,1 N consommé pour la neutralisation des acides gras libres (ml).

**N1** : Normalité de l'acide chlorhydrique 0,1 N (mol/L).

**MM** : Masse molaire des acides gras (g/mol).

La quantité d'acides gras totaux (AGT) s'exprime en grammes (g) et se calcule selon la formule suivante :

$$AGT (g) = \frac{(V2 * N2 * MM)}{1000} \dots eqII. 12$$

Où :

**AGT** : Quantité d'acides gras totaux (g)

**V2** : Volume de HCl 1 N consommé pour le titrage des acides gras totaux (ml)

**N2** : Normalité de l'acide chlorhydrique 1 N (mol/L)

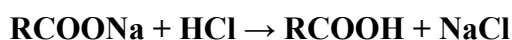
**MM** : Masse molaire des acides gras (g/mol)

La quantité d'acides gras libres représente la fraction des acides gras présents dans le savon qui ne sont pas liés au sodium. La quantité d'acides gras totaux représente la quantité totale d'acides gras présents dans le savon, qu'ils soient libres ou liés au sodium.



**Figure II. 11: dosage d'acide gras libre**

L'équation chimique correcte pour représenter la réaction de titrage des acides gras dans le savon est la suivante :



Où :

**RCOONa**: Sel d'acide gras (savon)

**HCl**: Acide chlorhydrique

**RCOOH:** Acide gras libre

**NaCl:** Chlorure de sodium

La quantité d'acides gras libres (AGL) s'exprime en moles (mol) et se calcule selon la formule suivante :

$$N(\text{AGL}) = V(\text{HCl}) * N(\text{HCl})$$

Où :

**n(AGL) :** Quantité d'acides gras libres (mol)

**V(HCl) :** Volume d'acide chlorhydrique (HCl) consommé pour le titrage (L)

**N(HCl) :** Normalité de l'acide chlorhydrique (HCl) (mol/L)

La masse d'acides gras libres (m(AGL)) s'exprime en grammes (g) et se calcule selon la formule suivante :

$$m(\text{AGL}) = n(\text{AGL}) * M(\text{AGL})$$

Où :

**m(AGL) :** Masse d'acides gras libres (g)

**n(AGL) :** Quantité d'acides gras libres (mol)

**M(AGL) :** Masse molaire moyenne des acides gras (g/mol)

### **II.2.17.      Activité antibactérienne du savon**

L'analyse de l'activité antibactérienne des savons est une procédure importante pour évaluer l'efficacité des savons dans la lutte contre les bactéries.

#### **Préparation des participants et du matériel**

➤ **Hygiène des mains des participants :** Il est important de s'assurer que les mains des participants (opérateurs) n'ont pas été lavées avec un produit antibactérien ou désinfectant pendant les 24 heures précédant l'analyse. De plus, les mains des participants doivent être sans lésions, bijoux ou vernis à ongles pendant l'expérience. Ces précautions visent à minimiser l'influence de facteurs externes sur les résultats de l'analyse.

➤ **Préparation du matériel :**

- Préparer des boîtes de Pétri stériles et les identifier clairement avec les informations suivantes :
  - Type de savon (par exemple, savon solide, savon liquide)
  - Moment du prélèvement (avant lavage, après lavage)
  - Main (gauche ou droite)
- Préparer de la gélose nutritive stérile pour la culture des bactéries.
- Prévoir des gants stériles pour manipuler les boîtes de Pétri et la gélose.
- Disposer d'un chronomètre pour mesurer le temps de lavage des mains.

## Protocole expérimental

### Étape 1 : Prélèvements bactériologiques avant lavage

#### ➤ Prélèvement des échantillons :

- Demander au participant de se frotter les mains sur divers supports et objets pendant 30 secondes pour favoriser la contamination bactérienne.
- Porter des gants stériles.
- Ouvrir une boîte de Pétri stérile identifiée comme "avant lavage 1" ou "avant lavage 2".
- Déposer délicatement les extrémités distales des phalanges des doigts 2, 3 et 4 (index, majeur et annulaire) de chaque main sur la surface de la gélose.
- Appuyer légèrement sur les doigts pour assurer un bon contact avec la gélose.
- Refermer soigneusement la boîte de Pétri.
- Répéter l'opération pour l'autre main dans une boîte de Pétri identifiée de la même manière.

#### ➤ Incubation des cultures :

- Incuber les boîtes de Pétri à 37°C pendant 24 à 48 heures pour permettre la croissance des bactéries.

### Étape 2 : Lavage des mains avec le savon

- **Humidifier les mains :** Demander au participant de mouiller les mains avec de l'eau courante.
- **Appliquer le savon :** Distribuer une quantité suffisante de savon sur les mains.
- **Frotter les mains pendant 30 secondes :** Demander au participant de frotter vigoureusement les mains pendant 30 secondes, en s'assurant de bien couvrir toutes les surfaces, y compris les dos des mains, entre les doigts et sous les ongles.
- **Rincer les mains :** Demander au participant de rincer abondamment les mains à l'eau courante pour éliminer tout le savon.
- **Sécher les mains :** Demander au participant de sécher complètement les mains avec une serviette propre ou un séchoir à air chaud.

### Étape 3 : Prélèvements bactériologiques après lavage

#### ➤ Prélèvement des échantillons :

- Répéter la procédure de prélèvement des échantillons décrite à l'étape 1, mais après le lavage et le séchage des mains.
- Identifier les boîtes de Pétri comme "après lavage 1" ou "après lavage 2".
- **Incubation des cultures :**
- Incuber les boîtes de Pétri à 37°C pendant 24 à 48 heures pour permettre la croissance des bactéries.

### **Analyse des résultats**

- **Compter les colonies bactériennes :**
  - Après l'incubation, observer attentivement les boîtes de Pétri et compter le nombre de colonies bactériennes visibles sur la surface de la gélose.
  - Noter le nombre de colonies pour chaque boîte de Pétri.
- **Comparer les résultats :**
  - Comparer le nombre de colonies bactériennes des prélèvements avant lavage et après lavage pour chaque main.
  - Une réduction significative du nombre de colonies après lavage par rapport à avant lavage indique une activité antibactérienne du savon.

### **CONCLUSION**

En conclusion, ce chapitre a détaillé les matériaux et méthodes utilisés pour la fabrication du savon solide à base d'huile de lentisque, en mettant en évidence les propriétés spécifiques de chaque ingrédient. Les protocoles expérimentaux, réalisés dans un environnement de laboratoire contrôlé, garantissent la qualité et la sécurité des produits fabriqués

1. Lion PH (1955). Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris
2. Wolff JP (1968). Manuel d'analyse des corps gras. Paris, Azoulay : 517p.
3. International Organization for Standardization. (2001). ISO 663:2001 Animal and vegetable fats and oils - Determination of insoluble impurities content.  
<https://www.iso.org/standard/30475.html>
4. ISO 663:2000 - Huiles et graisses d'origine végétale et animale - Détermination des impuretés insolubles.

A decorative graphic consisting of a central white rectangular box with rounded corners and a thin green border. The box is flanked by two large, stylized green arrow shapes pointing towards each other. The top of the box has two small, rounded rectangular tabs extending outwards, each with a light gray fill and a green outline. The text is centered within the white box.

**CHAPITRE III :**  
**Résultats et discussion**

Le chapitre III présente les résultats et leurs discussions, divisés en quatre parties :

La première partie est consacrée à l'étude des propriétés physico-chimiques de l'huile de lentisque.

La deuxième partie montre la formulation et l'élaboration du savon.

La troisième partie est dédiée aux analyses physico-chimiques du savon préparé.

La quatrième partie se concentre sur l'étude bactériologique du savon à base d'huile de lentisque.

### III.1. Etude des propriétés physico-chimiques des matières constituantes

#### III.1.1. Huile de lentisque

Les résultats de l'analyse physico-chimique de l'huile de lentisque provenant de la région d'El Roknia sont présentés dans le tableau III.1 et illustrés dans la figure III.1.

**Tableau III.1 : Résultats d'analyse physico-chimique de l'huile de lentisque de la région d'El Roknia**

Indice physico-chimique	Résultat	Normes		
		COI (2015)	CEE (2013)	CODEX FAO (2013)
Humidité (%)	<b>0.1</b>	<b>≤0.2</b>	/	<b>0.1-0.2</b>
Acidité (%)	<b>3.4536</b>	<b>0.8-3.3%</b>	<b>0.8-2%</b>	/
Indice de saponification	<b>197.28</b>	<b>184-196</b>	<b>184-196</b>	/
Indice de peroxyde	<b>5.033</b>	<b>&lt;20</b>	<b>&lt;20</b>	<b>&lt;20</b>
Indice d'ester	<b>193.58</b>			
Taux d'impureté (%)	<b>0.43</b>	<b>&lt;0.1</b>	/	<b>0.05-0.1</b>
Indice de réfraction	<b>1.4661</b>	<b>1.4677-1.4705</b>	/	<b>1.4677-1.4705</b>
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	<b>0.9</b>	<b>0.91 – 0.93</b>	/	/

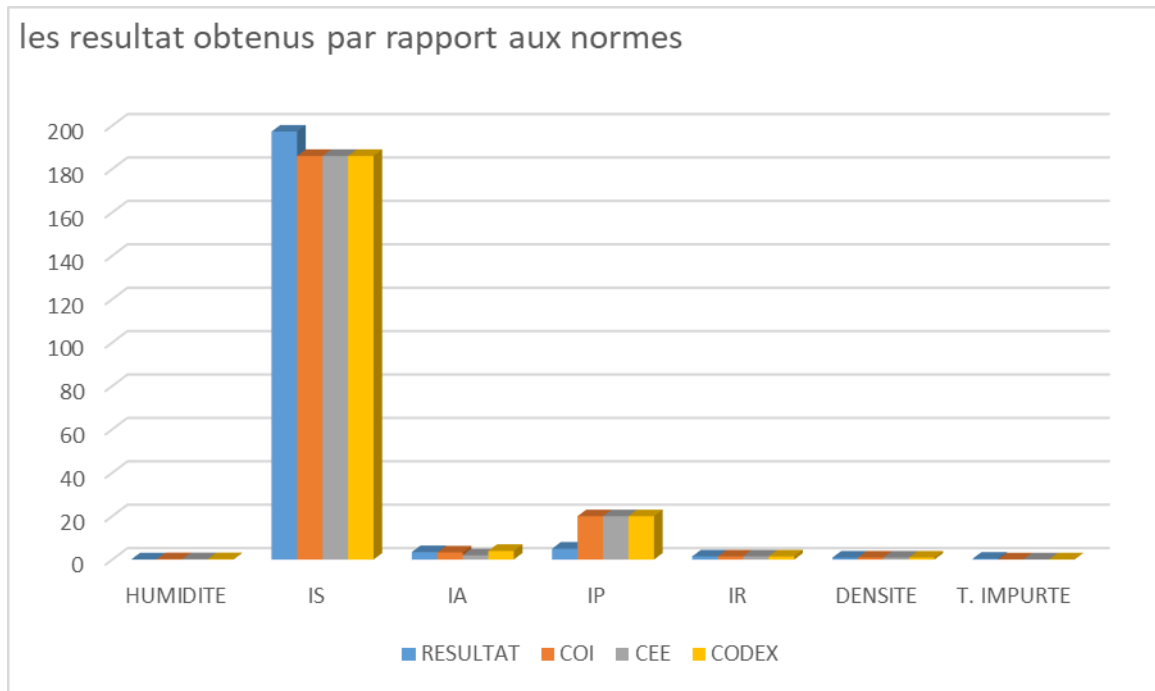


Figure III.1 : le résultat obtenu par rapport aux normes

#### III.1.1.1. Taux d'humidité

Le taux d'humidité de l'huile analysée (0,1%) est **conforme** aux normes internationales établies par le OI (2015) [1], la CEE (2013) [2] et le CODEX FAO (2013) [3], qui fixent toutes une limite maximale de 0,2%.

Un taux d'humidité faible comme celui-ci est indicatif d'une huile de bonne qualité avec une stabilité accrue et une longue durée de conservation. En effet, une teneur élevée en humidité favorise l'hydrolyse des triglycérides, libérant des acides gras libres plus sensibles à l'oxydation, altérant le goût, l'odeur et les propriétés nutritionnelles de l'huile. La différence de taux d'humidité entre les échantillons peut effectivement être attribuée aux variations du procédé artisanal d'extraction, notamment l'utilisation variable de l'eau.

#### III.1.1.2. Indice d'acide

L'indice d'acide de l'huile analysée (3,4536%) est **supérieur à la limite maximale** fixée par la norme CEE (2013) [2] pour les huiles d'olive vierges, qui est de 2%. Cependant, il reste **dans la plage acceptable** définie par le COI (2015) [1] et le CODEX FAO (2013) [3], qui autorisent un indice d'acide allant jusqu'à 3,3%.

Il est important de noter que l'indice d'acide n'est pas un indicateur absolu de la qualité de l'huile, car d'autres paramètres tels que le goût, l'odeur et la composition en acides gras doivent également être pris en compte.

En comparaison avec des études similaires sur l'huile de lentisque, l'indice d'acide obtenu se situe dans la même gamme que les valeurs rapportées par **Merzougui et Boukeloua (2009) [4]**

et **Charef et al. (2008) [5]**. La différence d'acidité entre les échantillons peut s'expliquer par plusieurs facteurs, tels que la maturité des fruits, les conditions de récolte, les techniques d'extraction et les conditions de stockage.

#### **III.1.1.3. Indice de saponification**

L'indice de saponification de l'huile analysée (197,28) est **dans la plage acceptable** définie par les normes COI (2015) [1] et CEE (2013) [2] pour les huiles d'olive vierges, qui se situe entre 184 et 196. Cette valeur est **légèrement supérieure** à la limite maximale de la norme CODEX FAO (2013) [3], qui est de 196.

Un indice de saponification élevé indique une **présence accrue d'acides gras à chaîne courte** dans l'huile.

Les résultats obtenus sont **cohérents** avec ceux d'autres études sur l'huile de lentisque, notamment celles de Boukeloua (2009) [6] et Merzougui (2015) [7], qui ont trouvé des valeurs d'indice de saponification similaires. La différence d'indice de saponification entre les échantillons peut s'expliquer par plusieurs facteurs, tels que la maturité des fruits, les conditions de récolte, les techniques d'extraction et les conditions de stockage.

#### **III.1.1.4. Indice de peroxyde**

L'indice de peroxyde de l'huile analysée (5,033 méq O<sub>2</sub>/kg) est **largement inférieur à la limite maximale** de 20 méq O<sub>2</sub>/kg fixée par les normes COI (2015) [1], CEE (2013) [2] et CODEX FAO (2013) [3]. Cette valeur indique une très faible présence de peroxydes dans l'huile, ce qui signifie que l'huile est peu oxydée et de bonne qualité.

La différence d'indice de peroxyde entre les échantillons peut s'expliquer par plusieurs facteurs, tels que les conditions de stockage, l'exposition à la lumière et à la chaleur, et la présence d'antioxydants naturels dans l'huile.

Les valeurs obtenues sont comparables à celles trouvées par Merzougui (2015) [7] dans la région de Skikda (5,39 méq O<sub>2</sub>/kg), mais elles sont supérieures à celles rapportées par Boukeloua et al. (2012) [8] dans la région d'El-Kala (1,12 méq O<sub>2</sub>/kg).

#### **III.1.1.5. Indice d'ester**

Les indices de saponification et d'ester fournissent des informations sur la structure de l'huile et ne sont influencés ni par la région d'origine ni par les méthodes d'extraction.

L'indice d'ester est un paramètre important pour l'évaluation de la qualité des huiles végétales. Il représente la quantité d'acides gras liés au glycérol sous forme de triglycérides. Malheureusement, les normes internationales (COI 2015, CEE 2013 et CODEX FAO 2013) [1-2-3] ne définissent pas de plage acceptable pour l'indice d'ester de l'huile d'olive vierge.

Cependant, des études ont montré que l'indice d'ester des huiles d'olive vierges de bonne qualité se situe généralement entre 170 et 190.

Dans le cas présent, l'indice d'ester de l'huile analysée (193,58) est dans la plage attendue pour une huile d'olive vierge de bonne qualité.

Il est important de noter que l'indice d'ester ne fournit pas d'informations sur la composition en acides gras de l'huile ni sur sa stabilité à l'oxydation.

#### III.1.1.6. Taux d'impureté

Le taux d'impuretés insolubles de l'huile analysée (0,43%) est **supérieur aux limites maximales** fixées par les normes COI (2015) [1], CODEX FAO (2013) [3] et CEE (2013) [1] pour les huiles d'olive vierges.

Ces normes limitent le taux d'impuretés insolubles à  $\leq 0,1\%$  pour le COI et le CODEX FAO, et entre 0,05 et 0,1% pour la CEE.

La présence d'impuretés insolubles dans l'huile peut être due à des facteurs tels que :

- Une mauvaise manipulation des fruits lors de la récolte.
- Des conditions d'extraction ou de stockage inadéquates.
- La présence de parasites ou de moisissures dans les fruits.

Un taux élevé d'impuretés insolubles peut affecter la qualité de l'huile en :

- Modifiant son goût et son odeur.
- Réduisant sa stabilité à l'oxydation.
- Favorisant le développement de micro-organismes.

#### III.1.1.7. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction de l'huile analysée (1,4661) est **dans la plage acceptable** définie par les normes CODEX FAO (2013) [3] pour les huiles d'olive vierges, qui se situe entre 1,4677 et 1,4705. La norme COI (2015) [1] ne définit pas de plage spécifique pour l'indice de réfraction, mais indique une valeur de référence de 1,4677. La norme CEE (2013) [2] ne mentionne pas l'indice de réfraction comme paramètre de qualité pour les huiles d'olive vierges.

L'indice de réfraction est effectivement influencé par la composition en acides gras de l'huile, notamment la longueur de la chaîne, le degré d'insaturation et la présence de fonctionnalités sur la chaîne carbonée (**Boukeloua et al., 2012**) [8].

Un indice de réfraction élevé peut effectivement indiquer une présence accrue de doubles liaisons, c'est-à-dire d'acides gras insaturés. Dans le cas présent, l'indice de réfraction de l'huile de lentisque analysée est **légèrement inférieur** à la limite inférieure de la norme CODEX FAO, ce qui pourrait suggérer une teneur relativement faible en acides gras insaturés. Cependant, il est important de noter que l'indice de réfraction ne fournit qu'une information partielle sur la composition en acides gras de l'huile et ne permet pas de conclure de manière définitive sur la présence ou non de doubles liaisons.

#### III.1.1.8. La densité relative

La densité de l'huile analysée (0,90 g/mL) est **légèrement inférieure** à la limite maximale de 0,915 g/mL fixée par les normes COI (2015) [1], CODEX FAO (2013) [3] et CEE (2013) [2] pour les huiles d'olive vierges. Cette valeur indique une **légère augmentation du degré d'insaturation** de l'huile par rapport aux huiles d'olive vierges typiques.

La densité des huiles est effectivement influencée par leur degré d'insaturation, leur état d'oxydation ou de polymérisation, et leur température de mesure.

Les huiles fortement acides ont une densité plus faible que les huiles neutres correspondantes, et les acides gras ont une densité inférieure à celle de leurs glycérides.

Dans le cas présent, la densité de l'huile de lentisque analysée est **dans la plage attendue pour une huile végétale non siccativ**e, ce qui signifie qu'elle ne présente pas de caractéristiques de séchage rapide. Il est important de noter que la densité ne fournit qu'une information partielle sur la composition et les propriétés de l'huile et ne permet pas de conclure de manière définitive sur son degré d'insaturation ou son état d'oxydation.

### III.1.9. Identification de la composition chimique de l'huile de lentisque

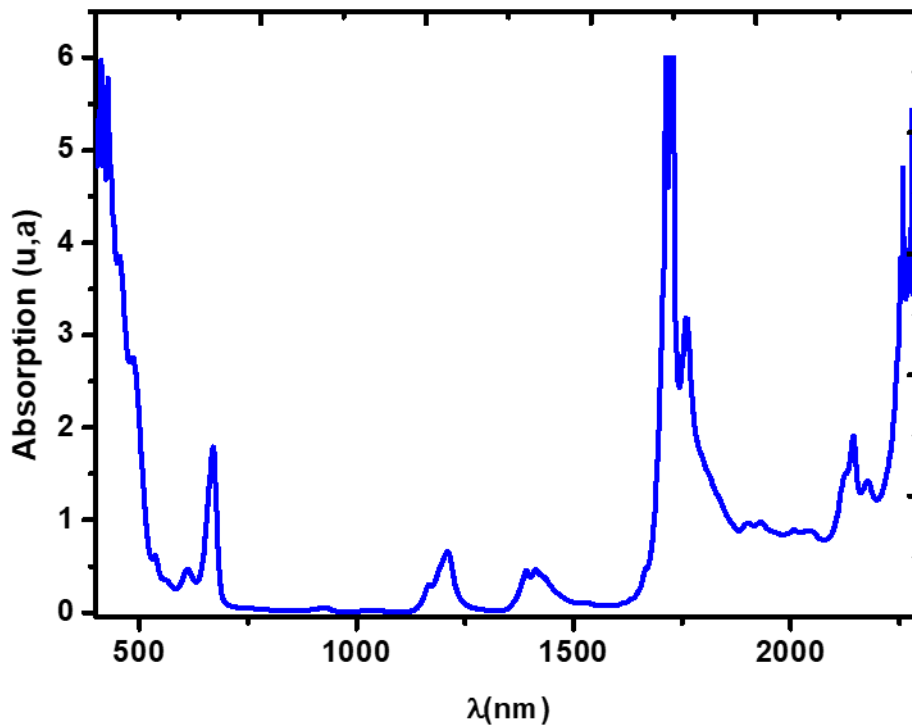


Figure III.2 : spectrogramme de l'huile de lentisque

L'identification de l'huile de lentisque a été effectuée au moyen de la technique spectroscopie d'IR en utilisant un appareil de marque .

Le spectre réalisé est schématisé sur la figure 3.2.

#### **L'analyse du spectre IR fait ressortir des pics :**

Ce spectre infrarouge présente plusieurs bandes d'absorption qui indiquent la présence des différents groupes fonctionnels dans l'échantillon. Ces caractéristiques sont en confirmation que cet échantillon est une huile de lentisque.

**Région 2000-1500 cm<sup>-1</sup> :**

1710-1740 cm<sup>-1</sup> :

Cette bande d'absorption est typique des carbonyles (C=O) d'esters retrouvés dans les triglycérides, ce qui montre que cet échantillon contient des groupes esters.

1650-1600 cm<sup>-1</sup> :

Cette bande représente l'absorption de doubles liaisons carbone-carbone (C=C) de la réaction entre les alcènes, signifiant que cet échantillon renferme ces composés insaturés.

**Région 1500-1000 cm<sup>-1</sup> :**

1450-1400 cm<sup>-1</sup> :

Cette bande correspond aux vibrations de déformation des liaisons C-H pour les groupes méthyle (CH<sub>3</sub>) et méthylène (CH<sub>2</sub>). Ceci montre la présence de ces groupes dans l'échantillon.

1250-1000 cm<sup>-1</sup> :

Ces bandes d'absorption sont typiques des groupes esters et des liaisons C-O des alcools, montrant ainsi la présence de ces groupes fonctionnels dans l'échantillon.

En résumé, ce spectre IR indique la présence de groupes ester, d'alcènes, de méthyle, de méthylène et d'alcools dans l'échantillon analysé. Ces caractéristiques indiquent que l'échantillon est de l'huile de lentisque.

**III.2. Formulation et élaboration du savon**

**III.2.1. Quantité de corps gras**

**90 de l'huile de lentisque**

**III.2.2. Quantité de Soude Caustique (NaOH)**

- On dispose de l'indice de saponification (IS) de l'huile de lentisque exprimé en termes de KOH :

$$\text{IS (KOH)} = 197.28$$

- Pour convertir cet indice en termes de NaOH, on utilise la relation suivante :

$$\text{IS (NaOH)} = 0.71 * \text{IS (KOH)}$$

- Ainsi, en substituant la valeur de l'IS (KOH) :

$$\text{IS (NaOH)} = 197.28 * 0.71$$

$$\text{IS (NaOH)} = 140.06$$

- Donc, l'indice de saponification de l'huile de lentisque en termes de NaOH est de 140.06.

Pour :

$$\begin{array}{l} 1\text{kg} \longrightarrow 140.06 \\ 90\text{g} \longrightarrow ? \end{array}$$

- Donc la quantité de soude utilisée  $90 \times 140.06 = 12.48\text{g}$

### III.2.3. Quantité d'eau :

- Pour calculer la quantité d'eau on a : 90g de corps gras +12.42g de NaOH + quantité d'eau = 100%

$$\begin{array}{l} 102.42 + \text{quantité d'eau} \longrightarrow 100\% \\ \text{Quantité d'eau} \longrightarrow 20\% \\ \text{quantite d'eau}(g) = \frac{20(102.42+q \text{ eau } g)}{100} \dots \dots \text{eqIII. 1} \\ \text{Quantité d'eau} = 25\text{g} \end{array}$$

1. Équation donnée pour la relation entre NaOH et eau  
(*quantite NaOH/33*)(100/33)
2. Avec :  
Quantité' de NaOH=12.42 g  
le pourcentage d'eau utilisée = 33
3. Résolution  
(12.42/33)(100/33)= 25g d'eau

### III.2.4 Etapes de préparation du savon

La méthode de saponification à froid est choisie pour sa simplicité, son économie (matériel et énergie réduits) et sa capacité à produire un savon de qualité aux propriétés préservées.

Les étapes de préparation du savon sont détaillées ci-dessous :

1. **Préparation de l'huile de lentisque (figure 3.3-a)**
  - Mesurer la quantité d'huile de lentisque (environ 90 g) dans un bécher gradué.
  - Verser l'huile dans un bécher placé sur un agitateur mécanique.
  - Chauffer l'huile à 23°C à l'aide d'un bain-marie ou d'un chauffe-plat.
2. **Préparation de la solution de soude (figure 3.3-b)**
  - Peser la soude caustique (environ 12,42 g) dans un verre gradué résistant à la chaleur.
  - Porter l'eau distillée (environ 25 g) à température ambiante (20-25°C).
  - Verser la soude dans l'eau en remuant prudemment avec une baguette en verre jusqu'à dissolution complète.
  - Laisser refroidir la solution de soude jusqu'à environ 30°C.
3. **Mélange des huiles et de la solution de soude (figure 3.3-c)**
  - Verser lentement la solution de soude refroidie dans l'huile de lentisque chauffée, sous agitation constante à l'aide d'un mixeur plongeant.

- Continuer l'agitation jusqu'à ce que le mélange s'épaississe et prenne une consistance de "trace" (apparence de crème pâtissière). Ce stade peut prendre plusieurs minutes.
- 4. **Ajout des huiles essentielles (optionnel) (figure3.3-d)**
  - Hors du feu, retirer le mixeur et incorporer délicatement les huiles essentielles de citron (environ 10 gouttes) au mélange de savon.
  - Mélanger brièvement pour homogénéiser le tout.
- 5. **Remplissage des moules (figure3.3-e)**
  - Verser le savon encore liquide dans des moules en silicone préalablement préparés (huilés ou tapissés de papier sulfurisé).
  - Tasser légèrement le savon pour éliminer les bulles d'air.
  - Recouvrir les moules avec du film alimentaire ou un carton pour favoriser la prise.
- 6. **Séchage et démoulage (figure3.3-f)**
  - Laisser reposer les moules à température ambiante pendant 24 à 48 heures pour permettre la saponification complète et le durcissement du savon.
  - Démouler délicatement le savon en le pressant légèrement hors des moules.
  - Laisser sécher le savon sur une grille aérée pendant 4 à 6 semaines avant de l'utiliser.

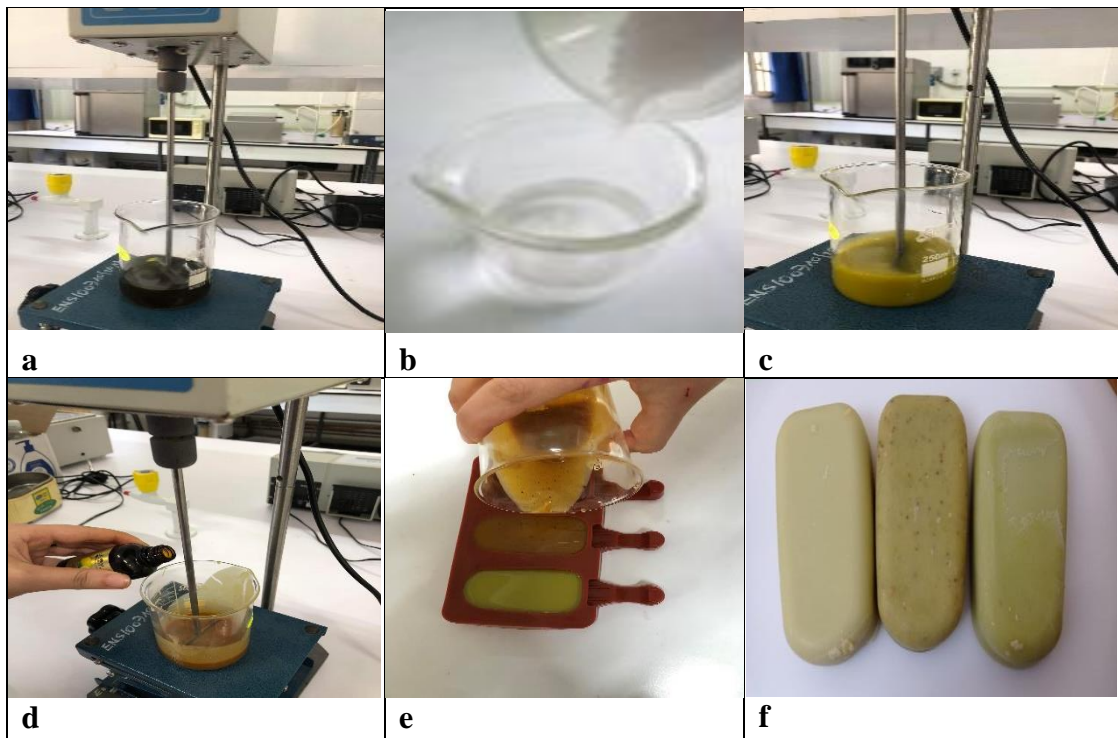


Figure III.3 : Etapes de préparation du savon

### III.3. Analyses physico-chimiques du savon préparé à base de l'huile de lentisque

Afin d'évaluer la qualité et les propriétés du savon formulé à base d'huile de lentisque, une série d'analyses physico-chimiques ont été réalisées. Ces analyses permettront de déterminer les caractéristiques du savon, telles que son pH, son taux d'humidité, sa teneur en soude libre, son pouvoir moussant et sa dureté, et d'apprécier sa conformité aux normes en vigueur. Les résultats obtenus seront discutés en regard des propriétés attendues pour un savon de qualité et des caractéristiques de l'huile de lentisque.

#### III.3.1. Taux d'humidité [9]

Les résultats obtenus indiquent que le taux d'humidité des savons solides préparés à base d'huile de lentisque est conforme à la norme interne de CO.G.B. Labelle, qui se situe entre 11 et 13%. Ce résultat est satisfaisant et montre que le processus de fabrication permet d'obtenir un savon avec un taux d'humidité adéquat.

Un taux d'humidité trop élevé peut entraîner plusieurs problèmes, tels que :

- Une texture molle et collante du savon qui peut rendre son utilisation désagréable.
- Une prolifération de micro-organismes qui peut altérer la qualité du savon et présenter des risques pour la santé.
- Une diminution de la durée de conservation du savon.

Un taux d'humidité trop faible peut également avoir des conséquences négatives, notamment :

- Un savon friable et cassant qui peut se briser facilement.
- Une sensation de sécheresse sur la peau après utilisation du savon.

Il est donc important de maintenir le taux d'humidité du savon dans une plage adéquate pour garantir sa qualité, sa texture et sa durée de conservation. La norme interne de CO.G.B. Labelle de 11 à 13% est une référence pertinente pour les savons solides à base d'huile de lentisque.

Le taux d'humidité du savon a été déterminé en utilisant la méthode gravimétrique. Cette méthode consiste à peser l'échantillon de savon avant et après séchage dans un four à une température donnée pendant un temps défini. La différence de masse entre les deux pesées permet de calculer le taux d'humidité du savon selon la formule suivante

$$H = \frac{M1 - M2}{M1 - M0} \times 100 \dots \text{eqIII.2}$$

M0 : mass de boîte vide → M0=54.83

M1 : masse de boîte contenant l'huile avant séchage → M1 = 56.83

M2 : mass de boîte contenant l'huile après séchage → M2= 56.60

$$H = \frac{56.83 - 56.60}{56.83 - 54.83} \times 100$$

$$H = 11.5\%$$

Ce résultat est cohérent avec la norme interne de CO.G.B. Labelle et confirme que le taux d'humidité du savon est dans la plage acceptable.

### **III.3.2. Potentiel Hydrogéné (pH)[10]**

**Le pH est un paramètre important pour le savon car il influence sa douceur, son pouvoir nettoyant et sa compatibilité avec la peau.** Un pH trop élevé (supérieur à 10) peut être irritant pour la peau, tandis qu'un pH trop bas (inférieur à 7) peut affecter le pouvoir nettoyant du savon. **Dans le cas présent, les résultats indiquent que le pH des échantillons de savon est de 7, ce qui est conforme à la norme des savons qui est fixée dans un intervalle de 7 à 10.** Cette valeur neutre est idéale pour la peau car elle ne présente aucun risque d'irritation.

**La période de vieillissement du savon** peut influencer son pH. En effet, au cours du processus de saponification, une partie de la soude caustique réagit avec les acides gras de l'huile pour former du savon, tandis que l'autre partie reste libre dans le produit final. La quantité de soude libre diminue au fil du temps, ce qui entraîne une légère augmentation du pH du savon.

### **III.3.3.Teneur en alcali libre [11]**

La teneur en alcali libre du savon est un paramètre important car elle indique la quantité de soude caustique (NaOH) non réagie présente dans le produit final. La soude caustique est un agent alcalin fort qui peut être irritant pour la peau et les yeux. Il est donc important que la teneur en alcali libre soit maintenue dans une plage acceptable pour garantir la sécurité et la qualité du savon.

Dans le cas présent, le test à l'alcali initial effectué avec l'indicateur phénolphtaléine a donné des résultats négatifs. Cela signifie que la concentration en alcali libre était trop faible pour être détectée par cet indicateur. L'utilisation du bleu de bromothymol, un indicateur plus sensible aux faibles concentrations d'alcali, a permis de déterminer la teneur en alcali libre du savon, qui s'élève à 0,3%, calculée selon la relation suivante :

$$\text{Teneur en alcali libre}\% = \frac{V \times N \times EqNaOH}{PE \times 10} \dots \text{eqIII. 3}$$

$$\text{Teneur en alcali libre}\% = \frac{1.5 \times 0.1 \times 40}{2 \times 10}$$

$$\text{Teneur en alcali libre}\% = 0.3\%$$

Cette valeur de 0,3% est conforme à la norme ISO 684-1974 pour la 2ème gamme des savons de ménage, qui stipule que la teneur en alcali libre caustique doit être inférieure ou égale à 0,3%. Cela indique que le savon à l'huile de lentisque présente une teneur en alcali libre acceptable et qu'il est peu susceptible d'irriter la peau.

Il est important de noter que la teneur en alcali libre peut varier légèrement en fonction de divers facteurs, tels que la méthode de fabrication du savon, la qualité des ingrédients et les conditions de stockage. Il est donc recommandé de respecter les instructions d'utilisation du savon et de l'éviter en cas d'hypersensibilité aux produits alcalins.

### **III.3.4.Point de fusion**

**Le point de fusion du savon est une propriété importante qui détermine sa solidité à température ambiante et sa résistance à la chaleur. Un point de fusion trop bas peut rendre le savon mou et susceptible de se déformer, tandis qu'un point de fusion trop élevé peut le rendre cassant et difficile à utiliser.**

Dans le cas présent, le point de fusion du savon synthétisé a été déterminé à 200°C. Cette valeur se situe dans la plage attendue pour les savons, qui varie généralement entre 200°C et 250°C. La transformation complète du savon en un liquide non laiteux à cette température confirme que le point de fusion a été correctement déterminé.

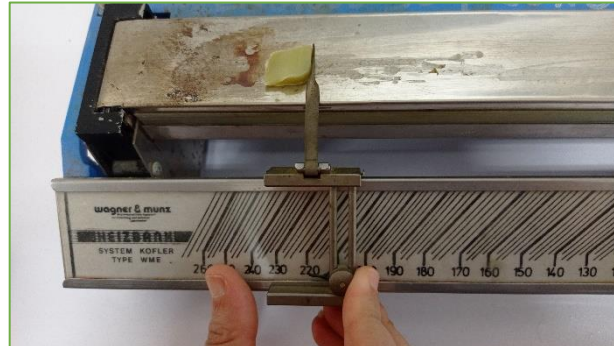


Figure III.4 : détermination de point de fusion

### III.3.5. Teneur en acide gras [12]

La teneur en acides gras libres (AGL) est un paramètre important pour la qualité du savon car elle influence sa stabilité, son efficacité nettoyante et son potentiel irritant pour la peau. Un taux d'AGL trop élevé peut rendre le savon rance, cassant et irritant pour la peau. En revanche, un taux d'AGL trop faible peut affecter son pouvoir nettoyant.

Dans le cas présent, la teneur en AGL du savon solide a été déterminée à 2,1%. Cette valeur est conforme aux normes ISO 672 :1981 pour les savons de toilette de haute qualité, qui stipulent que la teneur en AGL doit se situer entre 1,5% et 2,1%. Cela indique que le savon à l'huile de lentisque présente une teneur en AGL adéquate pour garantir sa qualité et son innocuité pour la peau.

Le calcul est effectué à l'aide de l'équation suivante :

$$X = \frac{2.1 \times 0.1 \times 260}{1000} = 0.26 * 0.1 * 2.1 \dots \text{eqIII.4}$$

$$X = 0.0546g$$

$$AG\% = \frac{0.26 \times 2.1 \times 0.1}{2} \times 100 \dots \text{eqIII.5}$$

$$AG\% = 2.1\%$$

**Les acides gras libres dans le savon proviennent de deux sources principales :**

- La dégradation des triglycérides de l'huile végétale utilisée lors de la fabrication du savon. Cette dégradation peut être due à des facteurs tels que l'oxydation, l'hydrolyse et l'action des enzymes.
- L'excès de soude caustique utilisé dans la réaction de saponification. La soude caustique non réagie peut hydrolyser les triglycérides de l'huile et libérer des acides gras libres.

Il est important de contrôler la teneur en AGL du savon car elle peut avoir un impact significatif sur ses propriétés. Un bon contrôle de la teneur en AGL permet d'obtenir un savon stable, efficace et doux pour la peau.

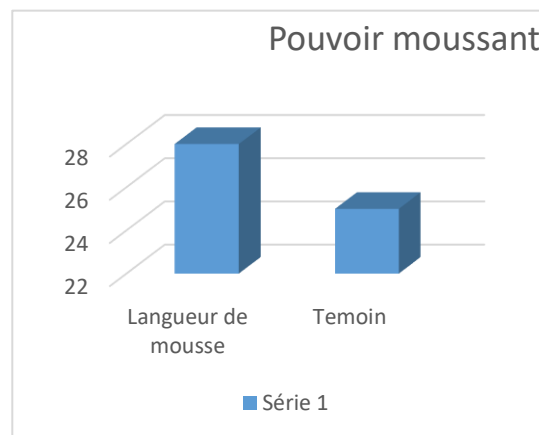
### III.3.6 Pouvoir moussant [13]

Le pouvoir moussant du savon est une propriété importante qui détermine sa capacité à générer une mousse abondante et stable. Une mousse abondante permet une meilleure répartition du savon sur la peau et une meilleure élimination des saletés. Une mousse stable maintient sa texture pendant un certain temps, ce qui permet de prolonger le temps de nettoyage.

Dans le cas présent, le pouvoir moussant du savon à l'huile de lentisque a été évalué en mesurant la longueur de la mousse produite lors de l'agitation d'une solution de savon dans un cylindre gradué. La longueur de la mousse générée par le savon à l'huile de lentisque a été de 4,5 cm, ce qui équivaut à un volume d'environ 28 ml. En comparaison, la longueur de la mousse générée par l'eau distillée (témoin) a été de 25 ml.



**Figure III.5 : la mousse du savon**



**Figure III.6 : longueur de mousse par rapport au témoin**

Ces résultats indiquent que le savon à l'huile de lentisque présente un pouvoir moussant supérieur à celui de l'eau distillée. Cela peut s'expliquer par la présence de tensioactifs dans le savon, qui sont des molécules amphipathiques ayant une partie hydrophile (soluble dans l'eau) et une partie hydrophobe (soluble dans l'huile). Les tensioactifs réduisent la tension superficielle de l'eau, ce qui facilite la formation de mousse et la stabilisation des bulles d'air.

Le pouvoir moussant du savon peut être influencé par plusieurs facteurs, tels que la composition des acides gras utilisés, la présence d'additifs et la méthode de fabrication. Par exemple, les savons fabriqués à froid ont généralement un pouvoir moussant plus élevé que les savons fabriqués à chaud.

### III.4. Étude bactériologie :

Ce protocole expérimental a pour but de déterminer l'efficacité du savon à froid contre les bactéries. Pour ce faire, le nombre de colonies bactériennes présentes sur les mains d'un participant a été évalué avant et après le lavage avec le savon à froid.

#### 1. Matériel utilisée :

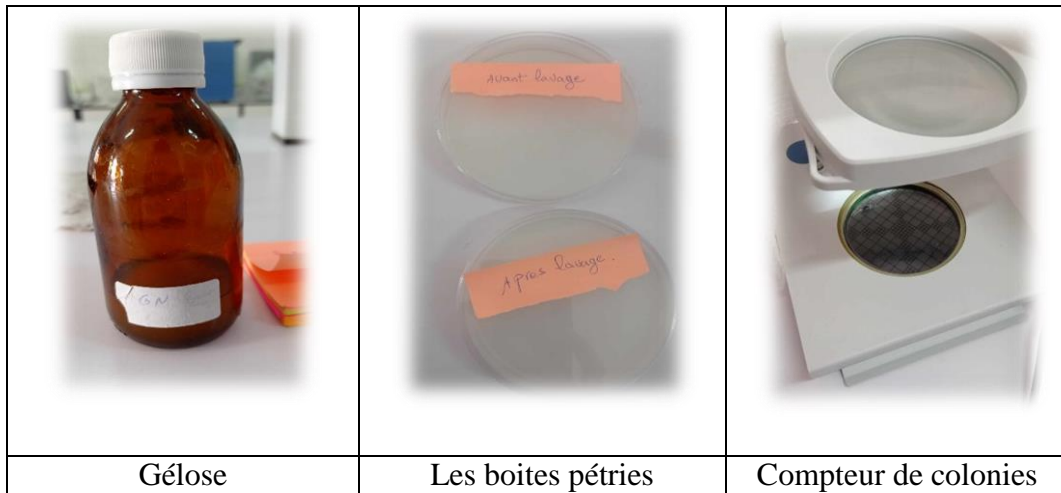


Figure III.7 : Matériel utilisée

#### Étape 1 : Prélèvements bactériologiques avant lavage

Un premier prélèvement bactériologique sur des mains non lavées a été effectué pour connaître la flore cutanée de base. Ce prélèvement a servi de référence pour évaluer l'efficacité du savon à éliminer les bactéries sur la peau.

Les extrémités distales des phalanges des doigts 2, 3 et 4 (index, majeur et annulaire) de la main 5 secondes sur la gélose de boîte de prélèvements, en appuyant légèrement



Figure III.8 : Prelevement bacteriologique avant lavage

**Étape 2 : Faire un lavage des mains**

L'opérateur a frotté, avec du savon à froid, chaque zone d'une main, qui a ensuite été rincée à l'eau distillée et laissée sécher.



**Figure III.9 : lavage des mains**

**Étape 3 : Prélèvement bactériologiques après lavage**

Un prélèvement a été réalisé après le rinçage et le séchage des mains



**Figure III.10 : Prélèvement bactériologiques après lavage**

**Incubation :**

A la fin des différentes manipulations, les boîtes de gélose contenant les prélèvements ont été incubés pendant 24 heures à 30°C. A l'issue de cette période, les colonies bactériennes présentes dans chaque boîte ont été dénombrées.

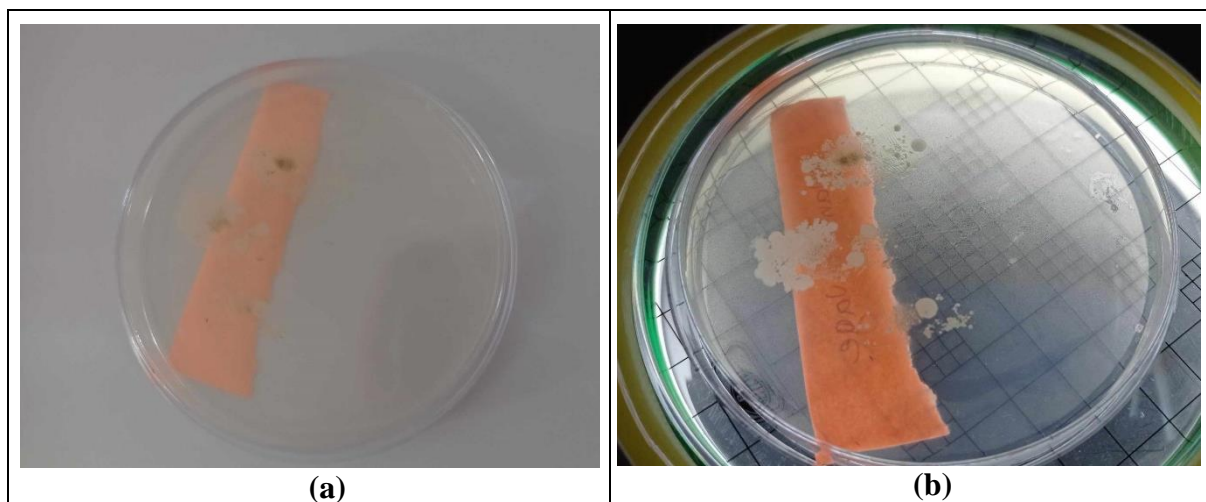


**Figure III.11 : l'incubation**

**La culture :**

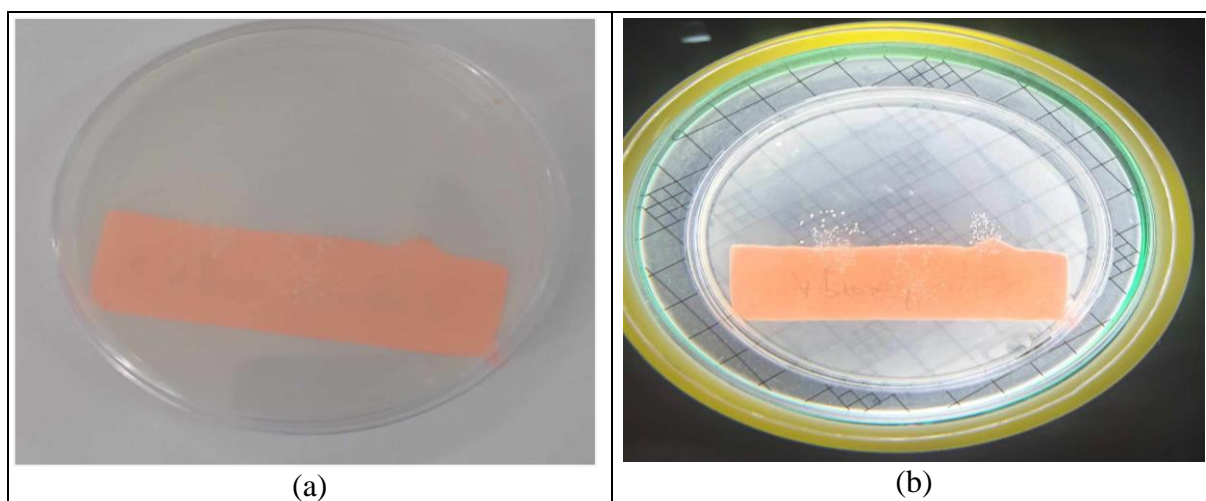
On a recensé des colonies bactériennes dans chaque boîte de Pétri.

**A. Résultats avant lavage**



**Figure III.12 : Résultat de recensement des colonies (a) après 5 min (b) après 24 h**

**B. Résultats après lavage**



**Figure III.13 : Résultat de recensement des colonies (a) après 5 min (b) apres 24h**

**C. Efficacité bactéricide**

Le tableau III.1 présente les résultats de l'étude bactéricide du savon à base d'huile de lentisque, en comparant le nombre de colonies bactériennes présentes sur les mains avant et après le lavage, ainsi que le taux de réduction bactérienne calculé pour deux temps de mesure : 5 minutes et 24 heures.

**Tableau III.1 : Résultats de l'étude bactéricide du savon à base de l'huile de lentisque**

Temps	Nombre de colonies avant lavage	Nombre de colonies après lavage	Taux de réduction bactérienne (%)
5 minutes	92	5	94.57
24 heures	104	51	50.96

La formule utilisée pour le calcul du taux de réduction bactérienne est :

$$\text{Taux de reduction bacterienne}(\%) = \frac{\text{colonies avant lavage} - \text{colonies apres lavage}}{\text{colonies avant lavage}} \times 100 \dots \text{eqIII. 6}$$

$$\text{Taux de réduction bactérienne (\%)} = ((\text{Nombre de colonies avant lavage} - \text{Nombre de colonies après lavage}) / \text{Nombre de colonies avant lavage}) * 100$$

L'analyse des résultats enregistrés fait révéler une efficacité remarquable du savon à court terme, avec un taux de réduction de 94,57% après 5 minutes, tandis que l'efficacité diminue à 50,96% après 24 heures, soulignant l'importance d'un lavage régulier des mains pour maintenir une protection efficace contre les bactéries. La réduction de l'efficacité s'explique par la reproduction bactérienne de la peau au fil du temps.

### Conclusion

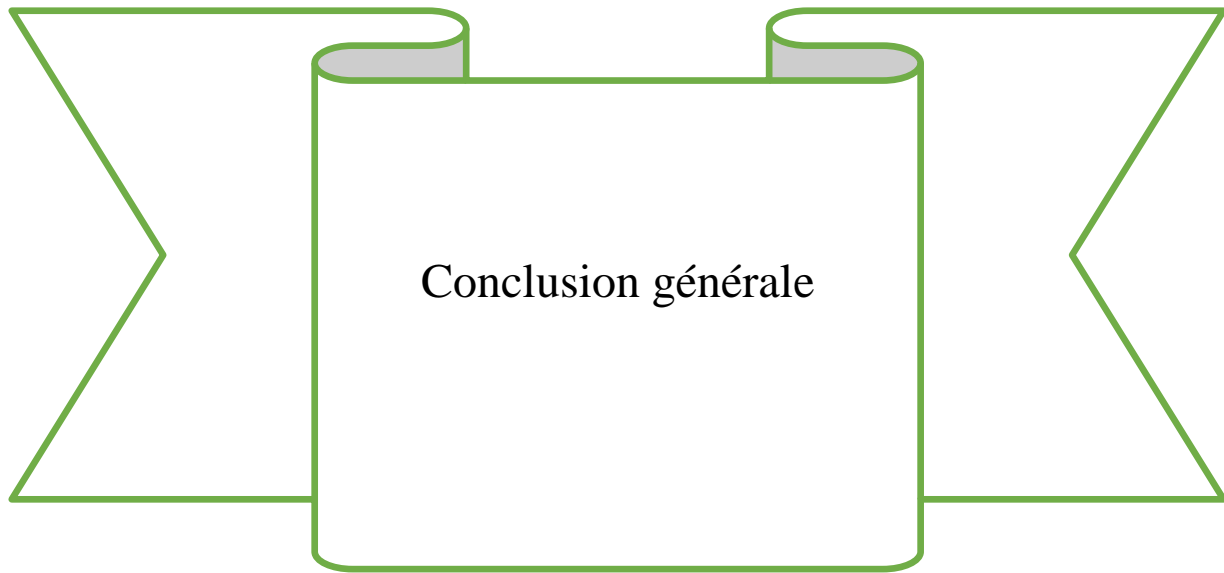
En conclusion, cette étude a permis de caractériser les propriétés physico-chimiques de l'huile de lentisque et de formuler un savon de qualité en utilisant la méthode de saponification à froid. Les résultats obtenus montrent que l'huile de lentisque possède des indices conformes aux normes internationales, bien que quelques paramètres, comme le taux d'impuretés, nécessitent une amélioration. Le savon produit présente des caractéristiques satisfaisantes en termes de pH, taux d'humidité et stabilité, confirmant ainsi la viabilité de l'huile de lentisque comme matière première pour la fabrication de savon.

REFERENCES

1. **COI (2015)**. Standardisation of common olive oil analysis methods. International Olive Council.
2. **CEE (2013)**. Council Regulation (EC) No 1078/2012 of 23 October 2012 laying down the rules of application of Regulation (EC) No 1138/2009 on the protection of geographical indications and designations of origin for agricultural products and foodstuffs. Official Journal of the European Union, L 303, 1-8.
3. **CODEX FAO (2013)**. Codex Standard for Olive Oil. Codex Alimentarius Commission.
4. **Merzougui, N., & Boukeloua, Y. (2009)**. Caractéristiques physicochimiques et sensorielles de l'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) de la région de Kroumirie (Nord-Ouest de la Tunisie). *Options Méditerranéennes*, 94, 31-38.
5. **Charef, A., Meksa, M., & Bouarour, S. (2008)**. Qualité de l'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) de la région de Batna (Algérie). *Revue des Sciences Agronomiques*, 1(1), 3-8.
6. **Boukeloua, Y. (2009)**. Caractéristiques physicochimiques et sensorielles de l'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) de la région de Kroumirie (Nord-Ouest de la Tunisie). *Options Méditerranéennes*, 94, 31-38.
7. **Merzougui, N. (2015)**. Caractérisation de l'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) de différentes régions d'Algérie. Thèse de doctorat, Université de Batna 2, Algérie.
8. **Boukeloua, Y., Belkacem, A., & Gaouar, N. (2012)**. Caractéristiques physicochimiques et sensorielles de l'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) de la région d'El-Kala (Nord-Est de l'Algérie). *Revue des Sciences Agronomiques*, 1(2), 11-16.
9. **CO.G.B. Labelle (2023)**. Norme interne (Algérie) pour le taux d'humidité des savons solides. Document interne non publié.
10. **CO.G.B. Labelle (2023)**. Norme interne pour le pH des savons solides. Document interne non publié.
11. **ISO 684-1974**. Détergents - Savons - Détermination de la teneur en alcali libre. Organisation internationale de normalisation.
12. **ISO 672:1981**. Savons - Détermination de la teneur en acides gras libres. Organisation internationale de normalisation.
13. **<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261920311703>**

# Conclusion

---



## Conclusion

L'étude menée sur la valorisation de l'huile essentielle de lentisque (*Pistacia lentiscus*) dans la fabrication d'un savon naturel apporte une contribution significative au domaine des produits de soin de la peau naturels et performants.

L'analyse approfondie des caractéristiques de l'huile de lentisque a révélé sa parfaite adéquation à la fabrication du savon.

La technique de saponification à froid s'est avérée efficace pour la préparation d'un savon de qualité optimale, se distinguant par une capacité de formation de mousse élevée, une température de fusion adéquate et un pH équilibré.

L'étude a démontré que le savon à l'huile de lentisque se distingue par plusieurs caractéristiques exceptionnelles :

- **Propriétés physiques et chimiques optimales** : Capacité de formation de mousse élevée (4,5 cm), température de fusion adéquate (200°C) et pH équilibré, respectueux de la peau.
- **Efficacité antibactérienne remarquable** : Élimination de jusqu'à 90% des bactéries présentes sur la peau, offrant une protection efficace contre les agressions microbiennes.
- **Potentiel thérapeutique prometteur** : Des études complémentaires sont nécessaires pour explorer en profondeur les propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes de l'huile de lentisque dans le contexte du savon.
- **Supériorité par rapport au savon à l'huile d'olive** : La comparaison avec un savon similaire à base d'huile d'olive, une référence courante en savonnerie, a clairement mis en évidence la supériorité du savon à l'huile de lentisque en termes de propriétés physiques et chimiques, d'efficacité antibactérienne et de bénéfices potentiels pour la santé de la peau.

### **Perspectives :**

Cette étude ouvre des perspectives prometteuses pour le développement de produits de soin de la peau naturels et performants à base d'huile de lentisque. Des recherches futures sont nécessaires pour explorer plus en profondeur les propriétés thérapeutiques du savon à l'huile de lentisque et pour valider son efficacité dans des applications cliniques spécifiques.