



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
*République Algérienne Démocratique et Populaire* N série:.....  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي  
*Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED*  
كلية علوم الطبيعة و الحياة  
*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*  
قسم البيولوجيا الخلوية والجزئية  
*Département de biologie Cellulaire et Moléculaire*

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en  
Sciences biologiques  
Spécialité : Biochimie appliquée

### THEME

**Contribution à la production du savon à base d'extrait  
de spiruline**

**Présentés Par :**

Mlle Ben Namia Hania

Mlle Dekkoui Hadil

**Devant le jury composé de:**

<b>Présidente</b>	Mme. Mahboub Nasma	M.C.A	Université d'El Oued
<b>Examineur</b>	Mr. Khelef Yahia	M.C.B	Université d'El Oued
<b>Promoteur</b>	Mr. Kiram Abdrezzak	M.A.A	Université d'El Oued

**Année Universitaire: 2022-2023**



Nous remercions Dieu Tout-Puissant qui nous a permis de mener cette recherche scientifique et l'a inspirée avec la santé, le bien-être et la détermination.

Nous adressons nos sincères remerciements et notre gratitude au Prof. Dr./Superviseur Kiram Abderrzak, pour tous les conseils et précieuses informations qu'il nous a fournis, qui ont contribué à l'éloge du sujet de notre étude dans ses différents aspects. Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du comité de discussion estimé

Et n'oublions pas d'adresser nos sincères remerciements à tous les professeurs respectés de l'Université El-chahid Hamma Lakhdar, Faculté de science de nature et de la vie. Nous vous disons merci beaucoup pour tous vos efforts.



# اهداء

"وأخر دعوانهم أن الحمد لله رب العالمين"

الحمد لله الذي ما تم جهد ولا حُتِمَ سعيٌ إلا بفضلِهِ وما تخطيت هذه الصعوبات و العقبات إلا بتوفيقه

ومعونته فلك المحامد كلها و الحمد لله على التمام

إلى ذلك الرجل العظيم الى ضوء عتمتي وشمعه أملني إلى أول أسباب نجاحي بعد الله وأجمل نعمه علي إلى

والذي

إلى معنى الحب والحياة والتفاني إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من وضع المولى سبحانه وتعالى الجنة تحت

أقدامها إلى أُمِّي

إلى إخوتي بهجتي في هذه الدنيا إلى **بشير، يعقوب، يوسف**، إلى أختي الوحيدة **أسماء** جوهري الثمينة

إلى عائلتي كل باسمه

إلى كل من كان لهم أثر على حياتي وإلى كل من أحبهم قلبي ونسبهم قلبي

إلى متكأَي كتفي واكتفائي إلى أحدهم

إلى فلسطين الحبيبة



هنية



الحمد لله على ما باركت لي يا الله في سعيي فلك الشكر على نجاحي وإتمام فرحتي وتوفيقني ولك الفضل

في الأولى والآخرة.

**والدي العزيز:**

إلى صاحب الوجه الطيب، السند الدائم و الظهر الدائم، الذي لم يخل علي بأي شيء طيلة حياته من سعي لأجل راحتي ونجاحي، أعظم الرجال في الكون، أطال الله عمره.

**والدتي الحبيبة:**

إلى من أفضلها على نفسي ولما لا، ساندتي بكل ما أوتيت من حيل في صلاتها ودعائها المخلص، سهرت الليالي لتنير دربي من أستمد منها قوتي ، أروع امرأة في الوجود.

**اخوتي:**

إلى من تحلو بهم أيامي، عبير، حنين، زهرات حياتي وكنزي الغالي، إلى ابنة اختي تالين الحفيدة الأولى لنا وفرحة البيت، إلى أخوي عبد النور ، رضوان ، بارك الله لي فيهما.

**احبائي:**

إلى الأهل و الاصدقاء الذين رافقوني وشجعوا خطواتي عندما غالبتها الأيام ،

إلى اقرب الناس الى روحي و قلبي حفظك الله، لكم مني حيي وامتناني



## Sommaire

<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Introduction générale .....</b>	<b>01</b>
<b>Partie bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : généralités sur la spiruline</b>	
I.1. Définition et caractéristique.....	05
I.2. Morphologie de spiruline .....	05
I.3. Reproduction et cycle biologique .....	06
I.4. Classification taxonomique .....	07
I.5. Habitat et répartition géographique .....	08
I.6. La croissance .....	08
I.7. Composition chimiques .....	08
I.7.1. Protéine.....	09
I.7.2. Glucides.....	09
I.7.3. Lipides.....	09
I.7.4. Vitamines.....	10
I.7.5. Minéraux.....	11
I.7.6. Pigments et photosynthèse .....	12
I.8. Les bienfaits de spiruline .....	12
I.8.1. Un complément alimentaire.....	12
I.8.2. Activité biologique.....	12
I.8.3. Effet sur la peau et les phanères.....	14
I.8.4. Effet Contre le diabète, l'obésité et la circulation sanguine.....	14
I.9. Toxicologie .....	14
<b>Chapitre II: généralités sur le savon</b>	

II.1. Histoire de savon.....	17
II.2. Définition de savon.....	17
II.3. la réaction de saponification .....	19
II.4. mode d'action .....	19
II.4.1. Formation des Micelles .....	19
II.4.2. Propriétés détergentes .....	20
II.5. Les propriétés physico-chimiques du savon.....	21
II.5.1. Le point de fusion .....	21
II.5.2. Pouvoir mouillant .....	22
II.5.3. Pouvoir émulsifiant.....	22
II.5.4. Pouvoir dispersant.....	22
II.5.5. Pouvoir moussant.....	22
II.6. Les types de savon .....	22
II.6.1. Savon suivant l'aspect ou la composition .....	22
II.6.1.1.Savon dur.....	22
II.6.1.2.Savon liquide ou mou .....	23
II.6.2. Savon suivant la provenance géographique .....	23
II.6.2.1. Savon d'Alep .....	23
II.6.2.2. Savon de Marseille.....	24
II.6.2.3. Savon Azul Branco.....	24
II.6.2.4. Savon de Castille .....	24
II.6.3. Savon suivant L'usage .....	24
II.6.3.1. Savonnette .....	24
II.6.3.2. Savon de ménage .....	25
II.6.3.3. Savon médical.....	25
II.6.3.4. Savon dentifrice.....	25

II.6.3.5. Savon ponce .....	25
II.7. Les matières premières essentielles pour la fabrication du savon.....	25
II.8. Les huiles essentielles pour la fabrication de savon .....	25
II.8.1. Huile d'olive.....	25
II.8.2. Huile de palme.....	25
II.8.3. Huile de ricin .....	26
II.8.4. Huile de coco.....	26
II.9. Mécanisme de fabrication du savon .....	27
II.9.1. La procédé à froid .....	27
II.9.2. Méthode à chaud .....	27
II.9.3. Procédé semi-chaud .....	27
<b>Chapitre 03: généralités sur la peau</b>	
III.1. La peau.....	30
III.2. La structure de la peau.....	30
III.2.1. l'épiderme.....	30
III.2.2. Le derme.....	33
III.2.3. La jonction dermo-épidermique.....	34
III.2.4. L'hypoderme.....	34
III.3. Les fonctions de la peau.....	35
III.3.1. Fonction protectrice.....	35
III.3.2. Fonction de sensation.....	35
III.3.3. Fonction de régulation thermique.....	35
III.3.4. Participation à la régulation métabolisme générale.....	35
III.3.5. Participation à l'immunité.....	36
III.4. Les types de la peau.....	36
III.4.1. La peau normal .....	36
III.4.2. La peau grasse.....	36
III.4.3. La peau sèche.....	36

III.4.4. La peau mixte.....	37
III.4.5. La peau sensible.....	37
III.5. Le soleil et la peau.....	37
III5.1. La lumière du soleil.....	37
III.5.2. Les rayonnement ultraviolet et son effet néfaste sur la peau.....	37
III.6. Les problèmes de la peau.....	38
III.6.1. Vieillessement de la peau..	38
III.6.2. Acné.....	38
III.6.3. Cancer de la peau.....	39
III.6.4. Rosacée.....	40
III.6.5. Eczéma.....	40
III.6.6. Brûlures.....	40
<b>Parti pratique</b>	
<b>Objectif de l'étude.....</b>	44
<b>Chapitre I : Matériel et Méthodes</b>	
I.1. Matériels .....	46
I.1.1. Matériels de la préparation du savon .....	46
I.1.1.1. Spiruline .....	46
I.1.1.2. Huile d'olive .....	46
I.1.1.3. Huile de noix de coco .....	46
I.1.1.4. Huile de ricin .....	46
I.1.1.5. Huile de palme .....	46
I.1.1.6. Hydroxyde de Sodium (NaOH) .....	46
I.1.1.7. Huile de Jasmin .....	46
I.1.1.8. Eau .....	46
I.1.1.9. Autre matériel .....	47
I.1.2. Matériel des analyses physico-chimique .....	48
I.2. Méthodes .....	48
I.2.1. Méthode de la fabrication du savon .....	48

I.2.1.1. Composants du savon .....	48
I.2.1.2. Etapes de la fabrication du savon .....	48
I.2.2. Analyse physico-chimique .....	50
I.2.2.1. Mesure du pH (potentiel Hydrogène) .....	50
I.2.2.2. Détermination du pouvoir moussant du savon dans différents milieux.....	50
I.2.2.3. Dosage de l'alcali libre .....	51
I.2.2.4. Test d'irritation cutanée .....	52
I.2.2.5. Test de la langue .....	52
I.2.3. Analyse statistique .....	52
<b>Chapitre II : Résultats et discussion</b>	
II.1. Résultats Caractéristiques morphologiques du savon obtenu .....	54
II.2. Résultats des analyses physico-chimiques du savon .....	54
II.2.1. pH .....	54
II.2.2. Détermination du pouvoir moussant de savon dans différents milieux .....	55
II.2.2.1. En milieu acide .....	55
II.2.2.2. En milieu salin .....	56
II.2.3. Les alcali libre .....	57
II.2.4. Test d'irritation .....	58
II.2.5. Test de la langue .....	58
<b>Conclusion générale</b> .....	60
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Résumé</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Taxonomie récapitulative	07
<b>02</b>	Vitamines liposolubles contenues dans la biomasse de Spiruline platensis (mg/100g de matière sèche)	10
<b>03</b>	Teneur en vitamines hydrosolubles ( $\mu\text{g}$ ) par gramme de matière sèche de Spiruline	10
<b>04</b>	Composition en minéraux de la spiruline en $\mu\text{g/g}$ de sa matière sèche	11
<b>05</b>	Point de fusion des savons usuels	22
<b>06</b>	Matériel des analyses physico-chimique	48
<b>07</b>	Les huiles essentielles pour la fabrication du savon	48
<b>08</b>	Caractéristiques morphologiques du savon de spiruline	54
<b>09</b>	Potentiel hydrogéné (pH) pour certains types du savon	55
<b>10</b>	Pourcentages d'alcali libre dans certains types du savon	57

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre de figure</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Spiruline platensis	05
<b>02</b>	les différents aspects de la spiruline. (A) : spiralée, (B) : ondulée, (C) : droite	06
<b>03</b>	Cycle biologique de la spiruline	07
<b>04</b>	Répartition géographique de la spiruline	08
<b>05</b>	Schéma de la synthèse des savons à partir des corps gras	18
<b>06</b>	La structure de la molécule de savon	18
<b>07</b>	Réaction de saponification	19
<b>08</b>	Structure schématique d'un tensioactif	19
<b>09</b>	Disposition des molécules de savon dans l'eau et formation des micelles.	20
<b>10</b>	Phénomène de détergence	21
<b>11</b>	Solubilité de savon dans l'eau	21
<b>12</b>	savon dur	23
<b>13</b>	savon liquide	23
<b>14</b>	Le savon d'Alpe	23
<b>15</b>	Le savon de Marseille	24
<b>16</b>	Savon Azul Branco	24
<b>17</b>	Le savon de castille	24
<b>18</b>	huile d'olive	25
<b>19</b>	Huile de palme	26
<b>20</b>	huile extraite à partir des graines de ricin	26
<b>21</b>	Huile de coco	26
<b>22</b>	Les différentes populations cellulaires de l'épiderme	31
<b>23</b>	La jonction dermo-épidermique	34

<b>24</b>	Acné	38
<b>25</b>	rosacée	40
<b>26</b>	Enfant atteint d'eczéma atopique	40
<b>27</b>	Matériels de la préparation du savon ; a) huile d'olive, b) huile de ricin, c) huile de jasmin, d) huile de noix de coco, e) huile de palme, f) hydroxyde de sodium NaOH, g) spiruline	47
<b>28</b>	La solution de NaOH	49
<b>29</b>	Mélange des huiles	49
<b>30</b>	Mélange des huiles et NaOH	49
<b>31</b>	Incorporation du spiruline et moulage	50
<b>32</b>	Aspect du savon de spiruline	54
<b>33</b>	Potentiel hydrogéné (pH) pour certains types du savon	55
<b>34</b>	Solubilité du savon; a) dans l'eau distillée, b) dans l'acide chlorhydrique	56
<b>35</b>	Solubilité du savon ; a) dans l'eau distillée, b) dans le chlorure de Sodium	56
<b>36</b>	Pourcentages d'alcali libre dans certains types du savon	57
<b>37</b>	Résultats du test d'irritation; a) lavage par le savon, b) après 1heure	58
<b>38</b>	Réalisation du test de la langue par les trois volontaires	58

## Liste des abréviations

<b>%</b>	Pour cent
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>ADN</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>CO2</b>	Dioxyde de carbone
<b>E. coli</b>	Escherichia coli
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organisation
<b>g</b>	gramme
<b>Kg</b>	kilogramme
<b>L</b>	litre
<b>m2</b>	metre caré
<b>mg</b>	milligramme
<b>ml</b>	millilitre
<b>mm</b>	millimètre
<b>mmol</b>	millimol
<b>NaCl</b>	Chlore de Sodium
<b>NaOH</b>	Hydroxyde de Sodium
<b>NASA</b>	La National Aéronautique and Space Administration
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PH</b>	Potentiel Hydrogène
<b>S</b>	seconde
<b>SOD</b>	Su peroxyde dismutase
<b>TM</b>	Taux de Mousse
<b>U</b>	unité
<b>UV</b>	ultraviolet
<b>VIH</b>	virus de l'immunodéficience humaine
<b>µg</b>	microgramme
<b>µm</b>	micromètre

# INTRODUCTION GENERALE

### Introduction Générale

La peau assure de nombreuses fonctions parmi lesquelles la communication avec l'environnement, la thermorégulation et la protection contre les agressions externes. En effet, à son rôle de barrière physique, s'ajoute un rôle de défense immunologique enclenché grâce aux cellules sentinelles présentes dans l'épiderme. L'éventail des pathologies cutanées s'étend de maladies bénignes mais pouvant avoir un retentissement majeur pour les patients jusqu'à des pathologies sévères pouvant engager le pronostic vital. Parmi les pathologies les plus courantes, on peut citer l'acné qui se développe au niveau des follicules pilosébacés. Les solutions thérapeutiques diffèrent selon le niveau de sévérité, de l'application topique jusqu'à des traitements immunosuppresseurs administrés par voie systémique (Péllisson, 2021).

Ces 50 dernières années, l'utilisation des savons a été multipliée par 10 dans les pays riches. Si ce progrès a été majeur en termes d'hygiène et de prévention de la transmission des maladies infectieuses, il s'est fait au détriment de l'hydratation cutanée. En effet, au fur et à mesure du vieillissement, la peau a de plus en plus de mal à rester hydratée et à reconstruire son film hydrolipidique après avoir été nettoyée, c'est pourquoi de nombreuses personnes ressentent le besoin d'utiliser des produits d'hydratation cutanée afin de limiter la sécheresse de la peau associée à l'utilisation des savons. En ce qui concerne la photo-protection, les crèmes solaires modernes sont un apport important à côté des mesures d'évitement du soleil dans la prévention du vieillissement et des cancers cutanés (ccmo, 2016).

Les savons sont généralement obtenus par saponification des corps gras, ce mot saponification dérive de la racine germanique « saipon » qui désigne un mélange de suifs et de cendres, il traduit à la fois l'origine de cette réaction, c'est-à-dire l'interaction entre le corps gras et un composé basique, et son intérêt qui est la fabrication du savon (Bourdreaux S., 2002). Selon la température de conduite de la réaction de saponification on distingue trois méthodes différentes de fabrication du savon: la saponification à froid, le procédé semi-chaud et le procédé chaud (Siaka, 2000).

La Spiruline, une cyanobactérie filamenteuse du genre *Arthrospira*, est riche en nutriments tels que des protéines, des glucides, des lipides, des vitamines et des minéraux. En raison de ses propriétés nutritionnelles, elle est utilisée pour lutter contre la malnutrition dans les pays en développement et comme additif alimentaire ou alcaliment. Elle contient également un pigment appelé phycocyanine, qui lui donne une couleur bleu-vert et qui pourrait avoir des propriétés thérapeutiques intéressantes. Des études ont montré que la Spiruline pourrait avoir des effets bénéfiques contre le vieillissement cellulaire, des effets sur le système immunitaire ; antivirales et anti-cancéreuses, ainsi que des propriétés hépato-protectrices et anti-inflammatoires (Sguera, 2008).

Alors peut-on compter sur l'utilisation du savon comme nettoyant efficace selon les normes physico-chimiques in vitro pour atténuer ou diminuer les problèmes auxquels est confrontée la peau?

L'objectif de Notre travail est :

- Apprendre les techniques de fabrication de savon à froid
- Etude des propriétés physiques et chimiques du savon obtenu.
- Une étude de la qualité sensorielle du savon
- Enfin, évaluer l'efficacité et la durabilité du savon in vivo.

Dans notre travail, nous avons préparé du savon par la méthode à froid à base d'algues, qui est la spiruline de fabrication algérienne.

Notre plan de travail est réparti comme suit: la première partie, qui débute par une synthèse bibliographique; se compose de trois chapitres, à savoir :

Chapitre un, nous donnons des informations générales sur la spiruline. Dans le deuxième chapitre, nous avons discuté des informations générales sur le savon. Le troisième chapitre, nous avons fourni des informations sur tout ce qui concerne la peau et ses problèmes.

La deuxième partie pratique se compose de deux chapitres, le premier chapitre présente la méthode de fabrication du savon à la spiruline, en plus des méthodes d'analyses chimiques et physiques obtenues.

Dans le deuxième et dernier chapitre, nous discuterons de nos résultats par rapport à d'autres types de savon.

**PARTI**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

# **CHAPITRE I**

## **GENERALITES SUR LA SPIRULINE**

## CHAPITRE I

### Généralités sur la spiruline

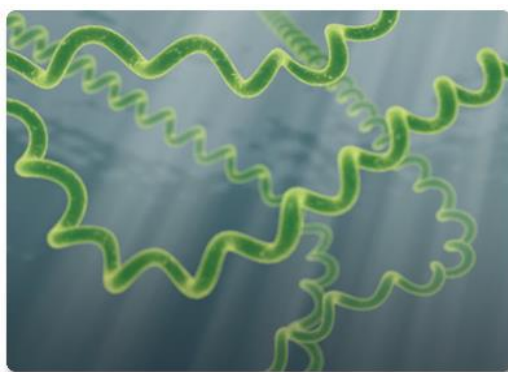
#### I.1. Définition et caractéristique

La spiruline est une micro-algue filamenteuse multicellulaire bleu-vert (Hoseini et *al.*, 2013) ; contient un pigment bleu phyco-cyanine, qui est le principal pigment photosynthétique, en plus de la chlorophylle verte (Shao et *al.*, 2018). *Arthrospira platensis* est l'espèce de spiruline largement utilisé et étudié dans différents domaines, en particulier l'industrie alimentaire et pharmaceutique (Hoseini et *al.*, 2013).

La spiruline est une cyanobactérie hélicoïdale (Osamu et *al.*, 2004), qui sont d'anciens organismes photosynthétiques (Nuhu, 2013) autotrophe (Vonshak, 1997) qui sont trouvés dans divers milieux aquatiques (Nuhu, 2013) ou se nourrit uniquement de minéraux contenus dans ces milieux (Vonshak, 1997). Leurs pigments photosynthétiques leur confèrent des couleurs différentes, mais ils sont généralement considérés comme bleu-vert. Certains d'entre eux ont un potentiel de fixation de l'azote qui les rend important dans les eaux des rizières (Nuhu, 2013).

La spiruline se multiplie dès que la température de l'eau dépasse 30 °C. C'est un organisme symbiotique (Vonshak, 1997). Elle a un PH compris entre 8.5 et 10.5 (Vaitinen, 2018).

Les cyanobactéries sont très résistantes car elles produisent des composés protecteurs qui les protègent contre les conditions environnementales difficiles. Certains de ces composés ont également de fortes activités insecticides (Nuhu, 2013).



**Figure 01. Spiruline platensis (Rosario et Joséphine, 2015)**

#### I.2. Morphologie de spiruline

La spiruline a une morphologie très variable, selon la souche et les conditions de milieu de culture (Charpy, 2008). Elle est une cyanophycée microscopique d'une longueur moyenne d'environ 250µm (Charpy et *al.*, 2008). Elle se compose de cellules végétatives présentant des parois facilement visibles, empilées bout à bout, appelées filaments ou trichomes (Charpy, 2008) ;

ils sont des filaments mobiles de 10 à 12  $\mu\text{m}$  de diamètre non ramifiés et enroulés en spirale, généralement en 6 ou 7 spires (Charpy *et al.*, 2008).

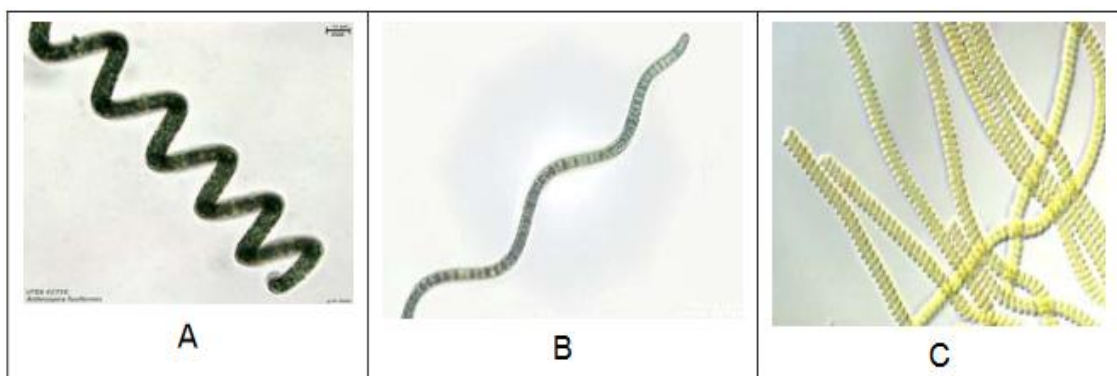
L'enroulement du trichome sur lui-même s'effectue suivant le sens des aiguilles d'une montre lorsqu'on regarde au-dessus de la spirale. Les facteurs environnementaux tels la température auraient cependant une influence sur l'orientation de l'hélice (Muhling *et al.*, 2003). Cette morphologie typique lui permet de se déplacer dans l'eau en adoptant le mouvement d'une vis (Charpy *et al.*, 2008).

Les facteurs environnementaux, principalement la température, les conditions physiques et le milieu de culture, peuvent affecter la géométrie de l'hélice, par conséquent, cette cyanobactérie montre une grande variété morphologique (figure 2) :

Spiralées : désigne les souches dont les filaments ont la forme du ressort.

Ondulées : désigne les souches dont les filaments sont en spirale étirée.

Droites : désigne les souches dont les filaments sont tellement étirés qu'il donne l'impression d'être presque rectiligne (Jarisoia, 2005).

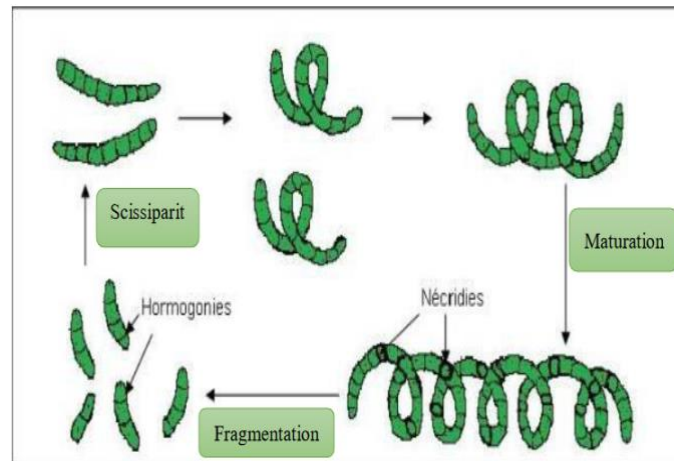


**Figure 02. Les différents aspects de la spiruline; (A) : spirulée, (B) : ondulée, (C) : droite (Goulamabasse, 2018)**

### I.3. Reproduction et Cycle biologique

Son mode de reproduction est la bipartition par scission simple. C'est une reproduction asexuée, par segmentation des filaments (König, 2005).

Le filament de Spiruline à maturité forme des cellules spéciales appelées Nécriidies. Elles se différencient des autres cellules par leur aspect biconcave et sont assimilées à des disques de séparation. A partir de ces derniers, le trichome se fragmente pour donner de nouveaux filaments de 2 à 4 cellules appelés Hormogonies. Les Hormogonies vont croître en longueur par division binaire (chacune des cellules va donner deux cellules par scissiparité) et prendre la forme typique hélicoïdale (figure 3) (Balloni *et al.*, 1980 in Charpy, 2008).



**Figure 03. Cycle biologique de la spiruline (Balloni et al., 1980)**

#### I.4. Classification taxonomique

En 1960, la distinction entre procaryotes et eucaryotes a été clairement définie sur la base de l'organisation cellulaire. Les procaryotes comprennent les organismes dépourvus de compartiments cellulaires, tandis que les eucaryotes regroupent ceux qui possèdent des organites, tels que les noyaux et les mitochondries.

La spiruline était classée comme une algue avant que cette distinction ne soit clairement établie (Durand-Chastel, 1993).

En 1962, Stanier et van Niel ont constaté que la spiruline ne possédait pas de compartiments cellulaires, et donc faisait partie des procaryotes ; ils proposaient de désigner ce microorganisme «Cyanobactérie» (Stanier et Van Niel, 1962).

D'un point de vue taxonomique, la spiruline a été classée comme suit par les systématiciens :

**Tableau 01. Taxonomie récapitulative (Fox, 1999)**

<b>Règne</b>	Monera ou Bacteria
<b>Groupe ou Sous Règne</b>	Prokaryota
<b>Phylum ou Division</b>	Cyanophyta ou Cyanobacteria
<b>Classe</b>	Cyanophyceae
<b>Ordre</b>	Oscillatoriales
<b>Famille</b>	Oscillatoriaceae
<b>Genre</b>	<i>Arthrospira</i>
<b>Espèce</b>	<i>Arthrospira platensis</i>

### I.5. Habitat et répartition géographique

La spiruline se développe naturellement dans des lacs et des étangs avec un pH alcalin (Vonshak, 1997). Elle peut également être trouvée dans les eaux douces et salées d'Asie, d'Afrique, d'Europe du Sud et d'Amérique du Nord (HwangJh et *al.*, 2011). En effet, elle est capable de prospérer dans des environnements chauds et arides, tels que des lacs salés et alcalins. De nos jours, la spiruline est cultivée dans plusieurs pays du monde, notamment aux États-Unis, en Inde, en Chine, en Thaïlande (Jourdan, 2012), en République Dominicaine, en Hongrie, en France, en Algérie, en Tunisie, en Ethiopie, au Pérou et au Mexique (Fox, 1999) comme l'indique la figure 04 au-dessous.



Figure 04. Répartition géographique de la spiruline (Fox, 1999)

### I.6. La croissance

La spiruline est une espèce photo-autolithotrophe, aérobie qui utilise la photosynthèse pour sa croissance (Delleci, 2011). Elle a besoin d'eau, de carbone et d'éléments nutritifs, en particulier l'azote, pour produire de l'énergie biochimiquement utilisable sous forme de glucose. La spiruline utilise le CO<sub>2</sub> atmosphérique comme source de carbone et absorbe la lumière du soleil à travers ses pigments chlorophylliens pour produire de l'énergie par photosynthèse (Fox, 1999).

Ils poussent dans des tapis de filaments entrelacés, capables de glisser pour ajuster la densité des filaments en réponse aux changements des conditions environnementales.

Cependant, la croissance des algues est souvent limitée par la disponibilité de nutriments, Lorsque les niveaux de nutriments sont épuisés, les algues commencent à mourir et se décomposer (Vaittinen, 2018).

### I.7. Composition chimiques

La spiruline est une excellente source de macro- et micronutriments, incluant des protéines de très bonne qualité (Bard, 2018), et dans un pourcentage élevé ce qui est plus que d'autres

sources végétales couramment utilisées telles que le soja sec (Jung et *al.*, 2019). En plus, elle est incluant des polysaccharides, des lipides, notamment l'acide gamma-linolénique, des minéraux, des vitamines (Bard, 2018), ... La composition biochimique de la spiruline peut être résumée comme suit :

### **I.7.1. Protéines**

L'intérêt principal de la spiruline réside dans sa fraction protéique qui peut représenter 60 à 70 % de la masse sèche. Ces protéines sont riches en acides aminés essentiels qui représentent presque la moitié de l'ensemble des acides aminés (Bard, 2018) (ils représentent 47% du poids total des protéines (Bujard et *al.*, 1970). Parmi ces acides aminés essentiels sont les acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) (Clement et *al.*, 1967 ; Bujard et *al.*, 1970 ; Aychunie et *al.*, 1996); Là où la teneur en méthionine et en cystéine est légèrement inférieure à celle des œufs, de l'albumine et de la caséine, mais elles sont bien supérieures à la plupart des protéines végétales. De plus, la digestibilité de la protéine de la spiruline semble être très bonne (Bard, 2018).

### **I.7.2. Glucides**

Les glucides constituent globalement 15 à 25% de la matière sèche des Spirulines. L'essentiel des glucides assimilables est constitué de polymères tels que des glucosanes aminés (1.9% du poids sec) et des rhamnosanes aminés (9.7%) ou encore de glycogène (0.5%) (Ciferri, 1983; Flaquet et Hurni, 2006). Le principal composant polymère de *S. platensis* est un polysaccharide ramifié, structurellement similaire au glycogène (Hoseini et *al.*, 2013).

Les glucides simples ne sont présents qu'en très faibles quantités (glucose, fructose et saccharose), on trouve aussi des polyols comme le glycérol, le mannitol et le sorbitol (Ciferri, 1983; Flaquet et Hurni, 2006).

### **I.7.3. Lipides**

Les lipides de la spiruline qui représentent environ 5 à 6 % de son poids total, ce qui en fait un aliment pas très gras, mais ce pourcentage peut atteindre 11% selon les modes d'extraction ou la souche de spiruline utilisée (Sall et *al.*, 1999). La composition en lipides totaux se caractérise par un bon équilibre entre acides gras saturés et acides gras polyinsaturés (Hug et Von Der Wied, 2011).

La spiruline contient une grande quantité d'acides gras polyinsaturés (AGPI), 1,5 à 2,0 % des 5 à 6 % de lipides totaux. En particulier, la spiruline est riche en acide gamma-linolénique (36 % du total des AGPI) et fournit également de l'acide alpha-linolénique (ALA), de l'acide linoléique (LA, 36 % du total des AGPI), de l'acide stéaridonique (SDA), l'acide eicosapentaénoïque (EPA), l'acide docosahexaénoïque (DHA) et l'acide arachidonique (AA) (Jung et *al.*, 2019).

Un équilibre optimal entre les oméga-3 et 6 (Michka et Falquet, 2005), qui préviendraient l'accumulation de cholestérol dans l'organisme (Hug et Von Der Wied, 2011) et garant d'une bonne santé cardiovasculaire est observé (Michka et Falquet, 2005).

La matière grasse présente dans la spiruline se subdivise en deux fractions : une fraction saponifiable « ou acides gras » (83%) et une fraction insaponifiable (17%), contenant essentiellement des paraffines, des pigments, des alcools terpéniques et des stérols (Clement, 1975).

#### I.7.4. Vitamines

La Spiruline est une algue vitaminée (Belay, 1997; Sall et *al.*, 1999; Cruchot, 2008), elle contient une large gamme de vitamines (B1, B2, B12, E,...). Elle est quatre fois plus riche que le foie cru (Benahmed, 2012). Elle est la deuxième source de vitamine B1 derrière la levure de bière (Belay, 1997; Sall et *al.*, 1999; Cruchot, 2008).

##### ➤ Vitamines liposolubles

Les trois vitamines liposolubles trouvées chez la spiruline sont le  $\beta$ -carotène, précurseur de la vitamine A, la vitamine E et la vitamine D (Voir tableau 02)

**Tableau 02. Vitamines liposolubles contenues dans la biomasse de *Spirulina platensis* (mg/100g de matière sèche) (Babadzhanov, 2004)**

Vitamines	Quantités
<b><math>\beta</math>-carotène (provitamine)</b>	<b>64 à 200 mg/100g</b>
<b>Tocophérol (Vitamine E)</b>	<b>10 à 19 mg/100g</b>
<b>Vitamine D</b>	<b>12000 U soit 0,3 mg/100g</b>

##### ➤ Vitamines hydrosolubles

*Spirulina* contains vitamin B1 (thiamine), B2 (riboflavin), B3 (nicotinamide), B6 (pyridoxine), B9 (folic acid), B12 (cyanocobalamin), vitamin C (Jung et *al.*, 2019).

La teneur en vitamines hydrosoluble de la spiruline, est représentée dans le tableau 03.

**Tableau 03. Teneur en vitamines hydrosolubles ( $\mu$ g) par gramme de matière sèche de *Spiruline* (Falquet et Hurni., 2006)**

Vitamine	Teneur ( $\mu$ g/g)
<b>B1 (thiamine)</b>	<b>34 – 50</b>
<b>B2 (riboflavine)</b>	<b>30 – 46</b>
<b>B3 (niacine)</b>	<b>130</b>

<b>B5 (pantothénate)</b>	<b>4,6 – 25</b>
<b>B6 (pyridoxine)</b>	<b>5 – 8</b>
<b>B8 (biotine)</b>	<b>0,05</b>
<b>B9 (folate)</b>	<b>0,5</b>
<b>B12 (cobalamine)</b>	<b>0,10 – 0.34*</b>
<b>C (acide ascorbique)</b>	<b>Traces</b>

### I.7.5. Minéraux

La spiruline est riche en minéraux essentiels, notamment en phosphore, cuivre, magnésium et calcium. Sa véritable force réside dans le fait qu'elle contient de grandes quantités de fer qui est un des éléments le plus déficient dans les cas de malnutrition (Piccolo et Short, 2014) (voir le tableau 04)

**Tableau 04. Composition en minéraux de la spiruline en µg/g de sa matière sèche (Falquet et Hurni, 2006)**

<b>Minéraux</b>	<b>Teneur de la spiruline sèche (mg/kg)</b>	<b>Doses requises* (mg/jour)</b>
<b>Calcium</b>	<b>1300 – 14000</b>	<b>1200</b>
<b>Phosphore</b>	<b>6700 – 9000</b>	<b>1000</b>
<b>Magnésium</b>	<b>2000 – 4000</b>	<b>250 – 350</b>
<b>Fer</b>	<b>600 – 6000**</b>	<b>18</b>
<b>Zinc</b>	<b>21 – 6000**</b>	<b>15</b>
<b>Cuivre</b>	<b>8 – 2000</b>	<b>1,5 – 3</b>
<b>Chrome</b>	<b>2,8</b>	<b>0,5 – 2</b>
<b>Manganèse</b>	<b>25 – 37</b>	<b>5</b>
<b>Sodium</b>	<b>4500</b>	<b>500</b>
<b>Potassium</b>	<b>6400 – 15400</b>	<b>3500</b>
<b>Sélénium</b>	<b>0,01 – 50**</b>	<b>0,05</b>

\*Pour l'adulte

\*\*Valeur obtenues par enrichissement spécifiques

### **I.7.6. Pigments de photosynthèse**

La spiruline contient de nombreux pigments qui lui permettent de capter différents spectres solaires et d'en stocker l'énergie. Ils sont à l'origine des nombreuses propriétés attribuées à la spiruline (Ahounou, 2018). Elle contient de nombreux pigments, dont la chlorophylle a, la xanthophylle, le bêta-carotène, l'échinénone, la myxoxanthophylle, la zéaxanthine, la canthaxanthine, la diatoxanthine, la 3-hydroxyéchinénone, la bêta-cryptoxanthine, l'oscillaxanthine, ainsi que les phycobiliprotéines c-phycoyanine et allophycoyanine (Jung *et al.*, 2019).

Le système pigmentaire photosynthétique de la spiruline est constitué de phycoyanine de couleur bleue, de chlorophylle et de caroténoïde. Certaines spirulines contiennent la phycoérythrine, un autre pigment donnant une couleur rouge ou rose à cette micro-algue (Hajati, 2019).

En général, les caractéristiques chimiques de même espèces micro-algales diffèrent selon leurs origine, les conditions de culture, le moment de la récolte et la méthode d'extraction, même si leur apparence est similaire. La composition générale peut être résumée comme suit (% de poids sec) : Protéines : 50-70 % ; glucides : 15-25 % ; lipides : 6-13 % ; acides nucléiques : 4,2-6% et minéraux : 2,2-4,8% (Hoseini *et al.*, 2013).

## **I.8. Les bienfaits de spiruline**

### **I.8.1. Un complément alimentaire**

La spiruline est un aliment très nutritif, qui contient des niveaux élevés de nombreux nutriments et minéraux essentiels. Comparée à d'autres aliments, elle contient une quantité significativement plus élevée de calcium que le lait, de protéines que le tofu, de fer que les épinards, et de  $\beta$ -carotène que les carottes. En raison de sa haute valeur nutritionnelle, la spiruline a été considérée comme un "super aliment" par l'OMS et a même été envoyée dans l'espace par la NASA. La spiruline est produite dans plus de 20 pays dans le monde sous forme de comprimés et de poudre séchée, avec une production annuelle moyenne de 550 tonnes (Shao *et al.*, 2018).

### **I.8.2. Activité biologique**

#### **➤ Activité anti-oxydante**

Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) attaquent et endommagent les molécules dans les systèmes biologiques, conduisant à divers troubles et maladies. Les peroxydes lipidiques (LPO), le malondialdéhyde (MDA) et le 4-hydroxynonéanal sont des marqueurs importants du stress oxydatif. Des études ont montré que la spiruline a un potentiel antioxydant important, ce qui signifie qu'elle est capable de neutraliser les ROS et de réduire le stress oxydatif. Les

phycocyanines, le  $\beta$ -carotène et d'autres vitamines et minéraux présents dans la spiruline sont responsables de cette activité antioxydante (Goulamabasse, 2018).

➤ **Activité anti-inflammatoire**

La phycocyanine C, présente dans la spiruline, a montré des effets anti-inflammatoires chez les rats et les souris. Elle réduit l'inflammation, l'œdème et l'activité enzymatique responsable de l'inflammation. Chez des souris souffrant d'arthrose, la spiruline a réduit la production de  $\beta$ -glucuronidase, diminué l'inflammation et la destruction de l'articulation, préservé les fibres de collagène et les chondrocytes. Ces effets anti-inflammatoires sont dus à l'inhibition de la production de cytokines pro-inflammatoires, au piégeage des radicaux libres, à l'inhibition de la libération d'histamine, ainsi qu'à l'inhibition de la voie des leucotriènes et de la 5-lipoxygénase (Manet, 2016).

➤ **Activités anticancéreuses**

Plusieurs formes de cancer peuvent être causées par des dommages à l'ADN cellulaire, ce qui entraîne une croissance cellulaire anormale. Les endonucléases, des enzymes présentes dans les cellules, sont responsables de la réparation fréquente de l'ADN endommagé, ce qui permet de maintenir la cellule en bonne santé. Cependant, lorsque ces enzymes sont désactivées en raison de l'oxydation, de l'exposition aux radiations ou à des toxines, des erreurs peuvent se produire dans l'ADN, ce qui conduit éventuellement au développement d'un cancer (Shao et *al.*, 2018).

Différentes études et analyses menées par des experts ont suggéré que le bêta-carotène, l'un des antioxydants présents dans la spiruline, pourrait inverser le processus de développement du cancer et inhiber la prolifération des cellules cancéreuses. Une analyse confirmatoire a été réalisée auprès de personnes atteintes de leucoplasie buccale, une condition précancéreuse de la bouche. Après avoir pris quotidiennement 1 gramme de spiruline pendant un an, ces patients ont montré une amélioration de leur état et ont réussi à arrêter l'évolution de la pathologie. La phycocyanine, un autre composé présent dans la spiruline, participe également à cette activité en s'attaquant aux radicaux libres responsables du cancer (Vidalo, 2015).

➤ **Activité antibactérienne et antivirale**

La spiruline possède de puissantes propriétés antibactériennes contre diverses bactéries pathogènes comme de nombreuses autres espèces de cyanobactéries. Lorsqu'elle est administrée, la spiruline a démontré une capacité à éliminer rapidement les bactéries pathogènes (comme *E. coli* et *Staphylococcus aureus*) du corps, réduisant ainsi leur nombre dans le sang de manière significative. L'efficacité de la spiruline contre les bactéries pathogènes peut être attribuée à la présence de peptides et de phyco-cyanines. Ces substances agissent en inhibant la croissance et la propagation des bactéries, contribuant ainsi à leur élimination. De plus, la spiruline contient des acides gras

insaturés tels que l'acide gamma-linolénique (GLA), qui possèdent également des effets antibactériens et antifongiques (Jung et *al.*, 2019).

Les propriétés antivirales de la spiruline sont principalement attribuées à la présence de calcium spirulan (Ca-SP) qui peut inhiber la réplication de nombreux virus enveloppés notamment le virus Herpès simplex de type 1, le cytomégalovirus humain, le virus de la rougeole, le virus des oreillons, le virus de la grippe A et le VIH-1 (Hayashi et *al.*, 1996; Sansone et *al.*, 2020). Ils présentent également un antifongique fructueux contre *S. candida albican* (Banakar et *al.*, 2020).

### **I.8.3. Effet sur la peau et les phanères**

La spiruline est riche en nutriments bénéfiques pour la santé de la peau, des ongles et des cheveux. Les vitamines A, E et B, ainsi que le  $\beta$ -carotène et les acides gras essentiels notamment l'acide  $\gamma$ -linoléique, ont des propriétés antioxydantes qui aident à prévenir le vieillissement prématuré de la peau et à améliorer l'apparence générale de la peau. La SOD est également bénéfique pour la santé de la peau car elle protège contre les dommages oxydatifs causés par les rayons UV et autres sources de stress oxydatif. Les vitamines B, D, ainsi que les minéraux comme le calcium, le magnésium, le zinc et les acides aminés, sont importants pour la santé des phanères (Manet, 2016). La spiruline apporte également brillance et résistance aux ongles et aux cheveux grâce aux nutriments et oligo-éléments qu'elle concentre (Banks, 2007).

### **I.8.4. Effets contre le diabète, l'obésité et la circulation sanguine**

Certains scientifiques ont montré que la partie hydrosoluble de la spiruline avait la propriété de réduire le taux de glucose sanguin. De plus, d'autres ont montré qu'une supplémentation en spiruline de 2,8 grammes 3 fois par jour pendant 4 semaines entraînait une réduction du poids corporel chez les sujets obèses. Une suppression de l'hypertension artérielle a également été observée chez les rats, après avoir consommé de la spiruline. D'autres scientifiques ont également découvert que la phycocyanine et les polysaccharides de la spiruline ont une activité érythropoïétine (Sguera, 2008).

## **I.9. Toxicologie**

La spiruline est considérée comme non toxique car elle ne contient pas les gènes qui permettent la synthèse de toxines présentes dans d'autres cyanobactéries. De plus, la spiruline est cultivée dans un milieu très alcalin qui inhibe la croissance d'organismes contaminants, ce qui permet une monoculture virtuelle de la spiruline sans risque d'intoxication (Belay, 2007; Charpy, 2008). Bien que la spiruline puisse accumuler des métaux lourds, les niveaux sont en dessous des seuils de toxicité établis par la FAO tant que le milieu de culture contenant de trace de métaux lourds, mais il est recommandé de contrôler les teneurs en métaux lourds pour la spiruline destinée

à l'alimentation humaine. Enfin, le pH élevé du milieu de culture empêche également la prolifération micro-organisme (Falquet et Hurni, 2006).

# **CHAPITRE II**

## **GENERALITES SUR LE SAVON**

## CHAPITRE II

### Généralités sur le savon

#### II.1. Histoire de savon

L'utilisation du savon remonte à une période très ancienne. Les premières références à l'utilisation d'un produit semblable à du savon remontent à environ 2000 ans avant notre ère, où une pâte faite d'huile végétale, d'argile et de cendres était utilisée pour le nettoyage du linge. En Europe, ce sont les Gaulois qui ont été parmi les premiers à fabriquer du savon à partir de graisses animales et de potasse extraite des cendres de hêtre. Ils l'utilisaient même comme shampoing. Malgré leur tradition du bain bien développée, les Romains n'ont adopté un produit similaire qu'au II<sup>e</sup> siècle après J.-C. Il est dit qu'à Alep, dans le nord de la Syrie, le premier savon solide à base d'huile d'olive, similaire à celui utilisé encore aujourd'hui, a été créé vers le VIII<sup>e</sup> siècle. La technique de fabrication du savon a ensuite été transmise par les Arabes en Espagne, en Italie, puis à Marseille, où le port est devenu le principal centre de transit pour le savon ainsi que pour les matières premières et les parfums utilisés dans sa fabrication (Cloarec, 2013).

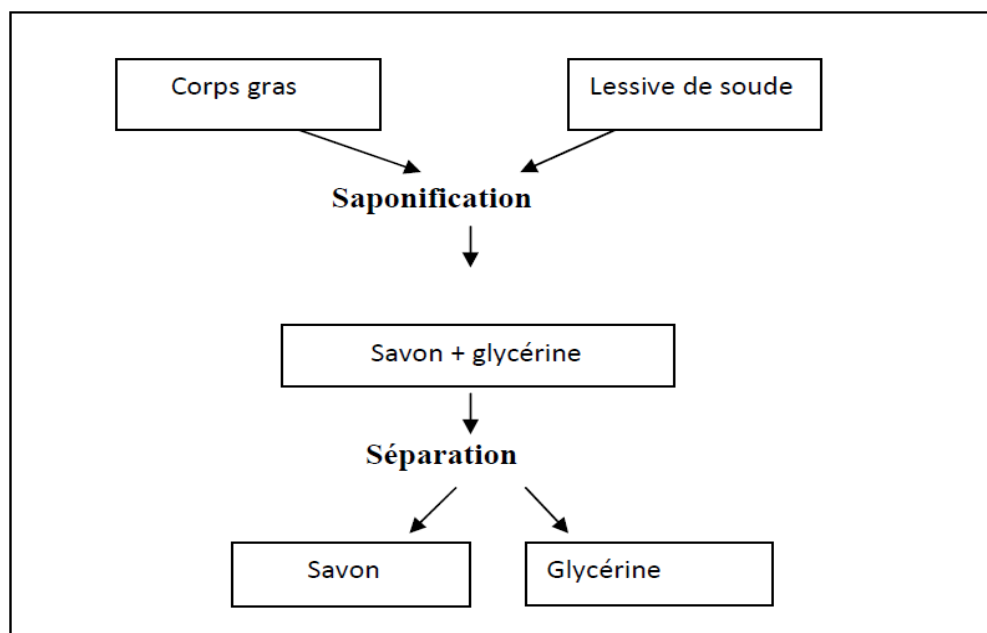
La soude utilisée pour la fabrication du savon à l'époque provenait souvent des cendres de plantes telles que la salicorne ou la fougère. Selon certaines sources, les classes sociales aisées ont adopté le savon dès le Moyen Âge, considérant son utilisation comme un signe de luxe et de propreté. Cependant, cette tendance a diminué au début du XVI<sup>e</sup> siècle au profit des parfums, qui étaient considérés à l'époque comme un moyen plus efficace de prévenir les maladies contagieuses. Ce n'est qu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle que l'hygiène corporelle a commencé à réapparaître timidement, notamment chez les classes aisées. Les savons parfumés ont alors progressivement gagné en popularité (Leblanc, 2001).

Au XIX<sup>e</sup> siècle, l'industrie du savon a connu une expansion importante. De nouvelles matières premières ont été introduites dans la fabrication du savon, notamment les huiles de coprah et de palme. À la fin du XX<sup>e</sup> siècle, de nouveaux produits de nettoyage ont commencé à émerger sur le marché, souvent sous forme de tensioactifs de synthèse dérivés du pétrole. Bien que les tensioactifs de synthèse aient gagné en popularité, le savon traditionnel n'a pas totalement disparu des rayons de produits cosmétiques (Waterval, 2011).

#### II.2. Définition du savon

Les savons sont des produits d'hygiène corporelle qui sont fabriqués à partir d'une réaction chimique appelée saponification. Cette réaction est effectuée en mélangeant des huiles ou des graisses (acides gras) avec une solution de soude caustique ou de potasse appelée la base. Lorsque ces deux substances sont mélangées et chauffées, elles réagissent pour former du savon et de la

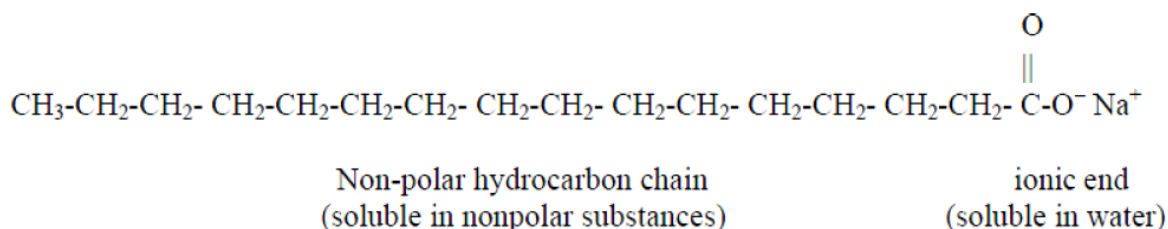
glycérine (Chevallier, 2010) (voir figure 05). Les savons peuvent être liquides, pâteux, ou solides (Libbey, 2004; Boulekras, 2010).



**Figure 05. Schéma de la synthèse des savons à partir des corps gras (Donnez, 1993)**

Le savon est composé de molécules amphiphiles obtenues par réaction chimique entre une base forte, spécifiquement l'hydroxyde de sodium ou l'hydroxyde de potassium, et un ou plusieurs acides gras. Son caractère amphiphile lui donne des propriétés caractéristiques, notamment la capacité de ses composants moléculaires à se placer à l'interface entre la phase aqueuse (solvant hydrophile) et la phase lipidique (graisse hydrophobe), la formation de mousse et la stabilisation d'émulsions utiles pour le lavage (Moyen et Puyvelde, 2009).

Une molécule de savon a une longue chaîne hydrocarbonée avec un groupe acide carboxylique à une extrémité, qui a une liaison ionique avec un ion métallique, généralement du sodium ou du potassium (figure 06). L'extrémité hydrocarbonée est non polaire, ce qui est très soluble dans les substances non polaires et l'extrémité ionique est soluble dans l'eau. La structure de la molécule de savon est représentée ci-dessous (Debesh, 2013).



**Figure 06. La structure de la molécule de savon**

### II.3. La réaction de saponification

Une réaction chimique entre les triglycérides dans les huiles fixes et une solution alcaline. La solution alcaline décompose le triglycéride en sels d'acides gras - ce que nous appelons savon - et en glycérine (figure 07) (Faiola, 2016). La réaction de saponification des triglycérides peut se décomposer en deux parties. La première est une réaction d'hydrolyse qui donne les acides gras et de la glycérine, Le second est une réaction de neutralisation par la soude des acides gras formés dans la première réaction (Moyen et Puyvelde, 2009).

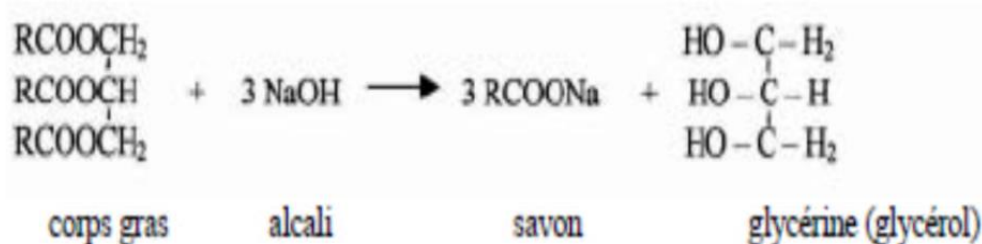


Figure 07. Réaction de saponification

### II.4. Mode d'action

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

- Celles formées par un groupe polaire hydrophile, c'est le groupe COO- porteur d'une charge électrique négative.
- Celles formées par un groupe hydrophobe mais aussi lipophile c'est à dire non polaire et soluble aux substances organiques, avec une chaîne carbonée R provenant de l'acide gras et dont le nombre d'atomes de carbone est en général élevé.

Dans la composition du savon, l'huile apporte la partie hydrophobe (ou non polaire) et la soude apporte la partie hydrophile (ou polaire) (Besson, 2007).

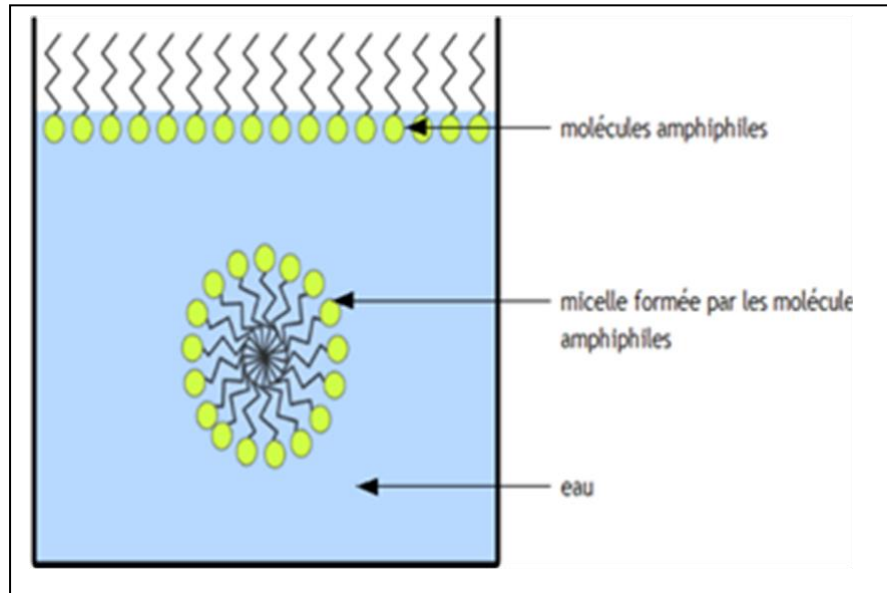


Figure 08. Structure schématique d'un tensioactif

#### II.4.1. Formation des micelles

Dans l'eau, très peu d'ions carboxylates du savon sont isolés. Ils forment plutôt des films à la surface de l'eau. La partie polaire, hydrophile, se trouve dans l'eau et la chaîne carbonée, hydrophobe, se trouve dans l'air. Ce film peut parfois contenir de l'air ce qui explique la formation des bulles de savon.

Lorsque la concentration en ions carboxylates du savon augmente, ils peuvent former des micelles dans l'eau. Les parties hydrophobes des molécules de savon se regroupent ensemble à l'intérieur pour former un cœur hydrophobe protégé par les parties hydrophiles orientées vers l'extérieur, qui interagissent avec l'eau (figure 09) (Spitz, 2009).



**Figure 09. Disposition des molécules de savon dans l'eau et formation des micelles**  
(Togbe et *al.*, 2014)

#### II.4.2. Propriétés détergentes

**Détergent** : Substance qui permet d'éliminer les graisses et autres salissures à la surface des matériaux.

Lorsqu'une salissure grasse se trouve à la surface d'un tissu En présence d'un savon en solution aqueuse, les ions carboxylates vont se placer à l'interface entre la saleté grasse et l'eau. La partie hydrophobe du savon va s'orienter vers la graisse, tandis que la partie hydrophile va s'orienter vers l'eau (Figure 10. a et b).

Cela permet d'entourer la saleté grasse de micelles, qui peuvent ensuite être facilement éliminées par l'eau de rinçage. L'action mécanique d'agitation ou de brossage permet également d'arracher la saleté de la surface du tissu (Figure 10. c) (Spitz, 2009).

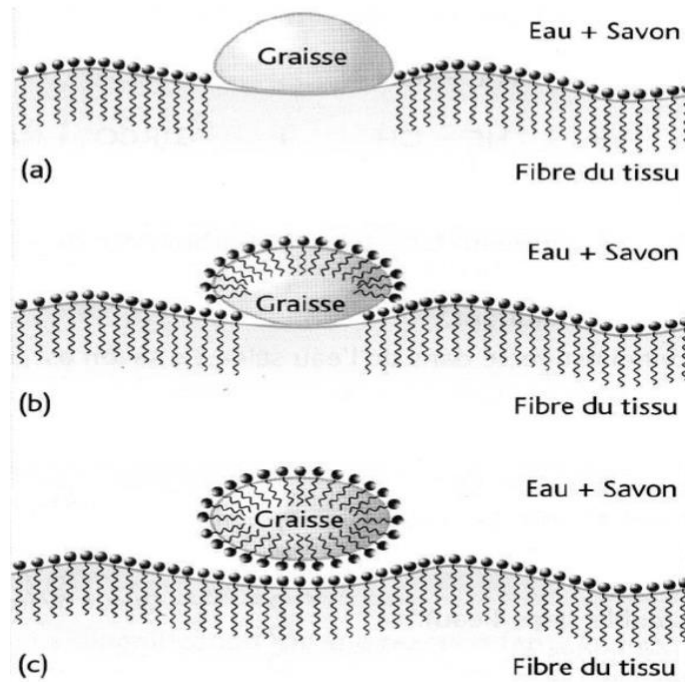


Figure 10. Phénomène de détergence (Togbe et *al.*, 2014)

### II.5. Les propriétés physico-chimiques du savon

Les propriétés d'un savon sont due essentiellement aux ions carboxylates  $\text{RCOO}^-$ , formées d'une longue chaîne carbonées R appelé la queue de l'ion qui est hydrophobe et qui a beaucoup d'affinité pour les chaîne carbonées présentes dans les lipides et les graisses. Et d'un groupe  $\text{COO}^-$  polarisé appelé tête de l'ion qui est hydrophile qui s'entoure des molécules d'eau polaires (figure 11) (Arnaud et Cossoul, 2004).



Figure 11. Solubilité de savon dans l'eau (Arnaud et Cossoul, 2004)

#### II.5.1. Le point de fusion

En général, les savons produits à partir de bases minérales ont un point de fusion plus bas que ceux produits à partir de bases de synthèse. Cela est dû en partie à la présence de sels inorganiques dans les bases minérales, qui ont tendance à abaisser le point de fusion du savon.

D'autre part, les bases de synthèse ont des propriétés ioniques plus marquées, ce qui peut conduire à une cristallinité accrue et à un point de fusion plus élevé (Joho, 2007).

**Tableau 05. Point de fusion des savons usuels (Joho, 2007)**

Savon	Calcium	Aluminium	Lithium	Sodium	Argile
Point de fusion (°C)	95	110	180	190	Infusible

### II.5.2. Pouvoir mouillant

L'eau savonneuse peut pénétrer les petites espaces de la surface en contact comme les fibres du linge, la peau, ... plus efficacement que l'eau pure (Chaterbache, 2007).

### II.5.3. Pouvoir émulsifiant

Les ions constituant le savon (les ions carboxylates) se mettent autour de la saleté et s'introduisent entre celle-ci et la surface en contact jusqu'à isoler la saleté de cette surface. Ils forment des émulsions de graisse et de saleté dans l'eau, qui peut ensuite être facilement éliminée par rinçage (Chaterbache, 2007).

### II.5.4. Pouvoir dispersant

A cause des propriétés des ions carboxylates et la structure des micelles, celles-ci se repoussent l'une et l'autre et elles se retrouvent donc dispersées dans l'eau savonneuse (Pore, 1992).

### II.5.5. Pouvoir moussant

La formation de mousse est un indicateur du pouvoir détergent d'un savon, qui se forme à cause de la rencontre de l'eau avec le savon, sous l'effet de l'agitation. Plus la concentration en savon est élevée et plus l'agitation est forte, plus la mousse sera abondante. La mousse formée par l'eau savonneuse engendre des bulles d'air qui se tournent vers l'air ou qui restent à la surface (Chaterbache, 2007).

## II.6. Les types de savon

### II.6.1. Savon suivant l'aspect ou la composition

#### II.6.1.1. Savon dur

Un savon dur (Figure 12) est produit à partir de la soude caustique et (un mélange) des corps gras. En principe chaque huile peut être utilisée dans la fabrication du savon dur mais la nature et les caractéristiques des huiles vont déterminer dans quel pourcentage les huiles devront être utilisées (Caubergs, 2008).



**Figure 12. Savon dur (SW1)**

### **II.6.1.2. Savon liquide ou mou**

Un savon mou ou liquide (Figure 13) est produit à partir de l'hydroxyde de potassium et (un mélange) de corps gras. En Europe le savon mou (savon brun) est fabriqué traditionnellement avec l'huile de lin. Le procédé mi- chaud est généralement utilisé pour ce type de fabrication (Caubergs, 2008).



**Figure 13. Savon liquide (mou) (SW2)**

## **II.6.2. Suivant la provenance géographique d'origine ou la couleur**

### **II.6.2.1. Savon d'Alep**

Le savon d'Alep est le plus ancien savon, il a été élaboré, à l'origine, dans la ville d'Alep (Syrie). 100% naturel, fabriqué au chaudron à base d'huile d'olive et d'huile de baie de laurier grâce à l'adjonction de soude naturel provenant du sel marin. Sans conservateur, sans colorant, sans additif, sans parfum ajouté, 100% végétal (Françoise, 2013). Le savon d'Alep est illustré dans la figure 14.



**Figure 14. Le savon d'Alpe (SW3)**

### II.6.2.2. Savon de Marseille

Le savon de Marseille (Figure 15) est préparé avec des huiles végétales, uniquement préparé à partir d'huile d'olive et de la soude. La teneur de 72 % en masse d'acide gras était garantie dans le savon de Marseille traditionnel (Patrick, 1999).



Figure 15. Le savon de Marseille (SW4)

### II.6.2.3. Savon Azule Branco

Il est fabriqué au Portugal ; il est bleu et blanc-jaunâtre (Figure 16) (ANSEJ, 2011).



Figure 16. Savon Azul Branco (SW5)

### II.6.2.4. Le 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 (Françoise, 2013). La figure 17 montre le savon de castille.



Figure 17. Le savon de castille (SW6)

## II.6.3. Suivant l'usage

**II.6.3.1. Savonnette** : ou savon de toilette : destiné à l'hygiène du corps.

**II.6.3.2. Savon de ménage** : pour le nettoyage domestique.

**II.6.3.3. Savon médical** : avec des apports désinfectants.

**II.6.3.4. Savon dentifrice** : pour les soins de la bouche (Moyen et Puyvelde, 2009).

**II.6.3.5. Savon ponce** : C'est un savon qui sert à décrasser en profondeur, qui est sous forme de pierre pulvérisée (ANSEJ, 2011).

## **II.7. Les matières premières essentielles pour la fabrication de savon**

Les matières premières essentielles pour la fabrication de savon sont :

- les corps gras : graisses ou huiles
- les alcalis ou les lessives : soude caustique ou potasse caustique
- l'eau.
- les additifs; L'adjonction de sel, de colorant, de parfum et de charges est possible mais pas indispensable.

Quelle matière première précise est employée dépendra évidemment de ce qui est disponible sur le marché, des moyens financiers qu'on a à sa disposition ainsi que les connaissances et le matériel dont on dispose (Caubergs, 2008).

## **II.8. Les huiles essentielles pour la fabrication de savon**

### **II.8.1. Huile d'olive**

L'huile d'olive (Figure 18) est une huile provenant du fruit de l'olivier (*oleauropea*) à l'exclusion des huiles obtenues par solvants ou par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec les huiles d'autre nature (COI, 2015).



**Figure 18. Huile d'olive (SW7)**

Cette huile est utilisée dans la savonnerie, comme dans la fabrication du savon de Marseille, car elle donne un savon hydratant et très doux pour les peaux sensibles (COI, 2015).

### **II.8.2. Huile de palme**

L'huile de palme (Figure 19) provient de la pulpe des fruits des palmiers. Dans le savon, l'huile de palme aide à stabiliser la mousse, ajoute à la fabrication d'une barre de savon plus dure et agit comme un agent moussant secondaire. Lorsqu'il est utilisé en conjonction avec de l'huile de

noix de coco, la mousse est stable et volumineuse. En raison de sa capacité de durcissement, l'huile de palme doit être maintenue à 25 % ou moins de votre recette (Faiola, 2016).



**Figure 19. Huile de palme (SW8)**

### II.8.3. Huile de ricin

L'huile de ricin (Figure 20), un extrait de la graine de ricin, est une huile épaisse et collante avec une odeur caractéristique. Il est de couleur jaune clair, mais cela n'affecte généralement pas la couleur du produit final. L'huile de ricin crée de grosses bulles luxueuses, mais est généralement utilisée à 8% ou moins dans les recettes pour éviter le collant (Faiola, 2016).



**Figure 20. Huile extraite à partir des graines de ricin (SW9)**

### II.8.4. Huile de coco

Cette huile est extraite industriellement du coprah, lui-même obtenu par séchage de la pulpe de noix de coco (Donkor, 1991), elle Utilisée dans la cuisine, la pâtisserie et la fabrication de savon (Faiola, 2016). La Figure 21 montre l'huile de coco.



**Figure 21. Huile de coco (SW10)**

L'huile de noix de coco crée une mousse avec de grosses bulles et aide à réduire les huiles et la graisse. Il a une capacité de nettoyage élevée, de sorte que certains le trouvent dur pour la peau s'il est utilisé à plus de 25 %. Sa longue durée de conservation et sa grande stabilité en font un incontournable de la savonnerie (Faiola, 2016).

### **II.9. Mécanisme de fabrication du savon**

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

#### **II.9.1. Le procédé à froid**

Cette méthode est complète: on part d'un mélange d'huiles, on ajoute la soude nécessaire et on saponifie à une température proche de la température ambiante. Les additifs et parfums sont ajoutés au cours même de la saponification, juste avant de verser dans les moules. Le savon obtenu par cette méthode doit murir au moins un mois avant d'être utilisé. Ce temps de maturation est souvent considéré comme indispensable pour terminer la saponification, mais il s'agit surtout d'une période de séchage au cours de laquelle le savon perdra entre 10 et 20% de son poids, qui s'accompagne d'une perte de poids de 10 à 20%. La saponification se termine durant la première semaine de cette période (Donnez, 1993).

#### **II.9.2. Méthode à chaud**

Le corps gras et le parfum constituent la base la plus importante pour la qualité du savon surtout pour les savons de toilette. Pour la méthode à chaud, on laisse le savon refroidir avant d'ajouter des adjuvants. Mais si on les additionne durant le chauffage, le parfum risque de s'évaporer. Tout d'abord, la soude est mélangée progressivement à la graisse. Ensuite, elle est chauffée pendant quatre à six heures voire une dizaine d'heures. Cette durée dépend de la quantité du corps gras utilisé. Puis, on ajoute, sous agitation, la solution de soude afin d'obtenir une pâte homogène et claire. On peut également ajouter d'autres substances chimiques permettant l'accroissement des propriétés odorantes, détachantes et émulsifiantes de la pâte de savon. Au final, un temps de repos de deux heures à douze heures est nécessaire avant de découper le savon (Rabehasy, 2007).

#### **II.9.3. Procédé semi-chaud**

La saponification est aussi simple à réaliser :

- chauffer le mélange de corps gras à environ 55 à 70 °C ;
- ajouter (lentement et en petite portion au départ) la solution alcaline nécessaire à la saponification tout en remuant (la chaleur dégagée lors de la réaction peut provoquer un auto-échauffement du mélange au-delà de 90°C).

- laisser refroidir la masse à environ 60°C et y mélanger ensuite les produits auxiliaires ;
- couler le savon dans des moules pour refroidissement définitif (24 à 36 heures).

Les deux procédés mentionnés précédemment en raison de leur simplicité d'exécution et de la qualité du produit qu'ils peuvent générer sont très indiqués pour la fabrication de savons améliorés à l'échelle familiale et artisanale (Siaka, 2000).

# CHAPITRE III

## GENERALITES SUR LA PEAU

---

## CHAPITRE III

### Généralités sur la peau

#### III.1. La peau

La peau, appelée aussi tégument (du latin tegumentum, couverture), est l'organe le plus lourd et le plus étendu de l'organisme (Mélissopoulos et Levacher, 2012). La peau représente 1/3 du poids de l'organisme (Violet, 2022), elle pesant 4 kg et représentant une surface de 2 m<sup>2</sup>. L'épaisseur de la peau est de 2 mm en moyenne, mais elle varie de 1 mm au niveau des paupières (peau fine) à 4 mm au niveau des paumes et des plantes (peau épaisse) (Mélissopoulos et Levacher, 2012).

La peau, l'organe le plus important du corps humain, est le seul organe en contact direct avec l'environnement extérieur, en constant renouvellement (Gasser et Bouzoud, 2008). C'est l'enveloppe du corps, barrière protectrice de l'organisme en continuité avec les muqueuses recouvrant les différentes cavités naturelles (Violet, 2022).

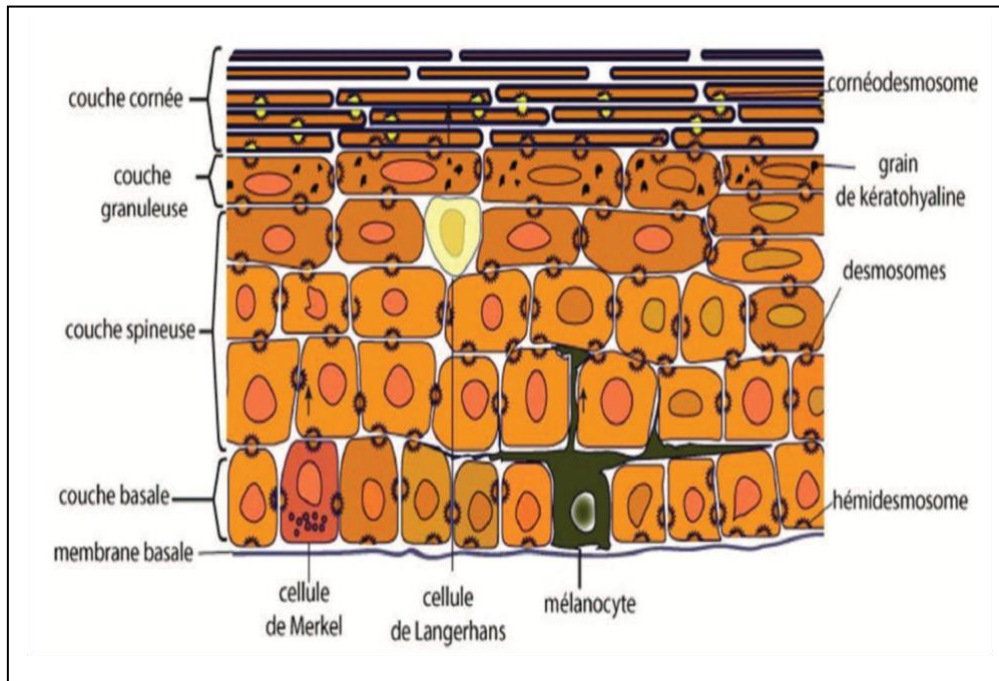
La peau est perméable aux substances qui peuvent pénétrer dans la peau ou la traverser, mais elle est également capable de résister à certaines agressions extérieures (imperméable) telles que les produits chimiques, la lumière, les micro-organismes et les traumatismes mécaniques. Les mécanismes de diffusion et de transport de substances à travers la peau peuvent être différents selon les substances et leur concentration, ainsi que les propriétés de la peau elle-même (Tran, 2007).

#### III.2. La structure de la peau

La peau est constituée de trois couches de tissus superposés qui sont, de la plus externe à la plus interne, l'épiderme, le derme et l'hypoderme (Joly-Tonetti, 2006).

##### III.2.1. L'épiderme

L'épiderme est un épithélium de revêtement, stratifié, pavimenteux et orthokératosique. Il est normalement constitué de 4 types cellulaires (Anonyme, 2005). Ces différents types cellulaires est organisé en quatre ou cinq couches appelées strates (Light et Cooley, 2003) (figure 22).



**Figure 22. Les différentes populations cellulaires de l'épiderme (Olbrdad, 2013)**

- **kératinocyte**

Le kératinocyte, d'origine ectoblastique (Anonyme, 2005) c'est le type cellulaire le plus abondant (Light et Cooley, 2003), il représente 80 % de l'ensemble de ses cellules (Anonyme, 2005).

Les kératinocytes sont des cellules qui produisent une protéine fibreuse appelée kératine, qui donne à la peau ses propriétés protectrices et résistantes. Ces cellules se forment dans la couche la plus profonde de l'épiderme par division cellulaire (mitose) et migrent progressivement vers la surface de la peau en se remplissant de kératine. En atteignant la surface, ces cellules se sont aplaties et sont devenues des cellules mortes et cornéocytaires. C'est cette couche externe de cellules mortes et cornéocytaires qui forme la barrière protectrice de la peau. Cette couche est continuellement renouvelée par la division des kératinocytes dans la couche profonde de l'épiderme, ce qui permet à la peau de se régénérer et de maintenir ses propriétés protectrices (Light et Cooley, 2003). Le kératinocyte assure 3 grandes fonctions :

- ✓ Cohésion de l'épiderme et protection contre les agressions mécaniques
- ✓ Fonction de barrière entre milieux intérieur et extérieur
- ✓ Protection contre les radiations lumineuses (Violet, 2022)

- **Mélanocytes**

Les mélanocytes constituent 3 à 8% des cellules épidermiques et élaborent les pigments naturels de la peau, les mélanines, au sein d'organites spécialisés appelés mélanosomes (Beckrich,

2012). Ils sont situés près de la base de l'épiderme. La mélanine est libérée des mélanocytes puis transférée aux kératinocytes, où elle s'accumule sur le noyau formant un "bouclier pigmentaire"(Light et Cooley, 2003).

Sous l'effet des UV, les kératinocytes sécrètent l'hormone alpha-MSH, par scission de la pro-opiomélanocortine (POMC), avec l'intervention d'une protéine appelée p53. L'alpha-MSH s'attache aux mélanocytes et stimule la production de mélanine (Beckrich, 2012) qui influence la couleur de la peau et absorbe également les rayons ultraviolets (Light et Cooley, 2003).

- **Cellules de Langerhans**

Les cellules de Langerhans constituent 3 à 8 % des cellules de l'épiderme. Ce sont des cellules dendritiques spécialisées dans la présentation d'antigènes dans le système immunitaire. On les trouve dans la peau, plus précisément dans la couche épineuse de l'épiderme, où elles sont disséminées entre les kératinocytes des couches basale et épineuse. Les cellules de Langerhans sont également présentes dans les ganglions lymphatiques et d'autres organes à muqueuse malpighienne (Beckrich, 2012). Ils proviennent de la moelle osseuse et migrent vers l'épiderme, où ils reconnaissent et ingèrent des substances étrangères, telles que des bactéries. À cet égard, ils jouent un rôle dans l'immunité (Light et Cooley, 2003).

- **Cellules de Merkel**

Présents à la jonction épidermo-dermique, sont associés à des terminaisons nerveuses sensorielles, formant un disque de Merkel. Ces structures fonctionnent comme des récepteurs sensoriels pour le toucher (Light et Cooley, 2003).

- **Le stratum germinativum**

Le stratum germinativum, ou encore stratum basale ou couche basale (Beckrich, 2012), c'est la couche épidermique la plus profonde qui est fermement attachée au derme (Light et Cooley, 2003). Elle est composée d'une couche unique de cellules, les kératinocytes, qui se multiplient rapidement et dont le rôle est de renouveler le contingent des cellules cutanées (CCMO, 2016). Environ un cinquième des cellules de cette couche sont des mélanocytes, Il y a aussi une cellule de Merkel occasionnelle dans cette strate (Light et Cooley, 2003).

Cette couche abrite également certaines cellules du système de défense de l'organisme (cellules de Langerhans) (CCMO, 2016).

- **Le stratum spinosum**

Aussi appelé corps muqueux de Malpighi ou couche épineuse (Beckrich, 2012), elle est constituée de la superposition de 4 à 5 épaisseurs de kératinocytes liés entre eux (CCMO, 2016) par des desmosomes qui forment des ponts épineux, ce qui explique le nom donné à cette couche

---

(Beckrich, 2012). Il contient également des granules de mélanine dispersés et des cellules de Langerhan (Light et Cooley, 2003).

- **Le Stratum granulosum**

Le Stratum granulosum ou La couche granuleuse, est une couche de l'épiderme située au-dessus du Stratum Spinosum (couche épineuse). Cette couche est composée de trois à cinq couches de cellules aplaties qui contiennent de la kératohyaline, une substance qui contribue à la formation de la kératine. Les cellules du Stratum Granulosum sont en train de subir un processus de transformation appelé cornéification ou kératinisation, au cours duquel les cellules perdent leur noyau et leur cytoplasme et se remplissent de kératine. Les cellules situées au-dessus du Stratum Granulosum meurent parce qu'elles sont trop éloignées des capillaires dermiques pour obtenir les nutriments nécessaires à leur survie (Light et Cooley, 2003).

- **Le stratum lucidum**

Le stratum lucidum ou couche claire, est une couche complètement kératinisée (Beckrich, 2012), contient trois à quatre couches de cellules mortes aplaties. Cette couche ne se trouve que dans la paume des mains et la plante des pieds, des zones appelées «peau épaisse» (Light et Cooley, 2003).

- **Le stratum corneum**

Le stratum corneum ou couche cornée, est la couche la plus superficielle de l'épiderme. Elle est composée principalement de cellules mortes, aplaties, anucléées et éosinophiles appelées cornéocytes dont la perte du noyau cellulaire résulte de la différenciation épidermique (Beckrich, 2012). C'est cette couche qui empêche la perte d'eau et nous protège des agressions biologiques, chimiques et physiques (Light et Cooley, 2003).

### **III.2.2. Le derme**

Couche présente sous l'épiderme, le derme est un tissu conjonctif lâche vascularisé et innervé. Il est composé surtout de collagène (70 % de la masse sèche dermique) (Joly-Tonetti, 2006), des fibres élastiques, des nerfs, et des récepteurs (Violet, 2022).

Le derme donne à la peau son tonus et sa consistance. Il assure la résistance, la cohésion et l'élasticité de la peau face aux tensions, aux torsions et aux tractions (Joly-Tonetti, 2006). C'est également dans le derme que se trouvent la plupart des éléments annexes de la peau : poils, glandes sudoripares qui fabriquent la sueur, glandes sébacées qui fabriquent le sébum et vaisseaux sanguins qui apportent nutriments et cellules de défense. Le derme sert ainsi de couche nourricière à l'épiderme (CCMO, 2016).

### III.2.3. La jonction dermo-épidermique

La jonction dermo-épidermique est une zone d'interface située entre le derme et l'épiderme. Elle joue un rôle important dans le soutien mécanique et élastique de l'épiderme et permet également l'échange métabolique entre les deux couches. La structure de la jonction dermo-épidermique est caractérisée par une ondulation qui favorise la résistance et la flexibilité de la peau (Olbrdad, 2013).

La jonction est constituée de deux couches principales : la couche basale (lamina densa) et la couche réticulaire (sub lamina densa). La couche basale est composée de fibres de collagène de type IV et de glycoprotéines, qui confèrent à la jonction sa rigidité et sa force. La couche réticulaire est quant à elle composée de fibres de collagène de type III et VII, et est en continuité avec la couche papillaire du derme. Une troisième couche, appelée lamina lucida, est située directement sous la couche basale de l'épiderme. Cette couche contient des filaments d'ancrage et des hémidesmosomes, qui permettent aux cellules épidermiques de se fixer solidement à la jonction dermo-épidermique. La jonction dermo-épidermique est essentielle dans la réépidermisation lors de la cicatrisation, car elle sert de support pour l'adhésion et la migration des kératinocytes (figure 23) (Montagnat-Rentier, 2014).

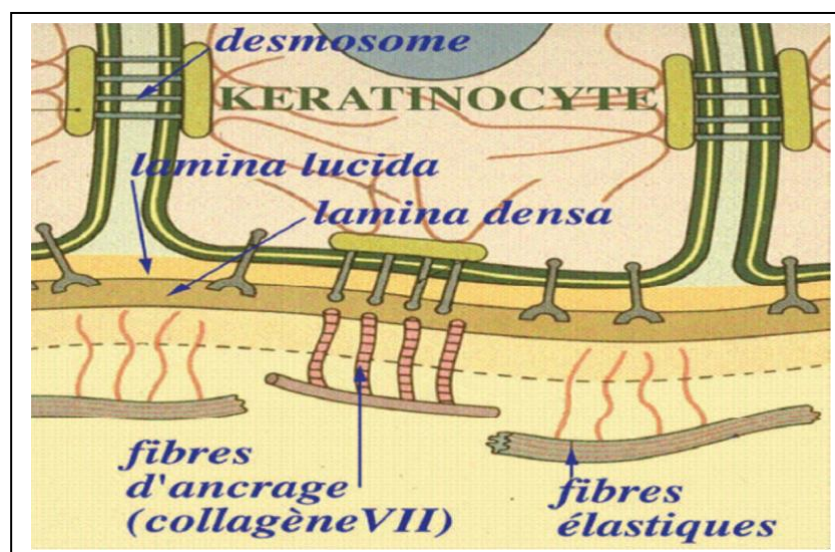


Figure 23. La jonction dermo-épidermique (Olbrdad, 2013)

### III.2.4. L'hypoderme

L'hypoderme est la couche profonde de la peau, il sépare la partie inférieure du derme des tissus et muscles sous-jacents. C'est un tissu conjonctif lâche adipeux contenant de nombreux adipocytes riches en triglycérides et en acides gras (Violet, 2022).

L'hypoderme est présent sur tout le corps sauf au niveau des oreilles, des paupières et des organes génitaux externes masculins. Il est particulièrement épais au niveau des parties du corps soumises à des pressions importantes comme les talons ou les fesses (CCMO, 2016).

L'hypoderme a différents rôles :

- ✓ Réserve énergétique
- ✓ Isolant thermique
- ✓ Protection contre les chocs (Violet, 2022)

### **III.3. Les fonctions de la peau**

#### **III.3.1. Fonction protectrice**

La peau constitue une barrière cutanée entre l'environnement et l'organisme. Elle s'oppose à la pénétration de corps étrangers (Lafourcade, 2015).

#### **III.3.2. Fonction de sensation**

Grâce à sa richesse en terminaisons nerveuses et en récepteurs, la peau et plus particulièrement celle de l'extrémité des doigts est dotée d'une grande sensibilité (Dréno, 2009). Par sa richesse en fibres sensibles, elle informe l'organisme sur 4 grands groupes de sensations : le toucher, la douleur, la température et la pression (Tran, 2007). Cette innervation permet, en cas d'agressions mettant en danger l'intégrité de la peau, de libérer des neuromédiateurs comme l'adrénaline ou la noradrénaline alertant le sujet (Dréno, 2009) ainsi, grâce à cette fonction, la peau peut s'adapter à son environnement (Lafourcade, 2015).

#### **III.3.3. Fonction de régulation thermique**

La peau est un organe essentiel de la régulation thermique. Elle contribue efficacement au maintien de la température constante de notre corps (Tran, 2007). La peau, grâce à la sueur produite par les glandes sudoripares, permet de réguler la température corporelle (Thomas, 2020), elle augmente avec la température et provoque un rafraîchissement grâce à son évaporation en surface. Elle diminue lorsque la température s'affaiblit (Dréno, 2009). En plus de la contraction du muscle arrecteur du poil, une vasoconstriction cutanée qui permet une circulation sanguine dans les couches profondes de la peau (l'hypoderme), cela permet d'éviter une perte de chaleur (Thomas, 2020).

#### **III.3.4. Participation à la régulation du métabolisme général**

La peau est impliquée dans plusieurs fonctions physiologiques importantes pour l'organisme. En plus de la protection contre les agressions extérieures, elle est également impliquée dans la régulation de la température corporelle, la synthèse de la vitamine D et l'élimination et l'absorption

---

de substances. De plus, le tissu adipeux de l'hypoderme constitue une réserve d'énergie pour le corps, en stockant les acides gras et les triglycérides (Lafourcade, 2015).

### **III.3.5. Participation à l'immunité**

Les cellules dendritiques (ou cellules de Langerhans) de l'épiderme ont un rôle important dans la protection immunitaire (Elkassouani, 2013).

Elles jouent un rôle clé dans la présentation des antigènes aux lymphocytes T, ce qui est essentiel pour l'activation d'une réponse immunitaire spécifique à un pathogène particulier.

En effet, la flore cutanée commensale, composée de bactéries bénéfiques, joue un rôle important dans la défense immunitaire de la peau en empêchant la prolifération de micro-organismes pathogènes. Le pH acide de la peau contribue à maintenir cet équilibre en limitant la croissance de certaines bactéries pathogènes qui préfèrent un environnement plus alcalin. Les kératinocytes participent également à la défense immunitaire en produisant des peptides antimicrobiens qui ont une activité bactéricide, fongicide et antivirale (Thomas, 2020).

## **III.4. Les types de la peau**

Le type de peau est déterminé par la quantité d'huile ou de sébum produite par la peau d'une personne qui est une substance que la peau crée pour sceller l'humidité. L'American Academy of Dermatology (AAD) reconnaît cinq principaux types de peau (SW11) :

### **III.4.1. La peau normale**

La peau normale n'est ni trop grasse ni trop sèche. Elle a une production de sébum équilibrée et une bonne circulation sanguine (SW12).

### **III.4.2. La peau grasse**

La peau grasse se caractérise par son aspect gras sur tout le visage. Cela se produit en raison de l'hyperactivité des glandes sébacées (parfois elles peuvent même être plus nombreuses), entraînant une production excessive de sébum (huile) sur la peau (SW13).

La peau grasse semble brillante, en particulier autour du nez et du front, elle a de grands pores qui se bouchent facilement. Aussi elle est sujet aux boutons ou aux points noirs (SW11).

### **III.4.3. La peau sèche**

Si une personne a la peau sèche, sa peau produit moins de sébum qu'elle n'en a besoin (SW11). La peau sèche manque d'hydratation et de lipides, ce qui peut entraîner une desquamation et un aspect rugueux. Elle peut également être plus sensible et réactive aux irritants. Les personnes ayant la peau sèche doivent souvent utiliser des produits hydratants pour maintenir l'hydratation de leur peau (SW13).

#### III.4.4. La peau mixte

La peau mixte est un mélange de peau grasse et de peau sèche. Habituellement, dans les peaux mixtes, la zone T est grasse (SW12) comprennent le front, le nez et le menton (SW11), et les joues sont secs (SW12).

#### III.4.5. La peau sensible

Le type de peau sensible n'est pas déterminé par la quantité de sébum produite par la peau (SW11).

La peau sensible est souvent sujette à l'inflammation et peut réagir négativement à des produits ou des ingrédients irritants ou allergènes. Les personnes ayant la peau sensible peuvent également éprouver des sensations de picotement, de brûlure ou de démangeaison (SW14) lors de l'application de produits (SW11), aussi ils peuvent avoir de l'acné, de la rosacée ou une dermatite de contact (SW14).

### III.5. Le soleil et la peau

#### III.5.1. La lumière du soleil

Les rayonnements solaires arrivant sur la terre ont des longueurs d'onde qui vont de 270 nanomètres à 5000 nanomètres et comportent :

- **une partie des ultraviolets (200 à 400nm)** ces UV représentent 10% des rayons
- **la lumière visible (400 à 800nm)** qui est inoffensive et représente 40% des rayons
- **une partie des infrarouges (800 à 10000 nm)**. Ces IR représentent 50% des rayons
- le soleil émet également des ondes radios, des rayons X, des rayons gamma
- et des rayons cosmiques (Houdayer, 2000).

#### III.5.2. Le rayonnement ultraviolet et son effet néfaste sur la peau

Le rayonnement ultraviolet (UV) fait partie du spectre électromagnétique émis par le soleil (Desbiolles et al, 2021). Ils sont divisés en (UVC-UVB -UVA.) :

- **Les UVC (200 à 290NM)** : sont très dangereux. Heureusement : ils sont arrêtés par la couche d'ozone et n'atteignent pas la terre (Houdayer, 2000).
- **Les UVB (290 à 320nm)** : pénètrent dans l'épiderme (Meunier, 2017), et constituent 1% du rayonnement arrivant sur la terre mais sont arrêtés en parties par la couche d'ozone néanmoins ils sont responsable des cancers de la peau. Potentialisés par les infrarouges ils sont également responsables de la plupart des effets aigus survenant à la surface de la peau après une exposition prolongée ou à une heure inappropriée ou sans protection (Houdayer, 2000).

- **Les UVA (320 à 400nm)** : ont un rôle de cancérisation en interaction avec les UVB (Houdayer, 2000). Ils atteignent les couches profondes de la peau (Meunier, 2017) et accélèrent le vieillissement de la peau en touchant les vaisseaux sanguins et les cellules qui fabriquent le collagène et l'élastine. Ils altèrent le cristallin et accélèrent l'apparition de la cataracte lors des expositions solaires prolongées L'opposition entre les bons UVA et les méchants UVB ne repose sur rien de scientifique (Houdayer, 2000).

### III.6. Les problèmes de la peau

#### III.6.1. Vieillessement de la peau

Le processus de vieillissement de la peau est inévitable et peut se manifester de différentes manières, telles que le dessèchement, la perte de fermeté et l'apparition de rides. La production de collagène et d'élastine diminue également avec l'âge, ce qui contribue à la perte de tonicité de la peau. Des facteurs externes tels que l'exposition au soleil, la pollution et le tabagisme peuvent également accélérer le vieillissement de la peau (CCMO, 2016).

#### III.6.2. Acné

C'est une inflammation des follicules pilo-sébacés qui sont de petits sacs appendus à la base des poils (figure 24) (CCMO, 2016).

L'acné est essentiellement une inflammation qui se produit lorsque les glandes sébacées de la peau produisent trop de sébum, une substance huileuse qui aide à protéger la peau et les cheveux. Lorsque les pores de la peau sont obstrués par l'excès de sébum, des cellules mortes de la peau et des bactéries, cela peut entraîner l'apparition de boutons, de points noirs et d'autres lésions cutanées (Light et Cooley, 2003).

L'acné touche environ 80 % des adolescents (dont 15 % d'entre eux présentent une acné sévère) et près de 25 % des adultes, en particulier les femmes (CCMO, 2016).

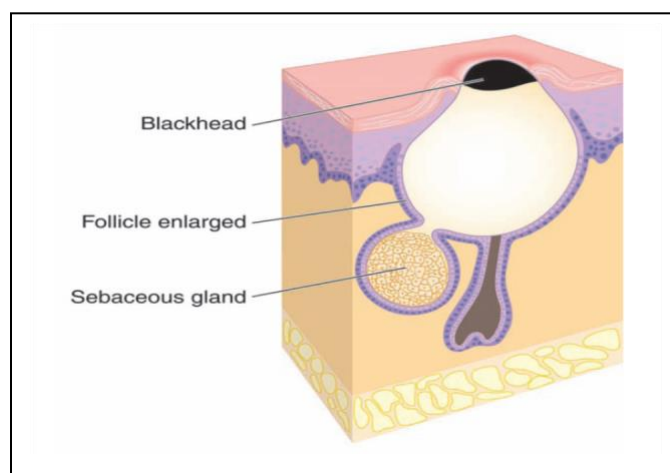


Figure 24. Acné (Light et Cooley, 2003)

### III.6.3. Cancer de la peau

Les cancers de la peau représentent un problème majeur de santé publique de par le nombre de décès dus à ces maladies (Gouabou, 2019). On distingue essentiellement 2 types de cancer : le carcinome et le mélanome (CCMO, 2016).

#### - Carcinome

Les carcinomes cutanés sont des cancers assez fréquents. Ils constituent la plus occurrence des cancers chez l'homme et 90% des cancers de la peau. Ils apparaissent principalement chez les personnes âgées (Balois, 2016). Parmi les carcinomes cutanés, on distingue 3 groupes (CCMO, 2016)

- Les carcinomes **basocellulaires (BCC)** : appelés ainsi parce qu'ils se développent à partir de la couche profonde (basale) de l'épiderme (CCMO, 2016) et ils représentent la majorité des carcinomes de la peau, environ 80% (Balois, 2016). Ils n'ont qu'une malignité locale et, en général, ne produisent pas de métastases. Il se présente souvent (60% des cas) sous forme nodulaire (tuméfaction ferme, bien limitée, lisse, pouvant simuler un kyste) ou sous forme superficielle (lésion ne touchant que la zone extérieure de la peau, sans infiltration, et qui s'étend en surface très progressivement) (CCMO, 2016).

- Les carcinomes **spinocellulaires (SCC)** : Les SCC comptent pour 20% des carcinomes épidermiques (Balois, 2016). ils peuvent se développer à partir des couches superficielles de l'épiderme et peut métastaser (se propager) aux ganglions lymphatiques ou à d'autres organes tels que les poumons. Les signes et symptômes incluent généralement une lésion croûteuse, jaunâtre et indurée (dure), avec une ulcération (plaie) au centre. Ils sont souvent localisés sur la lèvre inférieure, l'oreille, la joue, les régions maxillaires, les mains ou les membres, ainsi que les muqueuses comme le rebord des lèvres ou la sphère génitale (CCMO, 2016).

- Les carcinomes **dits annexiels**, rares, se développent à partir des annexes de la peau comme les glandes sudorales, les follicules pileux ou les glandes sébacées (CCMO, 2016).

#### - Mélanome

Le mélanome est une tumeur maligne qui se développe principalement dans la zone cutanée, à partir des mélanocytes, cellules responsables de la pigmentation (Lens et Dawes, 2004) (des cellules qui fabriquent la mélanine) (CCMO, 2016). Il apparaît plus rarement sur les muqueuses ou dans l'œil. Par ailleurs, le mélanome peut se développer sur une tumeur naevocytaire bénigne préexistante ou sur une tumeur naevus atypique (dans 40 à 60% des cas) (Lens et Dawes, 2004).

#### III.6.4. Rosacée

La rosacée est une maladie cutanée inflammatoire chronique et récurrente (McDONNELL et Tomecki, 2000), qui affecte principalement le visage central (figure 25), les femmes étant plus touchées que les hommes (Rivero et Whitfeld, 2018). Elle est caractérisée par des bouffées vasomotrices fréquentes, un érythème persistant et des télangiectasies. Pendant les épisodes d'inflammation, les caractéristiques supplémentaires sont le gonflement, les papules et les pustules. La maladie s'appelle à l'origine acné rosacée (Jansen et Plewig, 1997).



Figure 25. Rosacée (SW16)

#### III.6.5. Eczéma

Eczéma, également appelée la dermatite atopique est un trouble cutané inflammatoire complexe (Guttman-Yassky, 2017) et qui démange (Lobefaro et *al.*, 2022). Il se manifeste par une vésication, un suintement ou un épaissement de l'épiderme (figure 26) (Borrie, 1956). Il peut commencer à tout âge mais le début est souvent dans l'enfance (BAD, 2004).



Figure 26. Enfant atteint d'eczéma atopique (Brown, 2016)

#### III.6.6. Brûlures

La brûlure cutanée se définit comme étant une perte de substance partielle ou totale de la peau voire des tissus sous-jacents.

Les agents responsables des lésions peuvent être d'origine thermique, chimique, électrique ou radioactive (Lafourcade, 2015).

La gravité de lésion dépend de nombreux paramètres :

- L'âge
- La nature de l'agent vulnérant (liquide bouillant, explosion de gaz, flamme...), et la durée d'exposition
- Le type d'accident (domestique, travail...)
- Le délai avant la prise en charge thérapeutique
- La qualité des moyens mis en œuvre.
- L'étendue et profondeur des lésions
- L'atteinte des fonctions vitales (les voies aériennes supérieures, les orifices naturels...)
- L'atteinte à la fonction des zones concernées (Zinai-Djebbar, 2021).

# PARTI PRATIQUE

# OBJECTIF DE L'ETUDE

# Objectif

L'objectif de ce présent travail est de préparer de savon dur à base de spiruline. En appliquant le procédé de fabrication à froid afin de conserver les différents principes actifs présents dans cette micro-algue comme les vitamines, les antioxydants, ..., et conserver leurs propriétés thérapeutiques.

A cet effet nous avons d'abord préparé les composants de savon (la spiruline, l'huile d'olive, l'huile de noix de coco, l'huile de ricin, l'huile de palme) ensuite nous avons procédé à la préparation de savon solide en appliquant le procédé à froid et enfin nous avons effectué plusieurs tests pour voir la qualité du savon obtenu.

L'ensemble des expériences et des essais de préparation, aussi les analyses physico-chimiques du savon ont été réalisés au niveau du Laboratoire 11 de la Faculté des Sciences de la Nature et de Vie du Département de Biologie Université d'El-chahid Hamma Lakhdar.

L'étude a été réalisée durant 3 mois, du février au mois de mai.

# CHAPITRE I

## MATERIELS ET METHODES

## CHAPITRE I

### Matériels et Méthodes

#### I.1. Matériels

##### I.1.1. Matériels de la préparation du savon

Les matériels de la préparation du savon sont illustrés dans la figure 27.

##### I.1.1.1. spiruline

Obtenu de la ferme Al Kiram de Biskra, puis on la broie.

##### I.1.1.2. Huile d'olive

Achetées au niveau du commerce, a été choisie vue sa disponibilité localement et ses propriétés hydratantes, nourrissantes et émoullientes pour la peau et il donne une dureté au savon. L'huile d'olive utilisé pour la préparation du savon représente dans la figure

##### I.1.1.3. Huile de noix de coco

Achetées de MPK Kolea, elle est utilisée afin d'améliorer le pouvoir moussant des savons.

##### I.1.1.4. Huile de ricin

Achetées De MPK Kolea, elle est utilisée afin d'améliorer le pouvoir moussant des savons

##### I.1.1.5. Huile de palme

Achetées de HS bio cosmetics, elle un agent moussant secondaire et il donne une dureté au savon.

##### I.1.1.6. Hydroxyde de Sodium (NaOH)

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

##### I.1.1.7. Huile de Jasmin

Achetées de MPK Kolea, elle est utilisée afin de parfumer les savons

##### I.1.1.8. Eau

Un milieu réactionnel pour la saponification est une émulsion entre le corps gras et l'eau porteuse de l'alcali nécessaire. L'eau utilisée pour la fabrication des savons est l'eau distillée.



Figure 27. Matériels de la préparation du savon ; a) huile d'olive, b) huile de ricin, c) huile de jasmin, d) huile de noix de coco, e) huile de palme, f) hydroxyde de sodium NaOH, g) spiruline (Originale, 2023)

#### I.1.1.9. Autre matériel

- ✚ Les gants
- ✚ Bavettes
- ✚ Moules en silicone
- ✚ Spatule
- ✚ cuillère
- ✚ un bol
- ✚ alcool

### I.1.2. Matériel des analyses physico-chimique

**Tableau 06. Matériel des analyses physico-chimique**

Matériel des analyses physico-chimique	Appareillage	Verreries	Réactifs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ pH mètre</li> <li>✚ Balance précise à 0,01g</li> <li>✚ Agitateur</li> <li>✚ Bain marié</li> <li>✚ Thermomètre</li> <li>✚ Micropipette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Béchers</li> <li>✚ Tubes à vis</li> <li>✚ Un Erlen-meyer de 250ml</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Ethanol (alcool Éthylique) à 95 % (v/v).</li> <li>✚ Solution de soude (NaOH)</li> <li>✚ Acide phénolphtaléine</li> <li>✚ Acide sulfurique</li> </ul>

## I.2. Méthodes

### I.2.1. Méthode de la fabrication du savon

#### I.2.1.1. Composants du savon

Les pourcentages des huiles essentielles du savon sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 07. Les huiles essentielles pour la fabrication du savon**

Composants	Huile d'olive	Huile de noix de coco	Huile de ricin	Huile de palm
Pourcentage (%)	40	30	5	25

#### I.2.1.2. Etapes de la fabrication du savon

Le savon a été préparé par la méthode à froid, comme suit :

##### A. Préparation de la solution de Sodium

- \* Peser 57g l'eau séparément puis 23g le Sodium
- \* mettre Sodium dans l'eau (La température de la solution augmente).
- \* Agiter doucement jusqu'à ce que tout le sodium soit dissous.
- \* Laisser la température redescende entre 40 °C et 45 °C.



**Figure 28. La solution de NaOH (originale, 2023)**

### **B. Préparation du mélange des huiles**

Dans un bicher, placez l'huile d'olive, l'huile de coco, l'huile de ricin avec l'huile de palme et faites-les fondre au bain-marie (la température du mélange doit être entre 40 °C et 45 °C)



**Figure 29. Mélange des huiles (originale, 2023)**

### **C. Addition de NaOH au mélange**

Vider le contenu du bicher dans un bol après cela jouter la solution d'hydroxyde de sodium sur les huiles et bien mélanger par un agitateur jusqu'à ce que les effets de la saponification apparaissent.



**Figure 30. Mélange des huiles et NaOH (originale, 2023)**

**D. Incorporation du spiruline et moulage de savon :**

- \* ajoutez la spiruline et le parfum jasmin puis bien mélanger
- \* placez-le directement dans des moules en silicone



Figure 31. Incorporation du spiruline et moulage (originale, 2023)

**I.2.2. Analyse physico-chimique****I.2.2.1. Mesure du pH (potentiel Hydrogène)****Principe**

On mesure la concentration des protons (H) dans une solution.

**Mode opératoire**

Pour la mesure du pH, on prépare une solution aqueuse par l'ajout de 0,5 g de savon synthétique et 150 ml d'eau distillée. L'ensemble est soumis à une agitation constante pendant 2 minutes ; à l'aide d'un agitateur.

**Expression des résultats**

Le pH est ensuite déterminé à l'aide d'un pH mètre. La norme généralement admise pour le pH des savons se situe entre 7 et 10.

**I.2.2.2. Détermination du pouvoir moussant du savon dans différents milieux****Principe**

Le pouvoir moussant du savon dans différents milieux est estimé par la mesure de taux de mousse formée dans chaque milieu (acide, salin) par rapport à un témoin (eau distillée).

**Mode opératoire****En milieu acide**

On prépare une solution savonneuse (S) par la dissolution de 3 g de savon dans 100 ml d'eau distillée dans un tube à vis, on ajoute goutte à goutte 1 ml d'une solution d'acide chlorhydrique (1

mmol/l) a 2 ml de la solution S. On bouche le tube, on agite vigoureusement en position horizontale pendant 15 secondes environ.

### En milieu salin

Dans un tube à vis, on ajoute goutte à goutte 1 ml d'une solution saline de NaCl (30%) à 2 ml de la solution S. On bouche le tube, on agite vigoureusement en position horizontale pendant 15 secondes environ.

### Expression des résultats

Après 5 min au repos, on mesure la hauteur de mousse et n calcule le TM selon la formule suivante :

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

### I.2.2.3. Dosage de l'alcali libre

#### Définition et principe

C'est le nombre de grammes d'alcali libre contenu dans 100g de savon, exprimés en pourcentage. Cette méthode de détermination titrée métrique de l'alcalinité est basée sur la neutralisation du savon par un acide minérale, acide chlorhydrique ou acide sulfurique, en présence d'un indicateur coloré. Dissolution du savon dans l'éthanol neutralisé et titrage de l'alcali libre avec une solution éthanoïque.

#### Mode opératoire

- peser 5g du savon,
- mettre la prise d'essai dans un Erlen-meyer de 250ml,
- ajouter 75ml d'éthanol neutralisé, puis on chauffe jusqu'à dissolution complète du savon
- rajouter 3 gouttes de phénolphtaléine
- titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à disparition de la couleur rose,

#### Expression des résultats

L'alcalinité libre exprimée en hydroxyde de sodium, les résultats sont calculés comme suit :

$$\text{Alcali\%} = \frac{V \cdot N \cdot \text{EqNaOH}}{10 \cdot \text{Pe}}$$

Avec :

V : volume de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

N : normalité d' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,1N).

Eq : équivalent grammes NaOH =40g

Pe : prise d'essai =5g (ISO 684:1974).

#### **I.2.2.4. Test d'irritation cutanée**

##### **Principe**

Il s'agit d'un test appelé test de tolérance cutanée. Ce test est utilisé pour évaluer la réaction de la peau à un produit, comme un savon.

##### **Mode opératoire**

Le test consiste à appliquer le produit sur la peau pendant une certaine période de temps, généralement entre 1 heure et 24 heures.

##### **Expression des résultats**

Après cette période, on évalue la peau pour déterminer s'il y a des signes de réaction, comme une éruption cutanée, une irritation ou des démangeaisons.

#### **I.2.2.5. Test de la langue**

##### **Principe**

Ce test permet de vérifier que le savon n'est pas caustique.

##### **Mode opératoire**

On prend un peu de savon et on le frotte doucement avec le bout de la langue. Pour faire ce test, trois dégustateurs se sont portés volontaires.

##### **Expression des résultats**

Si vous ressentez une sensation de picotement sur la langue, c'est le signe que le savon est trop alcalin.

La langue doit être rincée abondamment à l'eau après ce test, parce que le savon contient des produits chimiques qui peuvent avoir de graves effets sur la santé.

#### **I.2.3. Analyse statistique**

On utilise le logiciel Microsoft Office Excel 2010 pour réaliser les analyses statistique.

# CHAPITRE II

## RESULTATS ET DISCUSSION

## CHAPITRE II

### Résultats et discussion

#### II.1. Résultats Caractéristiques morphologiques du savon obtenu

Les résultats détaillés liés aux propriétés morphologiques du savon de spiruline obtenu sont donnés dans le tableau (08) et montré par la figure (32).

**Tableau 08. Caractéristiques morphologiques du savon de spiruline**

Caractéristiques morphologiques	Savon obtenu
Forme	- Carré - rond
Couleur	Vert militaire
homogénéité	Hétérogène
consistance	Sèche
Odeur	Parfumé
Dureté	Solide
Poids	- Carré : 27.64 g - rond : 25.122 g



**Figure 32. Aspect du savon de spiruline (Originale, 2023)**

Les résultats obtenus expliquent que la couleur du Savon obtenu est vert militaire ; prendre la couleur de spiruline avec la présence des granules, sa consistance est sèche avec un aspect dur. Le poids net du savon (carré est de 27,64 g, le savon rond est de 25,122 g).

L'aspect est généralement acceptable avec une bonne odeur.

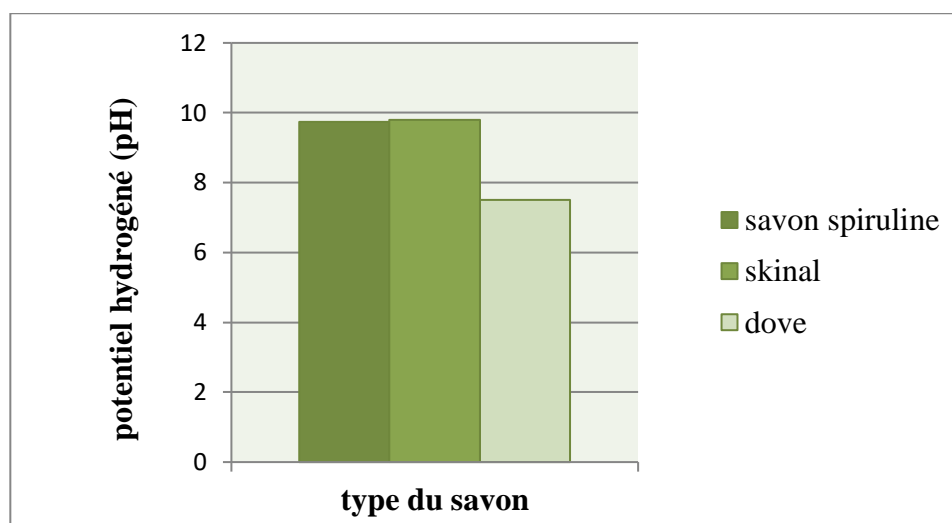
#### II.2. Résultats des analyses physico-chimiques du savon

##### II.2.1. pH

Les résultats obtenus au test de pH de notre savon et de certains savons commerciaux sont présentés dans le tableau 09 et la figure 33.

**Tableau 09. Potentiel hydrogéné (pH) pour certains types du savon**

types du savon	Valeur de pH
Savon de spiruline	9.74
Skinal	9.80
Dove	7.5

**Figure 33. Potentiel hydrogéné (pH) pour certains types du savon**

Nos résultats montrent que la valeur de pH de notre savon est de 9.74 à 25°C, qui est un pH basique. Cette valeur est comparable de celle du savon de gommage skinal (pH=9.80). Par contre, la valeur de pH obtenu est supérieur à celles du savon de toilettes Dove (pH=7.5). La valeur est conforme à la norme des savons qui est fixée dans un intervalle de 7 à 10.

La peau humaine est d'un pH d'environ entre 5,2 -7,0 ; soit relativement acide, Le savon est basique a un pH de 9.74. Théoriquement, il apparait logique de croire qu'une telle substance soit irritante pour la peau (Hotantai, 1999).

L'incorporation des huiles neutres dans notre savon synthétisé peut effectivement contribuer à son caractère doux pour la peau et maintenir le film hydrolipidique de la peau.

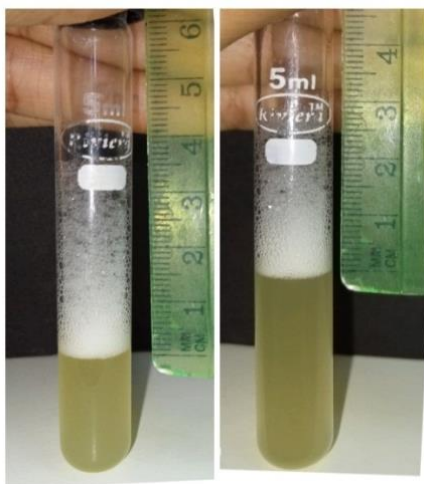
## II.2.2. Détermination du pouvoir moussant de savon dans différents milieux

### II.2.2.1. En milieu acide

L'ajout de la solution savonneuse au milieu acide (HCl), a permet la formation d'une mousse avec un taux calculé (TM) est de 85 % par rapport au témoin.

L'action détergente d'un savon est liée à sa solubilité dans l'eau, c'est-à-dire son pouvoir moussant qui est le degré d'aptitude d'un tensioactif à pouvoir former une mousse stable et persistante. Cette mousse est définie comme étant une dispersion de gaz dans un liquide de telle façon que sa densité approche celle du gaz (Didouche, 2012).

Ce résultat indique que notre savon possède une action acceptable.



**Figure 34. Solubilité du savon; a) dans l'eau distillée, b) dans l'acide chlorhydrique (Originale, 2023)**

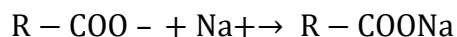
#### II.2.2.2. En milieu salin

L'ajout de la solution savonneuse au milieu salin (NaCl), a permis l'obtention d'un précipité blanc (figure 35, b) et il n'y avait pas formation de mousse par rapport au témoin (figure 35, a). Le taux de mousse calculé (TM) est de 0% par rapport au témoin.



**Figure 35. Solubilité du savon ; a) dans l'eau distillée, b) dans le chlorure de Sodium (Originale, 2023)**

En présence d'ions sodium  $\text{Na}^+$ , les ions carboxylates vont réagir en formant un précipité de carboxylate de sodium, c'est à dire du savon solide qui n'aura aucune action. Cette réaction de précipitation a pour équation :



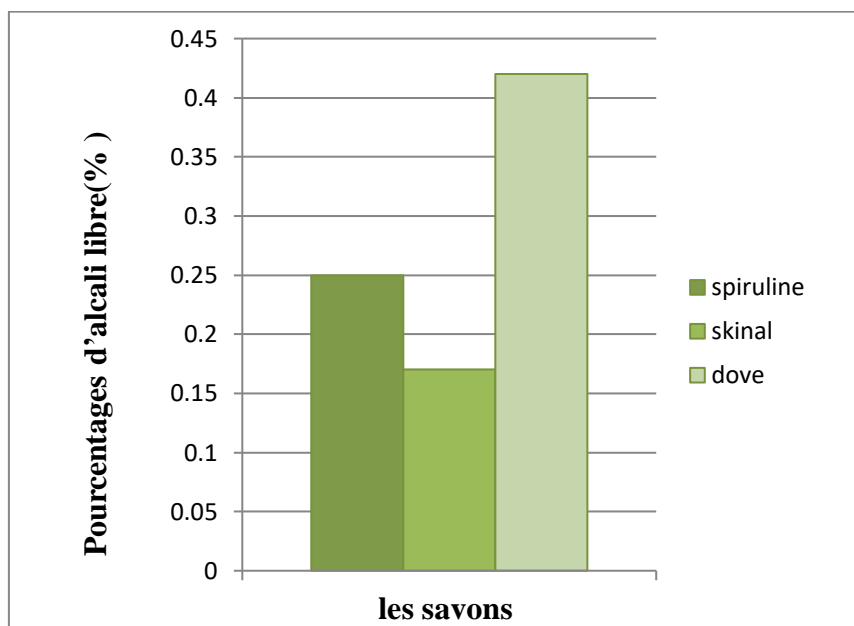
Ce résultat indique que notre savon possède une action nulle.

### II.2.3. Les alcali libre :

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 10 et la figure 36.

**Tableau 10. Pourcentages d'alcali libre dans certains types du savon**

Types du savon	l'alcali libre
Spiruline	0.25
Skinal	0.17
Dove	0.42



**Figure 36. Pourcentages d'alcali libre dans certains types du savon**

La valeur de 0,25% indique la quantité d'alcali libre, en particulier de soude caustique, présente dans notre savon. Cette teneur est relativement élevés par rapport à celle de savon Skinal est diminué par rapport savon Dove.

Notre résultat est relativement élevé de celui mentionné par Rabehasy, L (2006) pour le savon Marseille qui sont de 0,08.

L'excès d'alcali peut être préjudiciable aux fibres animales telles que la laine et la soie. Les savons utilisés pour le lavage de ces fibres doivent être formulés de manière à éviter un excès d'alcali libre, qui peut rendre les fibres rêches, ternes et même endommager leur structure. Les teintureries de soie, par exemple, ont des normes strictes en matière de quantités d'alcali libre autorisées dans les savons utilisés pour le lavage de la soie (pas plus de 0,03 % de soude libre). De même, pour le lavage et le foulage des draps de laine, un niveau contrôlé d'alcali libre est autorisé pour éviter les dommages aux fibres (1 à 1/2 %) (Marcusson, 1929).

L'élimination de l'alcali libre, qui est essentielle à l'obtention d'un savon sûr et de haute qualité, il est réalisé par plusieurs rinçages consécutifs à l'eau distillée.

De cette faible teneur en alcali libre décelée dans le savon parfumée à l'huile de jasmin, on peut prévoir qu'un produit ne provoquera pas d'irritation sur une peau normale.

#### II.2.4. Test d'irritation

Après une application du savon sur nos mains, pendant 1 heure et 24 heures (figure 37), on n'observe aucune réaction cutanée sur la zone traitée. Cela suggère que le savon est probablement non irritant pour la peau.



Figure 37. Résultats du test d'irritation; a) lavage par le savon, b) après 1heure (Originale, 2023)

#### II.2.5. Test de la langue

Les trois dégustateurs bénévoles (figure 38) ont rapporté que le savon de la spiruline a un goût savonneux signifie que notre savon n'est pas caustique.

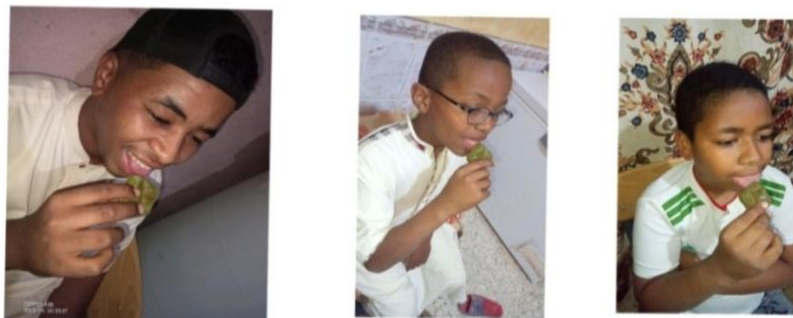


Figure 38. Réalisation du test de la langue par les trois volontaires (Originale, 2023)

# **CONCLUSION GENERALE**

### Conclusion générale

La spiruline a suscité l'intérêt des scientifiques en raison de ses multiples propriétés thérapeutiques et nutritionnelles. La spiruline a été classée "aliment du futur" car elle contient des composants exceptionnels qui contribuent à augmenter le niveau d'énergie, à renforcer l'immunité, à combattre les virus, les infections et à détruire les tumeurs malignes et les cancers. Parmi ses propriétés thérapeutiques, il y a son effet positif sur la peau. Cette propriété curative particulière qui nous a permis de l'utiliser dans la production de savon. Nous avons préparé le savon à froid, et les principaux ingrédients utilisés sont la spiruline, l'huile de coco, l'huile d'olive, l'huile de palme, l'huile de ricin et l'huile de jasmin pour parfumer le savon.

Les caractéristiques morphologiques montrent que le savon à la spiruline obtenu a une couleur foncée, une texture dure, un aspect hétérogène et une odeur parfumée. Les analyses physico-chimiques du savon ont montré que : Le pH du savon est de (9,74), ce qui est dans les normes, et l'alcalinité totale est de 0,25 % La résistance de la mousse de savon obtenue est de 85 % en milieu acide et 0% en milieu salin. En revanche, les résultats des examens sectoriels que sont le test d'irritation et le test de la langue ont montré que le savon formulé est non irritant et non caustique.

Enfin, nous concluons que notre savon fabriqué à base de spiruline est de bonne qualité, d'après les analyses menées sur celui-ci in vivo et in vitro.

D'autres tests sont nécessaires pour caractériser la meilleure qualité de ce savon. En perspective, il est souhaitable :

- ✓ Effectuer des analyses sensorielles par des jurés d'experts pour confirmer la qualité organoleptique des savons
- ✓ Détermination de l'activité bactéricide du savon
- ✓ Déterminer le temps après lequel les résidus de savon s'estompent.
- ✓ Renforcer la sérance de qualité du savon par des analyses physico-chimiques et microbiologiques supplémentaires.

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

# Références bibliographiques

## A

- **Ahounou, M. N. (2018).** *La spiruline: un complément alimentaire en conseil à l'officine. Enquête d'utilisation.* Thésée Doctorat, Université de Rouen, faculté de médecine et de pharmacie.
- **ANSEJ. (2011).** *Fabrication de savon et savonnettes*, 7p.
- **Arnaud, E., Cossoul, E. (2004).** *Les caractéristiques hydrophyle et hydrophobes*, 4p.
- **Ayehunie, S., Belay, A., Baba, T.W., Ruprecht, R.M. (1998).** *Inhibition of HIV-1 replication by an aqueous extract of Spirulina platensis (Arthrospira platensis).* Journal Acquired Immune Deficiency Syndromes and Human Retrovirology: official publication of the International Retrovirology Association, 18(1): 7-12.

## B

- **Babadzhanov, A.S., Abdusamatova, N., Yusupova, F.M., Faizullaeva, N., Mezhlumyan, L.G., Malikova, M. K. (2004).** *Chemical composition of Spirulina platensis cultivated in Uzbekistan.* Chemistry of Natural Compounds, 40 (3): 276-279.
- **Balloni, W., Tomaselli, L., Giovannetti, L., Margheri, MC. (1980).** *Biologia fondamentale del genere Spirulina.* In: Materassi R (ed) Prospettive della Coltura Massiva di Spirulina in Italia. CNR Rome, p 49–85
- **Balois, T. (2016).** *Modélisation de croissance de tumeurs: cas particulier des mélanomes* (Doctoral dissertation, Université Paris sciences et lettres).
- **Banakar, V., Alam, Q., Rajendra, S. V., Pandit, A., Cladius, A., & Gnanaprakash, K. (2020).** *Spirulina, The Boon of Nature.* International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences, 11(1):57-62.
- **BANKS, J. (2007).** *Etude de la Spiruline au Palacret, Etudier la Faisabilité de la Mise en Place d'une Filière Spiruline sur le site du Palacret, dans les Côtes d'Armor*, Manuel, 10-11.
- **Bard, J. M. (2018).** *La spiruline, source de nutriments et aliment fonctionnel.* Pratiques en Nutrition: santé et alimentation, 14, 38-40.
- **Beckrich, M. (2012).** *Evaluation de l'effet d'une lotion, Douxocalm ND mousse MO, sur la réparation de la barrière cutanée dans un modèle de rupture chronique de la barrière cutanée chez le chien* (Doctoral dissertation).
- **Belay, A. (1997).** *Mass culture of Spirulina platensis - The Earthrise farms Experience in "Spirulina platensis (Arthrospira)"* Ed. Avigad Vonshak, Taylor & Francis, London. 4(12): 131-158.

- **Belay, A. (2007).** *Spirulina (Arthrospira): production and quality assurance in Spirulina in Human Nutrition and Health* (pp.15-40). CRC press.
- **Benahmed, D. (2012).** *Analyse des aptitudes technologiques des poudres de dattes (Phoenix dactylifera-l) améliorées par la spiruline. étude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes* (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara).
- **Besson, S. (2007).** *Propriétés adhésives Entre deux bulles de savon* (Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI).
- **Borrie, P. (1956).** *Eczema of the eyelids*. The British Journal of Ophthalmology, 40(12): 742.
- **Boulkras, N. (2010).** *Chimie organique expérimentale: Recueil de travaux pratiques*, 280 p.
- **Brown, S. J. (2016).** Atopic eczema. Clinical Medicine, 16(1), 66.
- **Bujard, E., Braco, U., Mauron, J., Mottu, F., Nabholz, A., Wuhrmann, J.J. et Clément G. (1970).** *Composition and Nutritive Value of Blue Green Algae (Spirulina) and their Possible Use in Food Formulations*. In 3rd international Congress of Food Science and Technology.

## C

- **Caubergs, L. (2008).** *La fabrication du savon : Aspects techniques, économiques et sociaux*. © ATOL Leuvensestraat, 5(1), 3010, 83p.
- **CCMO, D. (2016).** *L'essentiel sur la peau et la dermatologie*. Accès public à partir de <http://www.ccmo.fr/>, 39p.
- **Charpy, L. (2008).** *Colloque International « la Spiruline et le développement »*, formation et transfert de technologie, en matière de culture de Spiruline: 28- 29 et 30 avril 2008. Toliara - SUD-OUEST MADAGASCAR, 8(9): 89.
- **Charpy, L., Langlade, MJ., Alliod, R. (2008).** « *La Spiruline peut-elle être un atout pour la santé et le développement en Afrique ?* ». *Rapport d'expertise pour le ministère de l'agriculture et de la pêche*.
- **Chaterbache, A. (2007),** *Etude et synthèse des composés tensioactifs à base de souches naturelles et obtention de détergents industriels biodégradables*, Magister en chimie analytique, physique et environnement, Université Mentouri Constantine.
- **Chevalier, L., Chevalier, S. (2010).** *je crée mes savons au naturel –l'art de la savonnerie à froid* p : 18.
- **Ciferri, O. (1983).** *Spirulina, the Edible Microorganism*. Microbial. Rev. Vol. 47(4):551-578.

- **Clement, g. (1975).** *Production et constituants caractéristiques des algues Spirulina maxima et platensis.* Ann. Nutr. Aliment. 29(6): 477-487.
- **Clément, G., Giddey, C. et Menzi, R. (1967).** *Amino Acid Composition and Nutritive Value of the Alga Spirulina maxima.* J. Sci. Fd. Agric. Vol. 18(11): 497-501.
- **Cloarec, F. (2013).** *L'ÂME DU SAVON D'ALEP*, Éd. Noir sur blanc – DL, 208p.
- **COI. (2015).** Huile d'olive. Consommation, importations et exportations, 21P.
- **Cruchot, H. (2008).** *La Spiruline, Bilan et Perspective.* (Doctoral dissertation, université de France-Comite).

## D

- **Debesh, M. (2013).** *Preparation of Soap Using Different Types of Oils and Exploring its Properties*, Department of Chemical Engineering National Institute of Technology, 42P
- **Delleci, M. B. (2011).** *Effet du stress physiologique sur une micro-algue productrice de biogaz* (Doctoral dissertation).
- **Desbiolles, A., Bels, F., Méric, J. B. (2021).** *RAYONNEMENTS ULTRAVIOLETS ET RISQUES DE CANCER.* Institut national du cancer, Etat des lieux et des connaissances, fiches repères, 1-9.
- **Didouche.Y. (2012).** *Valorisation d'un déchet industriel impact écologique/économique.* Doctoral dissertation, chimie de matière et environnement, Boumerdès.
- **Donkor, P. (1991).** *Produire du savon: techniques de production à l'échelle artisanale et micro-industrielle.* Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques, 112p.
- **Donnez, M. (1993).** Guide de production de savon CDI centre pour le développement industriel. *Convention de Lomé ACP /CEE* pp : 01- 02.
- **Dréno, B. (2009).** *Anatomie et physiologie de la peau et ses annexes.* Annales de Dermatologie, 136(6) : 247-251
- **Durand-Chastel, H. (1993).** *La Spiruline, algue de vie.* Bulletin de l'Institut océanographique (Monaco), n° special 12 : 7-11.

## E

- **El Kassouani, N. (2013).** *Les produits cosmétiques pour les soins du visage.* (Doctoral dissertation, Université Mohammed V, Rabat).

## F

- **Faiola, A. M. (2016).** *Pure Soapmaking: How to Create Nourishing, Natural Skin Care Soaps.* Storey Publishing, 533p.
- **Falquet, J., Hurni, J-P. (2006).** *Spiruline: Aspects nutritionnels*, document Antenna technologie Genève.

- **Fox, D. (1999).** *Spiruline, Technique pratique et promesse*”, Aix en Provence: Edi.Sud, 246p.

## G

- **Gasser, P., & Bouzoud, D. (2008).** *La peau: support des cosmétiques mais aussi d'évaluation.* l'actualité chimique, (323-324), 18.
- **Gouabou, A. C. F. (2019).** *Apprentissage profond pour l'aide au diagnostic du mélanome à partir d'exemple* (Doctoral dissertation, Université de Haute-Alsace).
- **Goulambasse, T. R. (2018).** *La Spiruline: Activités Thérapeutiques et son Intérêt dans la Lutte contre la Malnutrition à Madagascar.* Thésée Doctorat, Université de Lille, Faculté de la Pharmacie.
- **Guttman-Yassky, E., Waldman, A., Ahluwalia, J., Ong, P. Y., & Eichenfield, L. F. (2017).** *Atopic dermatitis: pathogenesis.* Semin Cutan Med Surg, 36(3), 100-103.

## H

- **Hajati, H., Mojtaba, Z. (2019).** *Spirulina platensis in Poultry Nutrition*, Cambridge ScholarPublishing, Livre, p 20.
- **Hayashi, T., Hayashi, K., Maeda, M., & Kojima, I. (1996).** *Calcium spirulan, an inhibitor of enveloped virus replication, from a blue-green alga Spirulina platensis.* Journal of natural products, 59(1), 83-87.
- **Hoseini, S. M., Khosravi-Darani, K., & Mozafari, M. R. (2013).** *Nutritional and medical applications of spirulina microalgae.* Mini reviews in medicinal chemistry, 13(8), 1231-1237.
- **Hotantai, L. (1999).** *Détergents et produits de soins corporels*, Paris, Dunod, 479 p.
- **Houdayer, P. (2000).** *Le soleil et la peau.* Document réalisé à l'intention des élèves de terminales, Lycée POTHIER, 1-9.
- **Hug, C., Von der wied, D. (2011).** *La spiruline dans la lutte contre la malnutrition*, Bilan et perspectives. Antenna Technologies, Genève, 30 p.
- **Hwangjh., Lee, T., Jengkc., et al. (2011).** *Spirulina prevents memory dysfunction, reduces oxidative stress damage and augments antioxidant activity in senescence-accelerated mice.* J Nutr Vitaminol; 57: 186-191

## I

- **ISO, 684. (1974).** *Analyse des savons — Détermination de la teneur en alcali libre total.*

## J

- **Jansen, T., & Plewig, G. (1997).** *Rosacea: classification and treatment.* Journal of the Royal Society of Medicine, 90(3), 144-150.
- **Jarisoa, T. (2005).** *Adaptation de la spiruline du sud de madagascar a la culture en eau de mer.* Mise au point de structures de production à l'échelle villageoise. p. 188.
- **Joho, P. (2007).** *Les graisses.* Ed : Paul Emile Victor : maintenance et environnement.
- **Joly-Tonetti, N. (2012).** *Etude du rôle des microARN dans la réponse à l'irradiation ionisante et au cours de la différenciation des kératinocytes humains primaires* (Doctoral dissertation, Lyon 1).
- **Jourdan, j. p. (2012).** *Cultivez votre spiruline, manuel de culture artisanale.* Révision mars 2013, p: 3-14
- **Jung, F., Krüger-Genge, A., Waldeck, P., & Küpper, J. H. (2019).** *Spirulina platensis, a super food ?* Journal of Cellular Biotechnology, 5(1), 43-54.

### K

- **König, C. (2005).** *Les cyanobactéries: apparition, adaptation et reproduction.* Disponible sur : <http://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-algues-surprenants-vegetaux-aquatiques-523/page/2/>

### L

- **Lafourcade, D. (2015).** *Prise en charge de la brulure cutanée thermique: parcours-type du centre de traitement des brulés jusqu'à celui de rééducation.* Sciences pharmaceutiques. Disponible en ligne sur: <http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01258461>
- **Leblanc, R. (2001).** *Le savon : de la préhistoire au XXIe siècle,* Éd. Pierann, Montreuil-l'Argille, 2001, 396 p.
- **Lens, M. B., & Dawes, M. (2004).** *Global perspectives of contemporary epidemiological trends of cutaneous malignant melanoma.* British Journal of Dermatology, 150(2), 179-185.
- **Libbey, J. (2004).** *Progrès en dermato-allergologie.* 4eme Edition à Lille, 206 P.
- **Light, D., & Cooley, M. D. A. (2003).** *Your Body. How It Works. Cells, Tissues and Skin.*
- **Lobefaro, F., Gualdi, G., Di Nuzzo, S., & Amerio, P. (2022).** *Atopic Dermatitis: Clinical Aspects and Unmet Needs.* Biomedicines, 10(11), 2927.

### M

- **Manet, A. (2016).** *La spiruline: indications thérapeutiques, risques sanitaires et conseils à l'officine.* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).
- **Marcusson, J. (1929).** *Manuel de Laboratoire pour l'industrie des Huiles et Graisses.* Librairie Polytechnique CH. BERANGER. Paris.

- **McDonnell, J. K., & Tomecki, K. J. (2000).** *Rosacea: an update*. Cleveland Clinic Journal of Medicine, 67(8), 587-590.
- **Mélissopoulos, A., & Levacher, C. (1998).** *La peau. Structure et physiologie*. Editions Médicales Internationales, Allée de la Croix Bossée, F-94234 Cachan cedex, Tec et doc, Paris, 11.
- **Meunier, L. (2017).** *Peau et soleil*. Acad. Sc. Lett. Montp, 48,1-8.
- **Michka., Falquet, J. (2005) :** *La spiruline pour l'homme et la planète*, Terra Magna Georg, 202p
- **Montagnat-Rentier, C. (2014).** *Vieillessement de la peau et les produits cosmétiques anti-âge actuels en pharmacie: la réglementation, leur composition, leur efficacité et l'attente des clients*. Sciences pharmaceutiques.
- **Moyen, M., Puyvelde, L. V. (2009).** LE SAVON. ELOCUTION. Page : 1-8
- **Muhling, M., Harris, N., Belay, A., Whitton, BA. (2003).** *Reversal of helix orientation in the cyanobacterium Arthrospira*. Journal of Phycology 39(2): 360-367

## N

- **Nuhu, A. A. (2013).** *Spirulina (Arthrospira): An important source of nutritional and medicinal compounds*. Journal of Marine biology, 2013, 1-8.

## O

- **Olbrdad, T. (2013).** *Le derme artificiel dans la reconstruction cutanée: Matriderm R et Integra R*. Sciences pharmaceutiques.
- **Osamu, H., Kyoko, I., Chinami, K., Hei, S. Y., Bao, N. Y., Tomohiro, H., & Toshimitsu, K. (2004).** *Enhancement of mucosal immune functions by dietary Spirulina platensis in human and animals*. Nutritional Sciences, 7(1), 31-34.

## P

- **Patrick, B. (1999).** Le Savon de Marseille, Saint-Rémy-de-Provence : Équinoxe.
- **Pélisson, I. (2021).** *La peau: exemples de pathologies et solutions thérapeutiques*. In Chimie, dermo-cosmétique et beauté (pp. 211-228). EDP Sciences.
- **Piccolo, A., Short, C. (2014).** *La production de spiruline en Ethiopie: la voie à suivre*. Smart fiche, Ed : FAO/IOC, 4P.
- **Pore, J. (1992).** *Émulsions, microémulsions, émulsions multiples*, Éditions techniques des industries des corps gras, Neuilly, 270 p.

## R

- **Rabehasy, L. (2007),** *Contribution à l'analyse chimique de quelques échantillons de savon*, ingénieur en physique-chimie, Ecole normale supérieure à Antananarivo.

- **Rivero, A. L., & Whitfeld, M. (2018).** *An update on the treatment of rosacea.* Australian prescriber, 41(1), 20.

## S

- **Sall, M.G., Dankoko, B., Badiane, M., Ehua, E. et Kuakuwi, N. (1999).** *La spiruline : une source alimentaire à promouvoir.* Médecine d'Afrique Noire, 46 (3), 140-141.
- **Sansone, C., Brunet, C., Noonan, D. M., & Albin, A. (2020).** *Marine Algal Antioxidants as Potential Vectors for Controlling Viral Diseases.* Antioxidants, 9(5), 392.
- **Sguera, S. (2008).** *Spirulina platensis et ses constituants: intérêts nutritionnels et activités thérapeutiques.* (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).
- **Shao, W., Ebaid, R., El-Sheekh, M., Abomohra, A., & Eladel, H. (2019).** *Pharmaceutical applications and consequent environmental impacts of Spirulina (Arthrospira): An overview.* Grasas y Aceites, 70(1), e292.
- **Siaka, K. (2000).** *Fabrication de savons améliorés.* Gate technical information Ff. Thèse, 15P .
- **Spitz, L. (2009).** *SOAP MANUFACTURING TECHNOLOGY,* AOCS Press, Urbana (Ill.), page: 474.
- **Stanier, R. Y., & Van Niel, C. B. (1962).** *The concept of a bacterium.* Archiv für Mikrobiologie, 42 : 17-35.

## T

- **Thomas, M. (2020).** *Peau sèche et vieillissement cutané: clinique, facteurs aggravants et réponses cosmétiques* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- **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, 7493-7498.
- **Tran, H. V. (2007).** *Caractérisation des propriétés mécaniques de la peau humaine in vivo via l'IRM* (Doctoral dissertation, Université de Technologie de Compiègne).

## V

- **Vaittinen, M. (2018).** *The Growth Potential of Arthrospira Platensis:* Literature review and case study.
- **Vidal, J. L. (2015).** *Spiruline, l'algue bleue de santé et de prévention,* Livre, Chapitre3 Cancer et Spiruline, p 101, Chapitre 16 / Universelle spiruline. A chacun son profil, 240 p.
- **Violet, J. (2022).** *Anatomie de la peau.* Sur <http://www.fiches-ide.fr> , p 1-4.

- **Vonshak, A. (1997).** *Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cell-biology and Biotechnology.* CRC press, p 1-17.

## W

- **WATERVAL, G. (2011).** *Savon Artisanal.* GNU Free Documentation. p 1-20.

## Z

- **Zinai-Djebbar, L. (2021).** *LES BRULURES.* Cour université Oran1 Ahmed Ben Bella.

### **Anonyme**

- **Anonyme. (2005).** *Structure de la peau.* Ann Dermatol Venereol, 132, 8S5-48

### **Références par sites web:**

- 1- <https://www.almrsal.com/post/1258407> , consulté le 17/05/2023, 19:25
- 2- [https://mawdoo3.com/%D9%83%D9%8A%D9%81\\_%D8%AA%D8%B5%D9%86%D8%B9\\_%D8%B5%D8%A7%D8%A8%D9%88%D9%86\\_%D8%B3%D8%A7%D8%A6%D9%84\\_%D9%84%D9%84%D9%8A%D8%AF%D9%8A%D9%86](https://mawdoo3.com/%D9%83%D9%8A%D9%81_%D8%AA%D8%B5%D9%86%D8%B9_%D8%B5%D8%A7%D8%A8%D9%88%D9%86_%D8%B3%D8%A7%D8%A6%D9%84_%D9%84%D9%84%D9%8A%D8%AF%D9%8A%D9%86) , consulté le 17/05/2023, 20:00
- 3- [https://mawdoo3.com/%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF\\_%D8%B5%D8%A7%D8%A8%D9%88%D9%86\\_%D8%A7%D9%84%D8%BA%D8%A7%D8%B1\\_%D9%84%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%87](https://mawdoo3.com/%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF_%D8%B5%D8%A7%D8%A8%D9%88%D9%86_%D8%A7%D9%84%D8%BA%D8%A7%D8%B1_%D9%84%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%87), consulté le 17/05/2023, 19:35
- 4- <https://www.uaewomen.net/%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF-%D8%B5%D8%A7%D8%A8%D9%88%D9%86-%D9%85%D8%B1%D8%B3%D9%8A%D9%84%D9%8A%D8%A7/#>, consulté le 17/05/2023, 20:15
- 5- <https://www.almrsal.com/post/121105> , consulté le 17/05/2023, 19:27
- 6- [https://tamkiin-com.cdn.ampproject.org/v/s/tamkiin.com/%D8%B5%D8%A7%D8%A8%D9%88%D9%86-%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B4%D8%AA%D8%A7%D9%84%D9%8A-%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF%D9%87-%D9%88%D9%85%D8%AD%D8%A7%D8%B0%D9%8A%D8%B1-%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D8%AF%D8%A7/amp/?amp\\_gsa=1&amp\\_js\\_v=a9&usqp=mq331AQIUAKwASCAAgM%3D#amp\\_tf=From%20%251%24s&aoh=16843550609731&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&ampshare=https%3A%2F%2Ftamkiin.com%2F%25D8%25B5%25D8%25A7%25D8%25A8%25D9%2588%25D9%2586-%25D8%25A7%25D9%2584%25D9%2582%25D8%25B4%25D8%25AA%25D8%25A7%25D9%2584%25D9%258A-%25D9%2581%25D9%2588%25D8%25A7%25D8%25A6%25D8%25AF%25D9%2587-%25D9%2588%25D9%2585%25D8%25AD%25D8%25A7%25D8%25B0%25D9%258A](https://tamkiin-com.cdn.ampproject.org/v/s/tamkiin.com/%D8%B5%D8%A7%D8%A8%D9%88%D9%86-%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B4%D8%AA%D8%A7%D9%84%D9%8A-%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF%D9%87-%D9%88%D9%85%D8%AD%D8%A7%D8%B0%D9%8A%D8%B1-%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D8%AF%D8%A7/amp/?amp_gsa=1&amp_js_v=a9&usqp=mq331AQIUAKwASCAAgM%3D#amp_tf=From%20%251%24s&aoh=16843550609731&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&ampshare=https%3A%2F%2Ftamkiin.com%2F%25D8%25B5%25D8%25A7%25D8%25A8%25D9%2588%25D9%2586-%25D8%25A7%25D9%2584%25D9%2582%25D8%25B4%25D8%25AA%25D8%25A7%25D9%2584%25D9%258A-%25D9%2581%25D9%2588%25D8%25A7%25D8%25A6%25D8%25AF%25D9%2587-%25D9%2588%25D9%2585%25D8%25AD%25D8%25A7%25D8%25B0%25D9%258A)

[%25D8%25B1-](#)

[%25D8%25A7%25D8%25B3%25D8%25AA%25D8%25AE%25D8%25AF%25D8%25A7%2F](#), consulté le 17/05/2023, 20:18

- 7- [https://mawdoo3.com/%D9%85%D9%83%D9%88%D9%86%D8%A7%D8%AA\\_%D8%B2%D9%8A%D8%AA\\_%D8%A7%D9%84%D8%B2%D9%8A%D8%AA%D9%88%D9%86](https://mawdoo3.com/%D9%85%D9%83%D9%88%D9%86%D8%A7%D8%AA_%D8%B2%D9%8A%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%B2%D9%8A%D8%AA%D9%88%D9%86) .consulté le 20/04/2023, 15:20.
- 8- [https://mawdoo3.com/%D8%A3%D8%B6%D8%B1%D8%A7%D8%B1\\_%D8%B2%D9%8A%D8%AA\\_%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%AE%D9%8A%D9%84](https://mawdoo3.com/%D8%A3%D8%B6%D8%B1%D8%A7%D8%B1_%D8%B2%D9%8A%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%AE%D9%8A%D9%84) .consulté le 20/04/2023, 15:15.
- 9- [https://mawdoo3.com/%D8%A3%D8%B6%D8%B1%D8%A7%D8%B1\\_%D8%B2%D9%8A%D8%AA\\_%D8%A7%D9%84%D8%AE%D8%B1%D9%88%D8%B9\\_%D9%84%D9%84%D8%B1%D9%85%D9%88%D8%B4](https://mawdoo3.com/%D8%A3%D8%B6%D8%B1%D8%A7%D8%B1_%D8%B2%D9%8A%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%AE%D8%B1%D9%88%D8%B9_%D9%84%D9%84%D8%B1%D9%85%D9%88%D8%B4) .consulté le 20/04/2023, 16:00
- 10- [https://mawdoo3.com/%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF\\_%D8%B2%D9%8A%D8%AA\\_%D8%AC%D9%88%D8%B2\\_%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%86%D8%AF\\_%D9%84%D9%84%D8%A8%D8%B4%D8%B1%D8%A9](https://mawdoo3.com/%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF_%D8%B2%D9%8A%D8%AA_%D8%AC%D9%88%D8%B2_%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%86%D8%AF_%D9%84%D9%84%D8%A8%D8%B4%D8%B1%D8%A9) .consulté le 20/04/2023, 15:23.
- 11- <https://www.medicalnewstoday.com/articles/what-type-of-skin-do-i-have> , consulté le 15/04/2023, 19:02.
- 12- <https://skinkraft.com/blogs/articles/different-skin-types-how-to-know-your-skin-type> , consulté le 15/04/2023,19:06.
- 13- <https://www.bebeautiful.in/all-things-skin/everyday/5-different-types-of-skin-and-how-to-take-care-of-each> , consulté le 15/04/2023, 19:08.
- 14- <https://www.today.com/style/5-different-skin-types-which-type-skin-do-you-have-t152786> , consulté le 15/04/2023, 19:10.
- 15- [https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=couperose\\_pm](https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=couperose_pm) consulté le 28/05/2023, 10:55

# RESUME

## Résumé

Cette étude a pour objectif principal de fabriquer un savon à base de spiruline qui est préparé par la méthode traditionnelle, ou la méthode à froid a été appliquée. Les matières premières principales utilisées sont la spiruline, l'huile de d'olive, l'huile de noix de coco, l'huile de ricin, l'huile de palme, et la solution de soude. De l'huile essentielle de Jasmine a été également ajoutée à la pâte afin d'aromatiser le savon. Le processus de fabrication du savon passe par de nombreuses étapes dont la préparation de la solution d'alcali, la saponification, le moulage et le séchage.

Par la suite, des analyses physico- chimiques du savon obtenu ont été effectués, les résultats montrent que le pouvoir moussant du savon obtenu est de 85 % dans un milieu acide, est de 0 % dans un milieu salin, le pH est basique de 9.74 qui est dans les normes tandis que l'alcali total est de 0.25 % qui est teneur acceptable. Tandis que, Les résultats des tests sectoriels à savoir le test d'irritation et le test de la langue montrent que le savon synthétisé n'est pas irritant et non caustique, les résultats obtenus sont bons mais insuffisants d'autres tests sont nécessaires à savoir le test bactéricide, test de peroxyde, test d'humidité ... pour mieux caractériser le savon obtenu.

**Mots clés :** Spiruline, savon dur, saponification, paramètres physico-chimiques.

## Abstract

The main objective of this study is to manufacture a soap based on spirulina prepared in the traditional way, where the cold method was applied. The main raw materials used are spirulina, olive oil, coconut oil, castor oil, palm oil and soda ash solution. Jasmine essential oil has also been added to the paste to flavor the soap. The soap making process goes through many steps including lye preparation, saponification, molding and drying.

After that, physical and chemical analyzes of the obtained soap were performed, and the results showed that the strength of the obtained soap foam is 85% in an acidic medium, 0% in a salty medium, and a basic pH of 9.74 which is within the standards while the total alkali is 0.25% which is acceptable content. While the results of the sectorial tests, which are the irritation test and the tongue test, showed that the formulated soap is non-irritating and non-caustic, the results obtained are good, but the other tests are insufficient to know the germicidal test, the peroxide test, and the moisture test...For a better characterization of the obtained soap.

**Key words:** Spiruline, saponification, still soap, physic-chemical parameter.

## ملخص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تصنيع صابون يعتمد على مادة السبيرولينا المحضرة بالطريقة التقليدية، حيث تم تطبيق الطريقة الباردة. المواد الخام الرئيسية المستخدمة هي سبيرولينا، زيت الزيتون، زيت جوز الهند، زيت الخروع، زيت النخيل ومحلول الصودا، كما تم إضافة زيت الياسمين العطري إلى المعجون لإعطاء رائحة للصابون. تمر عملية صنع الصابون بالعديد من الخطوات بما في ذلك تحضير المحلول القلوي والتصبين والقولية والتجفيف.

بعد ذلك، تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية للصابون الذي تم الحصول عليه، وأظهرت النتائج أن قوة رغوة الصابون التي تم الحصول عليها تبلغ 85 % في وسط حمضي، و 0 % في وسط ملحي، ودرجة الحموضة قاعدية عند 9.74 و هو داخل المعايير بينما إجمالي القلويات 0.25% وهو محتوى مقبول. بينما أظهرت نتائج الاختبارات القطاعية وهي اختبار التهيج واختبار اللسان أن الصابون المركب غير مزعج وغير كاوي. النتائج التي تم الحصول عليها جيدة ولكن الاختبارات الأخرى غير كافية لمعرفة اختبار مبيد الجراثيم واختبار البيروكسيد واختبار الرطوبة ...، لتوصيف أفضل للصابون الذي تم الحصول عليه.

**الكلمات المفتاحية:** سبيرولينا، صابون صلب، تصبين، المعايير الفيزيوكيميائية.