

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme

D'Ingénieur et de Master en Science de la Mer

Option : Biotechnologie Marine

Thème :

**Extraction et valorisation d'un biopolymère de  
rhodophycées à des fins pharma-cosmétiques**

Présenté par :

- LAKEHAL Hiba
- LEFKIR Maroua

Soutenue le 01 / 07 / 2025 devant le jury suivant :

Mme OUAFI L.	MAA	Présidente	ENSSMAL
Mme CHAOU N.	MAA	Examinatrice	ENSSMAL
M. BOUGHRIRA A.	MAA	Promoteur	ENSSMAL
Mme BAHBAH L.	MAA	Co-Promotrice	ENSSMAL

Année universitaire : 2024/2025

# *Remerciements*

Au tout début de ce parcours, nous rendons grâce à Dieu Tout-Puissant, source de sagesse, de force et de persévérance, qui nous a accompagnés tout au long de la réalisation de ce Projet de Fin d'Études. C'est par sa grâce que nous avons pu surmonter les défis et mener à bien ce travail.

Nous exprimons notre profond respect et notre sincère gratitude à notre encadrant, **M. BOUGHRIRA A.**, ainsi qu'à notre co-encadrante, **Mme BAHBAH L.**, pour leurs précieux conseils et leurs disponibilité constante, qui ont grandement contribué à la qualité de ce projet.

Nous sommes également très reconnaissantes à **Mme AMROUCHE L.** pour l'honneur de bénéficier de son expertise et de sa bienveillance, ainsi que pour l'intérêt qu'elle a porté à notre travail.

Nous tenons à témoigner aux membres du jury pour leurs efforts de lecture et d'évaluation de ce travail.

Nos sincères remerciements s'adressent également à **Mme GUERROUMI Houda**, ingénieure du laboratoire de biochimie de notre école, pour son assistance précieuse.

Nous exprimons également notre gratitude à **M. Norddine**, **M. Yacine**, **M. Ali** et **M. Malik** pour leurs expertises et leurs disponibilités, toujours prêts à nous fournir le matériel nécessaire avec un sourire encourageant.

Nous adressons un remerciement tout particulier à **M. El Hadi** et à **M. Ayoub**, dont le coaching lors de la formation de notre projet a été d'une grande valeur. Leurs patiences, leurs conseils avisés et leurs soutien constant ont été essentiels à notre progression et à la réussite de ce travail.

Nous remercions **SAIDAL** pour leurs accueil, **Mme TATA N.**, **Mme SAADI BELOUIZ L.** et **Mme BELKADI A.**, et toute l'équipe du **CRD**.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à nos familles et proches, pour leur patience, leur encouragement et leur confiance, qui nous ont soutenus tout au long de cette aventure.

# *Dédicace*

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à :*

*Mes chers parents.*

*Aucun mot ne saurait pleinement exprimer l'affection profonde et la gratitude éternelle que je leur porte pour tous les efforts et sacrifices qu'ils ont toujours consentis afin de soutenir mon éducation, mes études et mon bien-être. À travers cet humble travail, j'espère pouvoir leur témoigner tout l'amour infini que je leur porte.*

*À mon cher frère **Walid** et ma chère sœur **Khadija**.*

*À mes copines qui sont toujours à côté de moi : **Yasmine, Achwaq, Nour, Habiba, Imene** et ma chère binôme **Hiba**.*

*À ma deuxième famille, la **Promo Biotech 2020**, Pour votre affection et vos encouragements constants.*

***LEFKIR MAROUA***

# Dédicace

*À mes chers parents, **Hakima et Mohammed**,*

*Vous avez toujours été là pour moi, me soutenant avec une patience infinie et un amour inconditionnel. Vos encouragements et votre confiance ont été ma plus grande force. Je vous en serai éternellement reconnaissante.*

*À mes précieuses sœurs, **Inès** et ma jolie **Maram**, Vous êtes la lumière de ma vie, celles qui transforment les moments difficiles en instants de douceur et de rires. Votre présence est un véritable trésor*

*À ma petite nièce **Lina**, Ton innocence, ton sourire et ta simple présence apportent une joie immense à mon cœur, même sans mots.*

*À ma chère grand-mère, Toujours présente, toujours à veiller sur moi, à m'aider, à m'écouter et à me faire sourire. Ta tendresse m'a portée dans les moments les plus durs.*

*À ma cousine, **Maroua Kamel**, Merci d'avoir été à mes côtés avec tant de générosité et de disponibilité. Ton soutien m'a été précieux,*

*À ma meilleure amie, **Rihab**, Tu m'as aidée plus que je ne saurais le dire. Merci pour ton écoute, ton aide et ton amitié sincère.*

*À mes fidèles amies, **Nour, Achwak, Yasmine, Habiba, Imen**, et à ma chère binôme **Maroua**, Merci pour votre présence, vos encouragements et votre aide tout au long de ce parcours. Vous avez rendu cette aventure plus belle.*

*Je tiens à exprimer toute ma gratitude à **M. El Hadi Hanane** pour son implication remarquable, son partage généreux de connaissances et le soutien constant qu'il nous a apporté tout au long de notre formation. Son dévouement a été d'une valeur inestimable pour nous.*

*Et enfin, À la **Promo Biotech 2020**, Merci pour votre affection, votre bonne humeur et votre soutien constant. Ce chemin partagé restera gravé dans ma mémoire.*

***LAKESHAL Hiba***

## Résumé

Les algues marines constituent une ressource biologique riche en composés bioactifs aux propriétés fonctionnelles intéressantes. Parmi elles, les rhodophycées sont particulièrement exploitées pour leur teneur en carraghénane, un polysaccharide sulfaté aux propriétés gélifiantes, épaississantes et stabilisantes, largement utilisé dans les industries pharmaceutique, agroalimentaire et cosmétique.

La présente étude s'intéresse à la valorisation de deux espèces locales, *Chondrus crispus* et *Hypnea musciformis*, récoltées au niveau de la plage d'Aïn Benian, en tant que sources de carraghénane destiné à une application cosmétique.

L'extraction a été réalisée par voie alcaline, suivie d'une caractérisation du biopolymère à l'aide de tests de solubilité, du test colorimétrique de Dubois, de la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR), ainsi que d'une évaluation de la capacité à former des hydrogels. Le carraghénane obtenu a ensuite été incorporé en tant qu'agent stabilisant dans la formulation d'un baume à lèvres naturel. Des analyses microbiologiques et un test d'irritation cutanée ont été effectués afin d'évaluer l'innocuité du produit fini.

Les résultats obtenus soulignent l'efficacité du biopolymère extrait et confirment l'intérêt de ces deux espèces algales comme sources fiables et efficaces de polysaccharides marins à diverses applications.

**Les mots clés :** Carraghénane, Polysaccharide, Biopolymère, Phycocolloïde, Algues rouges, Epaississant.

## Abstract

Marine algae are a biological resource rich in bioactive compounds with interesting functional properties. Among them, red algae (Rhodophyceae) are particularly valued for their content of carrageenan, a sulfated polysaccharide with gelling, thickening, and stabilizing properties, widely used in the pharmaceutical, food, and cosmetic industries.

This study focuses on the valorization of two local species, *Chondrus crispus* and *Hypnea musciformis*, harvested from the beach of Aïn Benian, as sources of carrageenan intended for cosmetic applications.

Extraction was carried out using an alkaline method, followed by characterization of the biopolymer through solubility tests, the Dubois colorimetric assay, Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy, and an evaluation of its hydrogel-forming capacity. The extracted carrageenan was then incorporated as a stabilizing agent in the formulation of a natural lip balm. Microbiological analyses and a skin irritation test were conducted to assess the safety of the final product.

The results highlight the effectiveness of the extracted biopolymer and confirm the potential of these two algal species as reliable and efficient sources of marine polysaccharides for various applications.

**Key words :** Carrageenan, polysaccharide, biopolymer, phycocolloid, red algae, thickening agent.

## ملخص

تعد الطحالب البحرية مورداً بيولوجياً غنياً بالمركبات النشطة بيولوجياً ذات الخصائص الوظيفية المثيرة للاهتمام. من بينها، الطحالب الحمراء التي تستغل بشكل خاص لمحتواها من الكاراجينان، وهو متعدد السكريد الكبريتي مع خصائص التبلور والتكثيف والتثبيت، ويستخدم على نطاق واسع في الصناعات الدوائية، الغذائية ومستحضرات التجميل.

تركز هذه الدراسة على استخدام نوعين محليين هما *Chondrus crispus* و *Hypnea musciformis*، اللذان تم جمعهما من شاطئ عين البنيان، كمصدرين للكاراجينان لاستعمال التجميلي.

تم إجراء الاستخلاص باستخدام عملية قلووية، تليها عمليات توصيف للبيوبوليمر باستخدام اختبارات الذوبان، اختبار دوبوا اللوني، التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) ، وتقييم القدرة على تشكيل الهلام المائي. تم بعد ذلك دمج الكاراجينان الذي تم الحصول عليه كعامل استقرار في تركيبة مرطب شفاه طبيعي. تم إجراء تحليلات مكروبيولوجية واختبار تهيج الجلد لتقييم سلامة المنتج النهائي.

تسلط النتائج التي تم الحصول عليها الضوء على فعالية البوليمر الحيوي المستخلص وتؤكد أهمية هذين النوعين من الطحالب كمصادر موثوقة وفعالة لاستخلاص البوليمرات البحرية للاستعمالها في مختلف التطبيقات.

**الكلمات المفتاحية:** كاراجينان، متعدد السكريات، بوليمر حيوي، فيكوكولويد، الطحالب الحمراء، عامل تثخين.

# Table des matières

<b>Liste des Tableaux</b> .....	I
<b>Liste des Figures</b> .....	II
<b>Liste des Abréviations</b> .....	IV
<b>INTRODUCTION</b> .....	2
<b>CHAPITRE I : GENERALITES</b>	
1. Généralités sur les algues marines.....	5
1.1 Définition des algues marines .....	5
1.2 Composition chimique des algues.....	6
1.3 Les algues rouges .....	7
1.3.1 Morphologie. ....	8
1.3.2 Cytologie. ....	8
1.3.3 Reproduction .....	8
1.3.4 Classification. ....	8
1.3.5 Culture.....	9
1.4 Utilisations des algues marines .....	11
1.5 Les espèces d'algues rouges étudiées.....	12
1.5.1 Espèce 1 : <i>Chondrus crispus</i> .....	12
1.5.2 Espèce 2 : <i>Hypnea musciformis</i> .....	15
2. Généralités sur les carraghénanes.....	18
2.1 Historique de carraghénane .....	18
2.2 Définition de carraghénane.....	19
2.3 Structure de carraghénane.....	19
2.4 Sources de carraghénane.....	21
2.5 Domaine d'utilisation de carraghénane.....	21
2.5.1 Industrie alimentaire.....	21
2.5.2 Industrie pharmaceutique et biomédicale.....	22
2.5.3 Industrie cosmétique.....	22
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES</b>	
1. Travail sur terrain .....	24
1.1 Echantillonnage .....	24
1.2.1 Présentation du site d'étude.....	24
1.2.2 Récolte des algues .....	24
1.2.3 Mesure des paramètres physico-chimique .....	25
2. Travail au laboratoire .....	26
2.1 Objectif de travail .....	26
2.2 Identification spécifique des algues récoltées.....	26
2.3 Matériel et produits .....	27
2.4 Préparation des échantillons.....	27
2.5 Extraction du carraghénane .....	28

2.6 Calcul du rendement.....	31
2.7 Tests de caractérisation.....	32
2.7.1 Test de Solubilité .....	32
2.7.2 Test Dubois .....	32
2.8 Formation d'Hydrogel .....	33
2.9 Les analyses infrarouge (FT-IR) .....	34
2.10 Préparation d'un prototype de baume à lèvres.....	34
2.11 Contrôles du produit fini.....	36
2.11.1 Contrôle physico-chimique .....	36
2.11.2 Contrôles microbiologiques .....	36
2.11.3 Test d'irritation cutanée primaire.....	42

### **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS**

1. Mesure des paramètres physico-chimique.....	45
2. Rendement de Carraghénane .....	45
3. Tests de caractérisation de carraghénane .....	46
3.1 Test de Solubilité.....	46
3.2 Test Dubois .....	48
4. Formation d'Hydrogel .....	49
5. Les analyses infrarouge (FTIR) .....	50
6. Résultats du Contrôles du produit fini .....	55
6.1 Contrôle physico-chimique .....	55
6.2 Contrôle microbiologique.....	56
6.3 Test d'irritation cutanée primaire .....	60

<b>CONCLUSION .....</b>	<b>62</b>
-------------------------	-----------

### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIE**

### **ANNEXES**

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Matériel et produits utilisés dans les différentes analyses.....	27
<b>Tableau 02</b> : Les mesures des paramètres physico-chimiques.....	45
<b>Tableau 03</b> : Les solubilités de Carraghénane dans les différents solvants.....	46
<b>Tableau 04</b> : Résultats du test Dubois pour la mise en évidence des sucres dans les extraits de carraghénane.....	48
<b>Tableau 05</b> : L'identification des pics de FTIR de Carraghénane.....	50
<b>Tableau 06</b> : Résultats des analyses microbiologiques de Baume à Lèvres.....	56
<b>Tableau 07</b> : Résultats du test d'irritation cutané.....	60

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Trois groupes d'algues a : algue brune, b : algue rouge, c : algue verte .....	5
<b>Figure 02</b> : Culture d'algues marines par la méthode du Off-Bottom (Robledo, Fraga and Gasca-Leyva,2013) .....	10
<b>Figure 03</b> : Système de culture d'algues en longue ligne. (Bulboa, C. et al, 2020) .....	11
<b>Figure 04</b> : Aspect général du thalle de <i>Chondrus crispus</i> vu a l'œil nu.....	13
<b>Figure 05</b> : Détail de l'extrémité du Thalle de <i>Chondrus crispus</i> vue à la loupe (G.4x 10) ...	13
<b>Figure 06</b> : Le cycle de reproduction de <i>Chondrus crispus</i> (Plozevet Hypotheses,2011) .....	14
<b>Figure 07</b> : Aspect général du thalle d' <i>Hypnea musciformis</i> vu a l'œil nu.....	16
<b>Figure 08</b> : Détail de l'extrémité du Thalle de <i>Hypnea musciformis</i> vue à la loupe (G.4x10)....	16
<b>Figure 09</b> : Coupe transversale d' <i>Hypnea musiformis</i> vu sous microscope (G 4x10) .....	17
<b>Figure 10</b> : Structure chimique d'unité de base carrabiose.....	20
<b>Figure 11</b> : Représentation schématique des différentes structures dimériques des carraghénanes.....	20
<b>Figure 12</b> : Localisation géographique du site d'étude (Google Earth,2025) .....	24
<b>Figure 13</b> : la récolte des algues rouges .....	25
<b>Figure 14</b> : Valise multiparamétrique de mesure des paramètres physicochimiques.....	25
<b>Figure 15</b> : Matériel utilisé pour l'identification spécifique des algues récoltées.....	26
<b>Figure 16</b> : Organigramme du Méthode d'extraction de carraghénane adoptée dans notre travail.....	28
<b>Figure 17</b> : Etape de dépigmentation par Acétone /Méthanol .....	29
<b>Figure 18</b> : Etape d'extraction alcaline, filtration et concentration de l'extrait.....	30
<b>Figure 19</b> : Etape de précipitation, récupération et broyage du carraghénane .....	30
<b>Figure 20</b> : Mesure du pH du carraghénane extrait à l'aide de papier pH.....	31
<b>Figure 21</b> : Préparation de baume à lèvres. ....	35
<b>Figure 22</b> : Préparation de la solution mère (échantillon + diluant EP) .....	37
<b>Figure 23</b> : Préparation des dilutions décimales.....	38
<b>Figure 24</b> : Recherche de la Flore Aérobie Mésophile Totale.....	39
<b>Figure 25</b> : Recherche levures et moisissures .....	40
<b>Figure 26</b> : Phase d'enrichissement sur bouillon TSE.....	40
<b>Figure 27</b> : Recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	41

<b>Figure 28</b> : Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	41
<b>Figure 29</b> : Recherche d' <i>Escherichia coli</i> . ....	42
<b>Figure 30</b> : Application de baume sur la peau du lapin.....	43
<b>Figure 31</b> : : Diagramme circulaire représentant le rendement en carraghénane extraits de deux espèces d'algues rouges ( <i>Hypnea musciformis</i> et <i>Chondrus crispus</i> ) .....	45
<b>Figure 32</b> : La solubilité de carraghénane extrait d' <i>Hypnea musciformis</i> dans les différents solvants.....	46
<b>Figure 33</b> : La solubilité de carraghénane extrait de <i>Chondrus crispus</i> dans les différents solvants.....	47
<b>Figure 34</b> : La solubilité de carraghénane extrait de <i>chondrus crispus</i> (a) et d' <i>Hypnea musciformis</i> (b) dans Sirop de saccharose 50%.....	47
<b>Figure 35</b> : Résultats du la mise en évidence des sucres dans les extraits de carraghénane.....	48
<b>Figure 36</b> : Aspects macroscopiques des hydrogels à 0.7% de carraghénane extraits de <i>chondrus crispus</i> (a) et d' <i>Hypnea musciformis</i> (b) .....	49
<b>Figure 37</b> : Aspects macroscopiques des hydrogels à 3% de carraghénane extraits de <i>chondrus crispus</i> (a) et d' <i>Hypnea musciformis</i> (b).....	49
<b>Figure 38</b> : Spectre IR de Kappa-Carraghénane pure (Perumal et C. Selvin ,2020) .....	51
<b>Figure 39</b> : Spectre IR de Carraghénane extrait d' <i>Hypnea musciformis</i> . ....	51
<b>Figure 40</b> : Spectre IR de Carraghénane extrait de <i>Chondrus crispus</i> .....	52
<b>Figure 41</b> : Structures chimiques des carraghénanes kappa ( $\kappa$ )-, iota ( $\iota$ )- et lambda ( $\lambda$ ) (Rupert R. et al., 2022) .....	53
<b>Figure 42</b> : Mesure le pH de baume à lèvres.....	55
<b>Figure 43</b> : Flore aérobie mésophile isolée sur Milieu TSA .....	57
<b>Figure 44</b> : Aspect de la flore fongique isolée sur milieu Sabouraud. ....	58
<b>Figure 45</b> : Milieu Baird Parker après incubation.....	58
<b>Figure 46</b> : Milieu VRBL après incubation .....	59
<b>Figure 47</b> : Milieu Cétrimide après incubation .....	59
<b>Figure 48</b> : Résultats obtenus après 4 h, 24 h et 72 h.....	60

## Liste des Abréviations

Abs : Absence.

*C. crispus* : *Chondrus crispus*

cm: Centimètre

E : Este.

EP : Eau péptonée .

FTIR : La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier.

g/L: Gramme par Litre.

g: Gramme.

*H.musciformis* : *Hypnea musciformis*

h: Heurs.

HCl: Acide chlorhydrique.

L : Litre.

M : Masse.

min: Minute.

ml: Millilitre.

mm : Millimètre.

N : Nord.

NaOH: Hydroxyde de Sodium.

pH : Potentiel d'hydrogène.

R : Rendement.

rpm: Révolutions Par Minute.

T : Température.

TSA : Trypto-caséine soja.

TSE : Tryptone Sel Eau.

UFC : Unité Formatrice de Colonie.

VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar.

% : Pourcentage.

°C : Degré Celsius.

# **Introduction**

Les océans, qui couvrent environ 71% de la surface de la terre, abritent un écosystème unique caractérisé par une diversité exceptionnelle d'organismes vivants. Ces organismes marins représentent une source inestimable de produits naturels dotés de structures uniques possédant des activités pharmacologiques et biologiques prometteuses. Parmi ces organismes, les algues occupent une place particulièrement importante en pharmacologie et en médecine (**Mohamed et Hashim, 2012**). Elles sont considérées comme une matière première essentielle dans divers secteurs industriels tels que la cosmétique, l'agriculture et l'élevage (**Kornprobst, 2005**).

Les algues sont des organismes aquatiques autotrophes qui jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes marins et d'eau douce. Elles se présentent sous diverses formes, allant des unicellulaires aux grandes algues pluricellulaires. En plus de produire de l'oxygène grâce à la photosynthèse, elles constituent une base alimentaire pour de nombreux organismes marins (**Falkowski et Raven, 2007**).

La culture des algues en Algérie commence à gagner en popularité, notamment avec l'utilisation des macroalgues comme engrais naturels à Mostaganem et des micro-algues, telles que la spiruline, comme compléments alimentaires (**Latreche et Younsi, 2022**).

Ce mouvement s'inscrit dans une tendance plus large observée dans plusieurs pays africains, qui commencent à explorer cette activité. Cependant, malgré la richesse en macroalgues présentes le long de la côte algérienne, leur potentiel industriel reste largement inexploité (**Benarous, 2012**).

L'Algérie, avec ses plus de 1600 kilomètres de côtes méditerranéennes, abrite une grande diversité d'espèces marines, notamment des algues dont la biomasse est considérable (**Tebbal, 2011**). Les premières recherches sur la flore algale algérienne remontent à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, avec des études supplémentaires menées par Perret-Boudouresque et Seridi en 1989.

Grâce aux avancées en biotechnologie, les algues marines ont été utilisées pour leurs propriétés car elles contiennent des biopolymères comme l'agar, les alginates et le carraghénane (**Aitouguinane et al., 2020**). En plus de leur utilisation traditionnelle dans l'alimentation humaine ou animale, elles sont également exploitées en cosmétique, où le carraghénane extrait des algues rouges est apprécié pour ses propriétés épaississantes, gélifiantes, hydratantes et protectrices (**Kraan et al., 2012 ; Usman et al., 2017**).

De plus, certaines études explorent leur potentiel thérapeutique, mettant en avant les bienfaits de leurs composés bioactifs pour la santé (**Gonzalez et al., 2013 ; Trouvelot et al., 2014**) . Bien que les algues présentent un potentiel significatif pour le développement économique et la transition vers des pratiques durables, leur exploitation en Algérie demeure limitée.

Cette étude s'intéresse à l'exploration et à la valorisation de la biomasse algale en Algérie, en ciblant plus particulièrement les rhodophycées présentant un intérêt pour les applications pharmaceutiques et cosmétiques. L'objectif principal est d'identifier de nouvelles sources naturelles d'agents texturants (épaississants, gélifiants et stabilisants), avec un focus sur les carraghénanes, des polysaccharides sulfatés extraits des parois cellulaires des algues rouges.

Dans cette optique, un échantillonnage a été réalisé le 09 avril 2025 dans la région d'Alger suivie d'une caractérisation systématique incluant une analyse biologique (identification taxonomique, morphologique et écologique) et une approche chimique pour l'extraction et la purification des carraghénanes. Ces étapes méthodologiques permettent d'évaluer le potentiel applicatif des souches algales sélectionnées.

Notre mémoire est composé de trois chapitre :

- Le premier chapitre présente des généralités sur les algues, en particulier les algues rouges (rhodophycées), ainsi qu'une description et une classification des espèces d'algues utilisées pour l'extraction du carraghénane, et des généralités sur le carraghénane.
- Le deuxième chapitre comporte les matériels et méthodes utilisés pour l'extraction et la caractérisation du carraghénane, ainsi que la fabrication du baume à lèvres et le contrôle qualité du produit fini.
- Le troisième chapitre présente l'interprétation et la discussion des résultats obtenus.

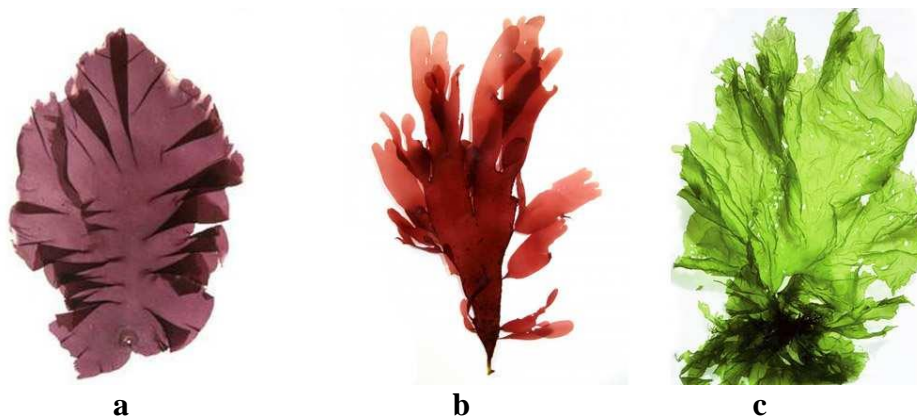
# **Chapitre I : Généralités**

## 1. Généralités sur les algues marines

La biodiversité des algues est tout simplement exceptionnelle, avec plus de 127 000 espèces répertoriées, dont la majorité sont des microalgues. Environ 9 000 espèces de macro-algues existent, dont 1 500 se trouvent dans les eaux européennes. Les estimations du nombre total d'algues varient entre 30 000 et plusieurs millions (**Mathieu, 2011**). Ces organismes aquatiques, dépourvus de structures complexes comme les feuilles, les tiges et les racines, sont apparus il y a plus de 3 milliards d'années. Ils comptent parmi les premières formes de vie et ont joué un rôle fondamental dans les écosystèmes primitifs, formant l'un des premiers maillons de la chaîne alimentaire terrestre (**Futura sciences, 2020**).

### 1.1 Définition des algues marines

Les algues regroupent un ensemble des végétaux photosynthétiques aquatiques que l'on trouve dans les eaux douces ou marines (**Garon-lardiere., 2004**) dont l'appareil végétatif simple est appelé « thalle », dépourvus de véritables feuilles, tiges et racines. La majorité des algues ne contiennent pas de corps et glissent entre les doigts lorsqu'on tente de les prendre (**Rivard-sirois, 2005**). Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde (**Leclerc et Floc, 2010**) et contiennent plusieurs classifications qui sont les Rhodophytes (algues rouges), les Chlorophytes (algues vertes), les phéophycées ou Fucophycées (algues brunes) et les Cyanobactéries (algues bleues). Les couleurs de ces dernières sont dues à la présence de pigments qui captent les couleurs de la lumière nécessaires pour leur croissance selon la profondeur où ces algues existent. La majorité des algues marines sont des algues rouges : il y a plus de Rhodophycées, environ 4000 espèces (**Woelkerling, 1990**).



**Figure 01** : Trois groupes d'algues **a** : algue brune, **b** : algue rouge, **c** : algue verte.

## 1.2 Composition chimique des algues

Les algues marines possèdent une importante valeur biologique grâce à leur richesse en :

- **Lipides** : Les macroalgues contiennent une faible teneur en lipides, généralement comprise entre 1 et 5 % de la matière sèche. Cependant, leurs lipides sont riches en acides gras essentiels, notamment en oméga-3 et oméga-6, qui jouent un rôle important pour la santé humaine (**Guillaume, 2010**). Ces lipides comprennent principalement des phospholipides et des glycolipides, localisés essentiellement dans les membranes photosynthétiques (**Akretche et Mokrani, 2020**).
- **Protéine** : La teneur en protéines des algues marines varie largement en fonction des espèces (**Biris-Dorhoi et al., 2020 ; O'Brien et al., 2022**), allant généralement de 3 à 26 % de la matière sèche (**Fleurence, 1999 ; Rouxel et al., 2001 ; Chermiti et al., 2003 ; Marinho-Soriano et al., 2006**). Cette variabilité est fortement influencée par des facteurs abiotiques tels que la saisonnalité, avec des teneurs plus élevées observées en fin d'hiver et au printemps (**Galland-Irmouli et al., 1999**). La plupart des macroalgues contiennent tous les acides aminés essentiels et sont particulièrement riches en acide aspartique et acide glutamique (**Fleurence, 2004**).
- **Minéraux** : La fraction minérale des algues représente une part significative de leur composition, avec des niveaux variés généralement entre 8 et 40 % de la matière sèche en fonction des espèces et des conditions de croissance. Cette diversité minérale inclut des macroéléments indispensables tels que le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium, ainsi que des oligoéléments tels que l'iode, le fer, le zinc et le sélénium (**Zitouni, 2015**).
- **Vitamines** : Les algues sont une source importante de vitamines hydrosolubles (notamment les vitamines B, dont la vitamine B12 rare chez les végétaux terrestres) et liposolubles (vitamines A, D, E et K). Leur teneur varie selon les espèces et les saisons. Ces vitamines jouent un rôle clé dans les fonctions antioxydantes et la croissance cellulaire (**Kouissi, 2016**).

- **Les polyphénols :** Les polyphénols des algues, principalement les phlorotannins, sont des composés aux fortes propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Ils protègent les algues contre les agressions extérieures et présentent un intérêt dans multiples applications, grâce à leurs effets bénéfiques sur la prévention du stress oxydatif (**Berrouane, 2018**). Les teneurs les plus élevées sont retrouvées dans les algues brunes qui en contiennent entre 5 et 15 % du poids sec (**Glombitza et Keusgen, 1995**). L'activité antioxydante d'extraits de polyphénols d'algues brunes et rouges a été mise en évidence par des études in vitro (**Nakamura et al., 1996**).
  
- **Phycocolloïdes :** Aujourd'hui, les phycocolloïdes représentent l'un des principaux intérêts industriels associés aux algues marines. Il s'agit de polysaccharides de haut poids moléculaire, extraits des parois cellulaires, qui présentent de nombreuses propriétés fonctionnelles recherchées dans divers domaines (**Cardozo et al., 2006 ; Phillips et Williams, 2009**).

La nature de ces phycocolloïdes varie selon le groupe d'algues :

- Les algues brunes sont riches en alginates, laminaranes et fucoïdanes.
- Les algues vertes contiennent essentiellement des ulvanes.
- Les algues rouges contiennent des agars, carraghénanes et xylanes

### 1.3 Algues Rouges

Scientifiquement connues sous le nom de Rhodophyta, représentent un groupe diversifié d'algues principalement marines, avec environ 4000 espèces identifiées (**Woelkerling, 1990**). Elles se distinguent par leur couleur rouge, due à la présence de pigments tels que la phycoérythrine, ainsi que d'autres pigments comme la chlorophylle a et des caroténoïdes. Ces algues sont particulièrement abondantes dans les eaux tropicales et froides, et elles peuvent croître à des profondeurs allant jusqu'à 200 mètres, ce qui est plus profond que la plupart des autres types d'algues (**Lee, 2009**).

### 1.3.1 Morphologie

Les algues rouges présentent une morphologie variée, mais elles sont généralement pluricellulaires et souvent filamenteuses. Bien qu'il existe des micro-algues rouges, la plupart sont multicellulaires. Elles peuvent avoir des structures complexes et sont souvent fixées à un substrat. Elles sont connues par leurs cycles de reproduction complexes (**Garon-lardiere, 2004**).

### 1.3.2 Cytologie

Sur le plan cytologique, les algues rouges possèdent des plastes roses dans lesquels un pigment rouge (**Perez, 1997**), contenant des phycobilisomes qui abritent les phycobiliprotéines (allophycocyanine, phycocyanine et phycoérythrine). Ces structures sont essentielles pour la photosynthèse à de grandes profondeurs, car elles permettent aux algues de capter efficacement la lumière dans les longueurs d'onde qui pénètrent dans l'eau (**Lee, 2009**). De plus, elles se distinguent par un type particulier d'amidon, connu sous le nom d'amidon floridéen ou rhodamylon (**Cabioc et al., 1992**), qui est stocké sous forme de vésicules dans le cytoplasme, en dehors des plastes (**Lee, 2009**).

### 1.3.3 Reproduction

La reproduction des rhodophytes peut se produire à la fois par voie asexuée et sexuée, impliquant des cellules reproductrices immobiles et un cycle de production souvent complexe (**Garon-Lardiere, 2004**). Notamment, ce groupe est unique en ce sens qu'il présente un cycle de reproduction trigénétique (**Pérez, 1992**).

### 1.3.4 Classification

La classification des algues se fait selon des caractéristiques spécifiques biochimiques comme: la nature des pigments photosynthétiques, la nature des polysaccharides réserve. Autres caractéristiques cytologiques comme : structure de noyau, mode de reproduction, complexité structurale, présence et structure de flagelles (**Sylvaine et al., 2014**).

Il n'existe que deux classes d'algues rouges :

- a) Les Bangiophycidées qui sont des formes primitives, microscopiques et unicellulaires avec comme exception le genre *Porphyra*, algue macroscopique.
- b) Les Floridéophycidées qui sont des formes macroscopiques et pluricellulaires donc plus évoluées (Morris, 1967 ; Lewin, 1974).

### 1.3.5 Culture des algues rouges

La culture des algues rouges nécessite un environnement spécifique pour optimiser leur croissance. Les conditions idéales incluent une zone propre, à l'abri du vent dominant, et éloignée des embouchures de rivières qui apportent de l'eau douce, comme les lagons.

#### a) Conditions de vie

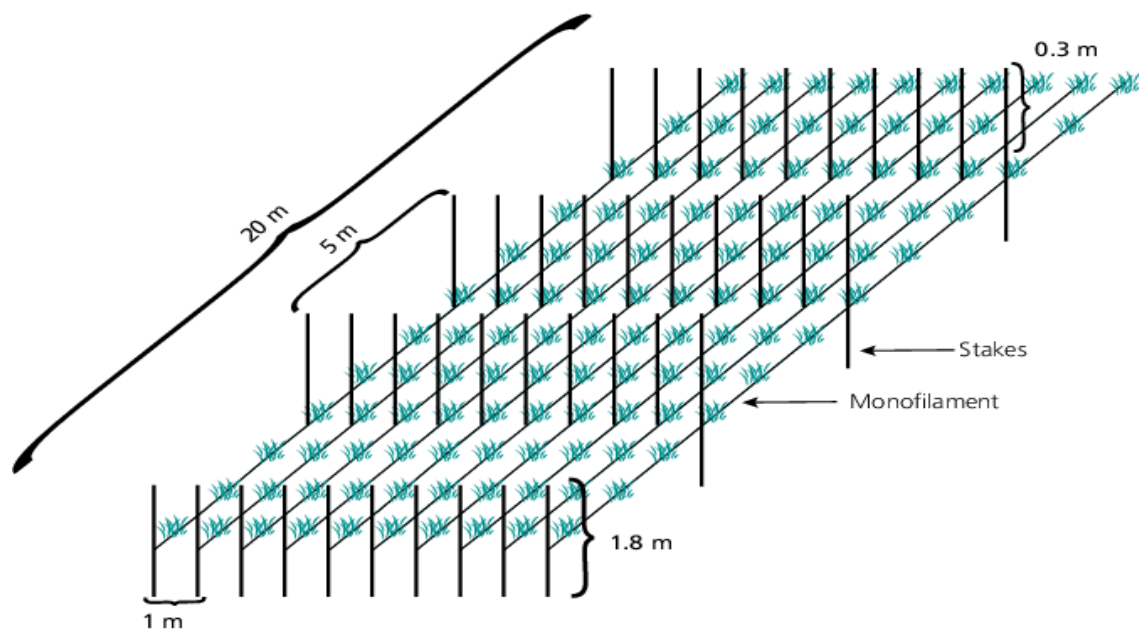
- Salinité : la salinité acceptable pour les algues rouges se situe entre 23 et 38 ‰, avec une salinité optimale de 35 ‰.
- Température : la température de l'eau de mer doit être comprise entre 24°C et 32°C pour favoriser une croissance optimale.
- Zone de Balancement de Marée : les zones de balancement de marée sont préférables car elles offrent un courant suffisant pour l'apport en nutriments et le renouvellement de l'eau de mer.

#### b) Choix du Site

Le choix du site dépend de la technique de culture choisie. Pour la méthode "Off-Bottom", les lagons peu profonds sont idéaux, tandis que la méthode "Long Line" nécessite des eaux plus profondes.

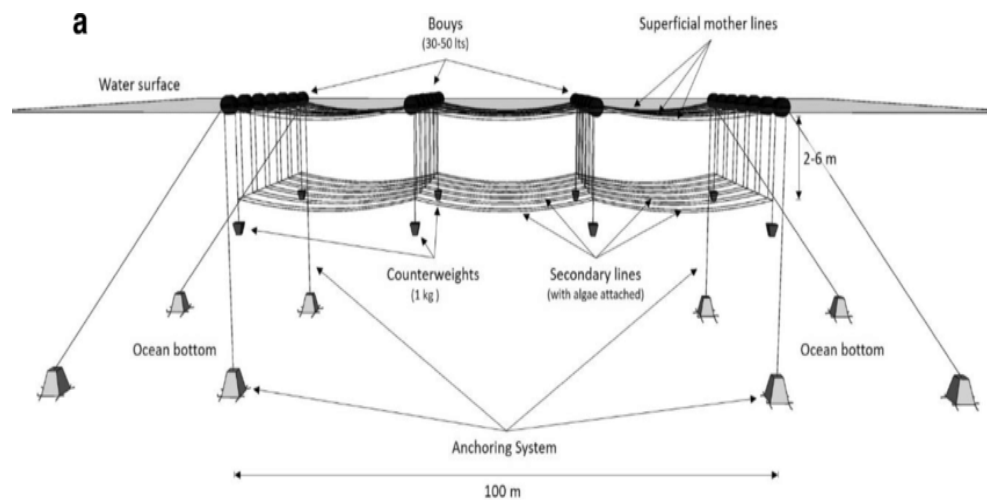
## c) Techniques de Culture

- Culture sur Piquets-Cordes (Off-Bottom) : Cette technique s'emploie dans les lagons avec peu d'eau à marée basse. Cela permet aux familles et surtout aux femmes de travailler à pied. Il s'agit d'une série de lignes de 10 mètres 80 chacune, fixées par deux piquets en bois, des tubes galvanisés ou des sacs de sable. Les boutures sont attachées sur une ligne par des cordelettes à raison de 5 boutures par mètre linéaire (distance entre deux boutures : 20 cm).



**Figure 02 :** Culture d'algues marines par la méthode du Off-Bottom (Robledo, Fraga and Gasca-Leyva, 2013).

- Culture sur Longue Ligne (Long Line) : Cette technique utilise des lignes plus longues, jusqu'à 50 mètres, avec deux ancrages et des flotteurs (bouteilles) tous les 10 mètres. La profondeur varie de 4 à 10 mètres et cette technique demande l'utilisation d'une pirogue. Le fermier peut travailler (sur pirogue ou en plongée) tous les jours, sauf en cas de mauvais temps.



**Figure 03** : Système de culture d'algues en longue ligne. (Bulboa, C. et al, 2020).

## 1.4 Utilisations des algues

Les algues présentent un intérêt économique significatif. Elles constituent une source importante de polysaccharides, représentant de 33 à 61 % de leur composition, aux propriétés épaississantes et gélifiantes largement utilisées dans l'industrie agroalimentaire. De plus, dans l'industrie cosmétique, les extraits d'algues sont employés dans les produits de soin du visage et de la peau, tels que les crèmes anti-âges, les crèmes régénérantes, les crèmes de protection solaire et les soins capillaires, pour leurs propriétés hydratantes, anti-âge, ainsi que pour leur richesse en nutriments essentiels et en antioxydants. Enfin, le secteur pharmaceutique s'intéresse aux algues pour leurs propriétés rhéologiques et aux effets thérapeutiques potentiels des métabolites secondaires qu'elles contiennent (Vincent, 2010), notamment leurs activités antioxydantes, anticancéreuses et anti-inflammatoires (Taboada, 2012 ; Chouikhi, 2013).

Les algues rouges, notamment *Chondrus crispus* et *Gigartina pistillata*, se distinguent par leur capacité à lutter contre divers virus, tels que la grippe B, le virus des oreillons et l'herpès simplex. Ces carraghénanes qui font l'objet de cette étude, un type de polysaccharide sulfaté

présent dans ces algues, possèdent des propriétés anticoagulantes, antitumorales et immunomodulatrices, comme l'ont démontré plusieurs recherches scientifiques (Yasuhara, 2010 ; Faller, 2011).

### 1.5 Les espèces d'algues rouges étudiées

La systématique des deux espèces suit les données les plus récentes proposées par Guiry et Guiry dans AlgaeBase, mises à jour respectivement en 2020 pour *Chondrus crispus* et en 2025 pour *Hypnea musciformis*.

#### 1.5.1 Espèce 1 : *Chondrus crispus*

##### a) Position systématique

Domaine : Eukaryota

Règne : Plantae

Sous-règne : Biliphyta

Infra-règne : Rhodoria

Phylum : Rhodophyta

Sous-phylum : Eurhodophytina

Classe : Florideophyceae

Sous-classe : Rhodymeniophycidae

Ordre : Gigartinales

Famille : Gigartinaceae

Genre : *Chondrus*

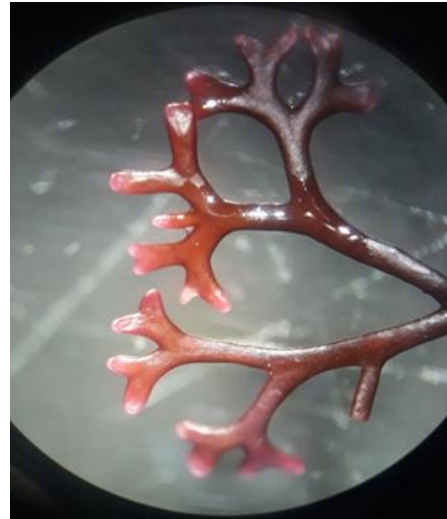
Espèce : *Chondrus crispus* Stackhouse, 1797 .

##### b) Description

C'est une algue rouge dont le thalle dressé d'une dizaine de cm, non ramifié. Elle forme de petites touffes de 15 cm (Figure 04) et se divise par dichotomie et de manière assez irrégulière sur la partie supérieure (Figure 05). Les lanières peuvent être soit aplaties et très larges, soit étroites et longilignes. Sa base est discoïde et sa texture est cartilagineuse. Sa couleur qui varie du rouge foncé à violacé, peut devenir partiellement verte dans les endroits exposés à la lumière ( Guiry M.D., et Guiry G.M., 2024).



**Figure 04 :** Aspect général du thalle de *Chondrus crispus* vu à l'œil nu.  
(Photo prise le 09/04/2025)



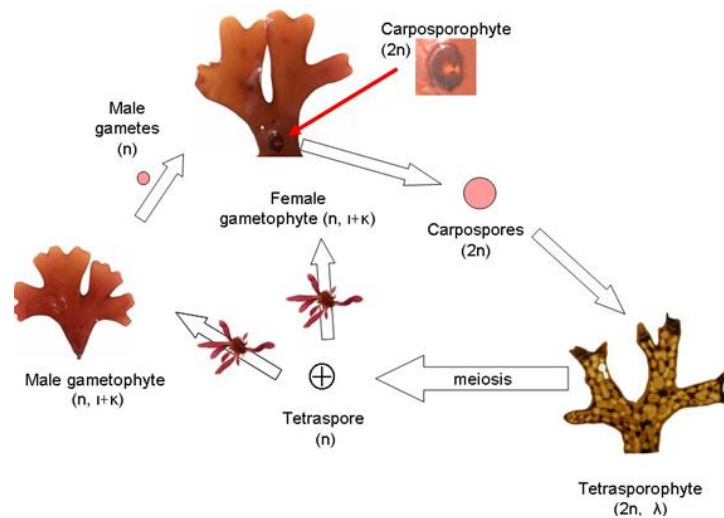
**Figure 05 :** Détail de l'extrémité du Thalle de *Chondrus crispus* vue à la loupe (G.4x 10).  
(Photo prise le 09/04/2025)

### c) Cytologie

Le thalle de *Chondrus crispus* est constitué d'une structure multicellulaire organisée en plusieurs couches distinctes (**Lahaye et Robic, 2007**). En coupe transversale, on observe une couche superficielle d'épiderme formée de cellules compactes qui protègent l'algue des agressions extérieures (**Mabeau et Kloareg, 1987**). Sous cette couche, le cortex est composé de plusieurs rangées de cellules plus volumineuses (**Percival, 1979**). Ces cellules corticales contiennent des plastes photosynthétiques typiques des algues rouges, dépourvus de pyrénoides (**Goff et al., 1992**). Au centre, la médulla est formée d'un réseau lâche de cellules plus grandes, souvent organisées autour d'une cellule axiale difficile à distinguer, qui assure le soutien mécanique du thalle (**Lahaye et Robic, 2007**). L'ensemble de ces couches est traversé par des plasmodesmes, facilitant la communication cellulaire et le transport de substances (**Clayton, 1994**).

### d) Reproduction

Le mode de reproduction de *Chondrus crispus* se fait par un cycle trigénétique comprenant trois générations successives : le gamétophyte (haploïde), le carposporophyte (diploïde, issu de la fécondation sur le gamétophyte femelle) et le sporophyte (diploïde) (Plancke, 2008). Les gamétophytes mâles libèrent des spermatis (gamètes mâles), tandis que les gamétophytes femelles produisent des gamétocystes où se développent les œufs. Après fécondation, le carposporophyte se forme sur le gamétophyte femelle et produit des carpospores qui donneront naissance au sporophyte. Le sporophyte produit à son tour des tétraspores par méiose, qui germent en nouveaux gamétophytes mâles ou femelles, bouclant ainsi le cycle (Figure 06) (Kopp et Perez, 1985).



**Figure 06 :** Le cycle de reproduction de *Chondrus crispus* (Plozevet Hypotheses, 2011).

### e) Ecologie

*Chondrus crispus* se développe sur des substrats solides bien stables et de préférence horizontaux, dans les mares rocheuses du médiolittoral jusqu'au sublittoral 30m de profondeur (Mesnildrey et al., 2012). Elle apprécie les zones calmes à agitées, elle ne nécessite pas de grosses luminosités pour se développer (FAO, 1987). C'est une espèce euryhaline (de 15 à 45‰) (Burns et Mathieson, 1973), qui supporte a priori de grandes variations de température, étant donné qu'elle est présente en lagune.

**f) Répartition géographique**

Largement répandu autour des îles Britanniques, y compris les Shetland. Europe : Açores, Portugal, Espagne, France, Pays-Bas, Norvège et Islande. Côte atlantique de l'Amérique du Nord : Canada et États-Unis, du Maine au Delaware, la côte bretonne (**Mesnildrey L. et al., 2012**). Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Atlantique Nord-Ouest (**Gayral, 1966**).

**1.5.2 Espèce 2 : *Hypnea musciformis*****a) Position systématique**

Domaine : Eukaryota

Règne : Plantae

Sous-règne : Biliphyta

Infra-règne : Rhodoria

Phylum : Rhodophyta

Sous-phylum : Eurhodophytina

Classe : Florideophyceae

Sous-classe : Rhodymeniophycidae

Ordre : Gigartinales

Famille : Cystocloniaceae

Genre : *Hypnea*

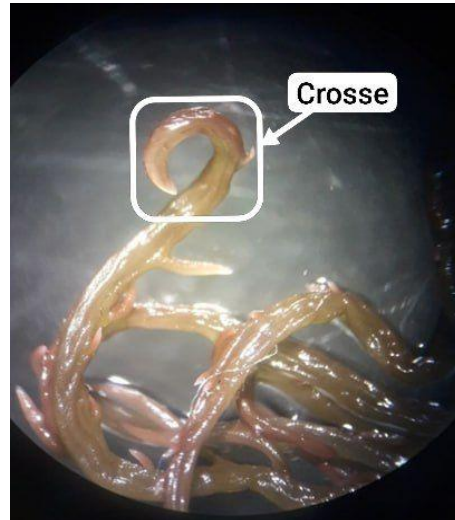
Espèce : *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V.Lamouroux, 1813

**b) Description**

Cette espèce est souvent de couleur verdâtre, dont la teinte varie selon son exposition à la lumière. Elle est constituée d'axes très ramifiés, cylindriques et cartilagineuses, mesurant de 10 à 20 cm de hauteur et de 0,5 à 1,0 cm de diamètre, effilés au sommet (figure 07). Ses extrémités portent des rameaux enroulés en crosse (Figure 08) (**Feldmann et Hamel, 1934 ; Guiry et Guiry, 2023 ; Leliaert et al., 2011**).



**Figure 07 :** Aspect général du thalle de *Hypnea musciformis* vu à l'œil nu (Photo prise le 09/04/2025).



**Figure 08 :** Détail de l'extrémité du Thalle de *Hypnea musciformis* vue à la loupe (G.4x 10) (Photo prise le 09/04/2025).

### c) Cytologie

Cette espèce possède une structure uniaxiale avec différenciation de cellules apicales secondaires. En coupe transversale, le thalle montre plusieurs assises de cellules assimilatrices externes, petites et arrondies (Figure 09).

Il comporte également 2 à 3 assises de cellules corticales incolores, plus grandes, à paroi épaisse composée de microfibrilles. Ces cellules corticales entourent un cytoplasme dense contenant des plastes de petite taille sans pyrénoides, de type néoplastidié. La médulla est formée d'une cellule axiale souvent indistincte, entourée de grandes cellules péricentrales (**Fritsch, 1945 ; Kornmann et Sahling, 1985**).



**Figure 09 :** Coupe transversale d'*Hypnea musciformis* vu sous microscope (G 4x10)  
(Photo prise le 09/04/2025).

#### d) Reproduction

Chez *Hypnea musciformis*, la reproduction asexuée prédomine sur la reproduction sexuée, surtout dans des conditions environnementales stressantes pour la croissance. Dans ces situations, on observe généralement une plus grande abondance de thalles végétatifs par rapport aux organes reproducteurs, **(Reis et Yoneshigue-Valentin, 2000)**.

Cette algue possède un cycle trigénétique avec un tétrasporophyte et un gamétophyte identique (isomorphes). Le tétrasporocystes se trouve sur la partie terminale de ramules solitaires et renflés (stichidies) et le Cystocarpes sphériques sur des rameaux spiniformes **(Lobban et Harrison, 1994 ; Guiry et Guiry, 2023)**.

#### e) Ecologie

*Hypnea musciformis* est une espèce photophile et thermophile qui colonise l'étage infralittoral **(Boudouresque, 1984)**, généralement sur des roches peu inclinées à quelques centimètres de profondeur dans les cuvettes littorales **(Boudouresque et al., 2006)**.

### f) Répartition géographique

Cette algue est présente en méditerrané et également en Atlantique (**Boudouresque et al., 2012**). En Algérie, Elle a été retrouvée à Arzew, Cherchell, Chenoua, Ain tagourait, Sidi fredj, Boumerdes, parc de Gouraya, parc de Taza. (**Ould Ahmed, 2015**), Oran, Mars El-Hadja, Ténès, Tipaza, Bou-Ismaïl, Douaouda, Cap Caxine, Bologhine, Alger, Bedjaia, Jijel, Skikda, Annaba (**Perret-Boudouresque, et al., 1989**).

## 2. Généralités sur les Carraghénanes

### 2.1 Historique

Dans un comté du sud de l'Irlande, appelé Carragheen, les habitants avaient pour habitude d'utiliser une mousse d'Irlande, algue qu'ils trouvaient sur les rochers des côtes, pour faire des pommades et des flancs. Vers 1700, au cours de la colonisation de l'Amérique du Nord, les Irlandais constatèrent que leur mousse d'Irlande poussait également sur les côtes du Massachusetts. Ils se sont par la suite rendu compte que cette algue appartenait à la famille des Rhodophycées (ou algues rouges), et était appelée *Chondrus crispus*.

On rencontre cette algue rouge sur toutes les côtes de l'Atlantique Nord surtout dans les provinces maritimes du Canada, le Maine, la Bretagne et la péninsule Ibérique. En Bretagne, le *Chondrus crispus* était appelé « pioka », sa cueillette se pratique encore les jours de grandes marées. L'intérêt économique et l'abondance de l'algue a éveillé l'intérêt des industriels. Ainsi en 1871, le polysaccharide pur, à l'origine des vertus de la mousse d'Irlande, est extrait aux Etats-Unis. Il est logiquement appelé carraghénane en référence à son comté d'origine.

Après la Seconde Guerre Mondiale, l'expansion de l'industrie alimentaire a engendré une utilisation accrue des carraghénanes en tant que stabilisateurs, épaississants et gélifiants. L'importance de la demande a amené la création de fermes aquacoles destinées à la culture du *Chondrus crispus*. Celles-ci apportent de nombreux avantages : absence de fluctuations climatiques, facilité de récolte, matières premières plus pures, et la possibilité de sélectionner les algues les plus productives en carraghénanes. (**Verhaeghe, 2002**).

## 2.2 Définition de carraghénane

Les carraghénanes sont un groupe de polysaccharides issus d'algues rouges, de haute masse molaire et très sulfatés, constituant jusqu'à 90% de l'extrait sec de ces algues.

Ils possèdent trois propriétés principales :

- Gélifiante.
- Épaississante.
- Stabilisante.

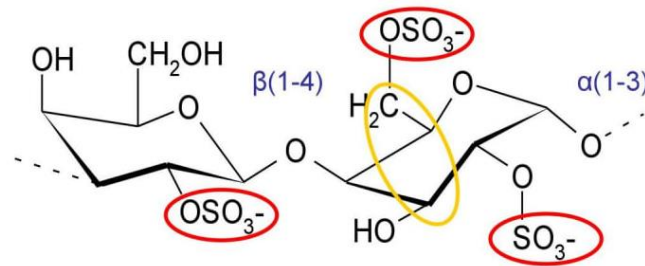
La gélification permet la formation d'un gel visqueux qui absorbe l'eau, tandis que l'épaississement augmente la viscosité d'un liquide sans le solidifier avec la concentration et diminue avec la température. De plus, la stabilisation assure la stabilité d'un produit en prévenant les réactions spontanées.

Les carraghénanes, classés sous le code E407 (**Perez et al., 1992**), sont solubles dans l'eau mais insolubles dans les solvants organiques apolaires et la plupart des solvants polaires. Ils forment typiquement des solutions aqueuses très visqueuses. Cependant, les carraghénanes sont susceptibles de se dépolymériser par hydrolyse catalysée par un acide ce qui peut rapidement conduire à une perte complète de fonctionnalité à des températures élevées et à un pH bas (**Necas et Bartosikova, 2013**).

## 2.3 Structure de carraghénane

Le carraghénane est un polymère linéaire constitué d'une structure répétitive  $\beta$ -(1→4)-D-galactopyranosyl- $\alpha$ -(1→3)-D-galactopyranosyl, qui peut être substituée et modifiée de plusieurs manières : le  $\beta$ -(1→4)-D-galactopyranosyl peut être remplacé par le  $\beta$ -(1→4)-3,6-anhydro-D-galactopyranosyl ; les degrés et positions de sulfatation, méthylation et pyruvation peuvent varier (**Chopin et al., 1995**).

Les unités de répétition sont des disaccharides basés sur l'alternance des liaisons dans la chaîne, appelées carrabioses (Figure 10).

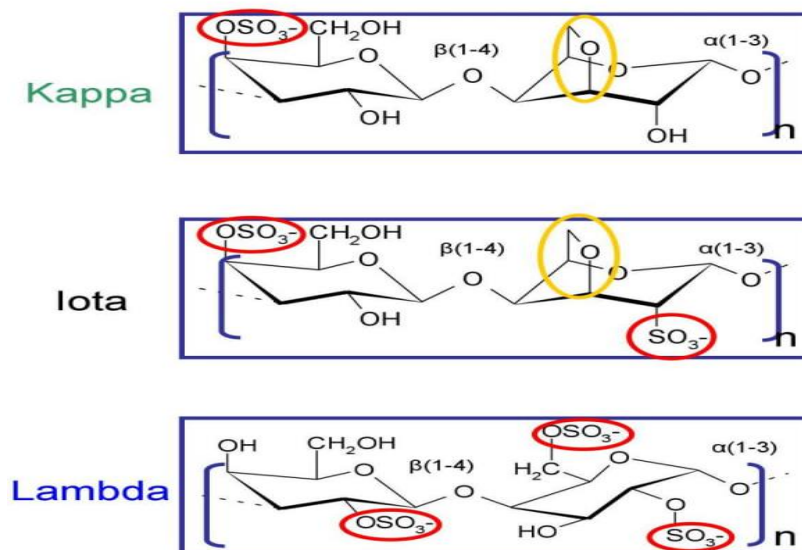


**Figure 10** : Structure chimique d'unité de base carrabiose (Jouanneau D., 2007).

Ceci a conduit à la reconnaissance actuelle de trois familles de carraghénanes :

Lambda, Kappa, Iota (Vande et al., 2002) (Figure 11).

- Le l-carraghénane (lambda-carraghénane) est un polymère non-gélifiant contenant environ 35% d'ester sulfate en poids et pas de 3,6-anhydrogalactose. 2.
- Le i-carraghénane (iota-carraghénane) est un polymère gélifiant contenant environ 32% d'ester sulfate en poids et environ 30% en 3,6-anhydrogalactose. 3.
- Le k-carraghénane (kappa-carraghénane) est un polymère fortement gélifiant qui a une structure tertiaire hélicoïdale qui permet la gélification. Il contient 25% d'ester sulfate en poids et environ 34% en 3,6-anhydrogalactose (Baiata et Khouli, 2019).



**Figure 11** : Représentation schématique des différentes structures dimériques des carraghénanes (Jouanneau D., 2007).

## 2.4 Source de Carraghénane

Les carraghénanes peuvent être extraits des familles suivantes :

- Furcellariacées : *Furcellaria*
- Gigartinacées : *Chondrus, Gigartina, Iridaea*
- Cystocloniacés : *Hypnea*
- Phylloporacées : *Phyllophora, Gymnogongrus, Ahnfeltia*
- Solériacées : *Euचेuma, Anatheca, Meristotheca*

La composition et le rendement du carraghénane varient en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'espèce d'algue, son âge et son stade de développement. Les conditions environnementales, telles que la saison, la température de l'eau, la salinité, l'intensité lumineuse et la disponibilité des nutriments, influencent également sa structure et sa teneur en sulfate. De plus, la localisation géographique, le type d'écosystème, ainsi que les méthodes de culture et de récolte jouent un rôle clé dans la qualité et les propriétés fonctionnelles du carraghénane, impactant ainsi ses applications industrielles (**Rinaudo, 2007 ; Campo et al., 2009**).

## 2.5 Domaine d'utilisation de Carraghénane

### 2.5.1 Industrie alimentaire

Le carraghénane est un composant couramment employé dans le secteur alimentaire grâce à ses caractéristiques d'épaississement, de gélification et de stabilisation. On utilise souvent ce composant dans les produits laitiers et sucreries tels que les yaourts, crèmes et glaces, car il contribue à rehausser la texture et la stabilité du produit en prévenant la séparation des phases (**Necas & Bartosikova, 2013**). Le carraghénane est utilisé dans les produits à base de viande comme le jambon et la saucisse pour optimiser la rétention d'eau et l'élasticité, assurant ainsi une qualité supérieure et une durée de conservation étendue (**Campo et al., 2009**). En outre, il est crucial pour les boissons à base de plantes telles que le lait de soja ou d'amande, car il empêche la sédimentation des particules et garantit une texture uniforme (**Saha et Bhattacharya, 2010**).

### 2.5.2 Industrie pharmaceutique et biomédicale

Le carraghénane est également utilisé dans le domaine pharmaceutique, principalement en tant qu'excipient dans les préparations médicamenteuses. Grâce à ses propriétés viscoélastiques, il est incorporé dans les comprimés et gélules afin de réguler la libération des principes actifs, optimisant par conséquent leur absorption par l'organisme (**Liu et al., 2005**). En médecine, le carraghénane est étudié pour ses propriétés antivirales et immunomodulatrices, notamment dans le développement de gels et de solutions antimicrobiennes ciblant certaines infections virales, comme celles liées aux papillomavirus ou au VIH (**Talarico et al., 2004**).

### 2.5.3 Industrie cosmétique

Dans l'industrie cosmétique, le carraghénane sert d'agent hydratant et épaississant dans une variété de préparations telles que les crèmes, les lotions et les shampoings. Son aptitude à créer des gels et à conserver l'humidité en fait un élément essentiel dans les soins cutanés, contribuant à préserver une hydratation idéale et une consistance plaisante des produits (**Rhim et al., 2013**). En outre, il est valorisé pour sa provenance naturelle et biodégradable, ce qui répond à l'augmentation de la demande pour des produits cosmétiques écologiques.

# **Chapitre II :**

## **Matériel et Méthodes**

## 1. Travail sur terrain

### 1.1 Echantillonnage

#### 1.1.1 Présentation du site d'étude

Notre étude a été réalisée dans la wilaya d'Alger, commune d'Ain Benian, correspondant à la plage dite « la plage Fontaine » (Figure 12), située à environ 19 km à l'ouest d'Alger. Ses coordonnées géographiques sont 36°47'32.92'' N et 2°53'58.07'' E. Ce site est d'aspect rocheux et sableux.



**Figure 12** : Localisation géographique du site d'étude (Google Earth,2025).

#### 1.1.2 Récolte des algues

La sortie a été menée durant la saison printanière de l'année 2025. Le 09 avril 2025, les conditions météorologiques et marines étaient favorables, avec un temps ensoleillé et une mer calme. La zone d'étude était caractérisée par une abondance de flore benthique. Les algues rouges ont été collectées manuellement à des profondeurs superficielles (0 m -1 m) de la plage et nous avons retenu 2 espèces de Rhodophycées. Les échantillons prélevés sont mis dans des sachets en plastique et imprégnés d'eau de mer puis transportés dans une glacière (4C°) jusqu'au laboratoire LBM 2 à l'ENSSMAL afin d'être étudiés.



::

**Figure 13** : la récolte des algues rouges.

### 1.1.3 Mesure des paramètres physico-chimique

Parallèlement aux récoltes d'algues, nous avons effectué des mesures des paramètres physico-chimiques suivants : le pH, la salinité, l'oxygène dissous et la température du site d'étude (Tableau 01). Ces mesures ont été réalisées à l'aide d'un appareil multiparamétrique pH-mètre et oxymétrie de marque WTW (Figure 14).



**Figure 14** : Valise multiparamétrique de mesure des paramètres physicochimiques.

## 2. Travail au laboratoire

### 2.1 Objectif du travail

Notre étude vise à extraire de carraghénane à partir d'algues rouges récoltés, La figure 16 illustre le protocole expérimental sous la forme d'un organigramme, décrivant en détail les différentes étapes d'extraction.

### 2.2 Identification spécifique des algues récoltées

La détermination des espèces *Hypnea musciformis* et *Chondrus crispus* a été effectuée à l'œil nu, puis sous loupe binoculaire (référence : EduBlue), ensuite sous microscope optique (référence : MicroBlue) (Figure15).

Pour chaque algue, nous avons réalisé des observations morphologiques, anatomiques, ainsi que des coupes cytologiques, au niveau des différentes parties du thalle, afin de préciser l'identification spécifique et la position taxonomique.

Un certain nombre de clés d'identification a été utilisé telles que : Rodríguez-Prieto et al. (2013) et Séri-di (1990).



**Figure 15 :** Matériel utilisé pour l'identification spécifique des algues récoltées.

### 2.3 Matériel et produits

La réalisation de cette étude comprend divers verreries, d'équipements et d'appareils, ainsi que des produits chimiques (Tableau 02).

**Tableau 01** : Matériel et produits utilisés dans les différentes analyses.

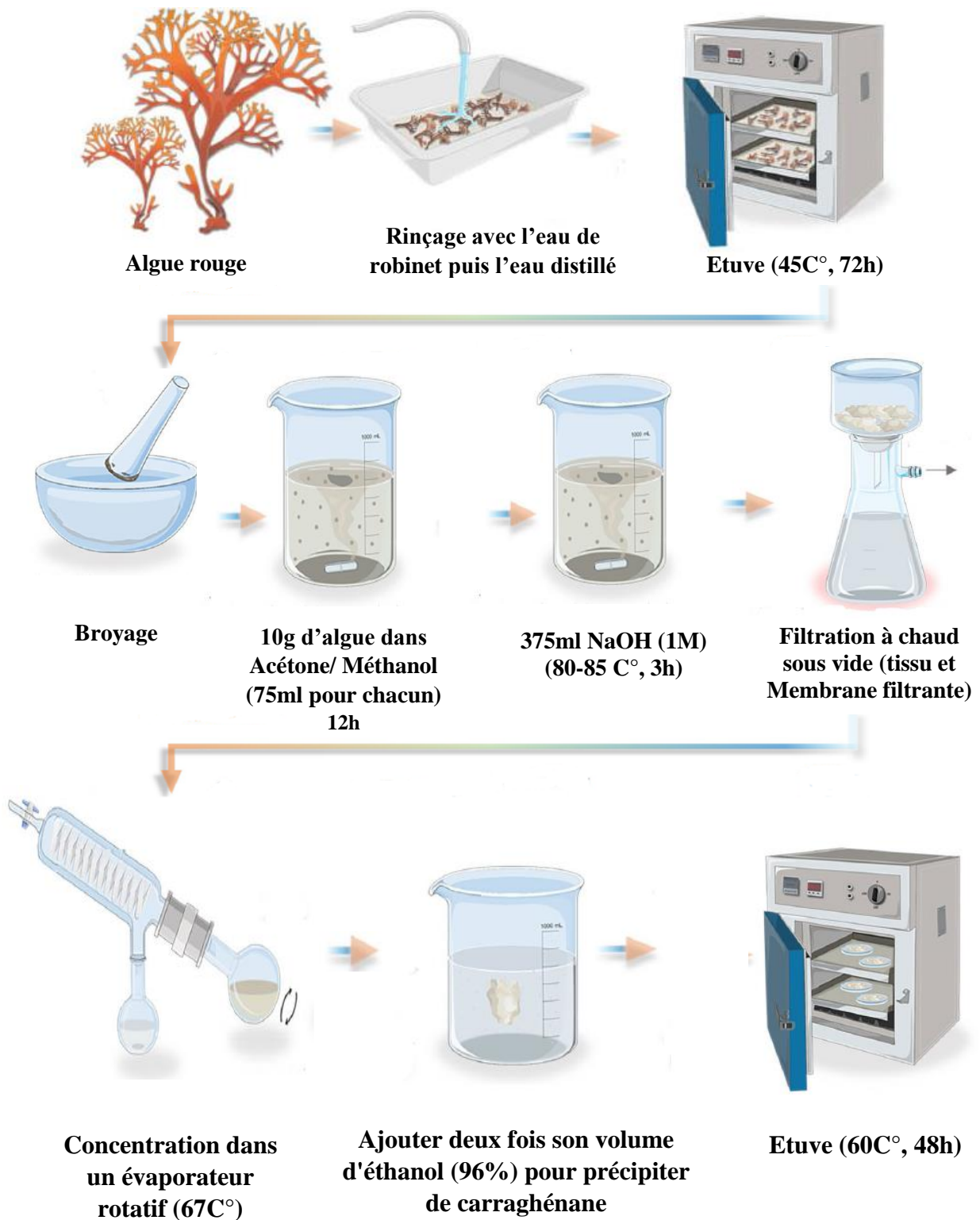
Appareillage	Verreries et autres	Produits chimiques
Etuve	Béchers	Acétone
Balance de précision	Eprouvettes	Méthanol
Bain-Marie	Entonnoirs	Na OH
Agitateur	Fioles jaugées	Ethanol
Évaporateur rotatif	Ballons en verre	Eau distillée
Rampe et pompe à vide	Boîtes de pétri	Phénol
Vortex	Spatule	Acide sulfurique
Barreaux magnétiques	Tissu et filtre de Buchner	Saccharose
Mortier et pilon	Membrane filtrante	Milieus de culture
FTIR	Tubes à essais	Eau physiologique
	Micropipette	Eau péptonée tamponnée
	Pipette pasteur	
	Papier de pH	

### 2.4 Préparation des échantillons

Une fois au laboratoire, les échantillons d'algues ont été soigneusement lavés à l'eau du robinet pour éliminer l'eau de mer, le sable et toute autre impureté, puis rincés à l'eau distillée pour éliminer le sel et les débris, avant d'être séchés dans une étuve à 45 °C pendant 3 jours.

Les algues séchées ont ensuite été broyées à l'aide d'un broyeur afin d'obtenir une poudre fine. Cette poudre a été conservée dans un dessiccateur en attendant l'étape d'extraction.

2.5 Extraction du carraghénane



**Figure 16 :** Organigramme du Méthode d'extraction de carraghénane adoptée dans notre travail (Duarte Nuno et al.,2024).

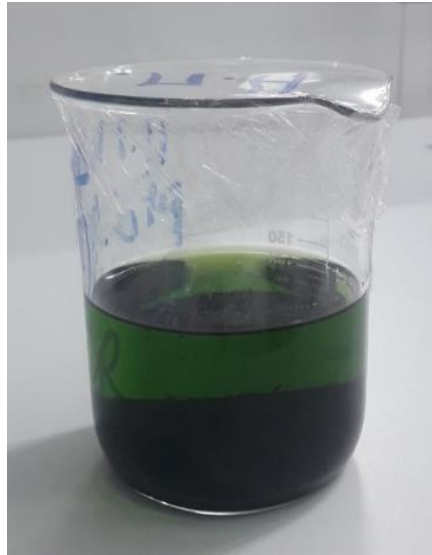
### 2.5.1 Mode opératoire

L'extraction du carraghénane a été réalisée au niveau du laboratoire de biochimie LBCM 2 de l'ENSSMAL à partir de deux espèces (*Hypnea musciformis*, *Chondrus crispus*).

Le protocole d'extraction utilisé est basé sur ceux de Zinoun et Cosson (1996) ainsi que de Pereira (2006), avec de légères modifications.

#### a. Pré-traitement et dépigmentation :

Une quantité de 10g d'algue préalablement séchée et broyée a été hydratée avec un mélange de méthanol (100%) et acétone (100%), 75 ml de chaque, pendant une nuit à température ambiante, afin d'éliminer la fraction organosolubles (Figure 17).

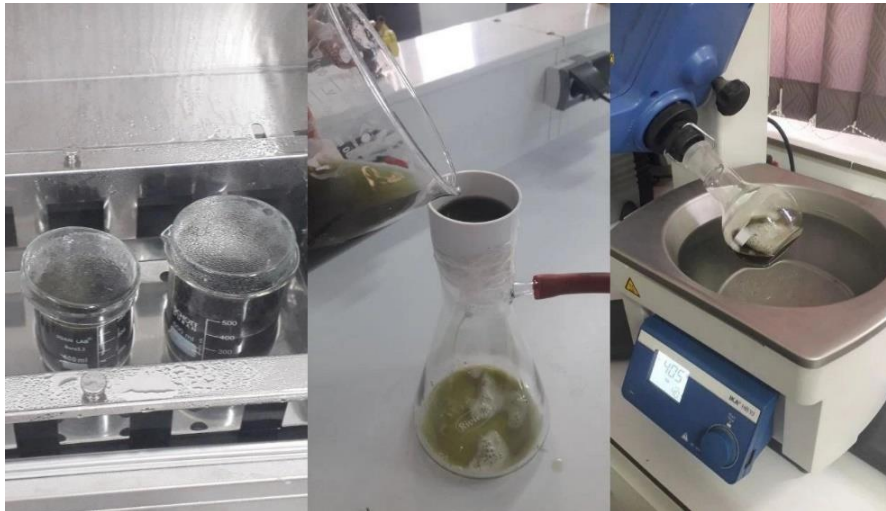


**Figure 17** : Etape de dépigmentation par Acétone / Méthanol.

#### b. Traitement alcalin

La biomasse hydratée a été immergée dans 375 ml de NaOH (1 M) à une température comprise entre 80 °C et 85 °C pendant 3 heures à l'aide d'un bain-Marie. Ensuite, la solution obtenue a été filtrée à chaud, deux fois sous vide, à l'aide d'un tissu et d'une membrane filtrante.

L'extrait obtenu a ensuite été concentré à l'évaporateur rotatif jusqu'à réduction à un tiers de son volume initial (Figure 18).



**Figure 18** : Etape d'extraction alcaline, filtration et concentration de l'extrait.

### c. Précipitation

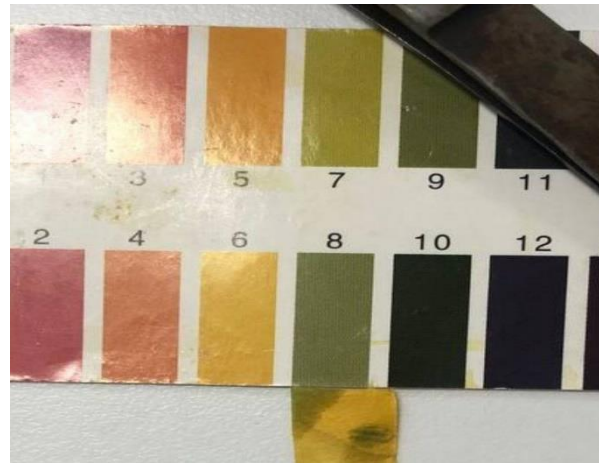
On récupère la solution, puis on ajoute deux fois son volume d'éthanol (96 %) afin de précipiter la carraghénane.

Le floc de carraghénane obtenu est récupéré à l'aide d'une spatule, puis séché dans une étuve à 60 °C pendant 48 heures. Puis, broyé à l'aide d'un mortier et d'un pilon pour obtenir une poudre fine (Figure 19). Ensuite, elle est conservée dans des tubes à essais placés dans un dessiccateur.



**Figure 19** : Etape de précipitation, récupération et broyage du carraghénane.

**Remarque :** l'étape de neutralisation par HCl a été éliminée et le pH du carraghénane a diminué dans l'étuve jusqu'à 8 (Figure 20).



**Figure 20 :** Mesure du pH du carraghénane extrait à l'aide de papier pH .

### 2.6 Calcul du rendement d'extraction

Le rendement d'extraction des polysaccharides bruts, exprimé en pourcentage (%), correspond au rapport entre la masse de l'extrait obtenu après évaporation du solvant et la masse de matière sèche initialement utilisée pour l'extraction. (Djami, 2019).

Il est calculé selon la formule suivante :

$$R (\%) = \frac{M_1}{M_2} \times 100\%$$

R : rendement en polysaccharides bruts.

M<sub>1</sub> : masse de l'extrait évaporé.

M<sub>2</sub> : masse de matière sèche.

**2.7 Tests de caractérisation**

Afin de mettre en évidence les caractéristiques des carraghénanes extraits des deux espèces d'algues, nous avons réalisé les tests suivants.

**2.7.1 Test de Solubilité****- Principe**

Le test de solubilité consiste à évaluer la capacité du carraghénane à se dissoudre dans différents solvants, tels que l'eau chaude, des solvants organiques et sirop de saccharose concentré à 50% pour déterminer sa nature hydrophile.

**- Mode opératoire**

Le test de solubilité du carraghénane a été réalisé en ajoutant 10mg de carraghénane dans quatre tubes à essai contenant chacun 1 ml d'un solvant différent (eau chaude, méthanol, éthanol, acétone). Suivis d'une agitation de 20 minutes à l'aide d'un vortex.

Par ailleurs, un second test a été effectué dans une solution contenant du saccharose 50%, préparée en dissolvant 10 g de saccharose dans 10 ml d'eau distillée chauffée entre 40 et 50 °C, sous agitation, jusqu'à obtention d'un mélange homogène. Ensuite, 0,3 g de carraghénane ont été ajoutés progressivement à cette solution, avec agitation continue pendant 15 à 20 minutes. Dans les deux cas, la solubilité du carraghénane a été évaluée par observation visuelle.

**2.7.2 Test Dubois****- Principe**

La mise en évidence des sucres a été réalisée selon la méthode décrite par Dubois et al. (1956), sans inclure l'étape de lecture spectrophotométrique.

C'est une méthode colorimétrique utilisée pour détecter la présence de sucre dans un échantillon. En milieu acide, les glucides réagissent avec le phénol pour former un complexe coloré jaune à orangé.

### - Mode opératoire

Quatre tubes à essai sont préparés pour le test :

- **Tube 1** : Contient la première solution à analyser, obtenue par dissolution préalable du carraghénane d'espèce *Hypnea musciformis* dans de l'eau chaude.
- **Tube 2** : Contient la deuxième solution à analyser, obtenue par dissolution préalable du carraghénane d'espèce *Chondrus crispus* dans de l'eau chaude.
- **Tube 3** : Contient une petite quantité de sucre industriel dissoute dans 1 ml d'eau distillée, servant de témoin positif.
- **Tube 4** : Contient 1 ml d'eau distillée, servant de témoin négatif.

Dans chaque tube, on ajoute successivement 1 ml de phénol à 5 % puis 5 ml d'acide sulfurique concentré (96%). La détection des sucres est réalisée de manière qualitative par observation visuelle des changements de couleur. **(Dubois et al., 1956).**

## 2.8 Formation d'Hydrogel

### - Principe

L'hydrogel est un réseau polymérique hydrophile réticulé qui gonfle dans l'eau, formant un gel souple et stable, capable d'absorber de grandes quantités de liquide tout en conservant sa structure.

### - Mode opératoire

Pour la préparation de gels à base de carraghénane extraits de *Chondrus crispus* et d'*Hypnea musciformis* à différentes concentrations (0.7% et 3%) pour un total de 20 g :

- Peser les quantités nécessaires de carraghénane pour chaque concentration :  
Pour 0,7 % de Carraghénane → 0,14 g de carraghénane + 19,86 g d'eau  
Pour 3 % de Carraghénane → 0,6 g de carraghénane + 19,4 g d'eau
- Dans un bécher, verser la quantité d'eau nécessaire.
- Ajouter la poudre de Carraghénane dans l'eau.
- Placer le bécher sur une plaque chauffante avec agitation magnétique à 1100 tours par minute (trs/min) et chauffer à 80 °C pendant 25 minutes pour bien disperser et dissoudre le carraghénane. Couvrir le bécher avec une feuille d'aluminium pour éviter l'évaporation.
- Verser les gels dans 2 boîtes et les laisser reposer à température ambiante pendant 24 heures afin de permettre leurs formation complète.

## 2.9 Les analyses infrarouge (FT-IR)

### - Principe

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) est une technique d'analyse physico-chimique basée sur l'absorption d'un rayonnement infrarouge par le matériau analysé, représenté sous forme de graphique avec la transmission tracée en fonction du nombre d'ondes.

Elle permet d'identifier les groupes fonctionnels présents dans les molécules en mesurant l'absorption de la lumière infrarouge, en enregistrant un spectre dans la gamme de 4000 à 400  $\text{cm}^{-1}$ . Lorsque l'énergie du rayonnement est proche de l'énergie des vibrations moléculaires, la molécule absorbe le rayonnement, ce qui se traduit par une diminution de l'intensité transmise ou réfléchi.

### - Mode opératoire

L'analyse par spectroscopie infrarouge (FTIR) nous a permis d'évaluer le carraghénane extrait à partir des deux espèces « *Hypnea musciformis* » et « *Chondrus crispus* » et déterminer leurs groupes fonctionnels de deux échantillons.

- Un échantillon de poudre à analyser est disposé sur le carré en diamant et les spectres d'absorption infrarouge ont été enregistrés dans la gamme de nombres d'onde comprise entre 400 et 4000  $\text{cm}^{-1}$ , avec une résolution de 4  $\text{cm}^{-1}$ , puis les résultats d'analyse comparés aux spectres de référence.

## 2.10 Préparation d'un prototype de baume à lèvres

### 2.10.1 Ingrédients de base :

- Beurre végétale.
- Huile végétale.
- Cire animale.
- Carraghénane.
- Vitamine E.
- Conservateur.

### 2.10.2 Étapes de préparation :

Toutes les manipulations ont été réalisées devant un bec benzène sur une paillasse désinfectée avec de l'eau de Javel et tout le matériel utilisé soit stérile.

- Faites fondre sur plaque chauffante le beurre, l'huile végétale et la cire animale jusqu'à obtenir un mélange homogène.
- Retirer du feu et ajouter le carraghénane et homogénéiser bien avec une spatule.
- Ajouter quelques gouttes de vitamine E et une goutte de Conservateur.
- Verser le mélange dans un petit pot ou un tube à baume à lèvres.
- Laisser refroidir à température ambiante jusqu'à solidification.



**Figure 21** : Préparation de baume à lèvres.

### 2.11 Contrôles du produit fini

#### 2.11.1 Contrôle physico-chimique

##### a. Mesure du pH

La méthode de mesure du pH d'échantillons en cosmétique été réalisé suivant la norme Algérienne NA 367/1990.

##### - Principe :

Le pH, ou potentiel hydrogène, est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution, exprimée sur une échelle logarithmique allant de 0 à 14.

- Un pH égal à 7 indique une solution neutre.
- Un pH inférieur à 7 caractérise une solution acide.
- Un pH supérieur à 7 caractérise une solution basique ou alcaline.

##### - Mode opératoire

- Prélever une petite quantité du baume à lèvres liquide.
- Imbiber un morceau de papier pH avec l'échantillon.
- Comparer la couleur obtenue sur le papier avec l'échelle de couleurs fournie avec le papier pH pour déterminer la valeur approximative du pH.

#### 2.11.2 Contrôles microbiologiques

L'évaluation microbiologique du baume à lèvres formulé dans le cadre de ce travail vise à vérifier sa sécurité d'utilisation et sa conformité aux normes cosmétiques en vigueur. Ce contrôle permet d'identifier d'éventuelles contaminations susceptibles d'affecter la qualité du produit ou de représenter un risque pour la santé du consommateur

Deux types d'analyses ont été réalisés :

- **L'analyse quantitative** : destinée à déterminer la charge microbienne totale, en particulier les germes aérobies mésophiles, les levures et les moisissures, afin d'évaluer le niveau général de contamination.
- **L'analyse qualitative** : visant à détecter des micro-organismes pathogènes spécifiques interdits dans les produits finis, notamment *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.

Les examens microbiologiques du baume à lèvres ont été effectués conformément aux normes suivantes :

- **ISO 21149 / NA 8287** Recherche et dénombrement de la Flore mésophile aérobie totale.
- **ISO 16212 / NA 8285** Recherche et dénombrement des levures et moisissures.
- **ISO 22717 / NA 8292** Recherche de *Pseudomonas aeruginosa*.
- **ISO 22718 / NA 8293** Recherche de *Staphylococcus aureus*.
- **ISO 21150** / Recherche d'*Esherichia coli*.

Les milieux de cultures utilisés dans cette étape sont portés en annexe.

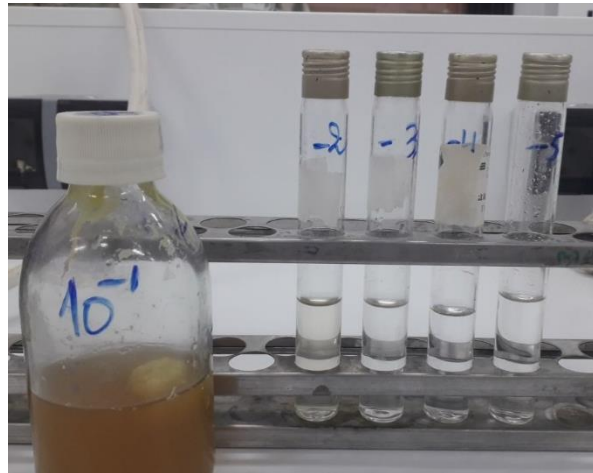
### - Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

Devant un bec Bunsen, sur une paillasse préalablement désinfectée à l'eau de Javel, 10 g du baume à lèvres à analyser ont été introduits dans un flacon stérile. À cela, ont été ajoutés 90 ml d'eau peptonée (EP) (Annexe 1), servant de diluant, afin d'obtenir une dilution initiale de  $10^{-1}$ . La suspension ainsi préparée a été soigneusement homogénéisée puis laissée au repos pendant 30 minutes à température ambiante pour permettre la revivification des micro-organismes présents (Figure 22). Cette phase est suivie par la préparation des dilutions décimales.



**Figure 22** : Préparation de la solution mère (échantillon + diluant EP).

A partir de la solution mère  $10^{-1}$ , les dilutions décimales successives ont été obtenues en introduisant 1 ml de la solution la plus concentrées, à l'aide d'une micropipette stérile, dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique stérile, jusqu'à atteindre la dilution finale de  $10^{-5}$  (Figure 23). Avant l'ensemencement, chaque dilution a été soigneusement homogénéisée manuellement.



**Figure 23 :** Préparation des dilutions décimales.

**a. Recherche de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)**

À partir des dilutions décimales préparées, 0,1 ml de chaque dilution sont prélevés à l'aide d'une micropipette et répartis à la surface de deux boîtes de Pétri contenant de la gélose TSA (Annexe 1) solidifiée. Ensuite, à l'aide d'un râteau stérile, le liquide est réparti uniformément sur toute la surface de la gélose afin de favoriser une répartition homogène des micro-organismes. Cette technique permet d'obtenir des colonies bien séparées pour un dénombrement précis. Les boîtes sont portées à l'étuve à  $32,5^{\circ}\text{C}$  pendant 72h (Figure 24).

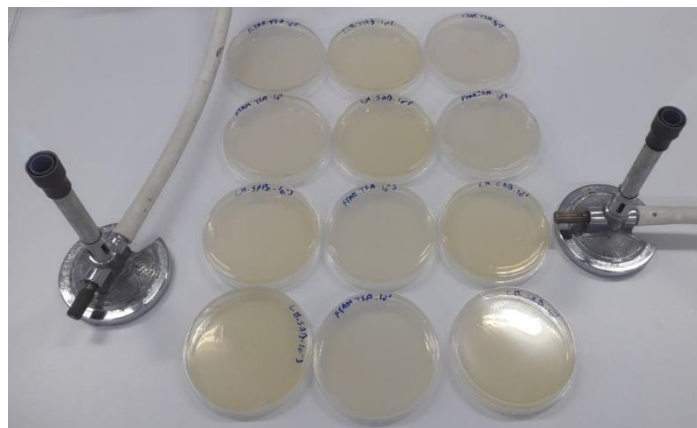
**Lecture :**

Les germes totaux apparaissent sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse. Seules les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies doivent être prises en compte pour le dénombrement (Zekkar et Henna,2020).

Le calcul du nombre de micro-organismes par gramme de produit s'effectue à partir des boîtes retenues correspondant aux différentes dilutions successives, en utilisant la formule décrite par Guiraud et Galzy (1980).

$$N = \frac{\Sigma c}{v(n1+0.1n2)d}$$

- N= nombre de germes par gramme de produit.
- $\Sigma C$ = somme des colonies caractéristiques sur les deux boîtes retenues.
- V= volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte (en ml).
- d= taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.
- n1= nombre de boîte lu à la 1ère dilution.
- n2= nombre de boîte lu à la 2ème dilution.

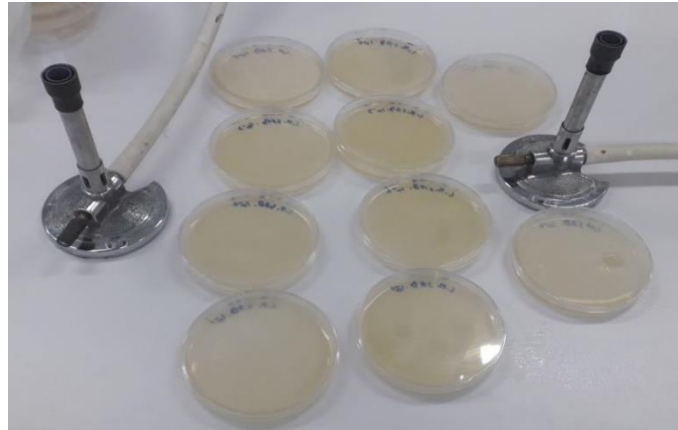


**Figure 24 :** Recherche de la Flore Aérobie Mésophile Totale.

### **b. Recherche de levures et moisissures**

De la même façon, un ensemencement est réalisé, 0,1ml des dilutions décimales sont répartis à la surface des boîtes de Pétri contenant le milieu de culture Sabouraud (Annex 1) coulé et solidifié. Les boîtes sont incubées à une température de 25C°, pendant 3-5 jours (Figure 25).

**Lecture :** Le comptage des colonies blanches ou colorées, lisses et crémeuses de levures ainsi que des moisissures à aspect poudreux, observables après 5 jours d'incubation à 25 °C, sera réalisé selon les mêmes conditions décrites précédemment (**Degnon et al., 2013**).



**Figure 25 :** Recherche levures et moisissures.

### c. Recherche des germes pathogènes

Pour l'ensemble des germes recherchés, une première étape d'enrichissement est réalisée à l'aide d'un bouillon non sélectif afin d'augmenter le nombre de microorganismes sans les inhiber ce qui pourrait être le cas en présence d'ingrédients sélectifs contenus dans les milieux de culture spécifiques. La seconde étape consiste en l'isolement des germes sur des milieux sélectifs (Merabet et Benyeza,2021).

#### - Enrichissement :

L'étape d'enrichissement consiste à suspendre 10 g de l'échantillon dans 90 mL de bouillon TSE (Annexe 1), suivie d'une incubation à 32 °C pendant une durée de 6 à 24 heures ( Figure 26).

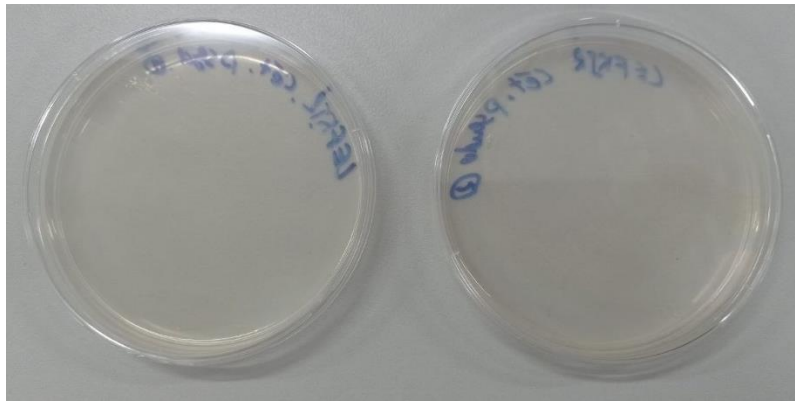


**Figure 26 :** Phase d'enrichissement sur bouillon TSE.

**d. Recherche de *Pseudomonas aeruginosa***

A l'aide d'une anse de platine stérile, une aliquote du bouillon d'enrichissement est ensemencée par stries à la surface de la gélose Cétrimide (Annexe 1). L'incubation est ensuite réalisée à  $32,5\text{ °C} \pm 2,5\text{ °C}$  pendant 48 heures. (Figure 27).

**Lecture :** Vérifier la présence de colonies caractéristiques : pigment jaune-vert .

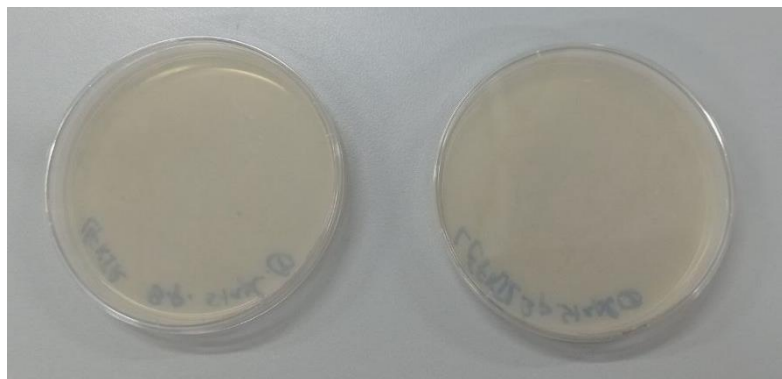


**Figure 27 :** Recherche de *Pseudomonas aeruginosa* .

**e. Recherche de *Staphylococcus aureus***

Une aliquote du bouillon d'enrichissement est ensemencée par stries sur la gélose Baird Parker (Annexe 1) à l'aide d'une anse stérile. L'incubation s'effectue à  $32,5\text{ °C} \pm 2,5\text{ °C}$  pendant une durée comprise entre 24 et 48 heures. (Figure 28).

**Lecture :** Observer la présence des colonies noires brillantes entourées d'un halo clair de 2 à 5 mm.

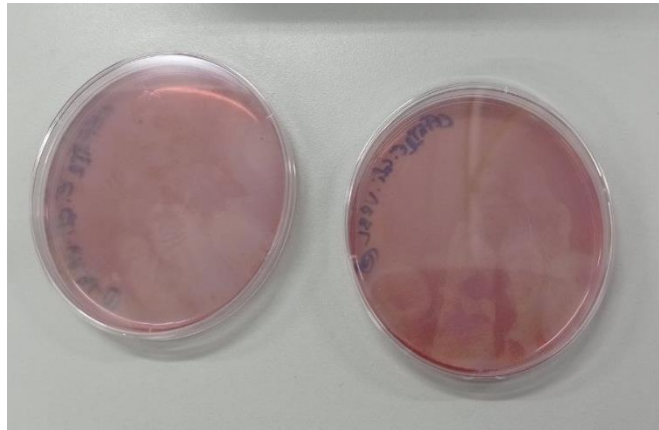


**Figure 28 :** Recherche de *Staphylococcus aureus* .

**f. Recherche d'*Escherichia coli***

À partir du bouillon d'enrichissement, une aliquote est étalée par stries sur la surface de la gélose VRBL (Annexe 1). L'incubation est ensuite effectuée à  $32,5\text{ °C} \pm 2,5\text{ °C}$  durant 48 heures (Figure 29).

**Lecture :** Vérifier la présence de colonies rouge brique, éventuellement entourées d'une zone de précipitation biliaire.



**Figure 29 :** Recherche d'*Escherichia coli* .

**2.11.3 Test d'irritation cutanée primaire****- Principe**

Ce test également appelé test de Draize qui permet d'évaluer la capacité d'une substance à provoquer une irritation locale lorsqu'elle est appliquée sur la peau saine d'un lapin albinos. L'évaluation se fait par observation visuelle des lésions cutanées, et ce test a été historiquement utilisé pour prédire les effets irritants des produits cosmétiques, chimiques ou pharmaceutiques sur la peau humaine.

**- Mode opératoire**

- Raser soigneusement la peau du dos du 3 lapins albinos 24 heures avant le test, sur une surface d'environ  $6\text{ cm}^2$ , sans provoquer d'irritation préalable.
- Appliquer une quantité de 0.5g de baume testé directement sur la zone rasée.
- Recouvrir la zone par une compresse de gaze, assujettie au moyen d'un sparadrap non irritant.

- Observer et noter les réactions cutanées (érythème, œdème, ulcération) à différents intervalles : 30 minutes, puis 24, 48 et 72 heures après l'application.
- Après la période d'exposition, retirer la substance et rincer délicatement la zone testée (OCDE,2015).



**Figure 30** : Application de baume sur la peau du lapin.

# **Chapitre III :**

## **Résultats et Discussion**

## 1. Mesure des paramètres physico-chimique

**Tableau 02 :** Les mesures des paramètres physico-chimiques.

pH	Salinité (g /L)	Oxygène dissous (mg /L)	Température (C°)
8.25	36	13.38	18

## 2. Rendement de Carraghénane

### 2.1 Calcul du rendement chez *Hypnea musciformis*

Pour une masse d'algue en poudre de 10g, nous avons obtenu 1,5896g de carraghénane séché, alors le rendement est :

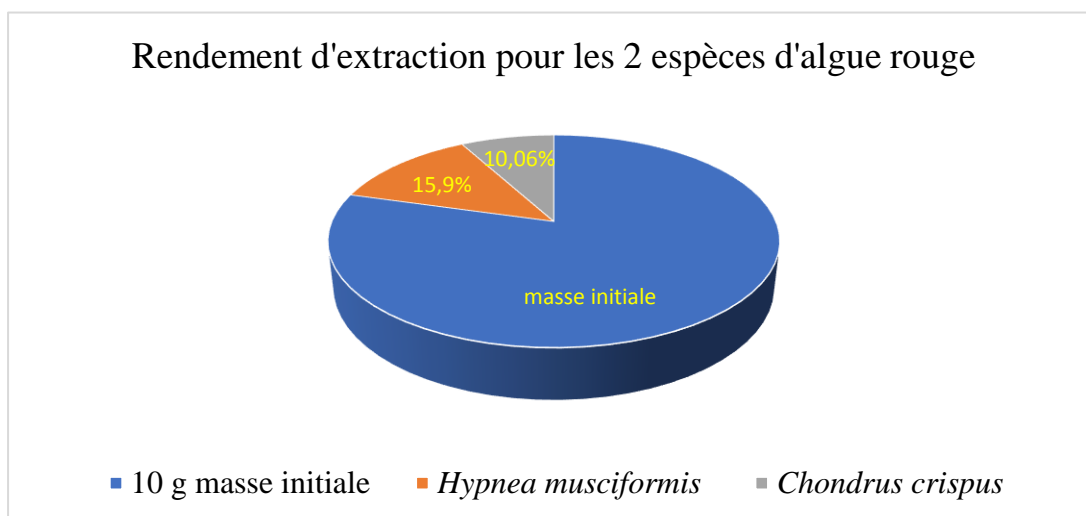
$$R\% = \frac{1,5896}{10} \times 100 = 15,89\%$$

### 2.2 Calcul du rendement chez *Chondrus crispus*

Pour une masse d'algue en poudre de 10g, nous avons obtenus 1,00633g de Carraghénane séché, alors le rendement est :

$$R\% = \frac{1,00633}{10} \times 100 = 10,06\%$$

Nous remarquons que le rendement en carraghénane est plus élevé pour *Hypnea musciformis* (15,89 %) que pour *Chondrus crispus* (10,06 %). Cette différence peut s'expliquer par plusieurs facteurs liés à la nature spécifique des algues, son âge et son stade de développement, la saison, les conditions d'extraction utilisées, la température, pH, temps et le procédé.



**Figure 31 :** Diagramme circulaire représentant le rendement en carraghénane extraits de deux espèces d'algues rouges (*Hypnea musciformis* et *Chondrus crispus*).

### 3. Tests de caractérisation de carraghénane

#### 3.1 Test de Solubilité

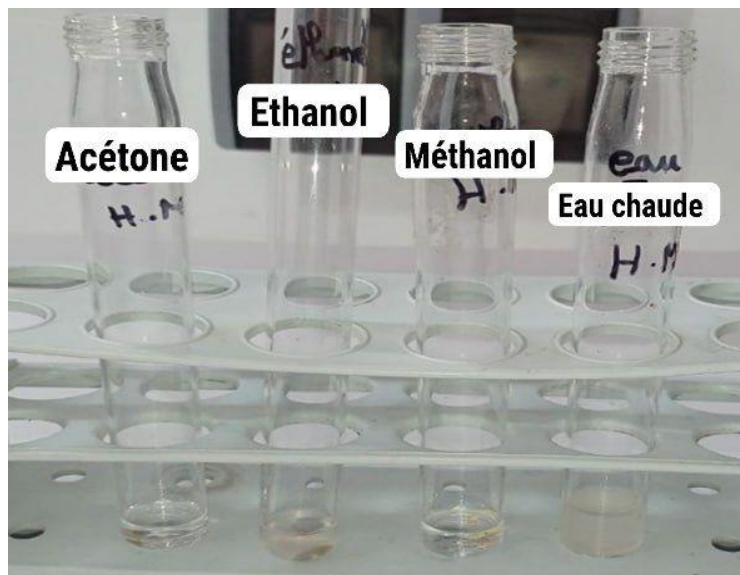
Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 03** : Les solubilités de Carraghénane dans les différents solvants.

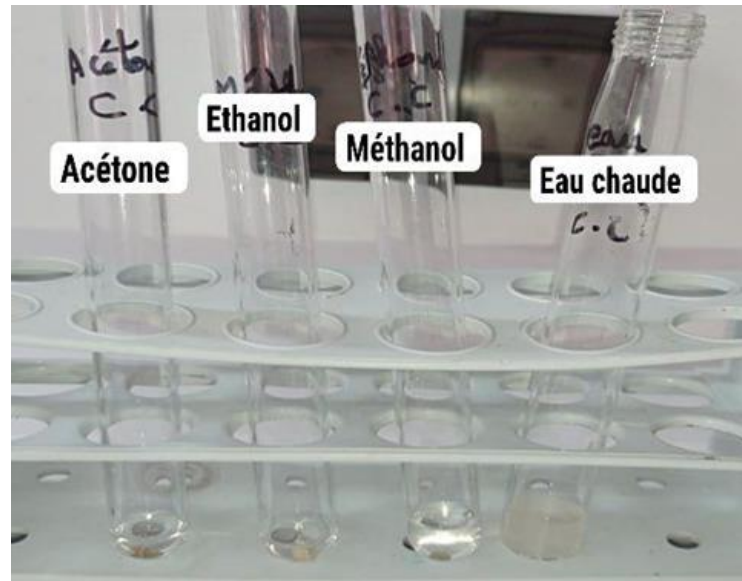
Solvants	Eau chaude	Méthanol	Acétone	Ethanol	Saccharose 50%
<i>H.musciformis</i>	+	-	-	-	+
<b>Solubilité</b>					
<i>C. crispus</i>	+	-	-	-	+

Où : (+) soluble, (-) insoluble.

Les résultats sont valables pour les deux types de carraghénane obtenus et montrent qu'ils sont solubles dans l'eau chaude et dans le sirop de saccharose concentré à 50%, mais insolubles dans les solvants organiques (acétone, éthanol, méthanol) comme illustré dans les figures 32-33 ci-dessous.

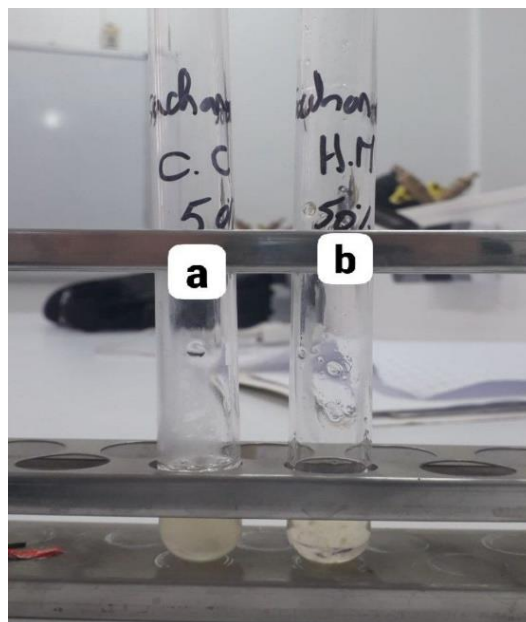


**Figure 32** : La solubilité de carraghénane extrait d'*Hypnea musciformis* dans les différents solvants.



**Figure 33 :** La solubilité de carraghénane extrait de *Chondrus crispus* dans les différents solvants.

Ainsi, en fonction du résultat de solubilité dans un sirop de saccharose concentré à 50 % (Figure 34), on peut interpréter que les carraghénanes obtenus sont de type Kappa.



**Figure 34 :** La solubilité de carraghénane extraits de *chondrus crispus* (a) et d'*Hypnea musciformis* (b) dans Sirop de saccharose 50%.

### 3.2 Test Dubois

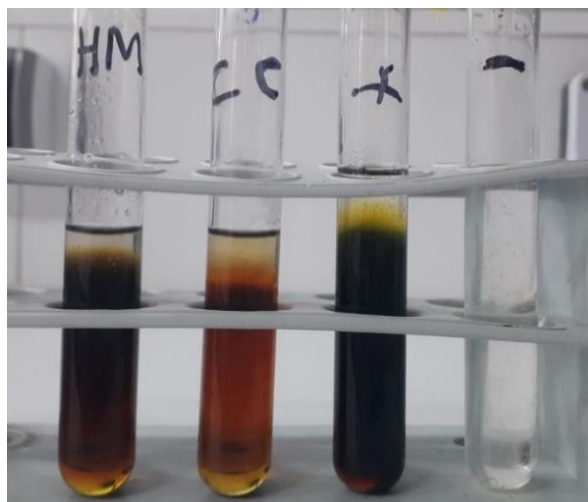
Les résultats obtenus sont présentés sous forme de tableau suivant pour les 2 types de carraghénane :

**Tableau 04** : Résultats du test Dubois pour la mise en évidence des sucres dans les extraits de carraghénane.

	Tube 1	Tube 2	Témoin Positif	Témoin Négatif
<b>Coloration</b>	+	+	+	-

Où : (+) Orangée, (-) Incolore

En comparaison avec le témoin positif, les extraits de carraghénane issu d'*Hypnea musciformis* (**Tube 1**) et *Chondrus crispus* (**Tube 2**) présentent une coloration Orangée similaire. Cela indique clairement que ces extraits contiennent des polysaccharides, c'est-à-dire des sucres, confirmant la réussite de l'extraction, comme illustré dans la figure 35 ci-dessous.

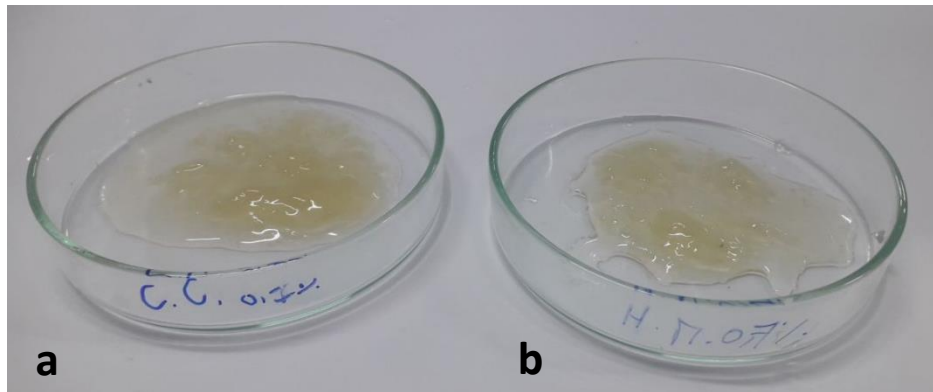


**Figure 35** : Résultats du la mise en évidence des sucres dans les extraits de carraghénane.

#### 4. Formation d'Hydrogel

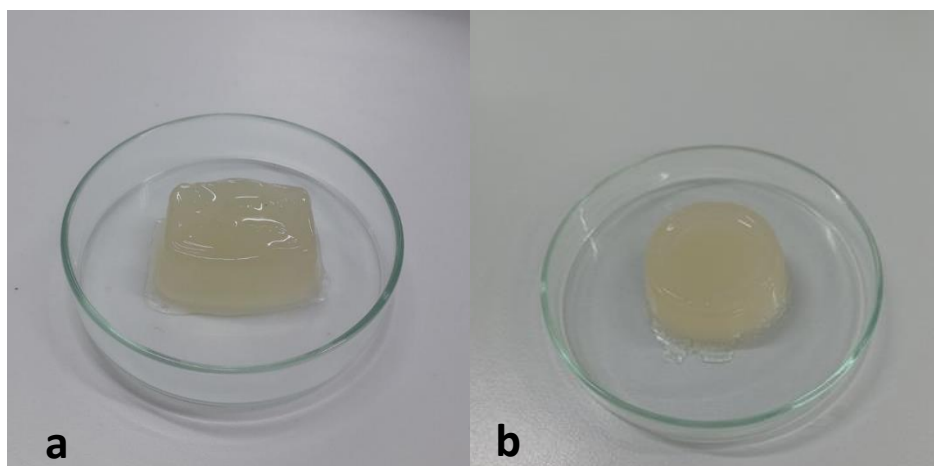
Les résultats après refroidissement des hydrogels de carraghénane montrent que la concentration de carraghénane influence fortement la formation du gel :

- À faible concentration (0,7 %) (Figure 36), le carraghénane ne forme pas un gel solide, restant sous forme liquide. Cela s'explique par une quantité insuffisante de polymère pour créer un réseau tridimensionnel stable capable de retenir l'eau.



**Figure 36 :** Aspects macroscopiques des hydrogels à 0.7% de carraghénane extraits de *Chondrus crispus* (a) et d'*Hypnea musciformis* (b).

- À concentration plus élevée (3 %) (Figure 37), le carraghénane forme un gel très ferme. À cette concentration, les chaînes de carraghénane s'entrelacent suffisamment pour créer un réseau gélifié dense, conférant une consistance solide au produit final.



**Figure 37 :** Aspects macroscopiques des hydrogels à 3% de carraghénane extraits de *Chondrus crispus* (a) et d'*Hypnea musciformis* (b).

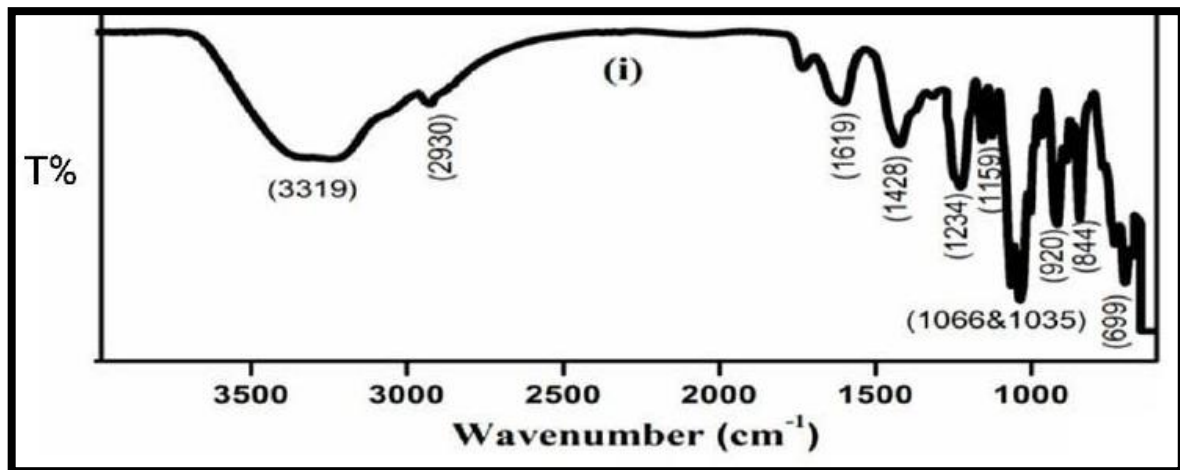
Cette différence illustre bien le rôle crucial de la concentration en carraghénane dans la formation et la rigidité des hydrogels.

### 5. Les analyses infrarouge (FTIR)

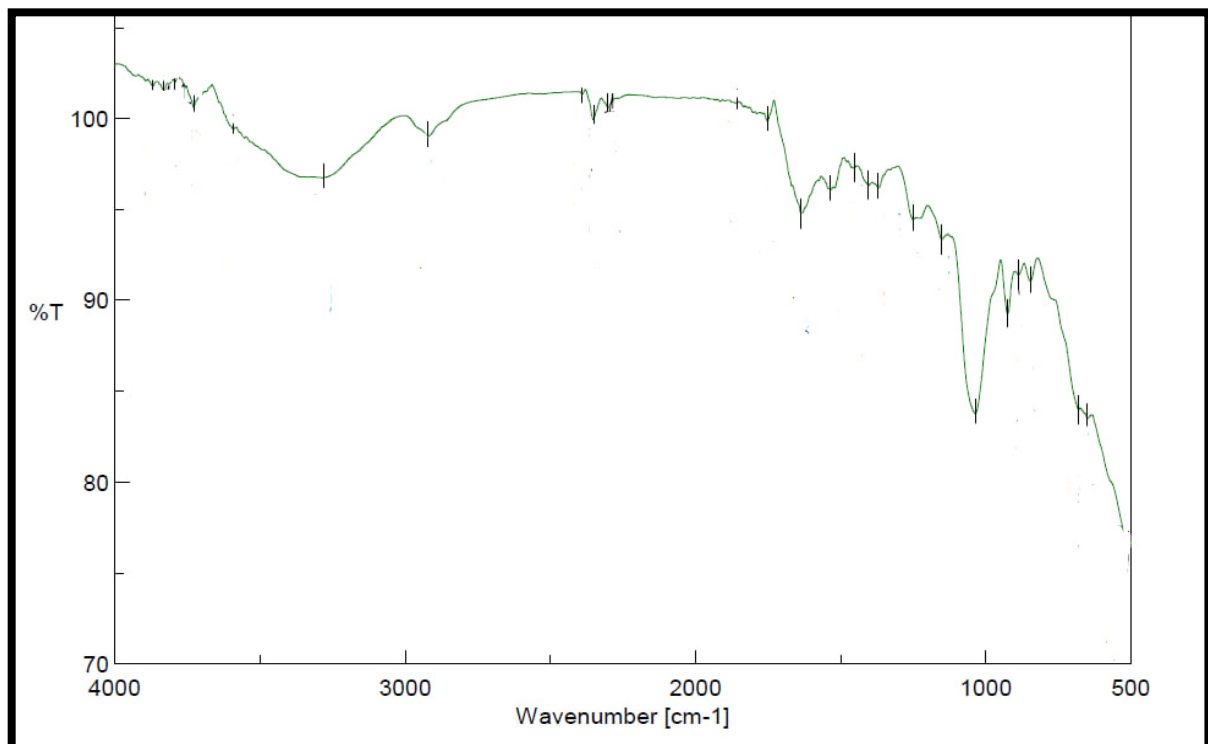
Les résultats d'analyse FTIR obtenus pour les carraghénanes extraits d'*Hypnea musciformis* et *Chondrus crispus* sont présentés dans les figures 39 et 40 ci-dessous. Ces spectres ont été comparés au profil de référence de **Perumal et C. Selvin (2020)**, présenté en figure 38, ce qui a permis de confirmer l'identification des groupements fonctionnels. Les principaux pics observés dans les spectres sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 05** : L'identification des pics de FTIR de Carraghénane.

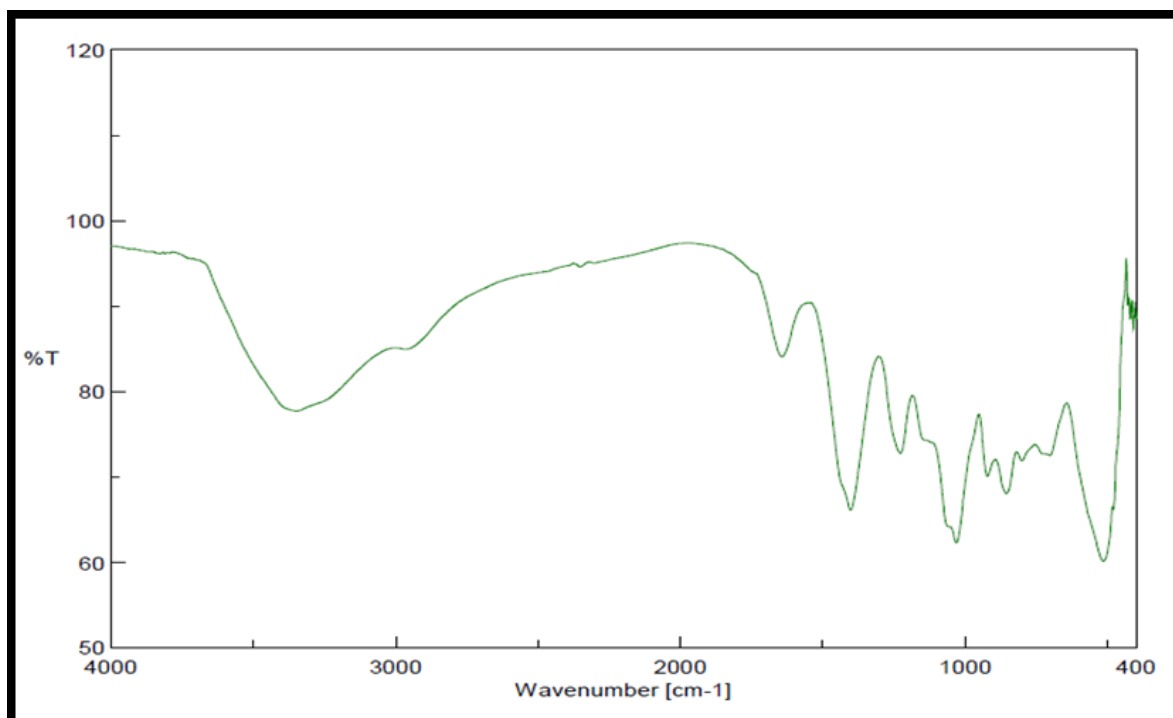
Les groupements	Fréquences (cm <sup>-1</sup> )	
	<i>Hypnea musciformis</i>	<i>Chondrus crispus</i>
<b>OH</b>	<b>3282.25</b>	<b>3345.89</b>
<b>CH</b>	<b>2920.66</b>	<b>2964.05</b>
<b>Vibration de déformation angulaire (δ) de l'eau (H-O-H)</b>	<b>1637.27</b>	<b>1641.13</b>
COO- Symétrique	1405.85	1402
<b>Sulfate de S=O</b>	<b>1250.61</b>	<b>1227.47</b>
C-O	1152.26	1159
C-O-C	1036.55	1030.77
C-O-C du 3,6 anhydro-o-galactose	925.664	921.807
C-O-SO <sub>3</sub>	846.597	855.275
Sulfate on C-4 galactose	680.749	701.962



**Figure 38 :** Spectre IR de Kappa-Carragénane pure (Perumal et C. Selvin ,2020).



**Figure 39 :** Spectre IR de Carragénane extrait d'*Hypnea musciformis*.



**Figure 40** : Spectre IR de Carraghénane extrait de *Chondrus crispus*.

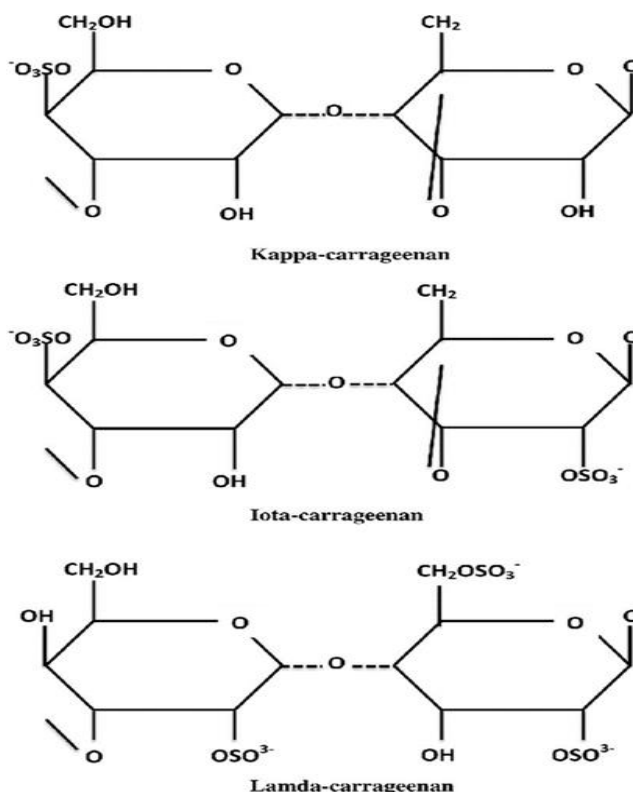
### 5.1 L'analyse FTIR du carraghénane extrait d'*Hypnea musciformis*

La figure 39 présente les spectres IR qui mettent en évidence la présence de plusieurs bandes caractéristiques confirmant la nature kappa du polysaccharide, conformément aux données de référence (Figure 38).

- La bande caractéristique observée à **3282 cm<sup>-1</sup>** dans le spectre infrarouge des carraghénanes est attribuée à une vibration d'élongation de la liaison O—H (hydroxyle), généralement associée aux groupes hydroxyle libres ou engagés dans des liaisons hydrogène. Les carraghénanes contiennent de nombreux groupes OH libres ou liés (dans les cycles de galactose-6-sulfate). La présence de liaisons hydrogène (intra- ou intermoléculaires) peut élargir et déplacer la bande vers les basses fréquences (à 3282 cm<sup>-1</sup> au lieu de 3400–3650 cm<sup>-1</sup> pour un OH libre).
- La bande caractéristique observée vers **2920 cm<sup>-1</sup>** en spectroscopie IR correspond généralement à une vibration d'élongation asymétrique des liaisons C—H dans les groupes méthylène (—CH<sub>2</sub>—). Cette bande est typique des composés organiques contenant des chaînes aliphatiques, comme les polysaccharides (dont les carraghénanes).

- La bande IR à  $1637\text{ cm}^{-1}$  (entre  $1600\text{-}1650\text{ cm}^{-1}$ ) est attribuée à une vibration de déformation angulaire ( $\delta$ ) de l'eau (H-O-H) adsorbée ou liée à la structure du polysaccharide.
- Le pic clé à  $1250\text{ cm}^{-1}$  est associé aux vibrations des groupes sulfate (S=O) et aux liaisons C-O-SO<sub>3</sub>, respectivement, confirmant la sulfatation caractéristique du Kappa-carraghénane.
- La présence d'un pic à  $925\text{ cm}^{-1}$  est indicative du pont 3,6-anhydrogalactose, un élément structural essentiel qui différencie le kappa-carraghénane des autres types.
- Les bandes dans la région  $1152\text{ cm}^{-1}$  et  $1036\text{ cm}^{-1}$  correspondent aux vibrations des liaisons glycosidiques C-O-C et C-O, soulignant la nature polysaccharidique de l'extrait.
- Le pic autour de  $680\text{ cm}^{-1}$  est associés aux types de sulfatation distinguent le kappa-carraghénane des autres.

Ces résultats FTIR confirment que le polysaccharide extrait d'*Hypnea musciformis* est un carraghénane homogène de type kappa, caractérisé par une structure linéaire de galactose sulfaté avec des ponts 3,6-anhydrogalactose.



**Figure 41** : Structures chimiques des carraghénanes kappa ( $\kappa$ )-, iota ( $\iota$ )- et lambda ( $\lambda$ ) (Rupert R. et al., 2022).

## 5.2 L'analyse FTIR du carraghénane extrait de *Chondrus crispus*

La figure 40 présente le spectre IR montre plusieurs bandes caractéristiques confirmant la présence d'un polysaccharide sulfaté, typique des carraghénanes.

- La large bande à  $3346\text{ cm}^{-1}$  correspond aux vibrations d'étirement des groupes hydroxyles (O-H), indiquant la forte hydrophilie du polysaccharide.
- Le pic à  $2964\text{ cm}^{-1}$  est attribué aux vibrations d'étirement C-H des groupes méthyle et méthylène des chaînes polysaccharidiques.
- La bande à  $1641\text{ cm}^{-1}$  est liée à l'adsorption d'eau dans la matrice polysaccharidique.
- Le signal à  $1402\text{ cm}^{-1}$  peut correspondre à des vibrations de déformation C-H ou à des groupes carboxylates mineurs (à revoir)
- Un pic important à  $1227\text{ cm}^{-1}$  est caractéristique des vibrations d'étirement S=O des groupes sulfate, confirmant la sulfatation du carraghénane.
- La présence des bandes à  $1159\text{ cm}^{-1}$  et  $1031\text{ cm}^{-1}$  correspond aux vibrations des liaisons glycosidiques C-O-C et C-O, soulignant la nature polysaccharidique de l'extrait.
- Les pics situés à  $922\text{ cm}^{-1}$  et  $855\text{ cm}^{-1}$  sont significatifs : celui à  $922\text{ cm}^{-1}$  est attribué au pont 3,6-anhydrogalactose, élément structurel clé des carraghénanes, tandis que la bande à  $855\text{ cm}^{-1}$  est associée aux vibrations C-O-SO<sub>3</sub>, indiquant la présence de groupes sulfate liés au carbone 4 du galactose. Ces deux pics suggèrent la coexistence de type kappa de carraghénane.
- La bande à  $701\text{ cm}^{-1}$  est associée aux types de sulfatation distinguant le kappa-carraghénane des autres.

Ces résultats FTIR confirment que le polysaccharide extrait de *Chondrus crispus* est un carraghénane sulfaté de type kappa, caractérisé par une structure polysaccharidique riche en ponts 3,6-anhydrogalactose et en groupes sulfate.

### 5.3 Comparaison entre les deux graphiques

- Les deux extraits présentent des bandes caractéristiques similaires confirmant la nature kappa des carraghénanes extraits, notamment la présence des pics liés aux groupes sulfate (S=O), aux ponts 3,6-anhydrogalactose, et aux liaisons glycosidiques.
- Les différences mineures dans les positions exactes des pics (par exemple, 3282 vs 3346  $\text{cm}^{-1}$  pour O–H, ou 1250 vs 1227  $\text{cm}^{-1}$  pour S=O) peuvent s'expliquer par des variations dans la structure fine ou le degré de sulfatation entre les deux espèces d'algues.
- La présence des pics autour de 680-701  $\text{cm}^{-1}$  dans les deux spectres souligne la spécificité du type kappa, distinguant ces carraghénanes d'autres types (lambda, iota).

Globalement, les spectres confirment que les deux extraits sont des carraghénanes kappa, avec une structure polysaccharidique linéaire sulfatée, riche en ponts 3,6-anhydrogalactose, mais avec des différences subtiles liées à leur origine biologique.

## 6. Résultats du Contrôles du produit fini

### 6.1 Contrôle physico-chimique

#### a. Mesure du pH

La mesure du pH a été effectuée sur le baume à lèvres. Le résultat obtenu permet de voir clairement que le pH de la formulation respecte les normes, situées entre 5,5 et 6.



**Figure 42 :** Mesure le pH de baume à lèvres.

## 6.2 Contrôle microbiologique

Tableau 06 : Résultats des analyses microbiologiques de baume à lèvres.

Paramètre	Résultats					Norme	
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	m UFC /ml	M UFC /ml
FAMT	100 UFC/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	≤ 10 <sup>2</sup>	≤ 2*10 <sup>2</sup>
Levures et Moisissures	100 UFC/ml	Abs	Abs	Abs	Abs	≤ 10 <sup>2</sup>	

Abs : Absence.

Micro-organismes recherchés	Résultats		Normes
N° des boîtes	1 <sup>ere</sup>	2 <sup>ème</sup>	
<i>Escherichia coli</i>	Abs	Abs	Absence dans 1 g ou 1 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Abs	Abs	Absence dans 1 g ou 1 ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Absence dans 1 g ou 1 ml

Abs : Absence.

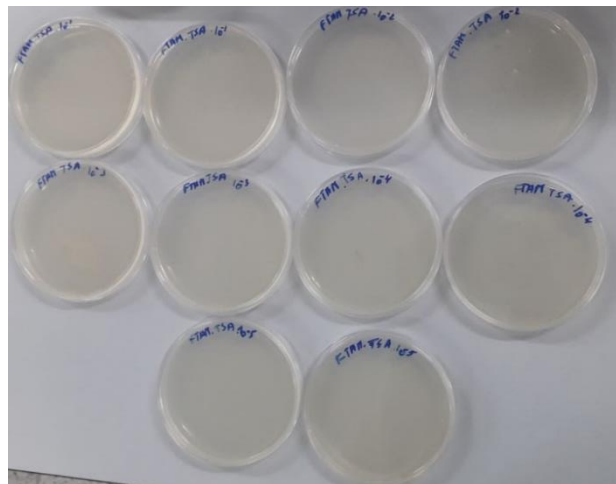
« m » : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante .

« M » : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au-dessus de laquelle la qualité du produit est considérée comme non satisfaisante.

**a. La recherche de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) :**

Les résultats de dénombrement des micro-organismes de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) sur milieu TSA, incubés à 32 °C pendant 24 à 48 heures, présentés dans la figure 43 ci-dessous, ont été comparés à la norme NA ISO 21149 publiée dans le Journal Officiel de la République Algérienne (Annexe 1). Cette norme, applicable aux produits cosmétiques destinés aux muqueuses, recommande un seuil minimal de 100 UFC/ml et maximal de 200 UFC/ml ou UFC/g pour la FAMT. Les résultats montrent :

- Une croissance de colonies inférieure à 30 UFC uniquement à la dilution  $10^{-1}$ , tandis que les autres dilutions ( $10^{-2}$  à  $10^{-5}$ ) ne présentaient aucune croissance.
- Une charge microbienne conforme aux exigences microbiologiques usuelles pour ce produit appliqué sur les lèvres, dont la limite minimale à 100 UFC/ml.



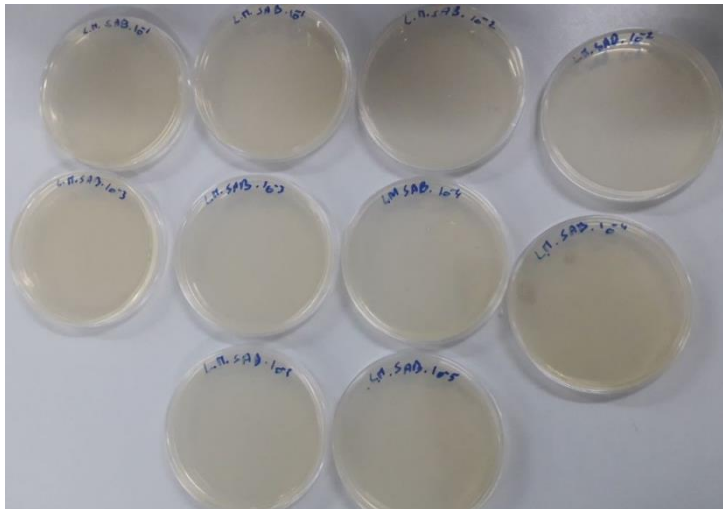
**Figure 43 :** Flore aérobie mésophile isolée sur milieu TSA.

**b. La recherche des levures et moisissures**

Le contrôle de baume à lèvres qui est basé sur le dénombrement des levures et moisissure et en comparaison à la norme NA ISO 16212 présentée dans le journal officiel de la république algérienne (Annexe 1), Cette norme, applicable aux produits cosmétiques destinés aux muqueuses, recommande un seuil maximal de 100 UFC/ml ou UFC/g pour les levures et les moisissures. Les résultats montrent :

- Une croissance de colonies inférieure à 10 UFC uniquement à la dilution  $10^{-1}$ , tandis que les autres dilutions ( $10^{-2}$  à  $10^{-5}$ ) ne présentaient aucune croissance.

- Une charge microbienne conforme aux exigences microbiologiques usuelles pour ce produit appliqué sur les lèvres, dont la limite maximale est fixée à 100 UFC/ml.

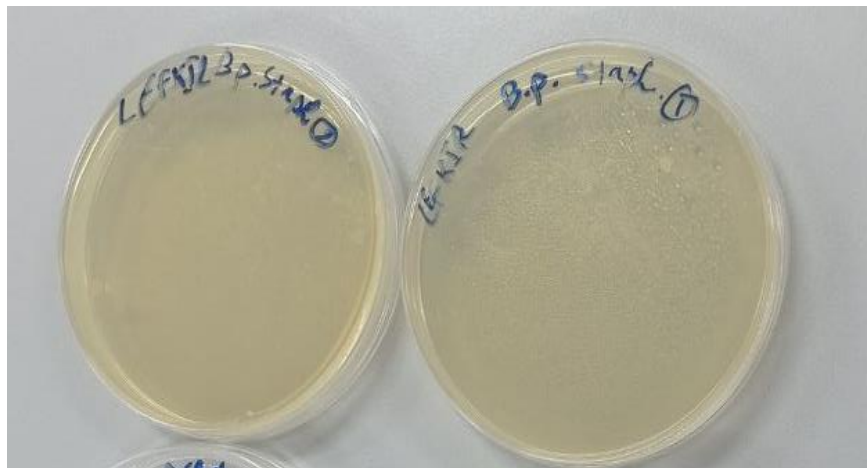


**Figure 44** : Aspect de la flore fongique isolée sur milieu Sabouraud.

### c. Recherche des germes pathogènes

#### - Recherche de *Staphylococcus aureus*

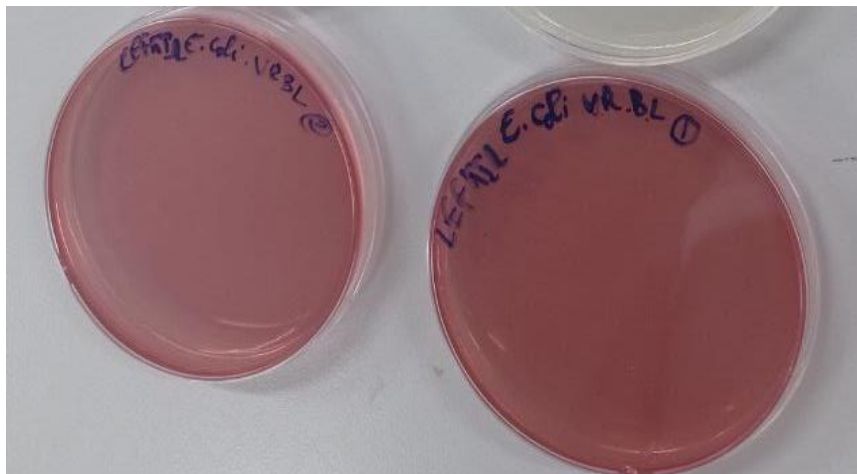
Une culture négative pour les *Staphylocoques* a été observée sur milieu Baird-Parker (Figure 45).



**Figure 45** : Milieu Baird Parker après incubation.

- Recherche d'*Escherichia. Coli*

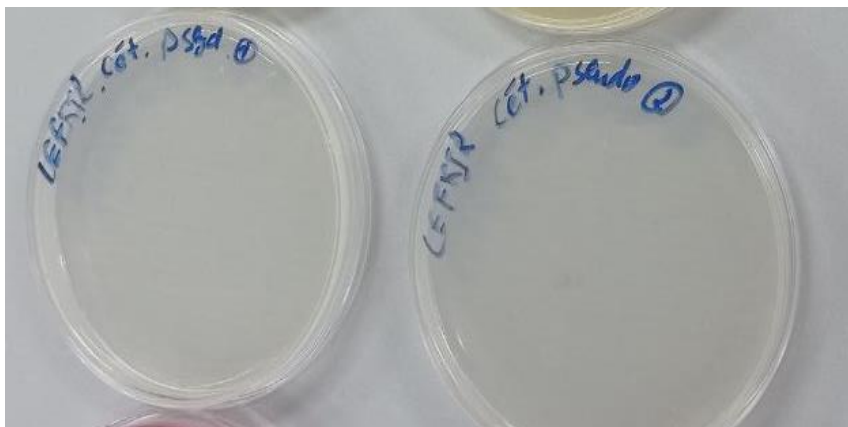
Un résultat négatif pour *Escherichia* a été noté sur milieu VRBL (Figure 46).



**Figure 46 :** Milieu VRBL après incubation.

- Recherche de *Pseudomonas aeruginosa*

Comme le montre la figure 47 ; une culture négative du genre *Pseudomonas* a été observée sur milieu Cétrimide.



**Figure 47 :** Milieu Cétrimide après incubation.

### 6.3 Test d'irritation cutanée primaire

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 07** : Résultats du test d'irritation cutané.

Délai d'observation	N° de lapin	Cotation de réactions cutanées	
		Erythèmes et formation d'ulcération	Formation d'œdème
Après 4 heures	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
Après 24 heures	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
Après 48 heures	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
Après 72 heures	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0

Suite aux résultats obtenus pour les trois lapins après 4 h, 24 h, 48 h et 72 h, aucune présence d'érythèmes, d'escarres ni d'œdèmes n'a été constatée. Cette période d'observation permet de confirmer définitivement l'innocuité du baume à lèvres appliqué, mettant en évidence l'absence d'effets irritants et corrosifs de ce produit.



**Figure 48** : Résultats obtenus après 4 h, 24 h et 72 h.

# **Conclusion**

Face à la demande croissante de produits cosmétiques d'origine naturelle, sûrs pour la santé et l'environnement, les ressources marines telles que les carraghénanes, constituent une alternative prometteuse et précieuse. Ces biopolymères, extraits principalement d'algues rouges, notamment *Chondrus crispus* et *Hypnea musciformis*, présentent des propriétés fonctionnelles remarquables (épaississantes, gélifiantes et hydratantes) qui en font des candidats idéaux pour des formulations cosmétiques innovantes.

Ce travail a permis d'explorer le potentiel de ces deux espèces à travers l'extraction du carraghénane et son utilisation comme ingrédient fonctionnel dans la fabrication d'un baume à lèvres naturel. L'ensemble des étapes expérimentales de l'extraction à la formulation, a permis d'évaluer l'efficacité de ce biopolymère marin dans un produit cosmétique fini.

Les résultats ont révélé un rendement d'extraction plus élevé chez *Hypnea musciformis* (15.90%) comparé à *Chondrus crispus* (10.06%), soulignant ainsi l'intérêt de cette espèce pour une valorisation à l'échelle industrielle.

La caractérisation du carraghénane par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) a confirmé la présence des principaux groupes fonctionnels caractéristiques de ce polysaccharide : Les bandes d'absorption enregistrées entre  $3282,25\text{ cm}^{-1}$  et  $1240\text{ cm}^{-1}$  (groupe hydroxyle (O—H) et groupe sulfate (S=O)) sont en concordance avec celles du spectre de référence, attestant de la structure typique du carraghénane.

Par ailleurs, l'incorporation du carraghénane extrait a permis d'améliorer la texture, la stabilité et la qualité globale du baume. Les tests microbiologiques ainsi que les essais de tolérance cutanée ont confirmé l'innocuité du produit, validant ainsi son potentiel pour un usage cosmétique sûr.

Dans une perspective future, il serait pertinent d'explorer des méthodes d'extraction plus avancées, telles que l'extraction assistée par ultrasons, afin d'optimiser le rendement tout en préservant l'intégrité des composés bioactifs. Par ailleurs, l'étude des propriétés antivirales du carraghénane pourrait ouvrir la voie au développement de nouveaux produits à visée médicale, notamment dans la prévention des infections virales. Ces recherches pourraient également être élargies à d'autres domaines tels que la formulation de gels, crèmes thérapeutiques ou dispositifs de soin innovants, renforçant ainsi la valorisation multifonctionnelle de ces ressources marines. En somme, cette recherche met en lumière le potentiel des algues rouges comme ressource naturelle prometteuse, non seulement dans le domaine cosmétique, mais aussi dans d'autres secteurs d'application.

## **Références bibliographiques**

1. **Aitouguinane M., Bouissil S., et al. (2020).** Induction of natural defenses in tomato seedlings by using alginate and oligoalginates derivatives extracted from Moroccan brown algae. *Marine drugs*, 18 : p. 521
2. **Akreteche D. et Mokrani S., (2020).** Étude bibliographique portant sur les activités biologiques des algues marines. Mémoire de Master en Sciences Biologiques, Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri de p.p.18-20.
3. **Baiata A. et Khouli S., (2019).** Formulation d'une crème dépilatoire à base de bio-polymère et étude de son impact sur les propriétés physico-chimiques. Mémoire de master GP Blida : Université Saad Dahleb, p. 83
4. **Benarous A., (2012).** État des connaissances et possibilité d'exploitation des macroalgues en Algérie. Mémoire d'ingénieur Science de la mer, Dely Ibrahim : École nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral : p.p. 1-31.
5. **Berramdani R., (2020).** Évaluation du potentiel anticoagulant des algues en Algérie. Mémoire de Master, Biskra : Université de Biskra.
6. **Berrouane A. (2023).** Étude chimique et potentialités pharmacologiques de l'algue marine méditerranéenne *Cystoseira amentacea*. Mémoire de master, Blida : Université Saad Dahlab , Faculté des Sciences, Département de Chimie : p. 64 .
7. **Biris-Dorhoi ES, Michiu D, Pop CR, et al., (2020).** Macroalgae-a sustainable source of chemical compounds with biological activities. *Nutrients*.12(10) : p. 3085.
8. **Boudouresque C.F., (1984).** Groupe écologique d'algues marines et phytocénose benthique en méditerranée Nord- Occidentale. *Giornale Botanico Italiano*. Vol .118, 2, : p.p. 7-42.
9. **Boudouresque C. F., Cabioch J., (2006).** Guide des algues des mers d'Europe. Paris. Ed de la chaix et Niestlé. : p. 272.
10. **Bulboa C. et al., (2020).** Concise review of genus *Chondracanthus* (Rhodophyta: Gigartinales). *Journal of Applied Phycology*. 32 : p.p. 773-785.
11. **Cabioc'H J., Floc'H J. Y., Le toquin A., Boudouresque C. F., Ameinesz A., Verlaque M., (1992).** Guide des algues des mers d'Europe Neuchâtel, Paris : p.p. 12-18. In : Delachaux et Niestlé (eds.), *Algues des mers d'Europe*.
12. **Campo V. L., Kawano D. F., da Silva D. B., et Carvalho I., (2009).** Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis – A review. *Carbohydrate Polymers*, 77(2) : p.p. 167–180.

13. **Chermi A., Mahouachi M., et al., (2003).** Nutritional characteristics of marine plants and possibilities of their utilization in animal nutrition. The 3rd Tunisia-Japan symposium Tunisia on science and technology. INSAT. Tunis. 22-24 May.
14. **Chopin T., Sharp G., Tamba A. et Sow A., (1995)** valorisation des algues pour les industries agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques.
15. **Chouikhi A., (2013).** Potential applications of marine seaweeds and pharmacological activities of their metabolites. A review., International Congress of the Populations and Animal Communities: p. 40.
16. **Clayton M. N., (1994).** Cytology and ultrastructure of red algae. In *The Biology of Seaweeds* : pp 109–142. Blackwell Scientific Publications.
17. **Degnon R. G., Agossou V. E., Adjou E. S., Dahouenon-Ahoussi E., Soumanou M. M., Sohounhloue D. C., (2013).** Évaluation de la qualité microbiologique du chinchard (Trachurus) au cours du processus de fumage traditionnel. *Journal of Applied Biosciences* : p. 67.
18. **Djamai W., (2019).** Valorisation des microalgues par extraction et séparation des molécules bioactifs. Thèse de Doctorat. Tlemcen : Faculté des sciences, Algérie.
19. **Duarte Nuno et al., (2024).** Extraction and purification of biopolymers from marine origin sources envisaging their use for biotechnological applications : p.p. 1095-1096.
20. **Faller H., (2011).** : Les applications et la toxicité des algues marines. Thèse de doctorat., université de Limoges : p. 132.
21. **Falkowski P. G., et Raven, J. A., (2007).** *Aquatic Photosynthesis* (2nd ed.). Princeton University Press.
22. **FAO., (2016).** *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
23. **Feldmann J., et Hamel G., (1934).** *Algues de France : Chlorophycées (algues vertes)*. Paris, Masson.
24. **Fleurence J., (1999).** Seaweed proteins : biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science & Technology*, 10(1) : p.p. 25-28.
25. **Fleurence, J., (2004).** « Seaweed Proteins ». In *Proteins in Food Processing*, A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition : p.p. 197-213. Elsevier.
26. **Fritsch F.E., (1945).** *The Structure and Reproduction of the Algae*. Vol. 1 et 2. Cambridge University Press.

27. **Galland-Irmouli, A. V., J. Fleurence, et al. (1999).** Nutritional Value of Proteins from Edible Seaweed *Palmaria Palmata* (Dulse) . *The Journal of Nutritional Biochemistry* 10 (6) : p.p. 353-59.
28. **Garon-Lardiere S., (2004).** Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Thèse de doctorat. Bretagne occidentale : école doctorale des sciences de la matière., de l'information et du vivant : p. 332.
29. **Goff L. J., Coleman A. W., et Coleman A. W., (1992).** The ultrastructure of red algal plastids. *Journal of Phycology*, 28(2) : p.p. 222–228.
30. **Gonzalez M., Vera J., Trouvelot S., (2013).** Biostimulant Effects of Marine Algal Extracts on Tomato Plants : Implications for Growth and Defense Mechanisms. *Plant Biology*, 15(4) : p.p. 1-10.
31. **Guiraud J., Galzy P., (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaire. Edition. L'Usine Nouvelle : p. 239.
32. **Guillaume P., (2010).** Caractérisation biochimique d'exopolymères d'origine algale du bassin de Marennes-Oléron et étude des propriétés physico-chimiques de surface de micro-organismes impliquées dans leur adhésion. Doctorat en Biochimie. France : Université de La Rochelle : p. 292, p.p. 29-30.
33. **Khodheir N., (2020).** Évaluation du risque microbiologique de certains produits cosmétiques : Cas des shampooings. Mémoire de Master, Ouargla : Université Kasdi Merbah: p.p. 27-32.
34. **Kopp J., et Perez R., (1985).** Contribution à l'étude de l'algue rouge *Chondrus crispus* Stackhouse. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 42(4) : p.p. 291-324.
35. **Kornmann P., et Sahling P. (1985).** Morphology and anatomy of marine benthic algae. In : Lobban, C.S., and Wynne, M.J. (Eds.), *The Biology of Seaweeds* : p.p. 45-87.
36. **Kornprobst J. M., (2005).** Substances naturelles d'origine marine. Chimiodiversité, pharmaco diversité, biotechnologie. Editions Tec et Doc, Lavoisier, Paris : p. 1830.
37. **Kouissi, F. (2016).** Étude des activités antioxydante, antibactérienne et antifongique d'algues. Mémoire de Master. Ouargla, Algérie : Université Kasdi Merbah : p. 49.
38. **Kraan S., (2012).** Algal Polysaccharides : Properties and Applications. *Journal of Applied Phycology*, 24(3) : p.p. 1-12.
39. **Lahaye M., et Robic A., (2007).** Structure et fonction des polysaccharides des algues rouges. *Biomacromolécules*, 8(6) : p.p. 1765–1774.

40. **Latreche N., Younsi F., (2022)**, Etude de l'extraction des composés phénolique à partir de quelques espèces d'algue marine. Mémoire d'ingénieur Science de la mer, Dely Ibrahim : École nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral : p. 1.
41. **Leclerc V. et Floch J.Y., (2010)**. Les Secret des Algues. Editions Quae. Editions Quae. France.
42. **Lee R. E., (2009)**. Phycology, Cambridge University Press, ed.: p. 534.
43. **Leliaert F., Verbruggen H., et Zechman, F.W. (2011)**. Into the deep : new insights into the evolution and ecology of green seaweeds. *Bioscience*, 61(11) : p.p. 810-819.
44. **Lewin R. A., (1974)**. "Algal Physiology and Biochemistry", Botanical Monograph., Edit. W. D. P. Stewart, University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
45. **Liu C., Desai K. G. H., et Park H. J., (2005)**. Encapsulation of vitamins using carrageenan hydrogels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4) : p.p. 984-990.
46. **Lobban C.S., et Harrison P.J. (1994)**. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge : University Press.
47. **Mabeau S., et Kloareg B., (1987)**. Structural studies of carrageenans from red algae. *Hydrobiologia*, : p.p. 151-152, p.p. 27-33.
48. **Mathieu., (2011)**. Les algues, une source de richesse insoupçonnée. In : Person, J. Livre turquoise- Algues, filière du futur. Ed. Adebitech-Romainville.
49. **Marinho-Soriano, E., P. C. Fonseca, M. a. A. Carneiro, et W. S. C. Moreira., (2006)**. « Seasonal Variation in the Chemical Composition of Two Tropical Seaweeds ». *Bioresource Technology* 97 (18) : p.p. 6-2402.
50. **Merabet K., et Benyeza S., (2021)**. Contrôle de la qualité de produits cosmétiques 'cas des shampooings pour bebe'. Ouargla : Université kasdi merbah Ouargla : p.p. 30-34.
51. **Mohamed S., Hashim S. N., Rahman H. A., (2012)**. Seaweeds : a sustainable functional food for complementary and alternative therapy. *Trends in Food Science and Technology*, 23, (2) : p.p. 83-96.
52. **Morris I., (1967)**. "An Introduction to the Algae", Ed. Hutchinson and Co, London, p. 5.
53. **Nakamura, T., Nagayama, K., Uchida, K., and Tanaka, R. (1996)**. Antioxidant activity of phlorotannins isolated from the brown alga *Eisenia bicyclis*. *Fisheries science*, 62(6): p.p. 923-926.
54. **Necas J., Bartosikova L., (2013)**. Carrageenan. Faculty of Medicine and Dentistry, Palacky University Olomouc, Czech Republic *Veterinarni Medicina*, 58, (4): p.p. 187-205.
55. **Necas J., et Bartosikova, L., (2013)**. Carrageenan: A review on structure, properties, and interactions with proteins and polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 29(2) : p.p. 265-277.

56. **O'Brien R, Hayes M, Sheldrake G, et al., (2022).** Macroalgal proteins : a review. *Foods*. 11(4) : p. 571.
57. **OCDE, (2015).** Essai n° 404 : Effet irritant/corrosif aigu sur la peau, Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques, Section 4, Éditions OCDE, Paris.
58. **Percival E., (1979).** Types of carrageenan and their properties. *Science Progress*, 65(259) : p.p. 1–49.
59. **Pereira L., (2006).** Identification of phycocolloids by vibrational spectroscopy. In : Critchley AT, Ohno M, Largo DB (eds) *World seaweed resources: an authoritative reference system*, V 1.0. ETI Information Services, Wokingham, Berkshire
60. **Perret-Boudouresque, M. et Seridi A., (1989).** Inventaire des algues marines benthiques du littoral algérien. Annaba, Annales de l'Université d'Annaba.
61. **Pérez R., (1997).** Ces algues qui nous entourent. In : Arbault, S., Barbaroux, O., Philiponeau, P., Rouxel, C. (Eds.). France, Plouzané, Editions IFREMER : p. 272.
62. **Pérez R., Kaas R., et al., (1992).** La culture des algues marines dans le monde. France : Ifremer : p. 637.
63. **Plancke, C. (2008).** Étude du métabolisme de l'amidon chez les Archaeplastida : le cas de l'algue rouge multicellulaire *Chondrus crispus*. Thèse de doctorat, Lille : Université des Sciences et Technologies.
64. **Reis R. P., Yoneshigue-Valentin Y., (2000).** Phenology of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta, Gigartinales) in three populations from Rio de Janeiro State, Brazil. *Bot. Mar.* 43 (3) : p.p. 299-304.
65. **Rhim J. W., Park H. M., et Ha C. S., (2013).** Bio-nanocomposites for food packaging applications. *Progress in Polymer Science*, 38(10-11) : p.p. 1629-1652.
66. **Rinaudo M., (2007).** Biomaterials based on a natural polysaccharide: Alginate. *Progress in Polymer Science*, 31(6) : p.p. 603–632.
67. **Rivard-Sirois C., (2005) :** Les algues. p. 732.
68. **Robledo D., et al., (2013).** Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming in Mexico.
69. **Rodríguez-Prieto C., Ballesteros E., Boisset F., Afonso-Carrillo J., (2013).** Guía de las macro- algas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental. Barcelona : Ediciones Omega, S.A : p. 656. ISBN : 9788428215923.
70. **Rouxel, Catherine, André Daniel, Marc Jérôme, Monique Etienne, et Joël Fleurence (2001).** « Species Identification by SDS-PAGE of Red Algae Used as Seafood or a Food Ingredient ». *Food Chemistry* 74 (3) : p.p. 349-53.

71. **Rupert R., Rodrigues K. F., Thien V. Y., et Yong W. T. L. (2022).** Carrageenan from *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) : Metabolism, structure, production, and application. *Frontiers in Plant Science*, 13, 859635.
72. **Saha D., et Bhattacharya S., (2010).** Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: A critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6) : p.p. 587-597.
73. **Seggani M., (2022).** Contrôle microbiologique, physico-chimique et toxicologique de certains shampoings pour bébés. Mémoire de Master, Constantine : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie : p.p. 22-33.
74. **Seridi H., (1990).** Etude des algues marines benthiques de la région d'Alger. Thèse Magister Alger : U.S.T.H.B : p. 117, p.p. 129-130.
75. **Sylvaine Rodriguez, Jean-Paul Vergon et al., (2014).** Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes : p. 11.
76. **Taboada M. C. MR, Miguez M. I., (2012).** Nutritional value of the marine algae wakame (*Undaria pinnatifida*) and nori (*Porphyra purpurea*) as food supplements. *Journal of Applied Phycology* : p. 25.
77. **Talarico L. B., Zibetti R. G. M., Faria P. C. S., Scolaro L. A., Duarte M. E. R., Noseda M. D., et Damonte E. B., (2004).** Anti-herpetic and anti-dengue activities of sulfated galactans from the red seaweed *Cryptonemia crenulata*. *Antiviral Research*, 64(2) : p.p. 189-197.
78. **Tebbal B.A., (2011).** Composition chimique et minérale de quatre algues benthiques de la région de Kouali (Tipaza). Thèse de magister, Dely brahim : École nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.
79. **Trouvelot S., Gonzalez M., et Burketova L., (2014).** Effects of Alginate and Carrageenan on Plant Growth and Defense Responses in Tomato Seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 171(3) : p.p. 1-9.
80. **Usman M., Zafar M., et Shukla P., (2017).** Marine Algae: A Source of Bioactive Compounds for Human Health and Nutrition. *Marine Drugs*, 15(8) : p.p. 1-18.
81. **Van de Velde F., Knutsen S. H., Usov A. I., Rollema H. S., et Cerezo A. S., (2002).** Hand high resolution NMR spectroscopy of carrageenans: application in research and industry. *Trends in Food Science & Technology*, 13 : p.p. 73–92.
82. **Verhaeghe E., (2002).** Chez des rats a flore humaine mécanismes d'action, : p.p. 1–66.
83. **Vincent E., (2010).** Les alginates et leurs applications en pharmacie et en ingénierie : application à la construction d'un biomatériau. Thèse de doctorat. France : Université Henri Poincaré : p.p. 8-9-30.

84. **Woelkerling W. J., (1990).** An introduction in Biology of the red algae: Cambridge University Press.
85. **Yasuhara BL., (2010).** Marine compounds and their antiviral activities. Antiviral research 86 : p.p. 231-240.
86. **Zekkar D., Henna H., (2020).** Évaluation de la qualité microbiologique des Mini donuts commercialisés au centre de la Wilaya de Biskra. Mémoire de Master, Biskra : Université Mohamed Khider.
87. **Zinoun M., Cosson J., (1996).** Seasonal variation in growth and carrageenan content of *Calliblepharis jubata* (Rhodophyceae, Gigartinales) from the Normandy coast, France. J Appl Phycol 8 : p.p. 29–34.
88. **Zitouni, H. (2015).** Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires. Thèse de doctorat, Constantine : Université des Frères Mentouri . Spécialité : Biotechnologie microbienne, génomes et environnement : p. 196
89. **Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture, Direction de l'Aquaculture., (2024).** Culture d'algue rouge. BP 1644 Ampandrianomby, 101 - Antananarivo, Madagascar. Consulté le 9 mars 2025 sur :  
[https://www.mpeb.mg/wpcontent/uploads/2024/04/FLYERS-Algues-culture\\_algue.pdf](https://www.mpeb.mg/wpcontent/uploads/2024/04/FLYERS-Algues-culture_algue.pdf)
90. **Futura Sciences., (2020).** Cette algue d'un milliard d'années pourrait être à l'origine de toutes les plantes. Consulté le 10 mars 2025 sur :  
<https://www.futurasciences.com/planete/actualites/plante-cette-algue-milliard-annees-pourrait-etre-origine-toutes-plantes-36911>.
91. **Guiry G.M. in Guiry M.D., et Guiry G.M., (2020).** AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Consulté le 02 Juin 2025 sur :  
<https://www.algaebase.org> .
92. **Guiry, M.D., et Guiry, G.M. (2023).** AlgaeBase : World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. Consulté le 2 juin 2025 sur :  
<https://www.algaebase.org>
93. **Guiry M.D. in Guiry M.D., and Guiry G.M., (2025).** AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Consulté le 02 Juin 2025 sur :  
<https://www.algaebase.org> .

94. **Jouanneau, D. (2007).** *Les phycocolloïdes*. GeniaLab ; Bio. Technologie. Consulté le 10 mai 2025 sur :  
[www.sbroscoff.fr/Phyto/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=360f568](http://www.sbroscoff.fr/Phyto/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=360f568).
95. **Mer et Littoral, (2008).** Description de *Chondrus crispus*, consulté le 09 mai 2025 sur :  
<https://www.mer-littoral.org/52/chondrus-crispus.php>
96. **Phyto Santé Espace.** (s.d.). *Algues*. Consulté le 09 mai 2025 sur <https://phyto-sante-espace.blog4ever.com/algues>.
97. Plozevet Hypotheses. *Chondrus crispus*. Consulté le 09 mai 2025 sur :  
<https://plozevet.hypotheses.org/files/2011/02/Chondrus-cripus1.pdf>.
98. **Université de Lille. (2011).** *Chondrus crispus* [Fiche descriptive]. Organismes Marins. Consulté le 30 mai 2025, sur : [https://organismes-marins.univ-lille.fr/co/Chondrus\\_crispus.html](https://organismes-marins.univ-lille.fr/co/Chondrus_crispus.html)

# **Annexes**



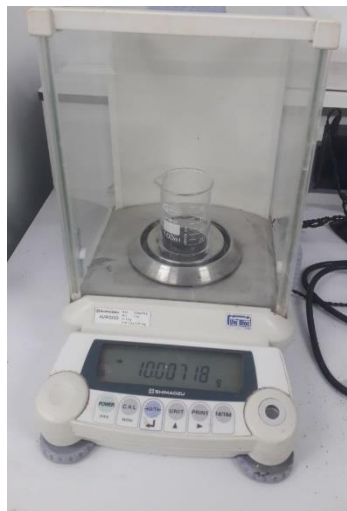
**Figure a:** Lavage des algues



**Figure b:** Séchage des algues dans l'étuve.



**Figure c:** Broyage d'algues.



**Figure d :** Pesage de poudre algues .



**Figure e :** Bain-Marie .



**Figure f :** Pesage du carraghénane extrait d'*Hypnea musciformis* et de *chondrus crispus*.



**Figure g :** Préparation de sirop de saccharose à 50%.



**Figure h :** Préparation de milieu de culture Cétrimide.



**Figure i :** Préparation de milieu de culture VRBL.



**Figure j :** Préparation de milieu de culture Baird-Parker .



**Figure k :** Préparation de milieu de culture TSA.



**Figure l :** Préparation de milieu de culture Sabouraud .



**Figure m :** Préparation de milieu d'Enrichissement TSE .



**Figure n :** Préparation de L'eau physiologique.



**Figure o :** L'eau péptonée tamponnée.

## Composition des milieux de culture

### Milieu gélose TSA (Tryptone Caséine Soja) :

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptone ..... 15,0 g
- Peptone papainique de soja ..... 5,0 g
- Chlorure de sodium..... 5,0 g
- Agar agar bactériologique..... 15,0 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C :  $7,3 \pm 0,2$ .

### Milieu gélose Sabouraud Chloramphenicol :

Pour 1 litre de milieu :

- Peptone de caséine..... 5,00g
- Peptone de viande .....5,00g
- Glucose monohydraté .....40,00g
- Chloramphénicol..... 0,50g
- Agar .....15,00g

pH final à 25°C :  $5,6 \pm 0,2$

### Milieu gélose Cetrimide :

Pour 1 litre de milieu complet :

- Peptone pancréatique de gélatine ..... 20,0 g
- Glycérol ..... 10 ml
- Cétrimide ..... 0,3 g
- Chlorure de magnésium ..... 1,4 g
- Sulfate de potassium ..... 10,0 g
- Agar agar bactériologique ..... 13,6 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C :  $7,2 \pm 0,2$ .

### Milieu gélose Baird-Parker :

Pour 1 litre de milieu complet :

- Peptone de caséine .....10,00g
- Extrait de viande..... 5,00g
- Extrait de levure..... 1,00g
- Chlorure de lithium .....5,00g
- Glycine .....12,00g
- Pyruvate de sodium .....10,00g
- Agar .....20,50g

Ce milieu peut être ajusté et/ou supplémenté en fonction des critères de performances imposés

### **Milieu gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar) :**

Pour 1 litre de milieu complet :

- Peptone..... 7,00g
- Chlorure de sodium .....5,00g
- Extrait de levure .....3,00g
- Rouge neutre..... 0,03g
- Sels biliaires n° 3 .....1,50g
- Cristal violet..... 0,002g
- Lactose..... 10,00 g
- Agar .....15,00g

pH final à 25°C : 7,40 ± 0,2

### **Eau Peptonee Tamponnee :**

Pour 1 litre de milieu complet :

- Peptone de caséine..... 10,00g
- Chlorure de sodium..... 5,00g
- Di-sodium hydrogénophosphate, 12H<sub>2</sub>O .....9,00g
- Potassium di-hydrogénophosphate .....1,50g

\* correspondant à 3,56 g de phosphate disodique anhydre

Ce milieu peut être ajusté et/ou supplémenté en fonction des critères de performances imposés

### **Milieu TSE (Tryptone Sel) :**

Pour 1 litre de milieu complet :

- Tryptone (peptone de caséine) .....1,00g
- Chlorure de sodium..... 8,50g

pH final à 25°C : 7,0 ± 0,2

**MINISTERE DU COMMERCE**

**Arrêté interministériel du 21 Safar 1441 correspondant au 21 octobre 2019 portant règlement technique fixant les critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle.**

-----

Le ministre du commerce,

La ministre de l'industrie et des mines,

Le ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière,

Vu le décret présidentiel n° 19-111 du 24 Rajab 1440 correspondant au 31 mars 2019, modifié, portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété, relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes ;

Vu le décret exécutif n° 92- 65 du 12 février 1992, modifié et complété, relatif au contrôle de la conformité des produits fabriqués localement ou importés ;

Vu le décret exécutif n° 97-37 du 5 Ramadhan 1417 correspondant au 14 janvier 1997, modifié et complété, définissant les conditions et les modalités de fabrication, de conditionnement, d'importation et de commercialisation sur le marché national des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle ;

Vu le décret exécutif n° 02-453 du 17 Chaoual 1423 correspondant au 21 décembre 2002 fixant les attributions du ministre du commerce ;

Vu le décret exécutif n° 05-464 du 4 Dhou El Kaâda 1426 correspondant au 6 décembre 2005, modifié et complété, relatif à l'organisation et au fonctionnement de la normalisation, notamment son article 28 ;

Vu le décret exécutif n° 05-467 du 8 Dhou El Kaâda 1426 correspondant au 10 décembre 2005 fixant les conditions et les modalités de contrôle aux frontières de la conformité des produits importés ;

Vu le décret exécutif n° 11-379 du 25 Dhou El Hidja 1432 correspondant au 21 novembre 2011 fixant les attributions du ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière ;

Vu le décret exécutif n° 12-203 du 14 Joumada Ethania 1433 correspondant au 16 mai 2012 relatif aux règles applicables en matière de sécurité des produits ;

Vu le décret exécutif n° 13-378 du 5 Moharram 1435 correspondant au 9 novembre 2013 fixant les conditions et les modalités relatives à l'information du consommateur ;

Vu le décret exécutif n° 14-241 du Aouel Dhou El Kaâda 1435 correspondant au 27 août 2014 fixant les attributions du ministre de l'industrie et des mines ;

Vu le décret exécutif n° 17- 62 du 10 Joumada El Oula 1438 correspondant au 7 février 2017 relatif aux conditions et aux caractéristiques d'apposition de marquage de conformité aux règlements techniques ainsi que les procédures de certification de conformité ;

#### Arrêtent :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 28 du décret exécutif n° 05- 464 du 4 Dhou El Kaâda 1426 correspondant au 6 décembre 2005, modifié et complété, susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer les critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle destinés au consommateur.

Art. 2. — Les dispositions du présent arrêté s'appliquent aux produits cosmétiques et d'hygiène corporelle prévus par le décret exécutif n° 97-37 du 5 Ramadhan 1417 correspondant au 14 janvier 1997, modifié et complété, susvisé, quelle qu'en soit l'origine ou la provenance.

Art. 3. — Au sens des dispositions du présent arrêté, on entend par :

— **Produit cosmétique et d'hygiène corporelle** : toute substance ou préparation, autre que les médicaments, destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain tels que l'épiderme, le système pileux et capillaire, les ongles, les lèvres, les paupières, les dents et les muqueuses, en vue de les nettoyer, de les protéger, de les maintenir en bon état, d'en modifier l'aspect, de les parfumer ou d'en corriger l'odeur ;

— **Critères microbiologiques** : critères définissant l'acceptabilité d'un produit ou d'un lot de produit cosmétique et d'hygiène corporelle, sur la base de l'absence, de la présence ou du nombre de micro-organismes par unité (s) de masse, volume ou lot ;

— **Respect des critères microbiologiques** : obtention des résultats satisfaisants ou acceptables, conformément à l'annexe I du présent arrêté, lors des analyses microbiologiques fondées sur les valeurs fixées pour ces critères, en tenant compte de la réglementation en vigueur relative aux modalités de prélèvement d'échantillons et de la conduite d'analyse ;

— **Micro-organismes** : les bactéries, les levures et les moisissures ;

— **Levure** : champignon unicellulaire qui se multiplie, principalement, de manière végétative en bourgeonnant ;

— **Moisissure** : mycélium formant des micromycètes y compris les spores et les conidies ;

— **Micro-organismes aérobies mésophiles** : bactéries, levures et moisissures mésophiles se développant en aérobiose ;

— **Escherichia coli** : bacille gram-négatif mobile, colonies lisses ;

— **Pseudomonas aeruginosa** : bacille gram-négatif mobile, colonies lisses pigmentées de couleur brune ou verdâtre ;

— **Staphylococcus aureus** : cocci gram-positif, principalement, regroupés en grappes, colonies lisses, généralement, pigmentées en jaune ;

— **Candida albicans** : levure qui forme des colonies convexes et crémeuses, de couleur blanche à beige, à la surface d'un milieu sélectif.

Art. 4. — Les produits cosmétiques et d'hygiène corporelle définis à l'article 3 ci-dessus, ne doivent pas contenir de micro-organismes dans des quantités pouvant présenter un risque inacceptable pour la santé et la sécurité du consommateur et ne doivent pas altérer sa qualité, dans le cadre de son utilisation prévue ou prévisible, conformément aux critères microbiologiques fixés à l'annexe I du présent arrêté.

Art. 5. — La procédure de prise d'essai et l'interprétation des résultats d'analyses microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle est fixée à l'annexe II du présent arrêté.

Art. 6. — Les méthodes utilisées pour l'interprétation des résultats d'analyse microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle sont :

• NA ISO 21149 (NA 8287) : « cosmétiques - microbiologie - dénombrement et détection des bactéries aérobies mésophiles » ;

• NA ISO 16212 : « cosmétiques - microbiologie - dénombrement des levures et des moisissures » ;

• NA ISO 18416 : « cosmétiques - microbiologie - détection de *candida albicans* » ;

• NA ISO 22717 : « cosmétiques - microbiologie - recherche de *pseudomonas aeruginosa* » ;

• NA ISO 21150 (NA 14808) : « cosmétiques - microbiologie - détection de *escherichia coli* » ;

• NA ISO 22718 (NA 14809) : « cosmétiques - microbiologie - détection de *staphylococcus aureus* ».

Art. 7. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 21 Safar 1441 correspondant au 21 octobre 2019.

Le ministre  
du commerce

Saïd DJELLAB

La ministre  
de l'industrie et des mines

Djamila TAMAZIRT

Le ministre de la santé, de la population  
et de la réforme hospitalière

Mohamed MIRAOUÏ

ANNEXE I

**Critères microbiologiques des produits cosmétiques et d'hygiène corporelle**

**A. - Produits destinés aux enfants de moins de trois (3) ans, à la zone oculaire et aux muqueuses**

Types de micro-organismes	Limites microbiologiques (UFC <sup>(1)</sup> /g ou UFC/ml) <sup>(2)</sup>	
	m <sup>(3)</sup>	M <sup>(4)</sup>
Micro-organismes aérobies mésophiles totaux	≤ 10 <sup>2</sup>	≤ 2 x 10 <sup>2</sup>
Levures et moisissures	≤ 10 <sup>2</sup>	
<i>Escherichia coli</i>	Absence dans 1 g ou 1 ml	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absence dans 1 g ou 1 ml	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence dans 1 g ou 1 ml	
<i>Candida albicans</i>	Absence dans 1 g ou 1 ml	

**B. - Autres produits**

Types de micro-organismes	Limites microbiologiques (UFC <sup>(1)</sup> /g ou UFC/ml) <sup>(2)</sup>	
	m <sup>(3)</sup>	M <sup>(4)</sup>
Micro-organismes aérobies mésophiles totaux	≤ 10 <sup>3</sup>	≤ 2 x 10 <sup>3</sup>
Levures et moisissures	≤ 10 <sup>2</sup>	
<i>Escherichia coli</i>	Absence dans 1 g ou 1 ml	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absence dans 1 g ou 1 ml	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence dans 1 g ou 1 ml	
<i>Candida albicans</i>	Absence dans 1 g ou 1 ml	

(1) UFC : Unité formant colonie

(2) UFC/g : Unité formant colonie pour les produits solides.

UFC/ml : Unité formant colonie pour les produits liquides.

(3) « m » : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante ;

(4) « M » : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au dessus de laquelle la qualité du produit est considérée comme non satisfaisante.

ANNEXE II

**Procédure de prise d'essai et interprétation des résultats d'analyses microbiologiques**

**I. Prise d'essai :**

— les produits cosmétiques et d'hygiène corporelle sont prélevés dans leur conditionnement d'origine et transmis tels quels aux laboratoires. Ils ne doivent être ouverts qu'au début de l'analyse. En l'absence de prescriptions particulières, tous les échantillons doivent être entreposés à une température comprise entre 10 °C et 25 °C et à l'abri de la lumière ;

— l'échantillon prélevé, en vue d'analyses microbiologiques, doit être représentatif du lot d'où il provient ;

— l'échantillon représentatif d'un lot de produits cosmétiques et d'hygiène corporelle doit être composé, au minimum, de cinq (5) unités d'un même lot et présenter une taille minimale de 50 g en masse ou de 50 ml en volume ;

— l'interprétation des résultats d'analyse est effectuée sur la base d'un échantillon moyen composé du nombre d'unités formant l'échantillon.

**II. Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques :**

**1. Interprétation des résultats de dénombrement des micro-organismes aérobies mésophiles totaux :**

Les résultats s'expriment de la façon suivante :

— si le résultat d'analyse est inférieur ou égal à « m », le résultat est satisfaisant ;

— si le résultat d'analyse dépasse « m » mais n'excède pas « M », le résultat est acceptable ;

— si le résultat d'analyse excède « M », le résultat est non satisfaisant.

**2. Interprétation des résultats de dénombrement des levures et des moisissures (m = M) :**

Les résultats s'expriment de la façon suivante :

— si le résultat d'analyse est inférieur ou égal à « m », le résultat est satisfaisant ;

— si le résultat d'analyse excède « m », le résultat est non satisfaisant.

**3. Interprétation des résultats des micro-organismes pathogènes (*Escherichia coli*, *pseudomonas aeruginosa*, *staphylococcus aureus* et *candida albicans*) :**

Les résultats s'expriment de la façon suivante :

— le résultat est satisfaisant lorsqu'il y a absence de micro-organismes pathogènes dans l'échantillon ;

— le résultat est non satisfaisant lorsque la présence de micro-organismes pathogènes est détectée dans l'échantillon.

## **LIGNE DIRECTRICE DE L'OCDE POUR LES ESSAIS DE PRODUITS CHIMIQUES**

### **Effet irritant/corrosif aigu sur la peau**

#### **INTRODUCTION**

1. Régulièrement mises à jour, les Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques intègrent les meilleures données scientifiques disponibles. La révision de la présente Ligne directrice a porté plus particulièrement sur les possibilités d'améliorer le traitement des animaux de laboratoire et sur l'évaluation de toutes les informations existantes se rapportant aux produits chimiques testés en vue d'éviter les tests inutiles sur animaux. Cette nouvelle version de la Ligne directrice 404 (initialement adoptée en 1981 et révisée en 1992, 2002 et 2015) comprend une référence au Document Guide sur les Approches Intégrées en matière d'Essai et d'Évaluation (IATA en anglais) pour l'irritation et la corrosion de la peau (1). Ce Document Guide propose une approche modulaire pour les tests d'irritation et de corrosion de la peau. L'approche intégrée décrit plusieurs modules qui regroupent les sources d'information et les outils d'analyse, et fournit des guides sur la façon 1) d'intégrer et d'utiliser les informations existantes sur les données d'essai et autres données pour l'évaluation du potentiel irritant et corrosif pour la peau des produits chimiques testés, et 2) propose une approche dans les cas où des tests supplémentaires sont recommandés (1). La présente Ligne directrice recommande également d'opter, si cela s'avère nécessaire, pour une application successive plutôt que simultanée des trois timbres sur l'animal dans l'essai *in vivo* initial.

2. Les définitions de l'irritation et de la corrosion cutanées sont données en annexe à cette Ligne directrice.

#### **CONSIDÉRATIONS INITIALES**

3. Pour assurer à la fois la fiabilité des résultats scientifiques et le bien-être animal, on ne procédera pas aux essais *in vivo* tant que toutes les données relatives au caractère éventuellement corrosif ou irritant pour la peau du produit chimique testé n'auront pas été évaluées au cours d'une analyse de leur valeur, telle que décrite dans le Document Guide sur les Approches Intégrées en matière d'Essai et d'Évaluation (IATA en anglais) pour l'irritation et la corrosion de la peau (1), c'est-à-dire selon chacune des trois parties de ce Guide et de chacun des modules correspondants. De façon concise, la partie 1 couvre les données existantes réparties dans sept modules comprenant les données humaine *in vivo*, les données *in vitro*, les propriétés physico-chimiques (par exemple le pH, en particulier s'il est fortement acide ou alcalin) et les données autres que provenant d'essais. La partie 2 comprend une analyse des données existantes. Si cette analyse ne permet pas de conclure, la partie 3 doit être mise en œuvre avec des essais supplémentaires, en partant des essais *in vitro*, étant donné que les essais *in vivo* ne seront considérés qu'en dernier ressort.

1

#### **© OCDE, (2015)**

L'OCDE autorise l'utilisation de ce contenu pour usage personnel, dans un but non commercial sans autorisation préalable, sous réserve de mention de la source. Toute utilisation à but commercial doit faire l'objet d'une autorisation écrite préalable de l'OCDE.

Cette analyse doit donc permettre de diminuer le recours aux essais *in vivo* de l'effet corrosif ou irritant sur la peau des produits chimiques pour lesquels des études précédentes ont déjà livré suffisamment d'informations quant à ces deux aspects.

#### **PRINCIPE DE L'ESSAI *IN VIVO***

4. Une seule dose du produit chimique testé est appliquée sur la peau de l'animal choisi pour l'expérience, les zones non traitées de la peau de l'animal servant de témoin. L'expérimentateur observe et note selon une échelle de valeurs le degré d'irritation ou de corrosion à intervalles déterminés, et le décrit de façon plus détaillée afin de fournir une évaluation complète des effets. La durée de l'étude doit être suffisante pour permettre d'évaluer la réversibilité des effets observés.

5. Les animaux qui manifestent des signes persistants de détresse et/ou de douleurs aiguës à n'importe quel stade de l'essai doivent être euthanasiés, et ces symptômes seront pris en compte dans l'évaluation du produit chimique testé. Les critères régissant la décision d'euthanasier les animaux moribonds et souffrants fortement sont exposés dans un autre document d'orientation (2).

#### **PRÉPARATION DE L'ESSAI *IN VIVO***

##### **Sélection de l'espèce animale**

6. On choisira de préférence de jeunes adultes sains parmi les lapins albinos. L'utilisation d'une autre espèce sera justifiée, le cas échéant.

##### **Préparation des animaux**

7. Environ 24 heures avant l'essai, la région dorsale du tronc des animaux sera tondue à ras. On prendra soin de ne pas égratigner leur peau et seuls des animaux présentant une peau saine et intacte seront utilisés.

8. La fourrure de certaines souches de lapins est plus touffue par endroits et ce phénomène est plus marqué à certaines périodes de l'année. Ces plages à forte pilosité ne doivent pas recevoir la substance d'essai.

##### **Conditions d'hébergement et d'alimentation**

9. Les animaux sont placés dans des cages individuelles. La température du local expérimental est réglée à 20°C (±3°C) pour les lapins. Si l'humidité relative doit atteindre au moins 30 pour cent sans excéder de préférence 70 pour cent, en dehors des heures de nettoyage du local, on s'efforcera de maintenir le taux d'humidité autour de 50 à 60 pour cent. On appliquera un éclairage artificiel, alternant 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité. Les lapins seront nourris avec un mélange classique pour animaux de laboratoire et boiront de l'eau potable à volonté.

#### **MODE OPÉRATOIRE**

##### **Application de la substance d'essai**

10. Le produit chimique testé est appliqué sur une petite zone (environ 6 cm<sup>2</sup>) de la peau et recouverte par une compresse de gaze, assujettie au moyen d'un sparadrap non irritant. Si l'application directe est impossible (dans le cas de liquides ou de certaines pâtes, par exemple), le produit chimique testé est d'abord appliqué sur la compresse de gaze, laquelle est ensuite placée sur la peau. La compresse doit être maintenue en contact souple avec la peau à l'aide d'un pansement semi-occlusif durant la période d'exposition. Si le produit chimique testé est déposé sur la compresse, celui-ci doit être fixé sur la peau de façon à ce que le produit chimique soit réparti uniformément et entre bien en contact avec celle-ci. On fera en sorte que l'animal n'ait pas accès à la compresse et ne puisse ingérer ou inhaler le produit chimique testé.

11. Les produits chimiques liquides sont généralement testés à l'état non dilué. Si le produit chimique est solide (il peut être pulvérisé si nécessaire), il y a lieu de l'humidifier avec la plus petite quantité d'eau (ou au besoin d'un autre véhicule approprié) nécessaire à assurer un bon contact avec la peau. Lorsqu'on utilise un véhicule autre que l'eau, l'influence éventuelle du véhicule sur l'irritation de la peau par le produit chimique testé doit être minimale.

12. À la fin de la période d'exposition, qui dure normalement 4 heures, on enlève ce qui peut l'être du produit chimique testé restant, avec de l'eau ou un solvant approprié sans interférer avec la réaction ni altérer l'intégrité de l'épiderme.

#### **Dose**

13. Une dose de 0,5 mL de liquide ou de 0,5 g de solide ou de pâte est appliquée sur la plage à tester.

#### **Essai initial (essai d'irritation/corrosion cutanée *in vivo* sur un seul animal)**

14. Dès lors qu'un produit chimique testé est jugé corrosif, irritant ou non classé d'après l'analyse des données existantes ou d'essais *in vitro* préalables, tout essai sur animal s'avère superflu. Toutefois, si l'on estime que des données supplémentaires sont nécessaires, le test *in vivo* est conduit initialement en utilisant un seul animal et en respectant la procédure suivante. Jusqu'à trois timbres d'essai sont appliqués successivement sur l'animal. Le premier timbre est enlevé après trois minutes. Si aucune réaction cutanée grave n'est constatée, un deuxième timbre est appliqué à un endroit différent et retiré après une heure. Si les observations effectuées à ce stade indiquent que l'exposition peut être étendue à quatre heures sans que cela fasse trop souffrir l'animal, l'expérimentateur appliquera un troisième timbre durant quatre heures et attribuera une cote à la réaction.

15. Si un effet corrosif est détecté à l'issue d'une des trois expositions séquentielles, l'essai s'achève immédiatement. Si aucun effet corrosif n'est relevé après l'enlèvement du troisième timbre, l'animal est gardé en observation durant 14 jours, à moins qu'un effet corrosif se déclare avant.

16. Dans les cas où l'on s'attend à ce que le produit chimique testé soit peut-être irritant, mais pas corrosif, un seul timbre sera appliqué sur un animal durant quatre heures.

#### **Essai confirmatoire (essai d'irritation cutanée sur des animaux supplémentaires)**

17. Si l'essai initial ne révèle aucun effet corrosif, il convient de confirmer la réaction irritante ou négative sur deux animaux supplémentaires, traités chacun avec un timbre maintenu durant quatre heures. Si l'essai initial produit un effet irritant, l'essai confirmatoire peut être conduit en mode séquentiel ou par

الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل  
École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
D'Ingénieur et de Master en Science de la Mer  
Option : Biotechnologie Marine

Thème :

**Développement des produits cosmétiques à base des  
biopolymères d'algues marines**

Soutenu dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275

Présenté par :

- **CHIKHAOUI Chaima**
- **LAKEHAL Hiba**
- **LEFKIR Maroua**

Soutenu le 08 / 07 / 2025 devant le jury suivant :

<b>M. BOUGHRIRA A.</b>	<b>MAA</b>	<b>Promoteur</b>	<b>ENSSMAL</b>
<b>Mme CHAOU N.</b>	<b>MAA</b>	<b>Promotrice</b>	<b>ENSSMAL</b>
<b>Mme BAHBAH L.</b>	<b>MAA</b>	<b>Co-Promotrice</b>	<b>ENSSMAL</b>
<b>INCUBATEUR</b>		<b>Examineur</b>	<b>ENSSMAL</b>

Année universitaire : 2024/2025

# Table des matières

## INTRODUCTION

<b>Premier axe : Présentation du projet</b> .....	1
1. L'idée de projet (la solution proposée) .....	1
2. Valeur ajoutée .....	2
3. Origine du Nom .....	2
3.1 Logo et Emballage de produit.....	2
4. L'équipe.....	3
5. Les Objectifs du projet.....	3
6. Calendrier de réalisation du projet.....	4
<b>Deuxième axe : Aspects innovants</b> .....	5
1. La nature des innovations.....	5
2. Les domaines d'innovation.....	5
<b>Troisième axe : Analyse stratégique du marché</b> .....	6
1. Le segment du marché.....	6
2. La mesure de l'intensité de la concurrence.....	6
3. La stratégie marketing .....	9
<b>Quatrième axe : Plan de production et organisation</b> .....	12
1. Le processus de production.....	12
2. L'approvisionnement.....	13
3. La main d'œuvre.....	14
4. Les principaux partenaires.....	14
<b>Cinquième axe : Plan financier</b> .....	15
1. Les coûts et les charges.....	15
2. Le chiffre d'affaires.....	18
3. Les comptes de résultats escomptés.....	19
4. Le plan de trésorerie.....	21
<b>Sixième axe : Prototype expérimental</b> .....	24

## ANNEXES

## Carte d'information

### 1. Équipe d'encadrement :

	Nom / Prénom	Spécialité
<b>Encadrant principal</b>	1. BOUGHRIRA Abdelhak. 2. CHAOU Nadia.	- Environnement - Biochimie
<b>Co-encadrant</b>	BAHBAH Lamia	Ecologie et environnement marin
<b>Partenaire socio-économique</b>	SAADI BELOUIZ Laila	Biochimie

### 2. Équipe de projet :

	Nom / Prénom	Faculté	Spécialité
<b>Etudiante 01</b>	LEFKIR Maroua	ENSSMAL	Biotechnologie Marine
<b>Etudiante 02</b>	LAKEHAL Hiba	ENSSMAL	Biotechnologie Marine
<b>Etudiante 03</b>	CHIKHAOUI Chaima	ENSSMAL	Biotechnologie Marine

# **Introduction**

Le secteur des cosmétiques naturels connaît une croissance rapide, portée par une prise de conscience accrue des consommateurs concernant la santé, l'environnement et l'éthique. Face aux limites et controverses des produits conventionnels souvent formulés à partir d'ingrédients synthétiques et potentiellement nocifs, la demande pour des alternatives naturelles, efficaces et performants tout en prenant soin de la peau ne cesse d'augmenter.

Dans ce contexte, notre projet s'inscrit comme une réponse innovante et durable en développant des produits cosmétiques à base de biopolymères extraits d'algues marines. Ces matières premières naturelles offrent des propriétés uniques qui permettent de concevoir des soins doux, performants et écologiques, adaptés aux besoins des consommateurs modernes.

# Premier axe : Présentation du projet

## 1. L'idée de projet

Notre projet « **Saccharina Cosmetics** » innovant s'inscrit dans le secteur des produits cosmétiques et des soins naturels pour la peau. Il vise à développer des produits tels qu'un baume à lèvres et un gel nettoyant formulés à partir d'ingrédients naturels.

Cette idée est née récemment, dans un contexte marqué par le boycott de certaines marques de cosmétiques grand public, comme Labello et CeraVe, souvent critiquées pour la présence d'agents de synthèse identifiés comme perturbateurs endocriniens et potentiellement dangereux pour la santé.

Face à la déception provoquée par l'achat de produits coûteux mais de qualité insatisfaisante, souvent dépourvus d'un parfum agréable, nous avons réfléchi à une alternative naturelle intégrant notre expertise.

Nous avons ainsi choisi d'utiliser deux polysaccharides extraits des algues marines, reconnus pour leurs propriétés gélifiantes, épaississantes, stabilisantes et hydratantes naturelles.

Notre entreprise « **Saccharina Cosmétics** » est constituée sous le **statut juridique** d'une Société à Responsabilité Limitée (SARL), un choix qui convient parfaitement à la nature de notre projet, porté par trois associés.

Nous exercerons notre activité principale sous le **code 104213** – Fabrication de produits cosmétiques et d'hygiène corporelle, conformément à la nomenclature algérienne des activités économiques.



The screenshot shows a search result on the CNRC website. At the top, the title "Résultat de la Recherche" is displayed in red. Below the title, there are two bullet points: "Les activités règlementées sont représentées en couleur verte" and "Les activités non autorisées à l'inscription au registre du commerce sont représentées en couleur rouge." Below the text, there is a table with three columns: "CODE ACTIVITÉ", "LIBELLE", and "DÉTAIL". The table contains one row with the code "104213" and the label "FABRICATION DES PRODUITS COSMETIQUES ET D'HYGIENE CORPORELLE." A magnifying glass icon is visible in the "DÉTAIL" column.

CODE ACTIVITÉ	LIBELLE	DÉTAIL
104213	FABRICATION DES PRODUITS COSMETIQUES ET D'HYGIENE CORPORELLE.	🔍

Le code d'activité depuis le site CNRC.

Cette activité portera sur la production de baumes à lèvres et de gels nettoyants, positionnant clairement notre entreprise dans le secteur de la cosmétique. Notre objectif est de proposer des produits à la fois efficaces, naturels et adaptés aux besoins quotidiens en soins cutanés et en hygiène personnelle.

## 2. Valeur ajoutée

Nos produits répondent aux besoins actuels en proposant un soin doux et efficace sûrs pour la santé et l'environnement. Ils offrent un soin naturel, éthique, innovant et sensation d'hydratation et capacité à éliminer les impuretés, le sébum et le maquillage sans perturber l'équilibre cutané et sans agresser les peaux sensibles. Ces produits représentent des alternatives inédites aux formulations chimiques classiques soutenu par des extraits des algues marines. Se positionnent comme des incontournables pour une routine de soin du visage efficace. Ces efforts nous permettent de proposer un soin labial de haute qualité à un prix compétitif, rendant ainsi le luxe d'un soin naturel et performant accessible à tous les budgets.

## 3. Origine du Nom « Saccharina Cosmetics »

Nous avons choisi de nommer notre entreprise « **Saccharina Cosmetics** » : « **Sacchari** » évoque les polysaccharides naturels extraits d'algues rouges et brunes, intégrés dans nos formules, tandis que « **na** » renvoie à leur caractère naturel. Le dégradé rouge-marron de notre identité visuelle symbolise harmonieusement ces deux types d'algues.

### 3.1 Logo et Emballage de produit



#### 4. Équipe de travail

Le projet est porté par une équipe jeune, dynamique et passionnée, composée de trois associées ingénieures en biotechnologie marine, A suivi la formation sur l'entrepreneuriat et création d'entreprise dans l'incubateur Bluestart de L'ENSSMAL :

Nom des membres	Taches
LEFKIR Maroua	Responsable de production et conditionnement : Fabrication, suivi du remplissage et étiquetage des produits.
LAKEHAL Hiba	Responsable du développement stratégique et opérationnel : Réaliser une veille économique et stratégique pour anticiper les évolutions du marché, Identifier les opportunités de partenariat ou d'expansion.
CHIKHAOUI Chaima	Responsable de logistique : Réception de (Matériel, matières premières, emballage), gestion du stockage et organisation des expéditions.

#### 5. Objectifs de projet

- Formuler des produits cosmétiques naturels (baume à lèvres, gel nettoyant) locale à base de polysaccharides extraits d'algues marines.
- Proposer des soins doux, efficaces, exempts d'ingrédients synthétiques nocifs, en adéquation avec les attentes des consommateurs soucieux de bien-être.
- Lancer la distribution dans la région d'Alger dans un premier temps, puis élargir progressivement sa disponibilité sur le marché et renforcer sa notoriété à l'échelle nationale

## 6. Calendrier de réalisation du projet

	Travaux \ Mois	1	2	3	4	5	6	7
1	Études préalables : choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires.							X
2	Commande des équipements	X	X					
3	Installation des équipements		X					
4	Achat de matières premières		X	X				
5	Réalisation du prototype	X						
6	Distribution des produits			X				

## **Deuxième axe : Aspects innovants**

### **1. Nature des innovations**

**Innovation croissante :** Nous développons un baume à lèvres et un gel nettoyant 100 % naturels. Ces produits se distinguent par leurs propriétés naturelles stables, offrant une expérience sensorielle agréable ainsi qu'une alternative saine aux cosmétiques conventionnels souvent riches en agents synthétiques.

### **2. Domaines d'innovation**

Notre projet se distingue par l'introduction d'un nouvel ingrédient naturel, extrait de ressources marines, dans la formulation de produits cosmétiques. Cette approche innovante vise à remplacer les stabilisants synthétiques par des composants bioactifs plus sûrs.

En valorisant cet ingrédient d'origine naturelle, nous contribuons au développement de solutions cosmétiques efficaces, écoresponsables et adaptées aux attentes des consommateurs soucieux de leur santé et de l'environnement.

## Troisième axe : Analyse stratégique du marché

### 1. Le segment du marché

- **Marché potentiel**

- ✓ Toute personne utilisant des produits de soin pour le visage et les lèvres.
- ✓ Les amateurs de produits naturels et eco-friendly.
- ✓ Les personnes qui souffrent de certains problèmes des lèvres et de la peau tels que la sécheresse et qui cherchent des solutions à ces problèmes.
- ✓ Nos produits sont destinés aux femmes intéressées par les produits de soin naturelle locaux.

- **Marché cible**

- ✓ Il s'agit principalement des femmes intéressées et recherchant des produits de beauté et de soins de la peau locaux naturels, efficaces et respectueux de la sensibilité cutanée.
- ✓ Cette cible a été choisie en raison de son intérêt pour les produits naturels, fiables et respectant des valeurs éthiques.

### 2. Mesurer l'intensité de la concurrence

Les concurrents les plus importants sur le marché algérien sont les suivants :

- **Concurrents directs**

Plusieurs marques d'importation et locales émergentes se positionnent sur les cosmétiques, notamment :

- ✓ **Baume à lèvres** : Labello, Gabrini, Carmex, Nivea, Alcapure, Snonas, Lamsa ,Spes lips, Nourline, Simbel.
- ✓ **Gel nettoyant** : Neutrogena, Cerave, Nivea, Avène, Lroche-posay, touché, Venus, Niall, Sewalis.

- **Concurrents indirects**

- ✓ **Baume à lèvres** : gloss à lèvres (sephora, sheglam, nour beauty, rhode, volumizer, arvea, ruby rose, gabrini maximizer, kiko, nude feels, MAC, Tina beauty, NOTE, maybelline) et rouge à lèvres hydratant (focallure, sheeglam, maybelline).

- ✓ **Gel nettoyant** : eau micellaire (Neutrogena, venus, Flux Care, Pansy, swalis, CHALINE, expection'elle, CELENES, Dida Bella, ABUSAAD, NELYA), savon visage liquide (SYOCH, Bio skin , ARVEA), Savon visage solide (palmolive , Dove , lux , flux, ARVEA, TAOUS, Emmy bio cosmétique, Bouchene , LE BLANC , Avission ,khamet el mazraa , BIO DERMAS, SAVON MARSEILLE ,Biolivera, SOFT DEO).
- ✓ Produits artisanaux non certifiés vendus sur les marchés locaux.

### ➤ **Analyse Porter**

L'analyse de Porter, ou modèle des cinq forces de Porter, est un outil stratégique qui permet d'évaluer l'intensité concurrentielle et l'attractivité d'un secteur en identifiant 6 forces majeures : la menace des nouveaux entrants, le pouvoir de négociation des fournisseurs, le pouvoir de négociation des clients, des produits de substitution, l'intensité de la rivalité entre concurrents existants et Contraintes réglementaires. Elle aide les entreprises à mieux comprendre leur environnement concurrentiel et à élaborer des stratégies adaptées.

- ✓ **Intensité concurrentielle** : La forte demande pour les cosmétiques naturels stimule un marché en pleine expansion. Le secteur reste toutefois très concurrentiel, avec la présence de marques bien établies, y compris dans les segments non naturels. Peu d'entreprises exploitent les biopolymères issus des algues, ce qui représente une opportunité de différenciation.
- ✓ **Pouvoir de négociation des clients** : Les consommateurs sont de plus en plus sensibles à la composition des produits. Ils recherchent des formules naturelles, efficaces et sans produits chimiques.
- ✓ **Pouvoir de négociation des fournisseurs** : Les biopolymères sont actuellement importés, ce qui crée une certaine dépendance. Toutefois, on maîtrise leur extraction locale, ce qui constitue une solution de secours efficace en cas de difficulté d'approvisionnement.
- ✓ **Menace des nouveaux entrants** : La principale barrière à l'entrée réside dans le respect des normes réglementaires. Des barrières techniques sont également présentes, notamment pour la formulation de produits naturels innovants.
- ✓ **Produits de substitution** : Des produits classiques existent, mais ils n'offrent ni la même stabilité, ni la même qualité naturelle. Nos produits restent plus performants et plus respectueux des attentes actuelles.

- ✓ **Contraintes réglementaires** : La commercialisation des produits cosmétiques est soumise à une réglementation stricte. Des tests de stabilité, d'innocuité et un bon étiquetage sont obligatoires. Ces exigences assurent la sécurité du consommateur et valorisent le produit.

- **Taille du marché**

Selon nos enquêtes terrain, incluant des questionnaires auprès des consommateurs (en Annex) et des visites dans les points de vente, la capitale compte environ 300 magasins de cosmétiques.

- Nombres de tubes baumes à lèvres produite dans le marché : 907200 Tube/an.
- Nombre de tubes de baume à lèvres que nous produisons : 62208 Nos Tube/an.
- Pourcentage de notre part de marché X= 6,8%.
- Nombre de gel Nettoyant produite dans le marché : 144 000 Flacon/an.
- Nombre de gel Nettoyant que nous produisons 20736 Flacon/an.
- Pourcentage de notre part de marché X= 14 %.

- **Analyse PESTEL**

L'analyse PESTEL (Politique, Économique, Socioculturel, Technologique, Environnemental et Légal) permet d'étudier les facteurs macro environnementaux qui influencent un marché ou un secteur. Elle aide à anticiper les évolutions extérieures susceptibles d'affecter l'activité, que ce soit positivement (opportunités) ou négativement (contraintes).

- ✓ **Politique** : Encouragement étatique des start-ups à travers des dispositifs comme les incubateurs. Le gouvernement soutient la production locale en limitant les importations pour favoriser les produits nationaux.
- ✓ **Économique** : Le pouvoir d'achat des consommateurs est modéré, avec une volonté de payer entre 300 et 450 DA pour le Baume à lèvres et entre 500 et 700 DA pour le gel nettoyant. L'inflation peut influencer les coûts et les prix.
- ✓ **Socioculturel** : Forte demande pour des produits naturels et sains, surtout chez les jeunes femmes. Usage important des achats en ligne et influence des réseaux sociaux.
- ✓ **Technologique** : Utilisation des innovations pour garantir la qualité de notre produits et des outils numériques pour la promotion et la vente en ligne.
- ✓ **Environnemental** : Attente croissante pour des produits écoresponsables avec des ingrédients naturels et un emballage respectueux de l'environnement.

✓ **Légal** : Respect strict des normes de sécurité, d'étiquetage et de composition des cosmétiques pour être conforme aux réglementations.

- **Forces et Faiblesses**

✓ Parmi leurs atouts figurent leur ancienneté sur le marché algérien, la notoriété de la marque et le soutien gouvernemental ainsi que la volonté de valoriser le label « Made in Algeria ».

✓ Leurs points faibles : Parmi leurs faiblesses figurent un coût jugé élevé, une provenance qui peut freiner certains acheteurs, et l'utilisation d'ingrédients chimiques dans certaines formulations.

### **3. Stratégies marketing**

La stratégie marketing désigne l'ensemble des actions coordonnées visant à atteindre les objectifs commerciaux d'une entreprise. Elle repose notamment sur le marketing mix (produit, prix, distribution, promotion) et l'analyse du marché cible. Son but est d'optimiser la position de l'offre dans l'esprit des consommateurs, en s'adaptant à leurs attentes et aux conditions du marché.

✓ Pour commercialiser nos produits, nous adoptons une stratégie de prix compétitifs en maîtrisant les coûts mieux que nos concurrents. Nous appliquons aussi le marketing mix afin d'optimiser notre positionnement sur le marché et nous utilisons également les réseaux sociaux pour promouvoir nos produits.

✓ Nos clients sont notre capital, nous tenons donc à répondre à leurs demandes et à leur offrir la possibilité de soumettre des réclamations et suggestions via un espace sur les réseaux sociaux et de les traiter dans les meilleurs délais.

## ✓ Les 4 P

<b>Produit</b>	Baume à lèvres naturel qui hydrate, illumine et sublime les lèvres, avec une excellente stabilité dans le temps.	Gel nettoyant naturel, doux et hydratant, qui purifie la peau en profondeur sans l'agresser et stimule sa régénération naturelle.
	<b>Conditionnement</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un tube avec un packaging attrayant.</li> <li>• 24 tube par lot.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un Flacon pompe avec un packaging attrayant.</li> <li>• 12 flacon par lot.</li> </ul>
<b>Stratégie de placement</b>	Positionné à la sortie de caisse de magasin pour capter l'attention rapidement	
<b>Prix</b>	400da	600da
	Prix compétitifs, valorisant la naturalité et la qualité des produits.	
<b>Promotion (communication)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carte de fidélité.</li> <li>• Service après-vente</li> <li>• Communication digitale.</li> <li>• Publicité dans les arrêts de bus.</li> </ul>	

## ✓ Stratégie de Distribution

- Vendre les produits directement aux clients ou via réseaux sociaux.
- Distribution dans les magasins de cosmétiques et les pharmacies.

### ✓ Analyse SWOT

L'analyse SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) est un outil de diagnostic stratégique interne et externe. Elle permet d'identifier les forces et faiblesses d'un projet ou d'une entreprise (analyse interne), ainsi que les opportunités et menaces liées à son environnement (analyse externe). Cet outil aide à orienter les décisions stratégiques et à valoriser les avantages concurrentiels.

<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Formulation naturelle et innovante.</li><li>○ Produits de haute qualité.</li><li>○ Prix compétitifs.</li><li>○ Équipe engagée et compétente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ La capacité de production.</li><li>○ Manque de notoriété de la marque.</li><li>○ Ressources financières et logistiques limitées.</li></ul>
<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Marché algérien en émergence pour les cosmétiques naturels.</li><li>○ Limitation des importations.</li><li>○ Tendance mondiale forte vers les produits naturels.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Concurrence intense.</li><li>○ Sensibilité du marché aux fluctuations économiques et au pouvoir d'achat.</li><li>○ Présence de produits contrefaits ou de qualité inférieure.</li><li>○ L'ouverture à l'importation.</li></ul>

## Quatrième axe : Plan de production et d'organisation

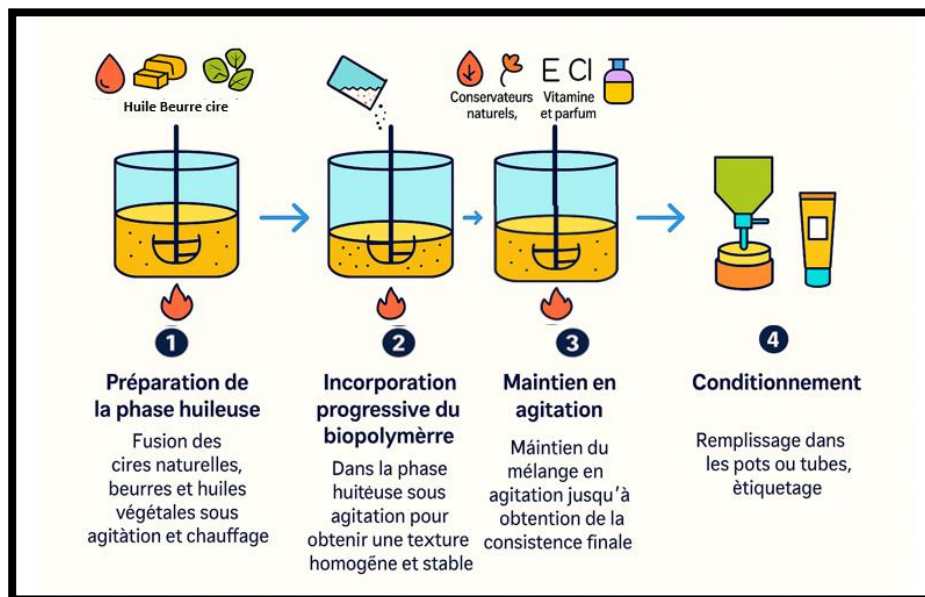
### 1. Le Processus de production

- **Achat de matières premières**

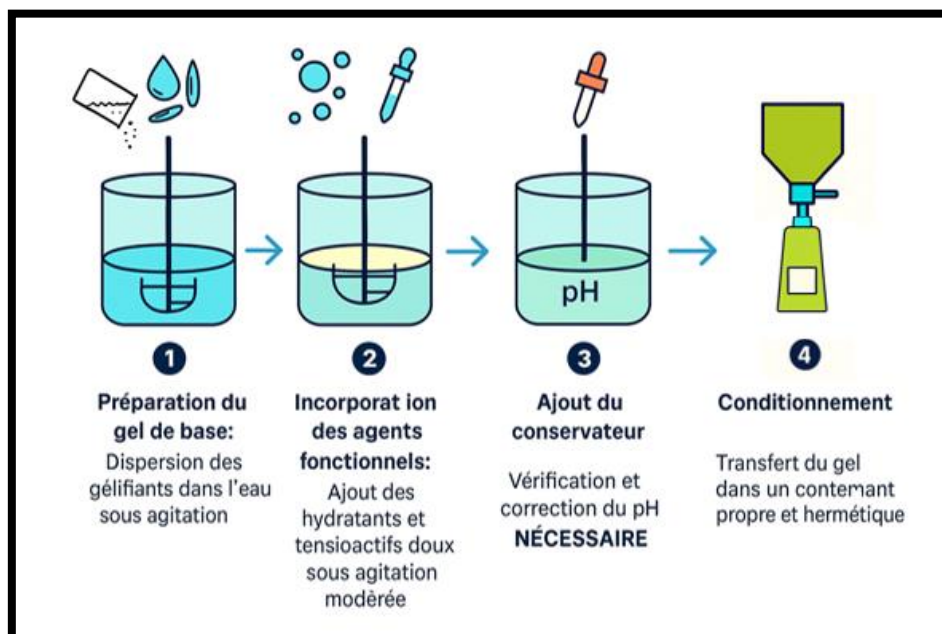
L'achat des matières premières se fait par téléphone avec plusieurs fournisseurs.

- **La fabrication**

- ✓ **Processus de fabrication du baume à lèvres :**



- ✓ **Processus de fabrication du gel nettoyant :**



- **Conditionnement du produit**

Tube ou pot pour le baume à lèvres et flacon pour le gel nettoyant qui garantissant la protection, la conservation et la facilité d'usage.

- **Emballage :**

Emballage direct du produit (tube ou pot pour baume à lèvres et flacon pour gel nettoyant) garantissant la protection, la conservation et la facilité d'usage.



## 2. L'approvisionnement

- **Politique d'achat**

✓ L'achat des matières premières, matériaux et fournitures - équipements se fait en ligne avec livraison à domicile.

- **Les fournisseurs les plus importants**

✓ Fournisseur de matières première.

✓ Fournisseurs d'emballages.

✓ Fournisseurs des équipements

- **La politique de paiement les délais de réception**

- ✓ Le paiement se fait en main à main.
- ✓ Les produits sont reçus dans un délai minimum de 48 heures après la commande.

### **3. La main d'œuvre**

Notre projet crée 10 postes d'emploi direct :

- Responsable de la production et conditionnement.
- Responsable du développement stratégique et opérationnel.
- Responsable de logistique.
- Responsable de fabrication et conditionnement
- Comptable.
- Assistant commercial et administratif
- Agent de propreté.
- Agent de sécurité.
- 2 Livreur.

### **4. Les Principaux partenaires**

- CNAS, CASNOS, INAPI, CNRC, ASF, Banques, NESDA.
- Incubateur de l'ENSSMAL (Blue start).
- Organisation Algérienne pour la Protection et l'Orientation du Consommateur et son Environnement (APOCE).
- Ministère de commerce.
- Fournisseur de matières première.
- Fournisseurs d'emballages.
- Laboratoire de contrôle de qualité
- Agences de marketing et de publicité.
- Service d'impression d'étiquettes.
- Les clients (Boutiques de cosmétiques et pharmacie).
- Les impôts.
- Livreurs.
- Les influenceuses.

## Cinquième axe : Plan financier

Le plan financier est un élément fondamental de tout projet entrepreneurial. Il permet d'anticiper les besoins financiers, d'évaluer la rentabilité du projet et de planifier sa viabilité économique sur le court, moyen et long terme. Il rassemble l'ensemble des prévisions budgétaires, incluant les dépenses nécessaires au lancement et au fonctionnement du projet, les revenus attendus, ainsi que les éventuels bénéfices ou pertes. Ce document aide à prendre des décisions éclairées, à identifier les besoins en financement et à convaincre d'éventuels partenaires, investisseurs ou institutions de soutien. Il reflète la capacité du projet à être autonome, rentable et durable.

### 1. Les Coûts et charges

<b>Matériel de laboratoire</b>	<b>Prix</b>
Remplisseuse multifonctionnel	260000DA
Paillasse	200000DA
Réfrigérateur	27900DA
Balance	61000DA
pH mètre	2000DA
Verreries	2150DA
Spatule	200DA
<b>Matériel de bureau</b>	250000DA
<b>Totale</b>	<b>803250DA</b>

<b>Matières premières</b>	140000DA
<b>Emballage</b>	481000DA
<b>Totale</b>	<b>1863000DA</b>

## Investissements et financements

INVESTISSEMENTS	Montant € hors taxes
<b>Immobilisations incorporelles</b>	<b>170,00</b>
<i>Frais d'établissement</i>	<i>120,00</i>
<i>Frais d'ouverture de compteurs</i>	
<i>Logiciels, formations</i>	
<i>Dépôt marque</i>	
<i>Droits d'entrée</i>	
<i>Achat fonds de commerce ou parts</i>	
<i>Droit au bail</i>	
<i>Caution ou dépôt de garantie</i>	
<i>Frais de dossier</i>	
<i>Frais de notaire ou d'avocat</i>	<i>50,00</i>
<b>Immobilisations corporelles</b>	<b>803,25</b>
<i>Enseigne et éléments de communication</i>	
<i>Achat immobilier</i>	
<i>Travaux et aménagements</i>	-
<i>Matériel</i>	<i>553,25</i>
<i>Matériel de bureau</i>	<i>250,00</i>
<b>Stock de matières et produits</b>	<b>1 863,00</b>
<b>Trésorerie de départ</b>	<b>2 000,00</b>
<b>TOTAL BESOINS</b>	<b>4 836,25</b>

FINANCEMENT DES INVESTISSEMENTS	Montant € hors taxes
<b>Apport personnel</b>	<b>836,25</b>
Apport personnel	<i>836,25</i>
Apport personnel	-
Apport personnel <i>taux    durée mois</i>	-
Apport personnel	-
Apport personnel	-
Apport personnel	-
Apport personnel	<b>4 000,00</b>
Apport personnel	-
Apport personnel	-
<b>TOTAL RESSOURCES</b>	<b>4 836,25</b>

## Détail des amortissements

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Amortissements incorporels</b>	<b>34,00</b>	<b>34,00</b>	<b>34,00</b>
<i>Frais d'établissement</i>	24,00	24,00	24,00
<i>Logiciels, formations</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Droits d'entrée</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Frais de dossier</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Frais de notaire ou d'avocat</i>	10,00	10,00	10,00
<b>Amortissements corporels</b>	<b>160,65</b>	<b>160,65</b>	<b>160,65</b>
<i>Enseigne et éléments de communication</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Achat immobilier</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Travaux et aménagements</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Matériel</i>	110,65	110,65	110,65
<i>Matériel de bureau</i>	50,00	50,00	50,00
<b>Total amortissements</b>	<b>194,65</b>	<b>194,65</b>	<b>194,65</b>

<b>Employées</b>	<b>Salaire</b>
Responsable de production et conditionnement	<b>80000DA</b>
Chargé du développement stratégique et opérationnel.	<b>80000DA</b>
Responsable de logistique	<b>80000DA</b>
Responsable de fabrication et conditionnement	<b>50000DA</b>
Comptable	<b>50000DA</b>
Assistant commercial et administratif	<b>30000DA</b>
Agent de sécurité	<b>22000DA</b>
2 Livreur	<b>60000DA</b>
Agent de propreté	<b>20000</b>

## Salaires et charges sociales

	Année 1	Année 2	Année 3
Rémunération du (des) dirigeants <i>% augmentation</i>	2 880,00	2 880,00	2 880,00
Charges sociales du (des) dirigeant(s)	1 296,00	1 296,00	1 296,00
Salaires des employés <i>% augmentation</i>	2 784,00	2 784,00	2 784,00
Charges sociales employés	2 004,48	2 004,48	2 004,48

## 2. Le Chiffre d'affaires

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Produits d'exploitation</b>	<b>44 478,72</b>	<b>59 156,70</b>	<b>73 945,87</b>
<i>Chiffre d'affaires HT</i>	<i>29 652,48</i>	<i>39 437,80</i>	<i>49 297,25</i>
<i>Chiffre d'affaires HT autres services</i>	<i>14 826,24</i>	<i>19 718,90</i>	<i>24 648,62</i>
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>14 826,24</b>	<b>19 718,90</b>	<b>24 648,62</b>
<i>Achats consommés</i>	<i>14 826,24</i>	<i>19 718,90</i>	<i>24 648,62</i>
<b>Marge brute</b>	<b>29 652,48</b>	<b>39 437,80</b>	<b>49 297,25</b>

- Chiffre d'affaires attendu (le scénario réaliste, pessimiste et le scénario optimiste)

	Produit	Scénario réaliste	Scénario pessimiste	Scénario optimiste
		N	N-1	N+1
Baume à lèvres	Quantité produit (tube)	72000	36000	108000
	Prix HT(DA)	400	400	400
	Ventes produit (tube)	62208	31104	93132
	Chiffre d'affaire (DA)	<b>24 883 200</b>	<b>12 441 600</b>	<b>37 252 800</b>
Gel nettoyant	Quantité produit (Flacon)	43200	21600	64800
	Prix HT(DA)	600	600	600
	Ventes produit (Flacon)	20736	10368	31104
	Chiffre d'affaire (DA)	<b>12 441 600</b>	<b>6 220 800</b>	<b>18 662 400</b>
	Chiffre d'affaire globale	<b>37 324 800</b>	<b>18 662 400</b>	<b>55 915 200</b>

### 3. Les Comptes de résultats escomptés

#### Compte de résultats prévisionnel sur 3 ans

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Produits d'exploitation</b>	<b>44 478,72</b>	<b>59 156,70</b>	<b>73 945,87</b>
<i>Chiffre d'affaires HT</i>	<i>29 652,48</i>	<i>39 437,80</i>	<i>49 297,25</i>
<i>Chiffre d'affaires HT autres services</i>	<i>14 826,24</i>	<i>19 718,90</i>	<i>24 648,62</i>
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>14 826,24</b>	<b>19 718,90</b>	<b>24 648,62</b>
<i>Achats consommés</i>	<i>14 826,24</i>	<i>19 718,90</i>	<i>24 648,62</i>
<b>Marge brute</b>	<b>29 652,48</b>	<b>39 437,80</b>	<b>49 297,25</b>
<b>Charges externes</b>	<b>6 000,00</b>	<b>6 070,00</b>	<b>6 150,00</b>
<i>Assurances</i>	<i>200,00</i>	<i>270,00</i>	<i>350,00</i>
<i>Téléphone, internet</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>
<i>Autres abonnements</i>	-	-	-
<i>Carburant, transports</i>	<i>1 800,00</i>	<i>1 800,00</i>	<i>1 800,00</i>
<i>Frais de déplacement et hébergement</i>	-	-	-
<i>Eau, électricité, gaz</i>	<i>200,00</i>	<i>200,00</i>	<i>200,00</i>
<i>Mutuelle</i>	-	-	-
<i>Fournitures diverses</i>	<i>200,00</i>	<i>200,00</i>	<i>200,00</i>
<i>Entretien matériel et vêtements</i>	<i>220,00</i>	<i>220,00</i>	<i>220,00</i>
<i>Nettoyage des locaux</i>	-	-	-
<i>Budget publicité et communication</i>	<i>2 500,00</i>	<i>2 500,00</i>	<i>2 500,00</i>
<i>Loyer et charges locatives</i>	<i>720,00</i>	<i>720,00</i>	<i>720,00</i>
<i>Expert comptable, avocats</i>	-	-	-
<i>contrôle de qualité</i>	<i>60,00</i>	<i>60,00</i>	<i>60,00</i>
	-	-	-
<b>Valeur ajoutée</b>	<b>23 652,48</b>	<b>33 367,80</b>	<b>43 147,25</b>
<b>Impôts et taxes</b>	-	-	-
<b>Salaires employés</b>	<b>2 784,00</b>	<b>2 784,00</b>	<b>2 784,00</b>
<i>Charges sociales employés</i>	<i>2 004,48</i>	<i>2 004,48</i>	<i>2 004,48</i>
<b>Prélèvement dirigeant(s)</b>	<b>2 880,00</b>	<b>2 880,00</b>	<b>2 880,00</b>
<i>Charges sociales dirigeant(s)</i>	<i>1 296,00</i>	<i>1 296,00</i>	<i>1 296,00</i>
<b>Excédent brut d'exploitation</b>	<b>14 688,00</b>	<b>24 403,32</b>	<b>34 182,77</b>
<b>Frais bancaires, charges financières</b>	-	-	-
<b>Dotations aux amortissements</b>	<b>194,65</b>	<b>194,65</b>	<b>194,65</b>
<b>Résultat avant impôts</b>	<b>14 493,35</b>	<b>24 208,67</b>	<b>33 988,12</b>
<b>Impôt sur les sociétés</b>	<b>2 174,00</b>	<b>3 631,30</b>	<b>5 098,22</b>
<b>Résultat net comptable (résultat de l'exercice)</b>	<b>12 319,35</b>	<b>20 577,37</b>	<b>28 889,90</b>

## Soldes intermédiaires de gestion

	Année 1	%	Année 2	%	Année 3	%
Chiffre d'affaires	44 478,72	100%	59 156,70	100%	73 945,87	100%
Ventes + autres services	44 478,72	100%	59 156,70	100%	73 945,87	100%
Achats consommés	14 826,24	33%	19 718,90	33%	24 648,62	33%
<b>Marge globale</b>	<b>29 652,48</b>	<b>67%</b>	<b>39 437,80</b>	<b>67%</b>	<b>49 297,25</b>	<b>67%</b>
Charges externes	6 000,00	13%	6 070,00	10%	6 150,00	8%
<b>Valeur ajoutée</b>	<b>23 652,48</b>	<b>53%</b>	<b>33 367,80</b>	<b>56%</b>	<b>43 147,25</b>	<b>58%</b>
Impôts et taxes	-	0%	-	0%	-	0%
Charges de personnel	8 964,48	20%	8 964,48	15%	8 964,48	12%
<b>Excédent brut d'exploitation</b>	<b>14 688,00</b>	<b>33%</b>	<b>24 403,32</b>	<b>41%</b>	<b>34 182,77</b>	<b>46%</b>
Dotation aux amortissements	194,65	0%	194,65	0%	194,65	0%
<b>Résultat d'exploitation</b>	<b>14 493,35</b>	<b>33%</b>	<b>24 208,67</b>	<b>41%</b>	<b>33 988,12</b>	<b>46%</b>
Charges financières	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Résultat financier</b>	<b>-</b>	<b>0%</b>	<b>-</b>	<b>0%</b>	<b>-</b>	<b>0%</b>
<b>Résultat courant</b>	<b>14 493,35</b>	<b>33%</b>	<b>24 208,67</b>	<b>41%</b>	<b>33 988,12</b>	<b>46%</b>
<b>Résultat de l'exercice</b>	<b>12 319,35</b>	<b>28%</b>	<b>20 577,37</b>	<b>35%</b>	<b>28 889,90</b>	<b>39%</b>
<b>Capacité d'autofinancement</b>	<b>12 514,00</b>	<b>28%</b>	<b>20 772,02</b>	<b>35%</b>	<b>29 084,55</b>	<b>39%</b>

## Seuil de rentabilité économique

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Ventes + Autres services</b>	<b>44 478,72</b>	<b>59 156,70</b>	<b>73 945,87</b>
Achats consommés	14 826,24	19 718,90	24 648,62
Total des coûts variables	14 826,24	19 718,90	24 648,62
<b>Marge sur coûts variables</b>	<b>29 652,48</b>	<b>39 437,80</b>	<b>49 297,25</b>
<b>Taux de marge sur coûts variables</b>	<b>67%</b>	<b>67%</b>	<b>67%</b>
Coûts fixes	15 159,13	15 229,13	15 309,13
<b>Total des charges</b>	<b>29 985,37</b>	<b>34 948,03</b>	<b>39 957,75</b>
Résultat courant avant impôts	14 493,35	24 208,67	33 988,12
<b>Seuil de rentabilité (chiffre d'affaires)</b>	<b>22 738,70</b>	<b>22 843,70</b>	<b>22 963,70</b>
Excédent / insuffisance	21 740,03	36 313,00	50 982,18
<i>Point mort en chiffre d'affaires par jour ouvré</i>	<i>90,95</i>	<i>91,37</i>	<i>91,85</i>

## Besoin en fonds de roulement

*Analyse clients / fournisseurs :*

		<i>délai jours</i>		
		Année 1	Année 2	Année 3
<b>Besoins</b>				
Volume crédit client HT	15	1 827,89	2 431,10	3 038,87
<b>Ressources</b>				
Volume dettes fournisseurs HT	30	1 218,60	1 620,73	2 025,91
<b>Besoin en fonds de roulement</b>		<b>609,30</b>	<b>810,37</b>	<b>1 012,96</b>

#### 4. Le Plan de trésorerie

### Plan de financement à trois ans

	Année 1	Année 2	Année 3
Immobilisations	973,25		
Acquisition des stocks	1 863,00		
Variation du Besoin en fonds de roulement	609,30	201,07	202,59
Remboursement d'emprunts	-	-	-
<b>Total des besoins</b>	<b>3 445,55</b>	<b>201,07</b>	<b>202,59</b>
Apport personnel	836,25		
Emprunts	-		
Subventions	4 000,00		
Autres financements			
Capacité d'auto-financement	12 514,00	20 772,02	29 084,55
<b>Total des ressources</b>	<b>17 350,25</b>	<b>20 772,02</b>	<b>29 084,55</b>
Variation de trésorerie	13 904,70	20 570,95	28 881,96
<b>Excédent de trésorerie</b>	<b>13 904,70</b>	<b>34 475,65</b>	<b>63 357,61</b>

*Rappel trésorerie début année 1 :*

2 000,00

## Budget prévisionnel de trésorerie

### *Première année*

	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5
Apport personnel	836,25				
Emprunts	-				
Subventions	4 000,00				
Autres financements					
Ventes	-	2 695,68	2 695,68	2 695,68	2 695,68
Ventes autres services	-	1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84
<b>Chiffre d'affaires (total)</b>	-	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>
Immobilisations incorporelles	170,00				
Immobilisations corporelles	803,25				
<b>Immobilisations (total)</b>	<b>973,25</b>				
Acquisition stocks	1 863,00				
Échéances emprunt	-	-	-	-	-
Achats de marchandises	-	1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84
Charges externes	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Impôts et taxes	-	-	-	-	-
Salaires employés	232,00	232,00	232,00	232,00	232,00
Charges sociales employés	167,04	167,04	167,04	167,04	167,04
Prélèvement dirigeant(s)	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Charges sociales dirigeant(s)	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
<b>Total charges de personnel</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>
Frais bancaires, charges financières	-	-	-	-	-
<b>Total des décaissements</b>	<b>4 083,29</b>	<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>
<b>Total des encaissements</b>	<b>4 836,25</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>
Solde précédent	-	752,96	2 201,60	3 650,24	5 098,88
<b>Solde du mois</b>	<b>752,96</b>	<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>
<b>Solde de trésorerie (cumul)</b>	<b>752,96</b>	<b>2 201,60</b>	<b>3 650,24</b>	<b>5 098,88</b>	<b>6 547,52</b>

## Budget prévisionnel de trésorerie (suite)

Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9	Mois 10	Mois 11	Mois 12	TOTAL
							836,25
							-
							4 000,00
							-
2 695,68	2 695,68	2 695,68	2 695,68	2 695,68	2 695,68	2 695,68	29 652,48
1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84	14 826,24
<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>44 478,72</b>
							170,00
							803,25
							973,25
							1 863,00
-	-	-	-	-	-	-	-
1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84	1 347,84	14 826,24
500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	6 000,00
-	-	-	-	-	-	-	-
232,00	232,00	232,00	232,00	232,00	232,00	232,00	2 784,00
167,04	167,04	167,04	167,04	167,04	167,04	167,04	2 004,48
240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	2 880,00
108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	1 296,00
<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>747,04</b>	<b>8 964,48</b>
-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>	<b>2 594,88</b>	<b>32 626,97</b>
<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>4 043,52</b>	<b>49 314,97</b>
6 547,52	7 996,16	9 444,80	10 893,44	12 342,08	13 790,72	15 239,36	
<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>	<b>1 448,64</b>	
<b>7 996,16</b>	<b>9 444,80</b>	<b>10 893,44</b>	<b>12 342,08</b>	<b>13 790,72</b>	<b>15 239,36</b>	<b>16 688,00</b>	
							-

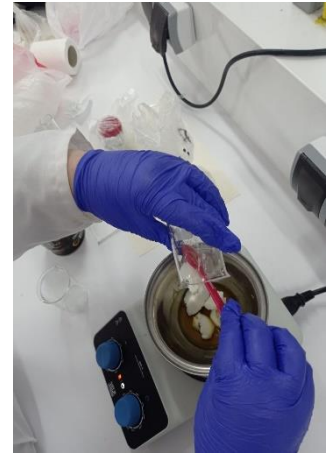
## Sixième axe : Prototype expérimental

### Prototype de baume à lèvres



**1. Préparation de la phase huileuse**  
Fusion au bain-marie de la cire animale, beurre et huile végétale

**2. Ajout du biopolymère sous agitation**



**3. Ajout des actifs sensibles**  
( Conservateurs naturels, Vitamine E, colorant et parfum ) à température contrôlée.



**4 . Remplissage dans les tubes**

**5. Étiquetage et stockage**

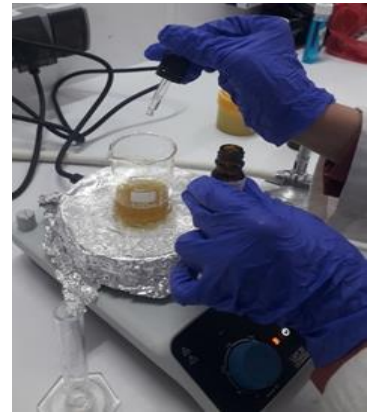


# Prototype de Gel nettoyant

1. Préparation du gel de base par dispersion des agents gélifiants dans l'eau sous agitation continue



2. Incorporation des agents fonctionnels (agents hydratants et tensioactifs doux) avec agitation modérée



3. Ajout du conservateur

4. Ajustement du pH



5. Remplissage dans des flacons pompes, étiquetage et stockage



# Business Model Canvas

Notre projet se concentre sur la fabrication de cosmétiques naturels à base de biopolymères marins.

Partenaires clés	Activité clé	Proposition de valeur	Relation client	Segments de Clientèles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNAS ,CASNOS ,INAPI ,CNRC , ASF , Banques NESDA</li> <li>• Incubateur de l'ENSSMAL.</li> <li>• Organisation Algérienne pour la Protection et l'Orientation du Consommateur et son Environnement (APOCE).</li> <li>• Ministère de commerce.</li> <li>• Fournisseur de matières première.</li> <li>• Laboratoire de contrôle de qualité.</li> <li>• Fournisseurs d'emballages.</li> <li>• Agences de marketing et de publicité .</li> <li>• Service d'impression d'étiquettes.</li> <li>• Les clients (Boutiques de cosmétiques et pharmacie) .</li> <li>• Les impôts .</li> <li>• livreurs.</li> <li>• Les influenceuses .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recueillir les ingrédients de base nécessaires.</li> <li>• Préparer les ingrédients selon la formule désirée.</li> <li>• Contrôler la qualité de nos produits</li> <li>• Emballage des produits.</li> <li>• Marketing et ventes</li> <li>• Développer de nouveaux produits naturels.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un produit naturel sans produits. chimiques.</li> <li>• Incorporation des stabilisants marin a la place des stabilisants synthétique .</li> <li>• Assure une hydratation optimale et une protection durable des lèvres, avec une belle brillance.</li> <li>• Efficacité nettoyante et hydratante.</li> <li>• Capacité à éliminer les impuretés, le sébum et le maquillage sans perturber l'équilibre cutané .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produit de qualité.</li> <li>• Prix attirant.</li> <li>• Carte de fidélité.</li> <li>• Service après-vente.</li> <li>• Communication digitale .</li> <li>• Montrer les retours des clients pour promouvoir nos produits.</li> <li>• Publicité dans les arrêts de bus.</li> <li>• Emailing et Numéro de téléphone (carte visite).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B2C : Les femmes intéressées et recherchant des produits de beauté et de soins de la peau locaux naturels, efficaces et respectueux de la sensibilité cutanée</li> <li>• B2B : magasin de cosmétique et pharmacie.</li> </ul>
	<b>Ressources clés</b>		<b>Canaux de distribution</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ressources financières .</li> <li>• Équipements de production et Matières premières de haute qualité.</li> <li>• Ressources humaines (Employées).</li> <li>• local (720 000da).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vendre les produits directement aux clients ou via réseaux sociaux.</li> <li>• Distribution dans les magasins de cosmétiques et les pharmacies. .</li> <li>• Participation aux salons d'expositions. (DJAZAQUA)</li> </ul>	

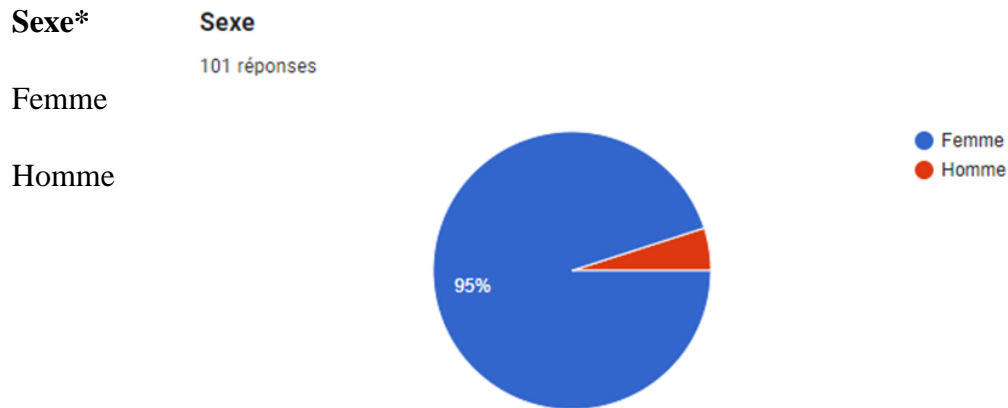
Structure des coûts	Sources de revenus
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement total 4 836 250 da.</li> <li>• Masse salariale 5 664 000 da.</li> <li>• Charge fixes 6 000 000 da.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vente des produits au boutiques de cosmétiques et pharmacies Chiffre d'affaire 44 478 720 da.</li> <li>• Vente des produits directement aux clients ou via réseaux sociaux 17 395 200 da.</li> </ul>



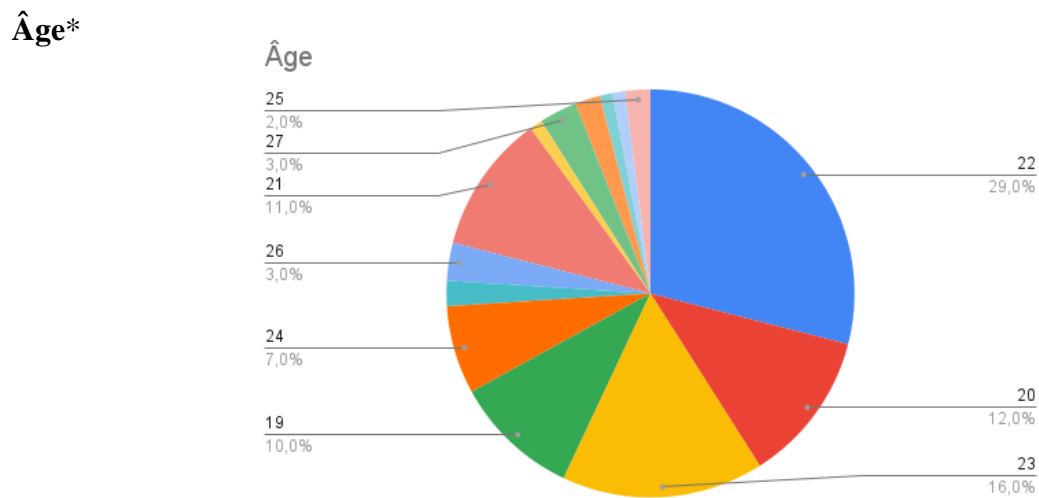
# ANNEXES

## 1. Analyse des données (Réponses au Questionnaire)

### Baume à lèvres :



La majorité des répondants étant des femmes (95%), cela confirme que notre produit cible efficacement le public visé.



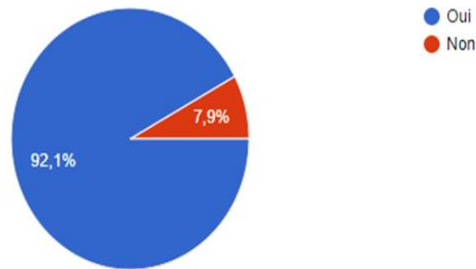
La majorité des répondants ont entre 19 et 27 ans, ce qui montre un fort intérêt de la part des jeunes adultes.

## Utilisez-vous un baume à lèvres ?

Oui

Non

Utilisez-vous un baume à lèvres ?  
101 réponses



Une large majorité ayant répondu au sondage utilise un baume à lèvres, ce qui témoigne d'un réel intérêt pour ce type de produit et confirme la pertinence de notre étude.

## À quelle fréquence appliquez-vous du baume à lèvres ? \*

Plusieurs fois par jour

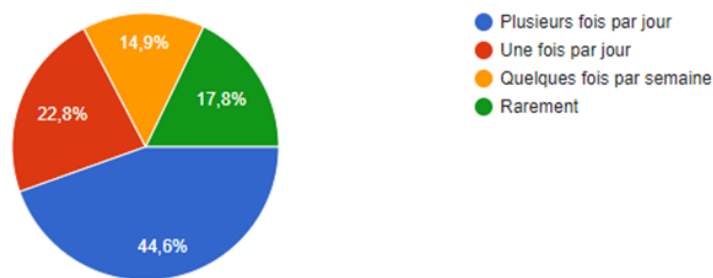
Une fois par jour

Quelques fois par semaine

Rarement

À quelle fréquence appliquez-vous du baume à lèvres ?

101 réponses



La fréquence d'utilisation est élevée, avec près de la moitié des utilisateurs appliquant plusieurs fois par jour. Cela indique que le baume à lèvres est perçu comme un produit d'usage régulier, voire quotidien.

## Quelle texture préférez-vous ? \*

Pot

Tube applicateur



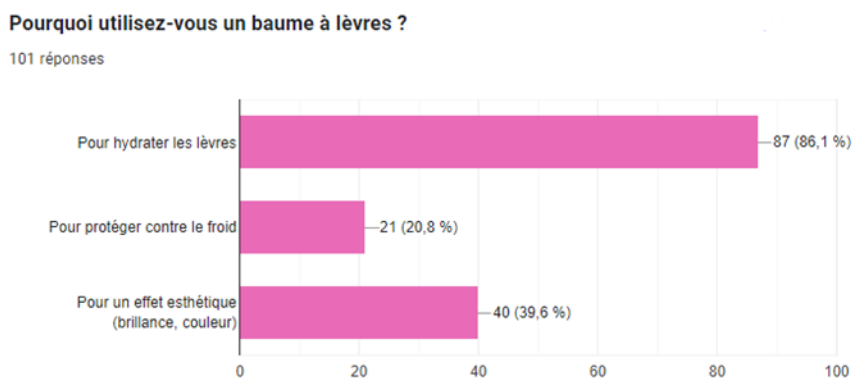
La préférence nette pour le tube applicateur peut s'expliquer par la praticité, l'hygiène et la facilité d'application. Le pot, moins populaire, peut être perçu comme moins pratique.

## Pourquoi utilisez-vous un baume à lèvres ? \*

Pour hydrater les lèvres

Pour protéger contre le froid

Pour un effet esthétique (brillance, couleur)



L'hydratation est la principale motivation, suivie par l'esthétique. La protection contre le froid est moins citée mais reste significative. Cela montre que les utilisateurs recherchent avant tout un soin fonctionnel, avec un intérêt secondaire pour l'apparence.

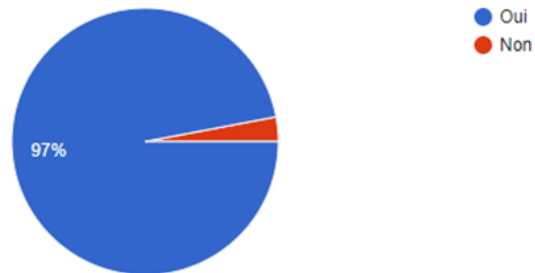
### Seriez-vous intéressé(e) par un baume à lèvres naturel ? \*

Oui

Non

#### Seriez-vous intéressé(e) par un baume à lèvres naturel ?

101 réponses



Un grand nombre de répondants ont exprimé leur intérêt pour un baume à lèvres naturel, ce qui reflète une prise de conscience croissante envers les produits sains et eco-friendly. Cette préférence souligne l'importance d'orienter le développement de notre produit vers des formulations naturelles, en accord avec les attentes actuelles des consommateurs.

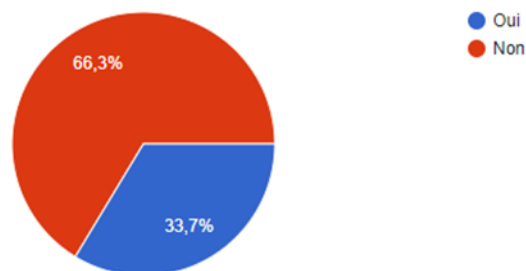
### Est-ce que vous achetez un baume à lèvres en lignes ? \*

Oui

Non

#### Est ce que vous achetez un baume à lèvres en lignes ?

101 réponses



Deux tiers des répondants n'achètent pas en ligne, ce qui peut indiquer une préférence pour l'achat direct en magasin, peut-être pour tester le produit ou par manque de confiance envers les achats en ligne. Cependant, un tiers achète en ligne, ce qui représente un canal de vente important à considérer.

## **Conclusion**

L'étude montre un besoin réel pour un baume à lèvres, principalement chez les jeunes femmes (95 % des répondants). La majorité utilise régulièrement un baume pour hydrater et protéger leurs lèvres. Un fort intérêt (97 %) est exprimé pour un baume naturel, avec une nette préférence pour un conditionnement en tube. Concernant le prix, la plupart des consommateurs sont prêts à payer un prix moyen à élever, principalement entre 300 et 500 DA, ce qui indique une ouverture à un produit de qualité.

Ces résultats suggèrent qu'une stratégie de prix compétitive, valorisant la naturalité et la qualité du produit, serait la plus adaptée.

## Gel nettoyant

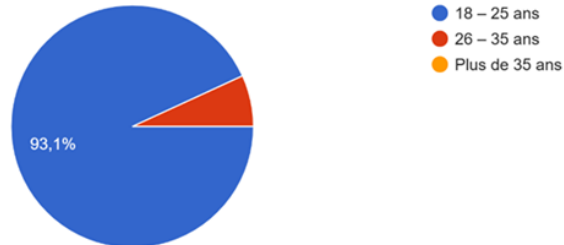
### Quel est votre âge ? \*

18 – 25 ans

26 – 35 ans

Plus de 35 ans

Quel est votre âge ?  
102 réponses



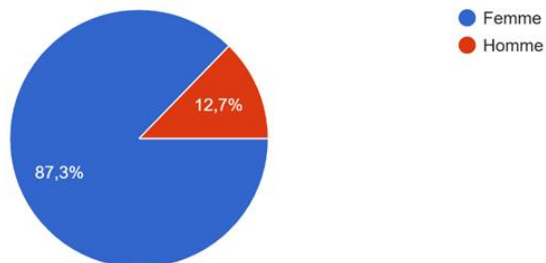
La tranche d'âge la plus représentée est celle des 18–25 ans. Cela indique que nous devons adapter notre formule aux besoins d'une population jeune, souvent confrontée à des problèmes de peau tels que l'acné ou l'excès de sébum.

### Quel est votre sexe ? \*

Femme

Homme

Quel est votre sexe ?  
102 réponses



La majorité des répondants sont des femmes, ce qui nous conforte dans l'idée que notre produit s'adresse principalement à une clientèle féminine, plus concernée par les soins du visage.

## Quel est votre type de peau ? \*

Grasse

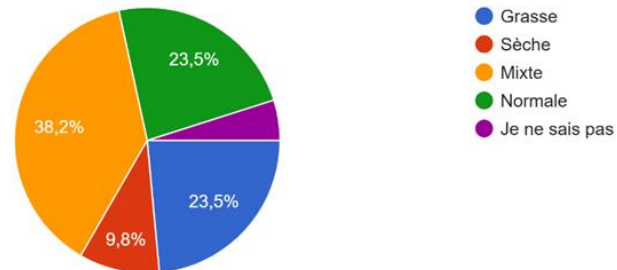
Sèche

Mixte

Normale

Je ne sais pas

Quel est votre type de peau  
102 réponses



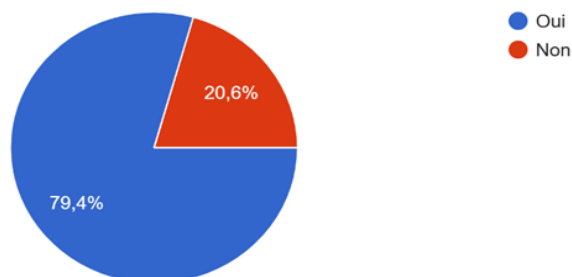
Nous avons constaté que la majorité des participants ont une peau mixte à grasse. Ce résultat justifie notre choix d'une formule purifiante mais douce, qui respecte l'équilibre cutané sans provoquer de dessèchement.

## Utilisez-vous un gel nettoyant pour le visage ? \*

Oui

Non

Utilisez-vous un gel nettoyant pour le visage ?  
102 réponses



Une grande partie des personnes interrogées utilisent déjà un gel nettoyant, ce qui suggère que notre produit peut s'insérer facilement dans leurs habitudes quotidiennes de soin.

## Que recherchez-vous principalement dans un gel nettoyant ? \*

Nettoyage en profondeur

Hydratation

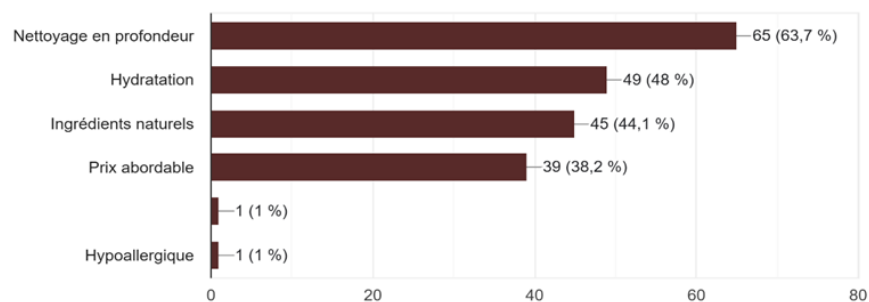
Ingrédients naturels

Prix abordable

Autre

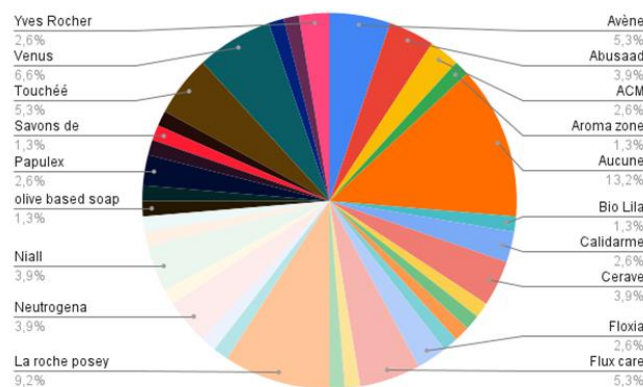
Que recherchez vous principalement dans un gel nettoyant ?

102 réponses



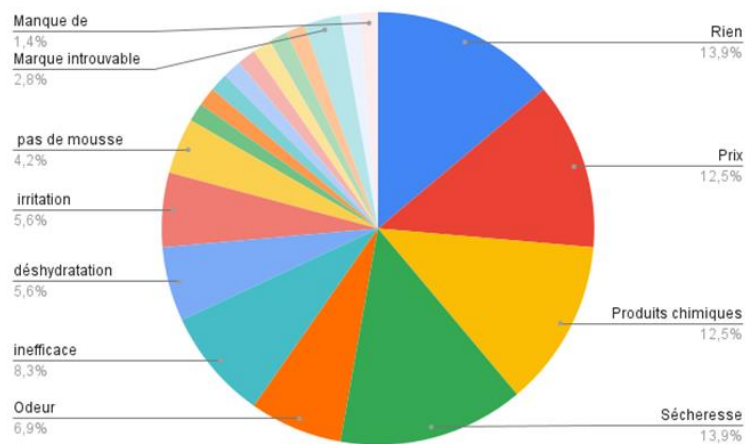
Les attentes les plus fréquemment exprimées sont le nettoyage en profondeur, l'hydratation et l'utilisation d'ingrédients naturels. Ces éléments confirment la pertinence de notre formule à base d'alginate marin et de glycérine végétale.

## Quelle(s) marque(s) utilisez-vous actuellement ? \*



Les marques les plus citées sont La Roche-Posay, Venus, Touché et Cerave. Ces références nous permettent de positionner notre produit comme une alternative naturelle, artisanale et locale, répondant à des exigences similaires.

## Qu'est-ce qui vous dérange dans les produits que vous utilisez ? \*



Les réponses font souvent état d'une sensation de sécheresse, de la présence de produits chimiques et de prix jugés élevés. Ces retours renforcent notre volonté de proposer un produit doux, naturel et accessible.

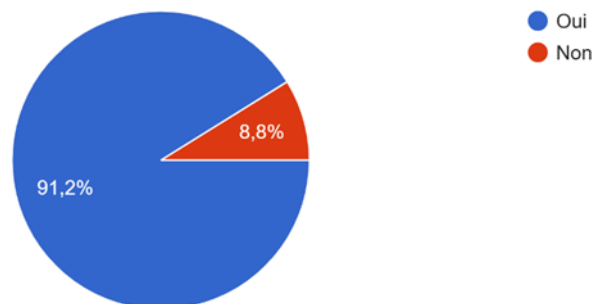
## Préférez-vous un gel sans parfum ni produits chimiques ? \*

Oui

Non

Préférez-vous un gel sans parfum ni produits chimiques ?

102 réponses



La majorité des participants ont exprimé une préférence pour des formules sans agents agressifs. Ce résultat confirme l'orientation « clean beauty » que nous avons adoptée.

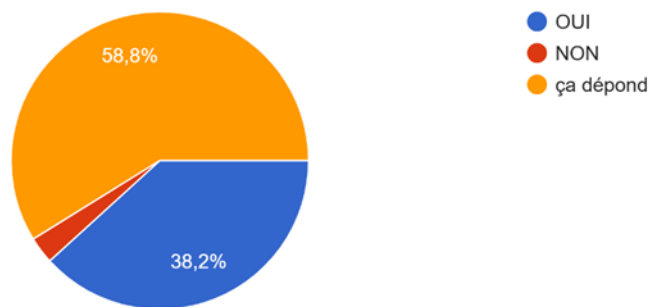
## Faites-vous confiance aux produits artisanaux si les ingrédients sont naturels et sûrs ? \*

Oui

Non

Ça dépend

Faites-vous confiance aux produits artisanaux si les ingrédients sont naturels et sûrs ?  
102 réponses



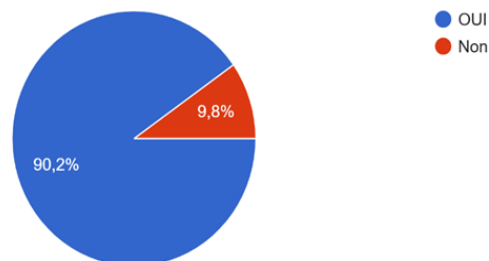
Une grande part des répondants se montrent ouverts aux produits artisanaux, à condition que leur composition soit fiable. Cela valide notre approche artisanale et naturelle.

## Si un gel naturel nettoyant et hydratant coûte entre 600 et 950 DA, seriez-vous intéressé(e) ? \*

Oui

Non

Si un gel naturel nettoyant et hydratant coûte entre 600 et 950 DA, seriez-vous intéressé(e) ?  
102 réponses



Les retours confirment que ce prix est considéré comme raisonnable par la majorité. Cela valide la stratégie tarifaire que nous avons estimée en fonction des coûts de production et des prix du marché.

## Conclusion

L'étude montre un besoin réel pour un gel nettoyant naturel, en particulier chez les jeunes femmes âgées de 18 à 25 ans, qui constituent la majorité des répondants. La plupart déclarent utiliser régulièrement un gel nettoyant, Les critères les plus recherchés sont l'efficacité du nettoyage, le respect de la peau (notamment sensible ou sujette à la sécheresse), l'hydratation et la composition naturelle. De nombreuses critiques à l'égard des produits actuellement utilisés portent sur leur caractère asséchant, leur teneur en substances chimiques, ainsi que leur coût élevé.

Par ailleurs, l'intérêt pour un produit naturel, artisanal et doux est fortement exprimé, et la confiance envers les formules locales est présente, à condition que les ingrédients soient sûrs et bien formulés. En ce qui concerne le prix, la majorité des répondants se déclarent prêts à investir entre 500 et 700 DA pour un gel nettoyant naturel, ce qui confirme la faisabilité d'un positionnement moyen de gamme, accessible mais valorisant la qualité.

## 2. Visites dans les points de vente

### Les concurrents de baume à lèvres





## Les concurrents de Gel nettoyant

