

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib

Faculté des Sciences et de Technologie

Département d'Agroalimentaire



Projet de Fin d'Études

**DANS LE CADRE DE L'ARRÊTÉ MINISTÉRIEL 1275**

**UN DIPLÔME / START UP**

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de qualité

Utilisation des algues marines dans le domaine de  
thalassothérapie, préparation d'un masque de visage.

**Présenté Par :**

1/ ZENASNI Zineb Bouchra

2/ HADJ CHIKH Hana

**Devant le jury composé de :**

Mme. ABDELLAOUI Hadjira	MAA	Ain Témouchent	Présidente
Mme. ZITOUNI Amel	MCB	Ain Témouchent	Examinatrice
Mr. HENDAOUI Mahfoud	MCA	Ain Témouchent	Représentant de l'incubateur
Mr. LARBI DOUKARA kamel	MCA	Ain Témouchent	Encadrant
Mr. KHALFI Merouane	Gérant d'entreprise aquacole	Ain Témouchent	Représentant socio- économique SARL IYAD FISH

*Année Universitaire 2024/2025*

## **Remerciement**

*Tout d'abord, on tient à remercier Dieu le tout puissant, de nous avoir donnée la force, la patience et le courage pour réaliser ce travail*

*En second lieu, nous adressons nos remerciements les plus sincères encadreurs **Monsieur LARBI DOUKARA Kamel**, Maître de Conférences Classe A et Chef du Département de agroalimentaire à l'Université de Ain Temouchent, pour avoir accepté d'encadrer notre travail.*

*Nous lui sommes profondément reconnaissants pour la confiance qu'il nous a accordée, le temps précieux qu'il nous a consacré, ainsi que pour sa disponibilité, sa patience et ses conseils avisés tout au long de la réalisation de ce projet.*

*Nous tenons également à le remercier chaleureusement pour la qualité de ses enseignements pédagogiques et scientifiques tout au long de notre parcours universitaire.*

*Nous tenons à remercier **Mme.ABDELLAOUI hadjira**, Maitre de Conférences Classe A à l'université d'Ain Temouchent, pour avoir accepté de présider ce jury et nous le remercions également pour ses conseils, qu'il trouve ici notre entière reconnaissance et notre profond respect.*

*Nous exprimons notre respectueux dévouement à **Mme. ZITOUNI Amel** Maitre de Conférences Classe A, à l'université d'Aïn Témouchent, qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté de lire et d'examiner notre modeste travail.*

*Nous tenons aussi à remercier avec gratitude **Dr. Hendaoui Mahfoud** et **Mme. CHEKROUN YAHIAOUI Souad** qui nous a fait l'honneur d'accepter de faire partie de notre jury, hommages respectueux.*

*Nos remerciements vont également au personnel technique des laboratoires de microbiologie et de biochimie de l'Université Belhadj Bouchaib d'Aïn Témouchent pour leur expertise et leur disponibilité qui ont grandement facilité la réalisation de nos expérimentations.*

*Enfin, je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

## **Dédicace**

*Je dédie ce mémoire à mes **chers parents** avec tout mon amour Ce travail est le fruit de tes efforts et de tes encouragements, je souhaite que j'ai réalisé l'un de vos rêves par ce modeste travail, que dieu t'accorde longue vie auprès de moi*

*En premier A **ma très chère mère**, pour toutes les peines qu'elle s'est donné pour ma réussite, merci pour ton soutien et ton sacrifice à **mon père** tous les mots ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance pour ton dévouement et le sacrifice, tu as toujours été à mes côtés mes soutenir et m'épauler*

*Et à mes copine **Aicha , Djihene , Meriem , Marwa , narimene , chaima , sarra , Romaiissa , Fouzia , fatima , Bouchra***

*A ma chère tante **Hassiba** et sa fille **Yamina** qui font une partie de mon bonheur.*

*À ma chère tante **Hayat**, je demande à Dieu de lui redonner la santé et de lui donner le bonheur. Elle était comme une sœur.*

*A ma chère grand – mère qui m'a accompagnée financièrement, moralement et surtout par ses prières pour moi **Settouti yamina***

*A mon Binôme **Zineb bouchra** avec qui j'ai grandi, et que je partage ce moment si précieux, et à tous mes amis **Merouane et Adem , Hassen , walid** qui ont été toujours source de bonheur et le courage de moi et toute personne que je connais*

*Pour ses encouragements et son amour constants, j'adresse mes sincères remerciements à Mme **Khezzari tourya** et à son fils **Adam**.*

*A mon cousin **Mouad , Smail , Bachir** et ma grand famille **Hadj chikh** qui ont été toujours à mes côtés.*

**HADJ CHIKH Hana**

## **Dédicace**

*Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné L'envie et la force pour mener à terme ce travail.*

*Je tiens à dédier ce mémoire à mes **très chers parents**, source de vie, et d'affection et pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours.*

*A Mes sœurs **Yasmine et Amina** et mon frère **Mohamed** , pour leur affection, leur encouragement et leur présence précieuse à chaque étape de ma vie*

*Ma deuxième famille **Benichou**, et particulièrement ma sœur **Khadra**, pour leur bienveillance et leur solidarité.*

*A mes cousins **Latifa, Boucif et Abdillah** , pour leur appui et leur fraternité*

*A mon binôme **Hana** , ma compagne de route et de vie, dont la présence a illuminé mon chemin.*

*Je tiens également à remercier mon soutien moral et spirituel, **Dr larbi Doukara kamel et Doukara Ghalem** , pour sa force et son inspiration.*

*A ma famille **ZENASNI et HADJ ABDERRAHMANE***

*Enfin, à tous mes amis **Aicha , Narimene, Hassen** , ceux que j'ai nommés et ceux dont les noms ne figurent pas ici, merci pour votre amitié, votre motivation et vos précieux conseils , Et n'oublions pas l'activité familiale **groupe randonnée Oxygène Tlemcen***

**ZENASNI Zineb Bouchra**

## **LISTE DES FIGURES :**

Figure 1 : Histoire de la thalassothérapie (Quinton, 1904)	3
Figure 2 : Présentation algue brune Fucus vésiculeuse	6
Figure 3 : Représentation schématique d'une macro-algue brune	7
Figure 4 : Fucus vésiculeuse	8
Figure 5 : Cartographie de la répartition du Fucus vésiculeuse	8
Figure 6 : Schéma présenté cycle haplophasique d'une algue Fucus vésiculeuse	9
Figure 7 : Gélules de Fucus Natur-active	17
Figure 8 : Algue <i>Rugulopteryx okamurae</i>	19
Figure 9 : Récolte des algues brunes.	20
Figure 10: Une récolte manuelle rigoureuse et respectueuse de l'environnement.	21
Figure 11 : Elimination des impuretés	22
Figure 12 : Séchage par étuve	23
Figure 13 : Séchage à température ambiante	23
Figure 14 : Broyer l'algue sécher	24
Figure 15 : Les algues en poudre	24
Figure 16 : Questionnaire sur l'incorporation pour les deux algues	25
Figure 17 : Préparation de l'extrait des algues brunes	26
Figure 18 : Filtration de l'extrait des algues brunes	26
Figure 19 : Préparation la phase huileuse	28
Figure 20 : Préparation de la phase aqueuse	28
Figure 21 : Réalisation d'une crème	29
Figure 22 : Préparation des solutions mères	30
Figure 23 : Préparation des dilutions soumis à l'analyse	30
Figure 24 : Recherche de la flore totale aérobie mésophile	31
Figure 25 : Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	31
Figure 26 : Recherche d' <i>Escherichia coli</i>	32
Figure 27 : Recherche de <i>Candida albicans</i>	33
Figure 28 : Mesure de viscosité de la crème	34
Figure 29 : Identification des algues récoltées	35
Figure 30 : Mensurations d'algue Fucus Vésiculeuse	36
Figure 31 : Mensuration d'algue <i>Rugulopteryx okamura</i>	36
Figure 32 : Illustration d'étude microscopique d'algue Fucus vésiculeuse	37
Figure 33 : Illustration d'étude microscopique d'algue <i>Rugulopteryx okamura</i>	37
Figure 34 : Aspect des crèmes préparés	38
Figure 35 : Résultat microbiologique	40
Figure 36 : Résultat de mesure le pH du crème	41
Figure 37 : Questionnaire rempli	42
Figure 38 : Évaluation de couleur de deux crèmes	44
Figure 39 : Évaluation de texture de deux crèmes	44
Figure 40 : Évaluation d'aspect de deux crèmes	45
Figure 41 : Évaluation odeur après avoir testé	46

Figure 42 : Évaluation couleur après avoir testé	46
Figure 43 : Évaluation de la texture après avoir testé	47
Figure 45 : Evaluation de facilité d'application de produit	47
Figure 46 : Evaluation sur l'hydratation des deux crèmes	47

## ***LISTE DES TABLEAUX :***

:

Tableau 1 : Fiche nutritionnelle de Fucus vésiculeuse (Ollier, 2017)	10
Tableau 2 : Fichier des compositions biochimiques de Fucus vésiculeuse	12
Tableau 3 : Résultat microbiologique de la crème préparé	39
Tableau 4 : Résultats physico-chimique et organoleptiques de la crème	41
Tableau 5 : L'évaluation organoleptique de produit (avant de tester)	43
Tableau 6 : L'évaluation organoleptique de produit (après le test)	43

## **Liste d'abréviation :**

Pa.s: Pascal-seconde

Rpm: révolutions par minute

ISO 21149 : Comptage microbiologique des cosmétiques.

## **Résumé**

Ce projet de fin d'études porte sur la valorisation des algues brunes marines, *Fucus vesiculosus* et *Rugulopteryx okamurae*, pour la formulation d'une crème de visage à double fonction, cosmétique et thérapeutique. L'étude a consisté à récolter les algues sur le littoral algérien de Ain Temouchent (Sassel), à préparer des extraits aqueux, puis à développer deux crèmes avec des ingrédients naturels. Les analyses ont confirmé la sécurité des produits, avec des résultats microbiologiques conformes et des caractéristiques physico-chimiques optimales, notamment un pH de 6,5 compatible avec la peau et une viscosité adéquate de 3,44 Pa.s. Une évaluation sensorielle par 45 testeurs a validé l'excellente acceptabilité des crèmes en termes d'hydratation et de texture. Cependant, cette étude démontre le potentiel des algues marines pour créer des soins innovants alliant bienfaits esthétiques et soutien préventif pour la santé (thyroïdien et cardiovasculaire).

**Mot clé :** *Fucus vesiculosus*, *Rugulopteryx okamurae*, Sassel, Crème de visage, Cosmétique, Thérapeutique.

## ملخص :

يركز هذا المشروع في السنة النهائية على تثمين الطحالب البنية البحرية، *Rugulopteryx* و *Fucus vesiculosus*، *okamurae*، لتركيب كريم وجه مزدوج الوظيفة: تجميلي وعلاجي. تضمنت الدراسة حصاد الطحالب من ساحل عين تموشنت الجزائري (ساسل)، وتحضير مستخلصات مائية، ثم تطوير كريمين بمكونات طبيعية. أكدت التحاليل سلامة المنتجات، بنتائج ميكروبيولوجية مطابقة للمواصفات وخصائص فيزيائية وكيميائية مثالية، بما في ذلك درجة حموضة 6.5 متوافقة مع البشرة ولزوجة مناسبة 3.44 باسكال. أثبت تقييم حسي أجراه 45 مختبراً قبول الكريمين الممتاز من حيث الترطيب والملمس. ومع ذلك، تُظهر هذه الدراسة إمكانات الطحالب البحرية في ابتكار رعاية مبتكرة تجمع بين الفوائد الجمالية والدعم الوقائي للصحة (الغدة الدرقية والقلب والأوعية الدموية).

## الكلمات المفتاحية:

فوقس حويصلي، روجولوبتريكس أوكاموراي، ساسيل، كريم للوجه، تجميلي، علاجي.

## **Abstract:**

This final year project focuses on the valorization of marine brown algae, *Fucus vesiculosus* and *Rugulopteryx okamurae*, for the formulation of a dual-function facial cream, cosmetic and therapeutic. The study consisted of harvesting the algae on the Algerian coast of Ain Temouchent (Sassel), preparing aqueous extracts, and then developing two creams with natural ingredients. The analyses confirmed the safety of the products, with compliant microbiological results and optimal physicochemical characteristics, including a pH of 6.5 compatible with the skin and an adequate viscosity of 3.44 Pa.s. A sensory evaluation by 45 testers validated the excellent acceptability of the creams in terms of hydration and texture. However, this study demonstrates the potential of marine algae to create innovative care combining aesthetic benefits and preventive support for health (thyroid and cardiovascular).

## **Keyword:**

*Fucus vesiculosus*, *Rugulopteryx okamurae*, Sassel, Face cream, Cosmetic, Therapeutic.

# ***SOMMAIRE***

Introduction	1
Chapitre I	
I.    La thalassothérapie	3
1. Historique	3
1. Définition	3
1. Les différents types des soins thérapeutiques	4
1. Avantages et applications	4
II.   Les algues :	5
1. Historique	5
2. Définition et classification	6
3. Morphologie des algues	7
4. Fucus vésiculeuse	7
4.1. Définition	7
4.2. Habitat et description	8
4.3. Cycle de vie	9
4.4. Propriété chimique et biologique	9
4.5. Culture	12
4.6. Usage	12
4.7. Justification scientifique des applications médicale	13
4.8. Soins de la peau	14
4.9. Justification des allégations	16

4.10. Utilisation commerciale	16
5. L'algue brune <i>Rugulopteryx okamurae</i>	18
CHAPITRE II	
I. Récolte et préparation des algues brunes	20
1. Objectif	20
2. Sortie à la plage Sassel à Ain Temouchent	20
3. Matériel du laboratoire	24
4. Méthode	25
4.1. Conduite et organisation de travail	25
4.2. Préparation de l'extrait des algues	25
4.3. Filtration	26
II. Fabrication du crème de visage à base des algues bruns	27
1. Matériel de fabrication de crème	27
2. Ingrédients cosmétique	27
3. Méthode de fabrication de crème	27
III. Caractéristiques microbiologiques du crème	29
1. Objective	29
2. Préparation de la solution mère	29
3. Recherche de la flore totale aérobie	30
4. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	31
5. Recherche d' <i>Escherichia colis</i>	32
6. Recherche de <i>Candida albicans</i>	32

IV. Caractérisation physico-chimique du crème	33
1. La mesure du pH	33
2. Mesure de viscosité	33
3. Contrôle organoleptique	34
CHAPITRE III	
I. Identification des algues marines	35
II. Les produits fabriqués	38
III. Résultat d'études microbiologique	39
IV. Résultats d'étude physico-chimique	40
1. Détermination du pH	40
2. Test de viscosité	41
V. Analyse sensorielle de la crème à base d'algue	42
1. Évaluation avant de tester	44
1. Évaluation après avoir testé	46
VI. Discussion	48
1. pH	49
2. Viscosité	49

3. Analyse microbiologique	49
4. Propriétés fonctionnelles et bénéfiques thérapeutiques	50
5. Acceptabilité sensorielle	50
Conclusion	52
<b>Références</b>	<b>53</b>

---

# *Introduction*

---

## **INTRODUCTION**

---

La Thalassothérapie se définit comme étant l'utilisation simultanée, dans un site marin privilégié, sous surveillance médicale, et dans un but préventif ou curatif des éléments du milieu marin que sont le climat marin, l'eau de mer, les algues, les boues marines, les sables et toutes substances extraites directement de celui-ci **(Dupont,2015)**.

Si la découverte des vertus curatives de l'eau de mer remonte à l'antiquité, notamment chez les grecs à qui l'on doit le substantif.

L'utilisation des algues marines, en particulier le Fucus, a gagné en popularité ces dernières années en raison de ses propriétés thérapeutiques uniques. Ce travail vise à explorer plus en détail l'utilisation des algues marines dans le domaine de la thalassothérapie, en mettant l'accent sur les bénéfices pour la santé et les applications pratiques de cette ressource naturelle.

Les algues sont des végétaux dépourvus de tiges, de feuilles et de racines, leur corps prenant la forme d'un thalle, ce qui leur vaut le nom de thallophytes. Ce sont des organismes aquatiques capables de produire leur propre matière organique grâce à la photosynthèse. Elles varient considérablement en termes de forme et de taille, certaines étant microscopiques tandis que d'autres peuvent atteindre plusieurs mètres de longueur. Cependant, elles partagent des caractéristiques communes **(Reviere, 2002)**.

Les algues se trouvent principalement dans des environnements aquatiques, qu'ils soient d'eau douce ou salée, et certaines survivent dans des conditions extrêmes, comme sur la neige ou la glace des régions polaires et des montagnes élevées. D'autres, appelées algues thermophiles, prospèrent dans des eaux chaudes provenant de sources thermales. À ce jour, près de 30000 espèces d'algues ont été recensées, représentant environ 18 % du règne végétal, et les macro-algues ont fait l'objet de nombreuses recherches **(Leclerc *al.*, 2010)**.

L'objectif de l'utilisation des algues en thalassothérapie est d'exploiter leurs propriétés thérapeutiques pour améliorer la santé humaine grâce aux ressources marines naturelles. Les algues constituent la pierre angulaire de cette pratique, car elles fournissent des composés bioactifs qui contribuent à divers avantages pour la santé, notamment les soins de la peau et le traitement des maladies chroniques, les sections suivantes décrivent les principaux aspects de cet objectif.

## ***INTRODUCTION***

---

Les algues sont riches en vitamines, en acides aminés et en oligo-éléments, ce qui les rend efficaces pour traiter les affections cutanées telles que le psoriasis et la dermatite atopique (**Vladeva et Bineva, 2023 ; Warowna et al., 2023**).

Ils produisent des métabolites secondaires à valeur pharmaceutique, tels que des antioxydants et des agents anti-inflammatoires, qui peuvent aider à gérer des maladies comme le cancer et le diabète (**Abbas, 2020**).

Les algues sont employées sous différentes formes, notamment dans les bains et les soins topiques, pour favoriser la détente et réduire le stress (**Warowna et al., 2023**).

Notre mémoire est composée de trois chapitres : le premier est consacré à des généralités sur la thalassothérapie, les algues. Dans le second, on y trouve une description du matériel biologique utilisé ainsi que les méthodes utilisées ; Enfin, dans le dernier chapitre sont présentés les résultats obtenus avec une discussion justifiant ces résultats ; Une conclusion générale avec des perspectives vient clôturer ce travail.

---

*Chapitre I :*

*Recherche bibliographie*

---

## I. La thalassothérapie :

### 1. Historique :

L'usage thérapeutique de l'eau de mer remonte à l'Antiquité, avant de renaître à l'époque moderne grâce aux médecins anglais. Au XVIIIe siècle, John Floyer et Richard Russell en popularisent les bienfaits, menant à la création des premiers centres de soins marins en Europe dès la fin du XVIIIe siècle (Fig. 1) (Moret, 2016).

Au XIXe siècle, la thalassothérapie s'oriente vers la prévention et le traitement des affections rhumatologiques. La France joue un rôle majeur dès 1964, menant à une standardisation en 1986. Ses origines remontent à l'Antiquité, avec Hippocrate et plusieurs civilisations exploitant les bienfaits de l'eau de mer (Moret, 2016).

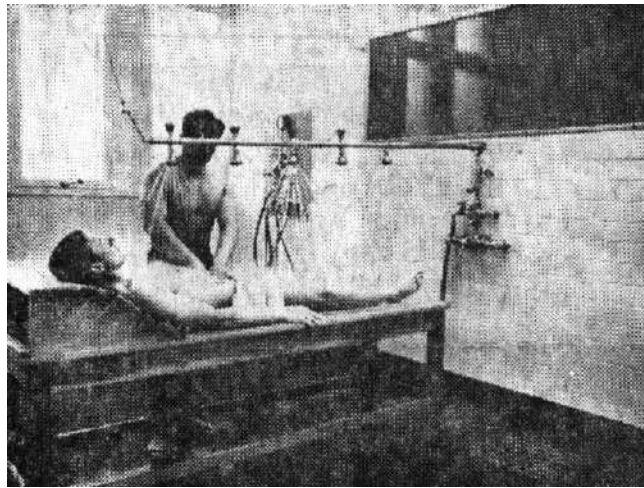


Figure 1 : Histoire de la thalassothérapie (Quinton, 1904)

### 2. Définition :

La thalassothérapie, terme dérivé de deux mots grecs "*Thalasso*" signifiant mer et "*thérapie*" signifiant soin.

La thalassothérapie est un traitement qui utilise les dons naturels de la mer (climat, air, sable marin, algues, certaines espèces de poissons marins, nacre) et des facteurs physiques (hydrothérapie, héliothérapie, aérosolthérapie, musicothérapie, kinésithérapie et autres) (Guérin & Revol, 2019). Elle est principalement destinée aux personnes stressées, fatiguées et ayant des problèmes de sommeil.

La thalassothérapie est également utilisée dans le traitement des rhumatismes, des maux de dos, des maladies pulmonaires, des maladies cardiaques et des dermatoses cutanées, comme le psoriasis ou la dermatite atopique. Ces traitements sont largement utilisés dans les centres de bien-être comme soins et traitements thérapeutiques pour les peaux à problèmes.

En cosmétologie, on utilise également des préparations d'origine marine sous forme de masques, de crèmes peeling destinées aux peaux sèches, grasses, mal nourries (**Warowna et al., 2023**).

### 3. Composantes clés de la thalassothérapie :

- **Eau de mer et produits marins** : Le cœur de la thalassothérapie repose sur l'utilisation d'eau de mer riche en minéraux et d'éléments marins tels que les algues, la boue, le sable et le sel. Ces composants sont connus pour leurs propriétés thérapeutiques, contribuant au traitement des affections cutanées, des troubles métaboliques, etc. (**Gomes et al., 2021 ; Warowna et al., 2023**).

- **Méthodes thérapeutiques** : La thalassothérapie comprend une variété de méthodes telles que l'hydrothérapie, l'héliothérapie et la thérapie par aérosol. Ces méthodes utilisent les propriétés physiques et chimiques de l'eau de mer et des produits marins pour promouvoir la santé et le bien-être (**Gomes et al., 2021 ; Warowna et al., 2023**).

- **Tourisme de santé et de bien-être** : La thalassothérapie est un aspect clé du tourisme de santé et de bien-être, souvent proposée dans des centres de villégiature et des centres thalassothérapie spécialisés. Ces installations proposent une gamme de traitements, y compris la fangothérapie et l'halothérapie, qui contribuent à l'attractivité des destinations touristiques (**Gomes et al., 2019**).

### 4. Les références types des soins thérapeutiques :

- **Hydrothérapie** : utilise l'eau de mer dans les bains et les piscines pour soulager des affections telles que les rhumatismes et les maladies de la peau (**Warowna et al., 2023 ; Cegolon et al., 2024**).

- **Fangothérapie/Pélothérapie** : implique l'application de boue dérivée de la mer à des fins thérapeutiques, souvent utilisée dans les centres thalassothérapie (**Gomes et al., 2019 ; Gomes et al., 2021**).

- **Psammothérapie/Arénothérapie** : se concentre sur l'utilisation thérapeutique des sables naturels, provenant généralement de la mer, pour les affections cutanées et respiratoires (**Gomes et al., 2019 ; Gomes et al., 2021**).

- **Halothérapie** : utilise du sel marin pour la santé respiratoire, souvent dans des environnements contrôlés pour améliorer la respiration (**Gomes et al., 2019 ; Gomes et al., 2021**).

- **Algothérapie** : implique l'utilisation d'algues, soit dans des bains, soit sous forme d'extraits, pour traiter diverses affections en raison de leur riche profil nutritionnel (**Vladeva et Bineva, 2023**).

## 5. Avantages et applications :

- **Stress et problèmes cutanés** : La thalassothérapie est particulièrement bénéfique pour les personnes souffrant de stress, de problèmes de sommeil et d'affections cutanées telles que le psoriasis et la dermatite atopique (**Warowna et al., 2023**).

- **Maladies chroniques** : La thérapie est également utilisée pour traiter des maladies chroniques telles que les rhumatismes, les maladies cardiovasculaires et les troubles métaboliques, en tirant parti des composés bioactifs présents dans les algues marines (**Gomes et al., 2021 ; Vladeva et Bineva, 2023**).

## II. Les algues :

### 1. Historique :

Selon les dernières données scientifiques, les algues ont été découvertes il y a plus de 3,5 milliards d'années depuis que la vie est apparue sur Terre, formant en fait même, l'un des premiers maillons de la chaîne alimentaire (**Teubner, 2004**).

Au XVII<sup>e</sup> siècle la Hongrie et l'Autriche utilisaient l'Algenbrott, sorte de pain aux algues pour lutter contre le goitre (**Delecroix, 2006**). La reprise de l'industrie des algues se fait à la suite de découverte de l'iode dans ces végétaux par Courtois en 1912. Elle durera jusqu'en 1955. Durant toute la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, l'industrie des algues a pour principaux débouchés les alginates et les carraghénanes (**Alayse, 2005**).

Les algues ont constitué durant des siècles une source d'alimentation des populations côtières. Elles sont devenues récemment plus populaires en Europe, notamment grâce au développement de gastronomie japonaise.

### 2. Définition et classification :

Les algues sont des végétaux aquatiques primitifs qui se développent naturellement dans nos plans d'eau. Contrairement aux plantes aquatiques, elles ne possèdent pas de véritables feuilles, tiges ni racines. La plupart des algues n'ont pas de structure corporelle définie et glissent entre les doigts lorsqu'on essaie de les saisir (**Rivard, 2005**).

Ils jouent un rôle crucial dans les écosystèmes aquatiques et terrestres, en contribuant à la production d'oxygène et en tant que principaux producteurs. Les algues

sont responsables de plus de 90 % de la photosynthèse en milieu marin et constituent la base des réseaux trophiques (**Mostshekga, 2023**).

Ils agissent également comme des bioindicateurs de la pollution, aidant à évaluer la santé des écosystèmes.

### **Algues brunes (Phéophycées) :**

Sont des algues annuelles dont on dénombre 1500 espèces. Elles peuvent atteindre 50 mètres de long (**Géraldine et Céline, 2009**). Les algues brunes, toutes pluricellulaires, tirent leur couleur de la fucoxanthine et vivent majoritairement en milieu marin, avec des tailles allant du microscopique aux grands spécimens (**Garon-Lardiere, 2004**).

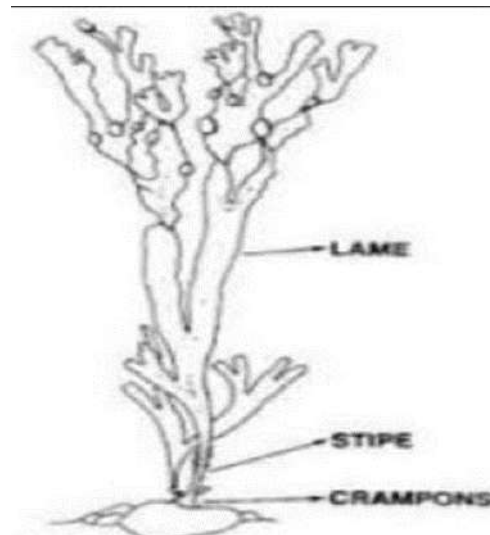
Chez les algues brunes, les vacuoles contiennent surtout de la laminarine et du mannitol, mais jamais d'amidon. Leurs parois, pauvres en cellulose, sont riches en alginates et fucoïdane (**Paulo, 2006**). Exemple (Fig. 2) : *Fucus vesiculosus*, *F. Serratus*, *Laminaria digitata*, *L. Hyperborea*, *Macrocystis pyrifera*, *Saccharina japonica*.



**Figure 2 :** Présentation algue brune *Fucus vésiculeuse* (**Bekiret et Mimoune, 2021**).

### **3. Morphologie des algues :**

Les macros algues sont constituées à leur base par des crampons, leurs permettant de se fixer sur un support. Elles absorbent les nutriments par toute la surface du thalle en contact avec l'eau. Les crampons sont surmontés d'un pédoncule de longueur et de diamètre variable, le stipe. L'algue se termine par une fronde qui peut être découpée en filaments, cordons ou lanières (Fig. 3) (**Reviers, 2014**).



**Figure 3 :** Représentation schématique d'une macro-algue brune (Abdi, 2020).

#### 4. Fucus vésiculeuse :

##### 4.1. Définition :

Le Fucus vésiculeux, communément appelé Fucus vésical, est une algue brune connue pour sa riche composition en composés bioactifs, notamment la fucoxanthine, les phlorotannins et le fucoïdane. Cette algue est reconnue pour ses bienfaits potentiels pour la santé, notamment en termes d'activités antioxydantes, notamment en iode et en mucilage, anti-collagénases et antibactériennes, ainsi que pour ses applications dans les industries alimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Resende et al., 2023 ; Savitri et al., 2024).

De plus, F. vésiculeuse (Fig. 4) a été étudié pour son rôle dans la santé intestinale et la gestion du cholestérol, démontrant ainsi sa capacité à inhiber la biosynthèse et l'absorption du cholestérol (André et al., 2024 ; Anjum et al., 2024).



**Figure 4 :** Fucus vésiculeuse (Manuelle, 2013).

**Classification Fucus vésiculeuse (Alam, 2015) :**

- **Règne** : Protista (ou Chromista, selon les classifications)
- **Phylum** : Ochrophyta
- **Classe** : Phaeophyceae (algues brunes)
- **Ordre** : Fucales
- **Famille** : Fucales
- **Genre** : *Fucus*

**4.2. Habitat et description :**

Fucus vésiculeuse est une algue brune appartenant à la famille des Fucales. Elle pousse principalement sur les rivages rocheux des zones tempérées et froides, notamment dans l'Atlantique Nord et la mer Baltique en particulier dans les zones de fond dur peu profondes pouvant atteindre 10 mètres de profondeur (Rothäusler *et al.*, 2015) (Fig. 5).



**Figure 5** : Cartographie de la répartition du Fucus vésiculeuse (couleur jaune indique la présence de Fucus vésiculeuse) (Cox *et al.*, 2020).

**4.3. Cycle de vie :**

Le cycle de vie de Fucus vésiculeuse est diplontique, dominé par une phase diploïde (2n). Les individus matures, appelés sporophytes, produisent des gamètes mâles (spermatozoïdes) et femelles (oosphères) dans des structures spécialisées appelées conceptacles, via la méiose (Fig. 6). La fécondation a lieu dans l'eau, formant un zygote diploïde qui se fixe à un substrat et se développe en un nouveau sporophyte. Contrairement à d'autres algues, les Fucus n'ont pas de phase haploïde multicellulaire, ce qui simplifie leur cycle de vie (Graham *et al.*, 2009 ; Lobban & Harrison 1994)

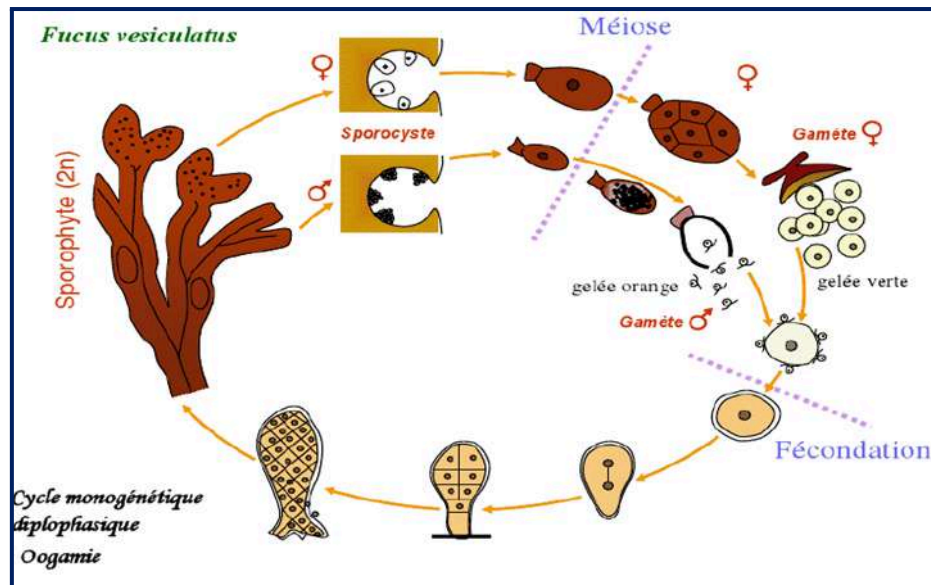


Figure 6 : Schéma présente cycle haplophasique d'une algue Fucus vésiculeuse (Bouatrous, 2017).

#### 4.4. Propriété chimique et biologique :

Généralement, Les algues représentent une source significative de fibres, avec une teneur variante entre 33 % et 61 %, et 80 % d'eau.

Une fois séchées, elles n'en contiennent que 10 à 20 % de l'eau, composées de 80 à 90 % de glucides, de protéines, de minéraux, de vitamines et d'une très faible quantité de matières grasses, soit environ 1 à 2 % (Cayla, 1995) (Tableau 1).

#### Propriété chimique :

- **Composition en polysaccharides :** Les Fucus vésiculeuse contiennent des polysaccharides Sulfatés, notamment les fucoïdanes et les alginates, qui sont responsables de nombreuses de leurs propriétés biologiques (Silchenko et al., 2023) (Tableau 1).

- **Teneur en iode :** Le Fucus vésiculeuse est une source naturelle d'iode, avec des concentrations variant en fonction de l'environnement de croissance (eau de mer) (Rey-Crespo et al., 2013) (Voir Tableau 1).

- **Composés phénoliques :** sont riches en composés phénoliques, tels que les phlorotannins, qui contribuent à leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (Kang et al., 2020)

- **Minéraux et oligo-éléments :** Les Fucus sont riches en minéraux essentiels comme le calcium, le magnésium, le potassium et le zinc, ainsi qu'en oligo-éléments (Le Lann et al., 2023) (voir tableau 2).

● **Protéines et acides aminés** : contiennent des protéines et des acides aminés essentiels, bien qu'en quantités moindres que les polysaccharides (**Cherry et al., 2021**) (voir tableau 2).

● **Fucoïdanes** : sont présents chez le fucus vésiculeuse, sont des polysaccharides sulfatés très complexes. Il est difficile de leur assigner une formule et une structure chimique unique car ils forment un ensemble de molécules hétérogènes, qui vont varier en fonction de leur algue d'origine. Plusieurs études démontrent leur pouvoir anti- oxydant, mais les dernières recherches se portent plus sur leur potentiel en tant qu'anti- cancéreux et en tant qu'antithrombotiques (**Daude, 2022**) (Tableau 1).

**Tableau 1** : Fiche nutritionnelle de Fucus vésiculeuse (**Ollier, 2017**).

Composant	Unité	Valeur moyenne pour 100 g d'algue séchée	Composant	Unité	Valeur moyenne pour 100 g d'algue séchée
Energie	Kcal	194	Eau	G	11,6
Glucides	G	15,7	Lipides	G	1,3
AG saturés	G	0,35	AG mono insaturés	G	0,20
Minéraux	G	19,6	Bêta-carotène	Mg	ND
Protéines	G	7,4	Vitamine K	Mg	12
Fibres alimentaires	G	44,6	Vitamine D	Mg	12
Sodium	Mg	4023	Vitamine E	Mg	ND
Magnésium	Mg	885	Vitamine C	Mg	ND
Phosphore	Mg	ND	Vitamine B1	Mg	ND
Potassium	Mg	3272	Vitamine B2	Mg	ND
Calcium	Mg	1167	Vitamine B3	Mg	1,7

Manganèse	Mg	8,3	Vitamine B5	Mg	ND
Fer	Mg	14,7	Vitamine B6	Mg	ND
Cuivre	Mg	0,4	Vitamine B8	Mg	47,3
Zinc	Mg	8,2	Vitamine B9	Mg	ND
Iode	Mg	40	Vitamine B12	Mg	ND
Sélénium	Mg	88,4			

**Propriété biologique :**

- **Activité antioxydante :** Le Fucus vésiculeuse contient des composés phénoliques, des flavonoïdes et des polysaccharides qui leur confèrent une forte activité antioxydante, utile pour lutter contre le stress oxydatif et les radicaux libres (**Silva et al., 2023**).
- **Activité anti-inflammatoire :** Les polysaccharides sulfatés (comme les fucoïdanes) présents dans les Fucus ont démontré des effets anti-inflammatoires, potentiellement bénéfiques pour les maladies inflammatoires chroniques (**Wang et al., 2024**).
- **Effet sur la thyroïde :** Le Fucus est riche en iode, un élément essentiel pour la synthèse des hormones thyroïdiennes. Il est traditionnellement utilisé pour soutenir la fonction thyroïdienne, mais son utilisation doit être contrôlée pour éviter les surdosages en iode (**Le Lann et al., 2023**).
- **Activité antivirale et antimicrobienne :** Les fucoïdanes et autres polysaccharides ont montré des propriétés antivirales et antimicrobiennes, notamment contre certains virus et bactéries pathogènes (**Chen et al., 2024**).
- **Effet sur le métabolisme :** Le Fucus est étudié pour son potentiel à réguler le métabolisme lipidique et à réduire l'obésité grâce à ses composés bioactifs (**Torres et al., 2024**).

**Tableau 2** : Fichier des compositions biochimiques de Fucus vésiculeuse (**Holdt et Kraan, 2011**).

Composant	Propriétés	Applications
Alginate	Géifiant, stabilisant	Industrie alimentaire
Fucoïdane	Anticoagulant, antioxydant	Pharmacologie
Iode	Régulation thyroïdiennes	Compléments alimentaires
Polyphénols	Anti-inflammatoire, antioxydant	Cosmétique, santé

#### 4.5. Culture :

La récolte du Fucus se fait manuellement sur les rivages. Les tiges sont coupées à 57 environ 20 cm du crampon, ainsi à cette longueur l'algue pourra pousser de nouveau (**Amandine, 2017**).

#### 4.6. Usage :

Le Fucus vésiculeuse est utilisé comme fertilisant par les populations locales (**González-Hernández et al., 2023**). Il entre également dans la composition de produits cosmétiques tels que les shampooings et gels douche (**Pimentel et al., 2024**). « Le fucus est traditionnellement utilisé pour aider à contrôler son poids en augmentant la sensation de satiété » est un coupe faim naturel, est une algue contenant des éléments minéraux dont l'iode (**Luthuli et al., 2023**).

La capacité de l'iode à stimuler la fonction thyroïdienne connus pour leur action sur le métabolisme de lutter contre l'hypothyroïdie et le goitre. L'algue entre également dans la composition de la spécialité médicament indiqué dans le traitement de la constipation à raison de 50 mg par comprimé en association avec de la bourdaine et de la cascara (**Amandine, 2017**).

#### 4.7. Justification scientifique des applications médicale :

Le Fucus vésiculeuse est reconnu pour leur potentiel thérapeutique dans la prévention et le traitement de plusieurs maladies chroniques notamment le diabète (**Zhang et al., 2023**), les maladies cardiovasculaires (**Marques et al., 2024**), et les troubles neurodégénératifs (**Silva et al., 2023**). Leur richesse en composés bioactifs, tels que les fucoïdanes, les polyphénols et les caroténoïdes (**Holdt et Kraan, 2011**).

**a. Activité antidiabétique**

Les Fucus ont démontré des effets hypoglycémiantes et insulinosensibilisants dans plusieurs études. Les fucoïdanes et les polyphénols présents dans ces algues agissent en :

- Inhibant les enzymes digestives ( $\alpha$ -amylase et  $\alpha$ -glucosidase), réduisant ainsi l'absorption des glucides et contrôlant la glycémie postprandiale (**Lee et al., 2024**).
- Améliorant la sensibilité à l'insuline en modulant les voies de signalisation impliquées dans le métabolisme du glucose (**Zhang et al., 2007**).

Ces propriétés en font des candidats prometteurs pour la gestion du diabète de type 2

**b. Protection cardiovasculaire**

Contribuent à la santé cardiovasculaire grâce à leurs propriétés hypolipidémiantes, antioxydantes et anticoagulantes.

- Les fucoïdanes : réduisent les niveaux de cholestérol LDL et augmentent le cholestérol HDL, prévenant ainsi l'athérosclérose (**Wang et al., 2023**).
- Inhibent l'oxydation des lipoprotéines, un facteur clé dans la formation des plaques artérielles (**Wang et al., 2010**).
- Préviennent la formation de caillots sanguins grâce à leur activité anticoagulante similaire à celle de l'héparine (**Pomin, 2012**).

**c. Effets neuroprotecteurs**

Sont également étudiés pour leur potentiel dans la protection contre les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson.

- Les fucoxanthines et les polyphénols : Réduisent le stress oxydatif dans les cellules neuronales, protégeant contre la Neurodégénérescence (**Ishikawa et al., 2008**).
- Inhibent l'agrégation de protéines toxiques (comme la  $\beta$ -amyloïde), un mécanisme clé dans la progression de la maladie d'Alzheimer (**Zhang et al., 2013**).
- Modulent l'inflammation cérébrale, réduisant ainsi les dommages neuronaux (**Jang et al., 2012**).

**d. Apport en iode**

Est une source naturelle riche en iode, avec une teneur variante entre 250 et 1200  $\mu\text{g/g}$  de matière sèche (**Le Lann et al., 2023**). L'iode est essentiel à la synthèse des hormones thyroïdiennes, qui régulent le métabolisme, la croissance et le développement cognitif. Une carence en iode peut causer des troubles comme le goitre ou l'hypothyroïdie, tandis qu'un excès peut également être néfaste (**Rasmussen et al., 2024**).

Le Fucus vésiculeuse sont utilisés comme complément alimentaire pour prévenir les carences, notamment dans les régions éloignées des côtes. Leur richesse en minéraux (comme le sélénium) favorise une meilleure assimilation de l'iode, en faisant une alternative naturelle et durable au sel iodé (**Küpper et al., 2018**).

Les études sur l'algue Fucus vésiculeuse chez l'humain sont insuffisantes pour confirmer ses propriétés. Toutefois, l'usage traditionnel de cette plante ne semble pas entraîner d'effets néfastes. Il est recommandé d'indiquer la quantité d'iode dans les compléments alimentaires contenant cette algue. Une étude a utilisé 500 mg par jour de Fucus vésiculeuse pour des effets bénéfiques sur le métabolisme glucidique. En l'absence de plus de données, une dose de 500 mg par jour peut être suggérée, à condition que l'étiquetage précise la teneur en iode, sans dépasser 150 µg par jour pour respecter l'apport journalier recommandé (**Ollier, 2017**).

#### **4.8. Soins de la peau :**

La peau possède plusieurs fonctions importantes pour le corps humain : une protection physique, chimique et bactériologique vis-à-vis du milieu extérieur (**Fore, 2006**).

La capacité de réparation et de régénération, dont le siège est principalement situé au niveau de la couche intermédiaire, le derme. En effet, le collagène, les fibroblastes, l'élastine ou encore l'acide hyaluronique qui y sont présents sont les principaux acteurs du phénomène de cicatrisation de plaies (**Rittié et Fisher, 2015**).

##### **a) Vieillessement cutané :**

En plus du vieillissement naturel, l'exposition aux rayons UV accélère le vieillissement cutané en générant des radicaux libres. Ces derniers provoquent un stress oxydatif, réduisant la capacité de régénération de la peau et entraînant la sénescence cellulaire. Ils diminuent également la production d'acide hyaluronique et de collagène, favorisant ainsi l'apparition des rides (**Zhang et Duan, 2018 ; Gu et al., 2020 ; Freitas et al., 2020**).

Les algues contiennent des peptides et acides aminés essentiels à l'hydratation et à la synthèse de l'acide hyaluronique. Certaines, comme *Porphyra* et *Palmaria*, renferment des MAAs, offrant une protection anti-UV (**Ariede et al., 2017**). Les algues contiennent des pigments comme la chlorophylle et les caroténoïdes, utilisés comme colorants naturels et pour leurs propriétés antioxydantes en cosmétique (**Pereira, 2018**).

##### **b) Déshydratation et sècheresse cutanée**

La peau peut être sèche par manque de lipides et d'acides aminés au niveau de l'épiderme ou elle peut également manquer d'hydratation plus en profondeur, au niveau de la couche dermique. Les algues sont majoritairement utilisées pour l'effet hydratant sous forme d'extrait (**Jesumani et al., 2019**).

Cela peut s'expliquer car, comme mentionné auparavant, les algues sont riches en beaucoup de composés actifs, elles sont sources notamment de polysaccharides, de nombres de composés antioxydants mais également de nombreuses vitamines, de lipides et d'acides aminés. (**Pimentel, 2018**).

#### c) Acné

L'acné découle d'un ensemble de facteurs : un surplus de production de sébum de la peau, une obstruction des pores et une prolifération d'une bactérie en particulier : *Cutibacterium acnes* (**Kanwar et al., 2018**).

Comme montré auparavant, les algues peuvent présenter des propriétés hydratantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes : ces trois actions font des algues des organismes intéressants pour lutter contre l'acné (**Morais et al., 2021**).

#### d) Cellulite

Certaines algues se retrouvent dans des produits cosmétiques à visée anticellulite, certaines algues comme *Fucus vésiculeuse*, est utilisée sous forme micronisée dans des cosmétiques visant à lutter contre la cellulite.

L'effet de des algues peut s'expliquer par le fait qu'elles stimulent les tissus et la circulation sanguine au niveau de la zone d'application, aidant ainsi à drainer la zone et à mobiliser les cellules graisseuses et contribuant à un résultat visible (**Pereira, 2018**).

### 4.9. Justification des allégations :

Les études sur l'algue *Fucus vésiculeuse* chez l'être humaine sont insuffisantes pour confirmer ses propriétés. Toutefois, l'usage traditionnel de cette plante ne semble pas entraîner d'effets néfastes. Il est recommandé d'indiquer la quantité d'iode dans les compléments alimentaires contenant cette algue. Une étude a utilisé 500 mg par jour de *Fucus vésiculeuse* pour des effets bénéfiques sur le métabolisme glucidique. En l'absence de plus de données, une dose de 500 mg par jour peut être suggérée, à condition que l'étiquetage précise la teneur en iode, sans dépasser 150 µg par jour pour respecter l'apport journalier recommandé (**Ollier, 2017**).

#### 4.10. Utilisation commerciale :

- **Utilisation dans l'industrie alimentaire :**

Les algues *Fucus* sont utilisées dans l'alimentation humaine principalement sous forme de compléments nutritionnels. Elles sont riches en iode, un minéral essentiel pour la fonction thyroïdienne, ainsi qu'en vitamines (A, C, E et certaines du groupe B), minéraux (calcium, magnésium, potassium) et antioxydants (**Holdt & Kraan, 2023**). Leur teneur en fibres, notamment en alginate, en fait un ingrédient populaire dans les produits diététiques pour favoriser la satiété et soutenir la digestion. Les extraits de *Fucus* sont également incorporés dans des boissons, des snacks santé et des poudres nutritionnelles pour leurs bienfaits sur la santé (**O'Sullivan et al., 2023**).

- **Utilisation dans l'industrie cosmétique :**

Les extraits de *Fucus vésiculeuse* sont utilisés dans les produits cosmétiques en raison de leurs propriétés anti ride pour leur capacité à stimuler le collagène (-22% des rides) et à hydrater la peau (+35% d'hydratation) (**Pimentel et al., 2024**). Leurs effets anticellulite, démontrés cliniquement (-32% de sévérité), s'expliquent par une action combinée sur la microcirculation et le métabolisme lipidique (**Tavares et al., 2023**). Les procédés d'extraction durables (ultrasons) optimisent leur teneur en fucoïdane et phlorotannins (**Silva et al., 2023**).

- **Utilisation dans l'industrie pharmaceutique :**

Les algues *Fucus* sont une source importante de composés bioactifs, tels que les fucoïdanes, des polysaccharides sulfatés aux propriétés anti-inflammatoires (**Wang et al., 2024**), antioxydantes (**Gómez-Guzmán et al., 2024**) et immunostimulantes (**Silva et al., 2023**). Ces composés sont étudiés pour leur potentiel dans le traitement de diverses maladies, notamment le cancer (**Chen et al., 2023**), les troubles cardiovasculaires (**Marques et al., 2024**) et les infections virales (**Zhang et al., 2024**). Les extraits de *Fucus* sont également utilisés dans des suppléments pour soutenir la santé thyroïdienne (**Le Lann et al., 2023**) et métabolique en raison de leur teneur en iode (**Torres et al., 2024**). En outre, (**O'Sullivan et al., 2023**) leurs propriétés antimicrobiennes en font un ingrédient prometteur pour le développement de nouveaux médicaments (Fig. 7)



**Figure 7 :** Gélules de Fucus Natur-active (Naturactive, 2021).

- **Utilisation dans l'agriculture et les engrais :**

Les algues Fucus vésiculeuse sont également utilisées dans l'agriculture comme engrais naturel et stimulateur de croissance pour les plantes. Leur richesse en minéraux, oligo-éléments et hormones végétales en fait un excellent amendement pour améliorer la fertilité des sols et renforcer la résistance des cultures aux maladies. Les extraits de Fucus sont souvent transformés en poudres ou en liquides pour être appliqués directement sur les plantes ou dans le sol (Khan et al., 2009).

**5. L'algue brune *Rugulopteryx okamurae* :**

**a. Historique**

*Rugulopteryx okamurae* est une algue brune de la famille des Dictyotacea, originaire du Japon, de Taïwan, de Chine, de Corée et d'Amérique du Nord. Auparavant, elle était répertoriée sous le nom de *Dilophus okamurae*, mais est également connue sous le nom de *Dictyota marginata* ou *Dilophus marginatus* (Guiry, 2025).

Sa présence en Europe a été signalée pour la première fois dans un port français (étang de Thau) en 2002. Plus tard, en 2015, elle a été observée pour la première fois dans le détroit de Gibraltar, à Ceuta, mais ce n'est qu'en 2016 qu'elle est apparue à Tarifa (Cadix, Espagne) (Faria et al., 2022).

À ce jour, sa présence a également été signalée dans la mer d'Alboran, en Provence (France) et sur la côte portugaise, atteignant également les îles des Açores (Faria et al., 2022) (Fig. 8).

Il s'agit d'un cas d'invasion cryptique, où l'espèce envahissante est si similaire à l'espèce indigène qu'elle peut être difficile à identifier. Dans ce cas précis, elle peut être confondue avec des algues du genre *Dictyota* (Altamirano et al., 2019).

Elle est devenue une espèce exotique envahissante importante dans diverses régions, notamment en Méditerranée et dans le détroit de Gibraltar, où elle représente d'importantes menaces écologiques et économiques. Cette espèce est connue pour sa propagation rapide et sa capacité à modifier les écosystèmes marins, ce qui en fait un sujet de préoccupation pour la biodiversité et la gestion des côtes (Gheorghiu, 2022).



**Figure 8 :** Algue *Rugulopteryx okamurae* (Sandrine, 2019).

#### **b. Impact écologique et économique**

*R. okamurae* a été identifiée comme l'une des espèces envahissantes les plus nuisibles de la Méditerranée, affectant les réseaux trophiques marins et les structures communautaires (Marletta et al., 2024).

Il cause d'importants problèmes économiques, ayant un impact sur la pêche, le tourisme et l'aquaculture en raison de son accumulation sur les plages et de son interférence avec les filets de pêche (García-Gómez et al., 2018).

L'expansion rapide de l'espèce dans le détroit de Gibraltar a entraîné l'accumulation d'une grande biomasse, affectant les écosystèmes côtiers par la décomposition (García-Gómez et al., 2018).

**c. Composés bioactifs et utilisations potentielles**

L'espèce contient des niveaux élevés de glucides, de graisses et de nutriments essentiels, avec une activité antioxydante significative en raison de sa teneur en polyphénol **(Belhadj et al., 2024)**.

Ces composés bioactifs présentent des opportunités de valorisation dans diverses applications, susceptibles de compenser certains impacts négatifs en apportant des avantages économiques **(Belhadj et al., 2024)**.

---

*Chapitre II :*

*Matériel et méthodes*

---

## I. Récolte et préparation des algues brunes (*Fucus vésiculeuse* et *Reguloptirix okamurea*)

### 1. Objectif :

L'objectif de notre étude consiste à récolter et préparer l'algue brune *Fucus vésiculeuse* et *R. Okamurae* selon des méthodes durables, formuler une crème de visage dans laboratoire de l'université Ain Temouchent à base d'extraits de *Fucus vésiculeuse* et *R. Okamurae* (par le même protocole pour les deux algues) intégrant des principes actifs marins (fucoïdanes, alginate, polyphénols). Évaluer les propriétés organoleptiques, physico-chimique et microbiologique de la crème finie (texture, pH, etc.) afin de valider son potentiel en cosmétique.

### 2.1.Sortie à la plage Sassel à Ain Temouchent

Nous avons fait une sortie réalisée sur le littoral de Sassel (Aïn Temouchent, Algérie), zone connue pour sa biodiversité algale.

#### a) Récolte des algues brunes

Dans le cadre de ce travail, une récolte manuelle d'algues brunes (*Fucus vésiculeuse*, *D. Okamurae*) a été effectuée en mai 2025 sur l'estran rocheux de la plage de Sassel (Aïn Temouchent, Algérie).

Un effort particulier a été fourni pour la récolte des matières premières, notamment les deux espèces d'algues marines (*Fucus vesiculosus* et *R. Okamuraea*). Pour cela, nous avons entrepris plusieurs sorties sur le littoral, notamment vers les plages de Béni Saf, Targa et d'autres zones côtières de la wilaya d'Ain Temouchent, entre les mois de novembre, décembre, février et avril.

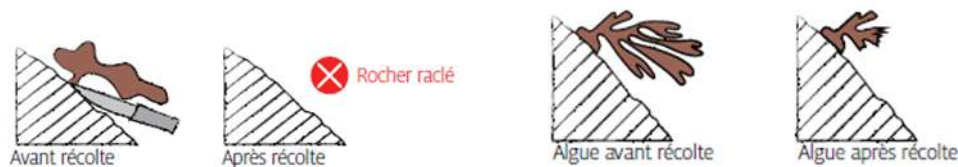
Une récolte manuelle rigoureuse et respectueuse de l'environnement, illustrant l'engagement personnel et la motivation investis tout au long de ce projet (Fig. 09 ; 10) .

Les échantillons ont été prélevés selon un protocole respectueux de la biodiversité : sectionnement du tiers supérieur des thalles, préservation systématique des crampons, et exclusion des spécimens présentant des signes d'épiphytisme ou de détérioration. Immédiatement après la collecte, conditionnées dans des sacs isothermes avant transport au laboratoire.



**Figure 9 : Récolte des algues brunes (personnel)**

**Ne pas totalement récolter toute l'algue :** Laisser le crampon et un morceau de chaque algue accrochée à son support, cela permet la repousse de l'algue pour le Fucus vésiculeuse (Manuelle, 2013).



**Figure 10:** Une récolte manuelle rigoureuse et respectueuse de l'environnement.

**Ne pas racler le rocher avec un outil :** certaines algues ont un stade de reproduction qui est microscopique et fixé aux rochers. En raclant les rochers, on limite la repousse de nouvelles algues (Manuelle, 2013).

### **b) Lavage**

Après la récolte, les échantillons on a trier en laboratoire. Permis d'éliminer manuellement les impuretés (sable, et coquillage et débris divers). Les algues ont ensuite été lavées par rinçage à l'eau potable sous agitation douce pendant 5 minutes, opération répétée trois fois afin d'éliminer complètement les sels résiduels et les particules fines adhérentes (Fig. 11).



**Figure 11 : Elimination des impuretés (personnel).**

### **c) Séchage**

Il existe deux méthodes principales pour sécher les algues. Séchage par des étuve et séchage à température ambiante :

- **Séchage par l'étuve :**

On a disposé les algues brunes préalablement lavées en couche mince ( $\leq 2$  cm) dans une étuve ventilée réglée à 40 °C (Fig. 12). Procéder au séchage durant 48 h ou jusqu'à obtention d'une masse constante. Contrôler l'humidité résiduelle toutes les heures, en veillant à ce qu'elle reste inférieure à 8 %, cette durée/température préserve les fucoïdanes (Pereira et al., 2021).



**Figure 12 : Séchage par étuve (personnelle).**

- **Séchage manuelle :**

Les algues ont été séchées manuellement en l'étalant en fine couche sur une surface propre, puis exposé au soleil pendant 15 jours. Ce séchage naturel a permis une évaporation progressive de l'eau tout en préservant les composés bioactifs sensibles à la chaleur, rendant ainsi les algues prêtes pour les étapes ultérieures d'extraction ou de formulation cosmétique (Fig. 13).



**Figure 13 :** Séchage à température ambiante (**personnelle**).

**d) Broyage**

Une fois les algues séchées, elles sont broyées à l'aide d'un moulin au broyeur a café pendant 2 à 5 minutes. Le temps de broyage est le même pour toute la quantité utilisée. La poudre obtenue est ensuite tamisée à 100  $\mu\text{m}$  afin d'assurer une granulométrie homogène, compatible avec les exigences des formulations cosmétiques (Fig. 14 ; 15).

Ce protocole préserve l'intégrité des polysaccharides tout en assurant une granulométrie optimale pour l'incorporation (**Déléris et al., 2018**).



**Figure 14 :** Broyer l'algue sécher.



**Figure 15 :** Les algues en poudre.

## 2. Matériel du laboratoire

Les différents équipements de préparation utilisés dans notre expérimentation sont comme suite :

- Balance de précision ( $\pm 0,01$  g)
- Bêchers en verre borosilicaté
- Plaque chauffante avec agitateur magnétique
- Thermomètre
- Filtres stériles
- Verre de montre
- Éprouvette
- Bain -marie
- Casserole

Nous avons établi un questionnaire sur l'incorporation pour les deux algues pour la formation d'une crème de visage naturelle (Fig. 16).

**Questionnaire d'évaluation de la crème cosmétique naturelle " Perle Bleu "**

**Nom du produit :** " Perle Bleu "

**Date :**

**Nom de la personne interrogée (facultatif) :**

Merci d'évaluer les caractéristiques suivantes en cochant la case appropriée :

<b>Avant tester</b>			
<b>Critère</b>	<b>Très bon</b>	<b>Bon</b>	<b>Mauvais</b>
1. Odeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Couleur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Texture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Aspect	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Après tester</b>			
1. Odeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Couleur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Texture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Aspect	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Facilité d'application	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Hydratation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sensation après application	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Commentaires ou suggestions :**

.....

.....

.....

**Figure 16 :** Questionnaire sur l'incorporation pour les deux algues dans une crème de visage (**Personnel**).

### 3. Méthode :

#### 1) Conduite et organisation de travail

Nous avons commencé par les propriétés naturelles des algues et de maîtriser les techniques d'extraction. Bien que nous ne puissions pas encore garantir une uniformité parfaite des actifs marins issus de cette algue.

- Étant donné les variations saisonnières, la localisation de la récolte et les conditions de transformation
- Chaque étape nous permet d'affiner notre procédé pour formuler une crème au potentiel hydratant, raffermissant et détoxifiant.

## 2) Préparation de l'extrait des algues

L'extraction des composés bioactifs des algues a été réalisée par macération aqueuse chaude (Balboa *et al.*, 2013).

La poudre des algues a été immergée dans de l'eau distillée préchauffée à 60°C (Rioux *et al.*, 2007). Quelques grammes d'algues pour 10 ml d'eau (Fig. 17) (Pádua *et al.*, 2015).

**Température 60°C** : est couramment utilisée pour éviter la dégradation thermique des polysaccharides Polyphénols : Rendement optimisé à 60–70°C (Zhou *et al.*, 2020).



**Figure 17** : Préparation de l'extrait des algues brunes (personnelle).

## 3) Filtration

Le mélange a ensuite été filtré (Fig. 18) et pressé à l'aide d'un tamis à filtre afin d'éliminer les résidus solides.



**Figure 18** : Filtration de l'extrait des algues brunes (personnelle).

## II. Fabrication du crème de visage à base des algues brunes

L'objectif de notre étude consiste à évaluer l'efficacité d'une crème de visage enrichie aux extraits des algues brunes, en analysant ses propriétés cosmétiques (hydratation, élasticité, anti-âge) et ses potentiels bienfaits thérapeutiques (soutien cardiovasculaire et thyroïdien) à différentes concentrations d'algues marines.

### 1. Ingrédients cosmétique

Les autres composants utilisés pour la formulation de la crème visage sont listés ci-dessous :

- Huile végétale jojoba (hydratant, Antioxydant, Régulatrice de sébum)
- Cire d'abeille (agent texturant et filmogène)
- Émulsifiant naturel (acide stéarique)
- Eau distillée ou eau de rose
- Conservateur d'origine naturelle (Cosgard)
- Huile essentielle (géranium) quelque goutte
- Beurre karité
- Glycérine végétale
- Gel Grain de line

### 3. Méthode de fabrication de crème

#### A. Préparation des deux phases :

- **Réalisation de la phase huileuse :**

Dans un bécher en verre, (voir Fig.19) la phase huileuse est chauffée au bain marie (huile+ acide stéarique + cire d'abeille + beurre de karité) à température de 70°C jusqu'à fusion complète des composants.



**Figure 19** : Préparation la phase l'huileuse (Personnelle).

- **Réalisation de la phase aqueuse :**

On a préparé la phase aqueuse en mélangeant l'extrait des algues (riche en principes actifs marins) (Pérez *et al.*, 2016) avec l'eau de rose (Boskabady *et al.*, 2011) pour ses propriétés hydratantes et apaisantes (Hajhashemi *et al.*, 2010).

Le mélange a été légèrement chauffé (voir Fig. 20) environ 70°C pour homogénéiser les ingrédients sans altérer leurs bienfaits (Chemat *et al.*, 2019).



**Figure 20 :** Préparation de la phase aqueuse (Personnelle).

- **Préparation de l'émulsion (crème) :**

La phase aqueuse a été versée dans la phase grasse par petites fractions en mélangeant toujours. Une agitation mécanique (800–1200 rpm) peut assurer la bonne homogénéisation des deux phases jusqu'à refroidissement à 40°C (Tadros, 2005 ; Myers, 2006), après on a ajouté quelque goutte de l'huile essentielle de géranium rosat (1%) de son effet anti-âge, elle permet de parfumer la crème, à la fin nous avons ajouté 2g de grain de lin et aussi de cosgard comme conservateur (2 gouttes pour 100 g de crème) (Fig. 21).



Figure 21 : Réalisation d'une crème (Personnelle).

### III. Caractéristiques microbiologiques du crème

#### 1. Objective :

Évaluer la qualité microbiologique d'une crème préparée selon un procédé biologique, en recherchant la présence éventuelle de micro-organismes pathogènes ou d'altération, afin de vérifier sa conformité aux exigences réglementaires et garantir sa sécurité d'utilisation pour les consommateurs.

#### 2. Préparation de la solution mère de l'échantillon à analyser : ISO/TR 19838 (2016).

Prélever 10 g de crème dans un flacon stérile et ajouter 90 ml de diluant TAT (Tryptone-Azolectine-Tween 20). Ce diluant est utilisé pour les produits gras ou lipophiles (crèmes, beurres, huiles...) afin de favoriser la dispersion des micro-organismes et neutraliser les conservateurs, grâce notamment à l'action du Tween 20 (Figure 22). La dilution  $10^{-1}$  obtenue est homogénéisée puis laissée 30 minutes à température ambiante avant l'analyse (Orth, 1993).



Figure 22 : Préparation des solutions mères (crème +TAT) (Personnelle).

Cette étape est suivie par la préparation de dilutions décimales successives, selon le protocole standard. Pour ce faire, 1 ml de la solution mère ( $10^{-1}$ ) est transféré aseptiquement dans 9 ml d'eau physiologique stérile (Fig. 23).



**Figure 23** : Préparation des dilutions soumis à l'analyse (**Personnelle**).

### **3. Recherche de la flore totale aérobie mésophile : ISO 21149/ NA 8287 :**

L'analyse se réalise selon deux approches. La première consiste à verser 1 ml de la solution mère ( $10^{-1}$ ) au fond de boîtes de Pétri stériles, puis à y ajouter 10 à 15 ml d'un milieu de culture fondu et refroidi (TSA, gélose Eugon LT100 ou PCA).

L'ensemencement est effectué en double série pour chaque échantillon (voir Fig. 24). Après solidification, les boîtes sont incubées à  $32,5 \pm 2,5$  °C pendant 24 à 48 heures.

Des boîtes témoins, contenant uniquement le milieu de culture non ensemencé, sont également incubées afin de vérifier l'absence de contamination.

À l'issue de l'incubation, les colonies lenticulaires apparues dans la masse sont comptées, puis les résultats sont multipliés par le facteur de dilution correspondant pour déterminer la concentration microbienne (**Merabet & Benyeza, 2021**).



**Figure 24 :** Recherche de la flore totale aérobie mésophile (**Personnelle**).

#### **4. Recherche de *Staphylococcus aureus* (ISO 22718, 2015)**

**Isolement :** À l'aide d'une pipette pasteur stérile, étaler par des tries une aliquote du bouillon d'enrichissement à la surface de la gélose Baird Parker. Incuber à  $32,5\text{ °C} \pm 2,5\text{ °C}$ , pendant au moins 24 h à 48 h (Fig. 25) (**Merabet & Benyeza, 2021**).

**Lecture :** Vérifier la présence de colonies caractéristiques : Colonies noires et brillantes, entourées d'un halo clair (de 2 mm à 5 mm).

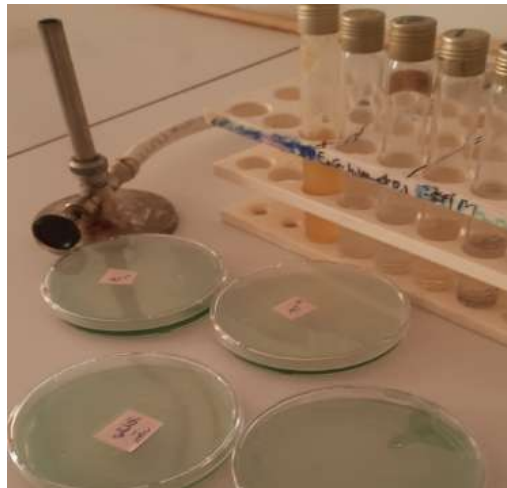


**Figure 25 :** Recherche de *Staphylococcus aureus* (**Personnelle**).

### 5. Recherche d'*Escherichia coli* (ISO 21150, 2015).

Une aliquote du bouillon d'enrichissement est étalée en stries à la surface de milieux gélosés VRBL. Les boîtes ainsiensemencées sont ensuite incubées à  $32,5 \pm 2,5$  °C pendant 48 heures (voir Fig. 26).

**Lecture** : vérifier la présence de colonies caractéristiques : colonies rouge brique ; peut-être entourées d'une zone de bile précipitée.



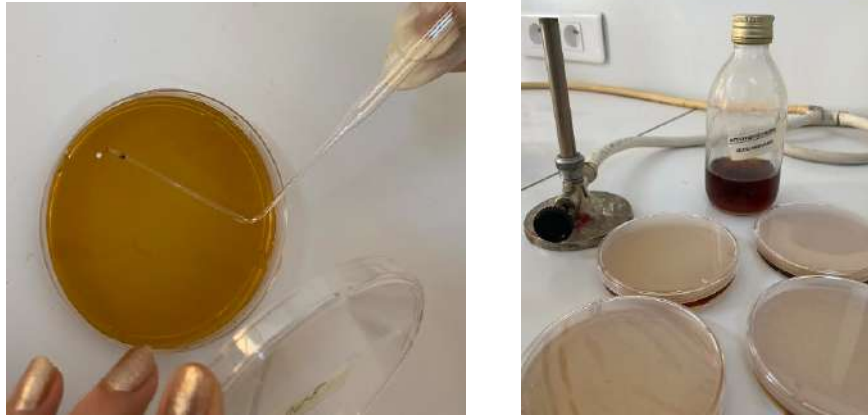
**Figure 26** : Recherche d'*Escherichia coli* (Personnelle).

La présence d'E. Coli est confirmée par culture sur gélose à l'éosine et au bleu de méthylène (gélose EMB), incubé 48 h à 32.5°C.

### 6. Recherche de *Candida albicans* (ISO 18416, 2015).

Ensemencer en stries une aliquote du bouillon d'enrichissement sur la surface du milieu Sabouraud dextrose gélosé additionné de chloramphénicol, puis incubé pendant 5 jours à 25 °C (Fig. 27).

**Lecture** : Vérifier la présence de colonies morphologiquement caractéristiques, présentant une surface convexe, une texture crémeuse, et une coloration variant du blanc au beige clair.



**Figure 27 :** Recherche de *Candida albicans* (Personnelle).

En présence d'une culture positive présentant des caractères morphologiques typiques, l'identification des micro-organismes isolés sera effectuée à l'aide d'une galerie API, selon les germes recherchés.

#### **IV. Caractérisation physico-chimique du crème**

##### **1. La mesure du pH :**

Le pH de la crème a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre électronique calibré (starter3100), étalonné avec des solutions tampons pH 4,0 et 7,0). Le pH cible a été fixé entre 5,5 et 6,5, conformément au pH physiologique de la peau (Ali & Yosipovitch, 2013 ; Lambers et al., 2006), afin d'assurer la compatibilité cutanée et de préserver la fonction barrière de l'épiderme.

##### **2. Mesure de viscosité**

Pour vérifier que la valeur de la viscosité est suivant le standard international entre 0.5 et 1Pas.s. La mesure a été faite avec un viscosimètre numérique à trois reprises pour plus de fiabilité de résultats, en plongeant le spindal de viscosimètre dans le produit préparé et puis on fait la lecture après stabilisation de la valeur affichée (Voir Fig. 28).



**Figure 28 : Mesure de viscosité de la crème (Personnelle).**

### **3. Contrôle organoleptique :**

Réalisé selon la norme Algérienne **NA 8288/2006** les exigences générales des produits cosmétiques, le contrôle de la crème visage débute par une reconnaissance organoleptique, c'est-à-dire une évaluation sensorielle destinée à vérifier la conformité du produit à ses spécifications. Cette évaluation comprend :

- a. **L'aspect** : Examen visuel permettant d'évaluer l'homogénéité de la crème, l'absence de grumeaux, de phase séparée ou de cristallisation. La texture doit être lisse et uniforme.
- b. **La couleur** : Observation visuelle de la teinte du produit, qui doit être constante et conforme à la spécification annoncée par le fabricant.
- c. **L'odeur** : Examen olfactif visant à identifier l'odeur caractéristique de la crème. Celle-ci doit être agréable, spécifique à la formulation et exempte d'odeurs de rancissement ou d'altération.

---

*Chapitre III :*

*Résultats et discussion*

---

Rappelons que, le but de notre travail est de formuler et proposer un produit (crème hydratante) au même temps un traitement cardiovasculaire et thyroïdienne alors on a posé cette question : Comment on peut fabriquer un produit bio à base d'une algue marine brune (*Fucus vésiculeuse* et *Rugulopterix okamura*) ?

Le marché des cosmétiques naturels connaît une forte croissance, en particulier pour les soins anti-âges et hydratants, pourtant l'utilisation des algues reste limitée. Deux espèces intéressantes sont ciblées le *Fucus vésiculeuse*, à travers leur propriétés antioxydantes et raffermissantes, et *Rugulopterix okamura* reconnue pour ses effets hydratants et éclaircissants, en plus espèce envahissante dans notre littoral. Leur intégration permet de formuler des produits efficaces et naturels, répondant aux attentes des consommateurs.

### I. Identification des algues marines

Après la récolte des algues, on a pris un échantillon au laboratoire de l'université Ain Temouchent pour l'identification, mesurer sa taille et l'étudier au microscope (Fig. 29 ; 30 ; 31 ; 32 ; 33).



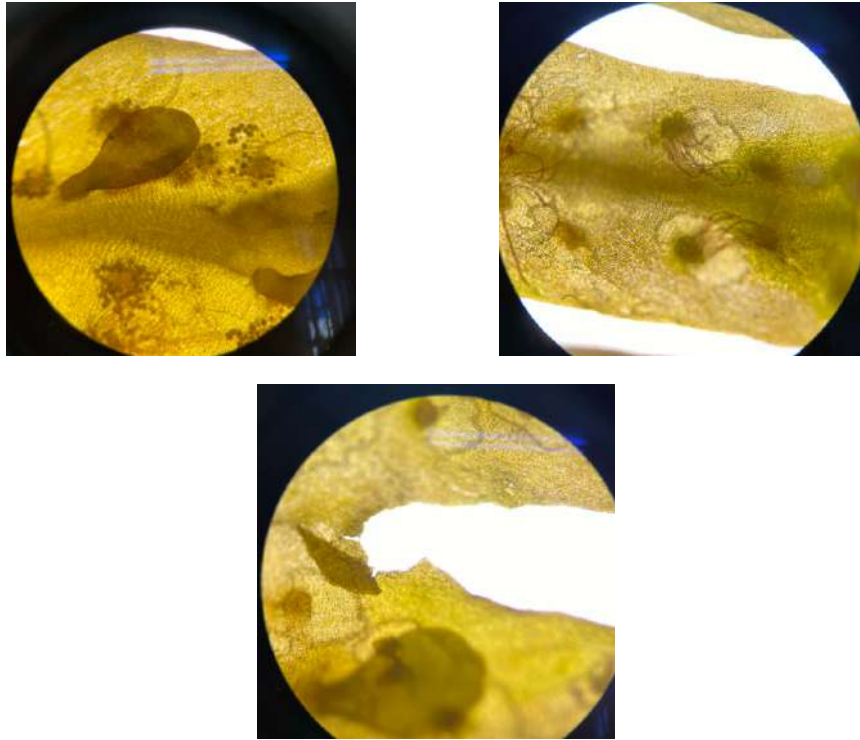
**Figure 29** : Identification des algues récoltées (**Personnelle**).



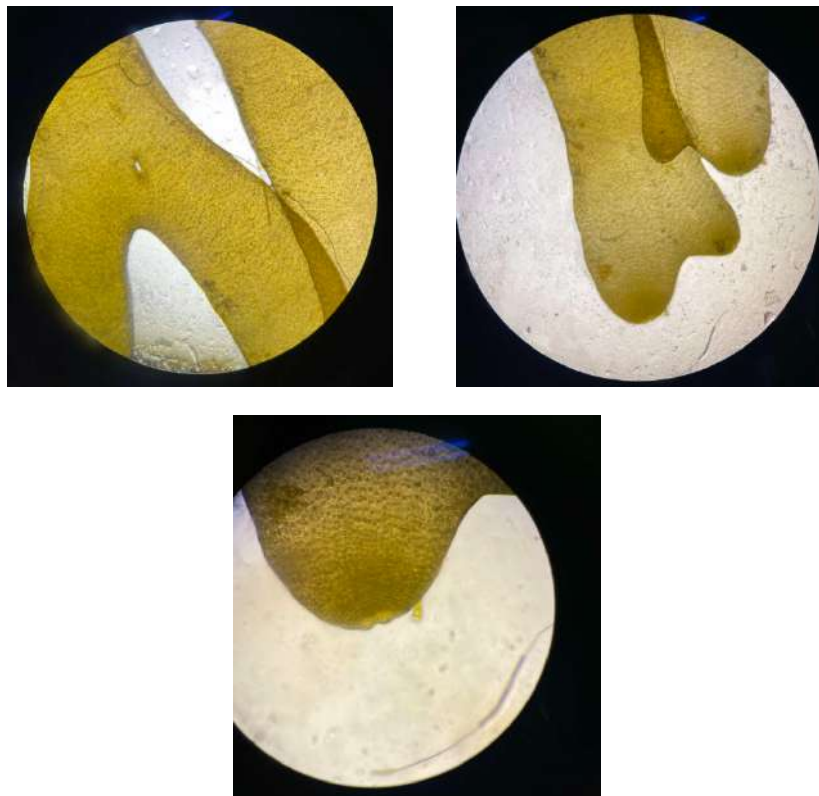
**Figure 30 : Mensurations d’algue Fucus Vésiculeuse (Personnelle).**



**Figure 31 : Mensuration d’algue *Rugulopterix okamura* (Personnelle).**



**Figure 32 :** Illustration d'étude microscopique d'algue *Fucus vésiculeuse* (**Personnelle**).



**Figure 33 :** Illustration d'étude microscopique d'algue *Rugulopterix okamura* (**Pesonnelle**).

## II. Les produits fabriqués

Deux types de crèmes à base d'algues ont été préparées dans le laboratoire du département d'agroalimentaire. La première crème est formulée avec du *Fucus vésiculeuse*, riche en antioxydants, tandis que la deuxième crème est formulée avec l'algue *Rugulopterix okamura* connue pour ses propriétés hydratantes et régénérantes pour la peau. La crème doit avoir la viscosité appropriée pour faciliter son extraction et assurer sa répartition uniforme sur la peau.

Les graines de lin sont utilisées dans la formule comme alternative naturelle à la gélatine pour fournir une consistance adaptée de la crème.

La phase lipidique comprend de l'huile de jojoba, qui nourrit la peau (Fanhua, 2014) ; la cire d'abeille, qui stabilise la texture et améliore la stabilité du produit (Nong et al., 2023) ; et du beurre de karité, qui apporte une hydratation profonde et un effet protecteur et régénérant pour la peau (Jianqing, 2017)

De la glycérine végétale est également ajoutée pour hydrater la peau (Mast, 2018), tandis que l'huile de géranium est utilisée pour donner à la crème un parfum frais, floral et naturel.

Afin de protéger le produit de toute contamination microbienne potentielle, une petite quantité d'acide salicylique a été ajoutée comme conservateur naturel, remplaçant le méthyl parabène, connu pour avoir des effets nocifs sur la santé (Fig. 34).



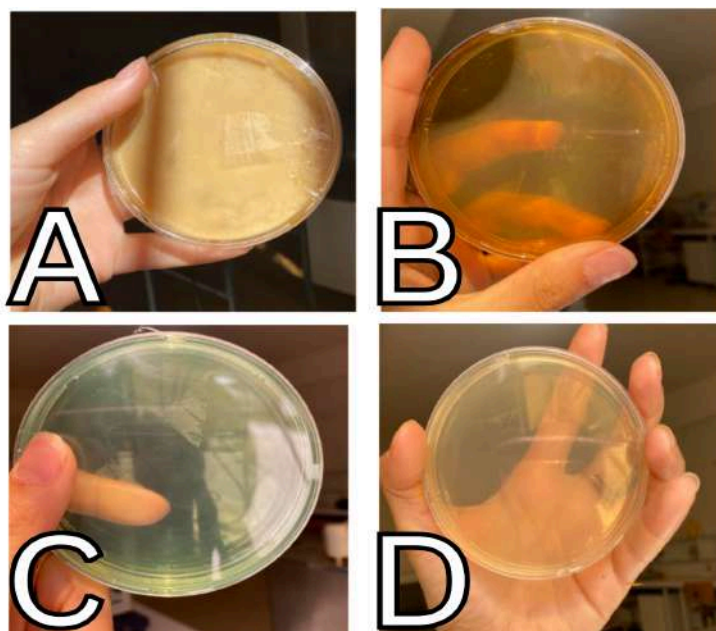
**Figure 34 :** Aspect des crèmes préparés (Personnelle).

### III. Résultat d'études microbiologique

La sécurité microbiologique des produits cosmétiques constitue une préoccupation majeure pour les industries, car une contamination microbienne peut entraîner des altérations significatives dans la composition et l'efficacité du produit. À ce titre, nous présentons ci-dessous les résultats obtenus lors de l'évaluation de la stabilité microbiologique de notre crème cosmétique formulée. Voici le tableau 3 et figure 35 (a. b. c. d).

**Tableaux 3** : Résultant microbiologique de la crème préparé

Paramètre	Résultat					Norme	
	1	2	3	4	5	M3 UFC/ml	M UFC/ml
						< 103	<2*103
Germe aérobie	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<10 <sup>2</sup>	
Staphylococcus aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence dans 1 g ou 1 m	
Escherichia colis	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence dans 1 g ou 1 m	
Candida albicans	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Absence dans 1 g ou 1 m	



**Figure 35** : Résultat microbiologique identification des *Staphylocoques*, *Candida*, *E. Coli*, Germe aérobie (Personnelle).

#### IV. Résultats d'étude physico-chimique :

Le produit est devenu efficace tout en restant dans les normes :

**Les paramètres organoleptiques :** l'aspect, l'odeur, couleur....

**Les paramètres physico-chimiques :** notamment pH, viscosité.

##### 1. Détermination du pH :

La mesure du pH a été réalisée selon un protocole standardisé (Afnor, 2020), garantissant la reproductibilité. Les valeurs obtenues (pH =6,5) confirment la compatibilité cutanée de la formulation (Voir Fig. 36), cohérente avec les travaux de (Schmid-Wendtner et Korting, 2006) sur l'importance d'un pH légèrement acide pour l'homéostasie de la peau.



Figure 36 : Résultat de mesure le pH du crème (Personnelle).

##### 2. Test de viscosité :

La viscosité est un caractère essentiel pour chaque type de crème dermo-cosmétique. Nous avons mesuré la viscosité de la crème à l'aide d'un viscosimètre numérique, et après stabilisation, nous avons obtenu une valeur de (3440,6 mPa·s ou 3,44 Pa·s).

Les crèmes pour le visage et thérapeutique sont généralement caractérisées par une viscosité moyenne à élever. Cette viscosité moyenne assure une bonne adhérence à la peau tout en permettant une application facile, garantissant ainsi l'efficacité hydratante et

protectrice du produit. Les tests ont été réalisés selon les normes ISO en vigueur, confirmant la qualité et la stabilité de notre formulation (Tableau 4).

**Tableaux 4** : Résultats physico-chimique et organoleptiques de la crème.

<b>Paramètre de contrôle</b>	<b>Méthode</b>	<b>Résultats</b>
<b>Couleur</b>	Contrôle visuel	Beige, vert
<b>Odeur</b>	Contrôle olfactif	Odeur spécifique
<b>Aspect</b>	Contrôle visuel	Émulsion
<b>Ph</b>	$5,5 < \text{ph} < 6,5$	6,5
<b>Viscosité</b>	3 à 10 pa.S	3,44

#### **V. Analyse sensorielle de la crème à base d'algue**

L'analyse sensorielle constitue une méthode scientifique rigoureuse visant à mesurer, analyser et interpréter les réponses humaines aux caractéristiques des produits, telles qu'elles sont perçues par les sens (vue, odorat, toucher), avec un focus particulier sur la texture, la couleur et l'aspect général du produit.

Cette approche méthodologique est largement employée dans les industries cosmétique et pharmaceutique, ainsi que dans divers autres secteurs, pour évaluer la qualité des produits, développer de nouvelles formulations et comprendre les préférences des consommateurs (**Lawless et Heymann, 2010**).

Dans le cadre de notre étude, nous avons procédé à des tests sensoriels de notre crème cosmétique à base d'algues marines, en distribuant des questionnaires à un panel de testeurs. Ces questionnaires (voir Fig. 37) remplis avant et après application du produit, nous ont permis d'évaluer de manière systématique ses propriétés organoleptiques et son acceptabilité par les utilisateurs potentiels.

Questionnaire d'évaluation de la crème cosmétique naturelle "Perle Bleu"

Nom du produit : "Perle Bleu"

Date : 16/02/2025

Nom de la personne interrogée (facultatif) : *Sayha Tamin*

Merci d'évaluer les caractéristiques suivantes en cochant la case appropriée :

Critère	Avant tester		
	Très bon	Bon	Mauvais
1. Odeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Couleur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Texture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Aspect	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Critère	Après tester		
	Très bon	Bon	Mauvais
1. Odeur	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Couleur	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Texture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Aspect	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Facilité d'application	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Hydratation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sensation après application	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Commentaires ou suggestions :

**Figure 37** : Questionnaire rempli.

Les résultats concernant les analyses sensorielles sont présentés dans le tableau ci-dessous Tableau (5 et 6) et les figures (38 ; 39 ; 40 ; 41 ; 42 ; 43 ; 44 ; 45 ; 46 ; 47).

**Tableau 5** : L'évaluation organoleptique de produit (avant de tester).

Avant tester	Très bon	Bon	Mauvais
<b>Odeur</b>	24	18	3
<b>Couleur</b>	21	17	7
<b>Texture</b>	30	10	5
<b>Aspect</b>	33	12	0

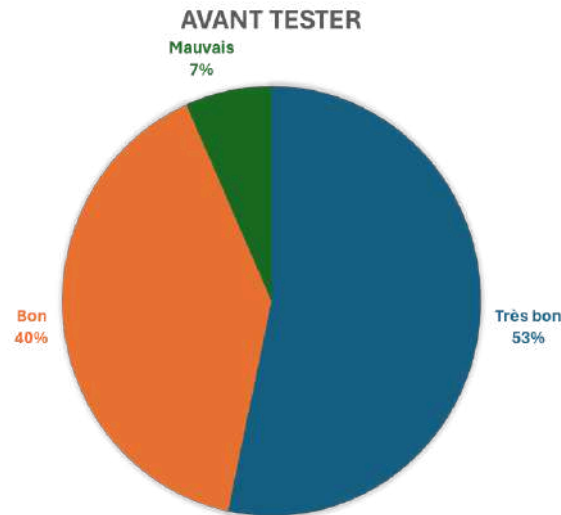
**Tableau 6** : L'évaluation organoleptique de produit (après le teste).

Après de tester	Très bon	Bon	Mauvais
Odeur	40	5	0
Couleur	35	10	0
Texture	30	15	0
Aspect	33	12	0
Facilité d'application	38	7	0
Hydratation	43	2	0
Sensation après application	34	11	0

### 1. Évaluation avant de tester :

#### a) Odeur :

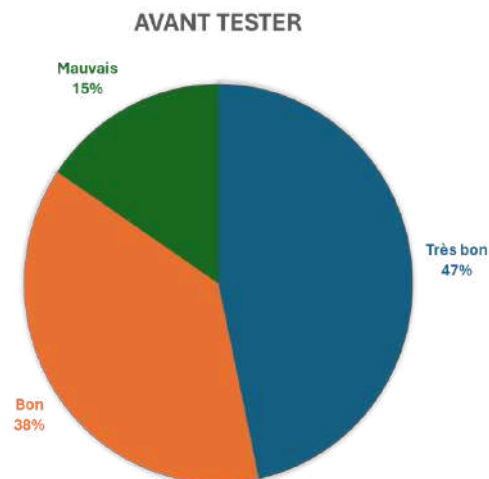
Pour l'évaluation d'odeur de crème avec le Fucus vésiculeuse et *R. okamoura* on a obtenue 7% d'une mauvaise odeur, mais 40% d'une odeur bon et 53% très bon (Figure 38).



**Figure 38 :** Évaluation de couleur de deux crèmes à base de *Fucus vésiculeuse* et *R. okamoura*.

**b) Couleur :**

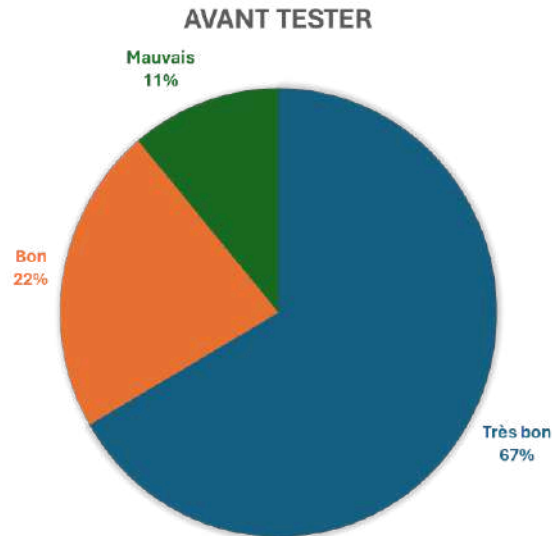
A partir de la figure 39, on a obtenu 15% d'une couleur de crème mauvaise, 38% bon et 47% une couleur très bonne.



**Figure 39 :** Évaluation de texture de deux crèmes à base de *Fucus vésiculeux* et *R. okamoura*.

**c) Texture**

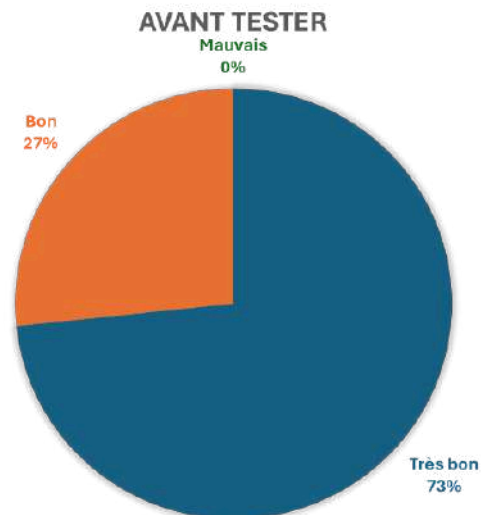
La figure 40 représente que 11% de texture mauvaise, 22% une texture bonne et 67% très bon.



**Figure 40** : Évaluation de texture de deux crèmes à base de Fucus vésiculeux et *R. okamoura*.

**d) Aspect**

Aspect a marqué 73% d'acceptation, 27% très bon et 0% mauvais (Fig. 41).



**Figure 41** : Évaluation d'aspect de deux crèmes à base de Fucus vésiculeux et *R. okamoura*.

## 2. Évaluation après avoir testé

### a) Odeur

Après avoir testé les deux crèmes avec le *Fucus vésiculeux* et *R. okamoura*, on a obtenu des résultats de 11% bon et 89% très bonne (Fig. 42).

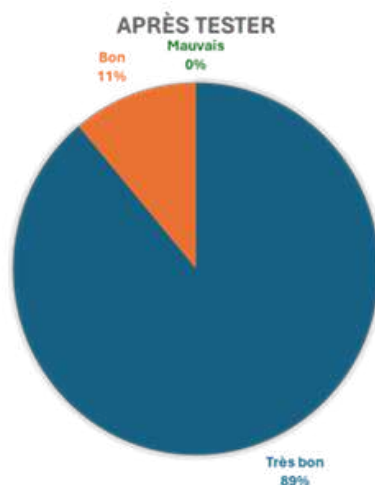


Figure 42 : Évaluation odeur après avoir testé.

### b) Couleur

Concernant la couleur, après avoir testé les deux crèmes on a repéré 22% d'un couleur bon et 78% couleur très bon (Fig. 43).

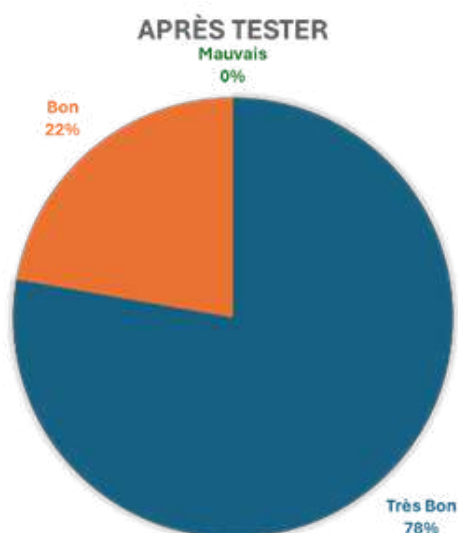
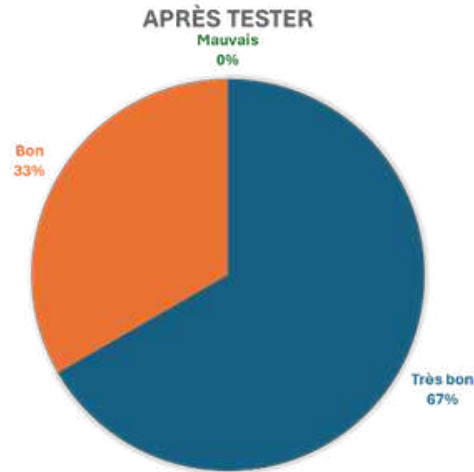


Figure 43 : Évaluation couleur après avoir testé.

**c) Texture**

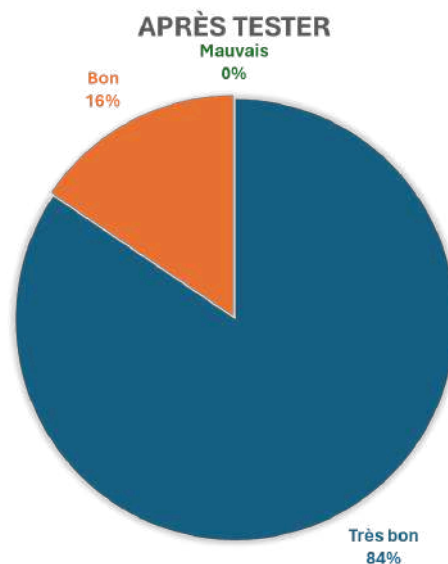
D'après la Figure 44, on a détecté 33% d'une texture bonne et 67% texture très bon.



**Figure 44 :** Évaluation de la texture après avoir testé

**d) Facilité d'application**

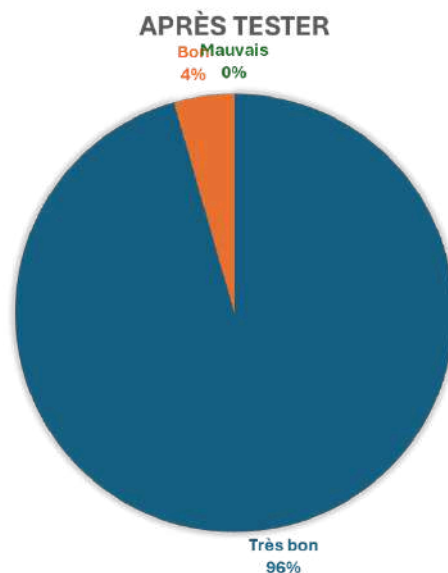
La figure 45 représente 84% d'un très bon et 16% d'une facilité d'application bon.



**Figure 45 :** Evaluation de facilité d'application de produit.

### e) Hydratation

Hydratation est noté sur 96% très bon et 4% bon (Fig. 46).



**Figure 46 :** Evaluation sur l'hydratation des deux crèmes.

Selon les résultats de l'évaluation sensorielle réalisée par 45 participants, traduits dans les tableaux (5 et 6) et les graphiques en secteurs (38 ; 39 ; 40 ; 41 ; 42 ; 43 ; 45 ; 46), la qualité de la crème cosmétique formulée à base d'algues *Fucus vésiculeuse* et *R. okamuraea*, a été évaluée selon plusieurs critères sensoriels, notamment : la couleur, la texture, l'odeur, l'aspect, la facilité d'application, l'effet hydratant.

Les retours des participants ont révélé des différences significatives, mais dans l'ensemble, les réponses ont été majoritairement positives, avec une large part d'évaluations allant de "bon" à "très bon", confirmant ainsi le bon potentiel sensoriel et cosmétique de notre crème à base d'ingrédients naturels.

## VI. Discussion

Dans le cadre de ce travail, nous avons formulé deux crèmes à base d'algues marines : *Fucus vésiculeuse* et *R. Okamuraea*, en évaluant leurs propriétés physico-chimiques et microbiologiques. Ces résultats ont été comparés avec ceux rapportés dans la bibliographie sur des crèmes naturelles à base de plantes, notamment le *Moringa oleifera*.

## 1. pH

Les deux crèmes à base de *Fucus* et *Okamuraea* ont présenté un pH légèrement acide, compris 6,5 idéals pour respecter l'équilibre cutané et convenir à tous les types de peau, y compris les peaux sensibles. Ces valeurs sont similaires à celles rapportées pour la crème à base de Moringa (**Benali et al., 2022**).

Concernant les propriétés **physico-chimiques**, la crème présente un pH bien toléré par la peau (Proche de 5,5), une viscosité stable et adaptée à une application locale sans écoulement excessif. Ces paramètres sont conformes aux normes de formulation cosmétique.

## 2. Viscosité

La viscosité mesurée des crèmes était conforme aux standards des produits dermo-cosmétiques. La crème au *Fucus* présente une texture légère et facile à appliquer (environ 3,44 Pa.s), tandis que celle à l'*Okamuraea* offrait une texture plus dense, adaptée à une hydratation prolongée. La crème à base de Moringa rapportée dans les travaux de **Mehdi (2021)** présentait une viscosité inférieure, moins stable au stockage.

## 3. Analyse microbiologique

Aucune contamination microbienne n'a été détectée, grâce à l'utilisation d'un conservateur naturel (Cosgard). Cette stabilité est comparable aux crèmes naturelles au Moringa, qui selon **Khelifi et al. (2020)** présentent aussi une bonne résistance microbienne.

Sur le plan **microbiologique**, l'ajout d'acide salicylique et de glycérine a permis d'assurer une bonne conservation du produit sans recourir à des conservateurs chimiques nocifs. La crème a montré une stabilité correcte sans développement microbien pendant la période d'observation.

## 4. Propriétés fonctionnelles et bénéfices thérapeutiques

Le point fort de notre crème réside dans ses propriétés thyroïdiennes et cardiovasculaires d'après la bibliographie :

- **Fucus** : riche en iode et fucoïdane, il agit positivement sur le métabolisme et la fonction thyroïdienne (**Daude, 2022**).

- **Okamuraea** : contient des polyphénols et des alginates qui stimulent la circulation sanguine et réduisent les inflammations (**Belhadj et al., 2024**).

Par comparaison, le Moringa est connu pour ses propriétés anti-inflammatoires et antimicrobiennes, mais il n'agit pas spécifiquement sur la thyroïde ou la sphère cardiovasculaire.

Au niveau **thérapeutique**, la présence de Fucus apporte des bienfaits reconnus pour la circulation sanguine, la stimulation thyroïdienne (grâce à l'iode), tandis que l'algue *Okamuraea* contribue à l'effet antioxydant et apaisant pour la peau. Cela positionne le produit comme un cosmétique à double fonction : esthétique et santé préventive (soutien cardiovasculaire et thyroïdien).

### 5. Acceptabilité sensorielle

L'évaluation sensorielle réalisée par 45 participants a montré une excellente appréciation de la crème à base d'algues brunes en termes d'odeur, l'absorption et effet hydratant, la crème à l'*Okamuraea* a été préférée pour sa texture douce et sa présentation. Les crèmes à base de Moringa obtiennent en général des scores moyens en termes d'arôme et de texture.

Sur le plan **sensoriel**, la texture obtenue est douce et homogène, avec une bonne onctuosité facilitant l'absorption cutanée. La couleur naturelle verdâtre, due aux pigments des algues, a été jugée globalement acceptable par les participants de l'évaluation sensorielle. Le parfum a été légèrement corrigé par l'ajout d'huile essentielle de géranium, ce qui a amélioré l'odeur finale du produit.

Les crèmes formulées à base d'algues marines présentent des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles très satisfaisantes, et offrent en plus des bénéfices thérapeutiques ciblés. En comparaison avec les crèmes à base de plantes terrestres comme le Moringa, elles se distinguent par leur richesse minérale et leur double fonctionnalité cosmétique et médicale.

**Avantages :**

Ce produit est composé à plus de 90 % d'ingrédients naturels, garantissant une formule douce et sans substances synthétiques nocives. Idéal pour tous les types de peau, même les plus sensibles, il intègre des extraits d'algues aux propriétés thérapeutiques actives. Enrichi en glycérine, cire d'abeille, huile de jojoba et beurre de karité, il offre une hydratation intense et nourrissante. De plus, il ne contient ni parabènes ni conservateurs agressifs, pour un soin respectueux de votre peau au quotidien.

**Cible et accessibilité :**

D'après la bibliographie, le produit peut être destiné à une population cible adulte (femmes et hommes de 25 à 60 ans), intéressée par les soins naturels et le bien-être. Il s'adresse notamment aux personnes soucieuses de leur santé cardiovasculaire et de l'équilibre hormonal (thyroïde), tout en recherchant une solution anti-âge.

---

*B M C*

---

# ملحق النموذج العمل التجاري

## Fiche technique du Projet البطاقة التقنية للمشروع

ZENASNI Zineb Bouchra / HADJ CHIKH Hana	الاسم واللقب
Perle Bleu	الاسم التجاري للمشروع
0795930170 / 0698594257	رقم الهاتف
zinebzenasni3@gmail.com / <a href="mailto:hadjchikhhana@gmail.com">hadjchikhhana@gmail.com</a>	البريد الإلكتروني
Ain Temouchent	مقر مزاولة النشاط (الولاية- البلدية)

## Nature de projet طبيعة المشروع

المنتج ذو طابع إنتاجي

## المشكلة المراد حلها وتكون مدعمة بالبيانات (إحصائيات إن وجدت)

Cosmétiques à base d'algues marines

### مشروع "اللؤلؤة الزرقاء": جمال طبيعي... لبشرة صحية ومشرقة

في ظل الاستخدام الواسع لمستحضرات التجميل الصناعية التي تحتوي على مواد كيميائية ضارة، تعاني الكثير من النساء الجزائريات من مشاكل جلدية مثل الحساسية والتهيج. وتشير الدراسات (جامعة ورقلة, 2022) إلى أن نسبة هذه المشاكل في تزايد مستمر.

هنا يأتي مشروع "اللؤلؤة الزرقاء" ليقدم مقترح طبيعي وآمن، من خلال منتجات تعتمد على الطحالب البحرية. مكونات الطبيعية لهذه الطحالب تعالج مشاكل البشرة الشائعة مثل حب الشباب، الجفاف، التصبغات، الهالات السوداء، التجاعيد، والدهون الزائدة.

يعتمد المشروع على أفنعة وكريمات مغذية تُرطب البشرة بعمق، تُحفّز تجدد الخلايا، وتُعيد لها النضارة والمرونة، كما تدعم الدورة الدموية وصحة الغدة الدرقية.

الأهم من ذلك، أن استخدام هذه الطحالب يُسهم في الحد من التلوث البيئي، لأنها تُعدّ من مسببات المشاكل البيئية في البحر. فنحن نحول خطرًا بيئيًا إلى فرصة للعناية بالبشرة بطريقة مبتكرة ومستدامة.

## 1. القيمة المقترحة:

-ما القيمة التي نقدمها للزبون؟

-كيف تساعد الزبون على حل مشكلاته؟ (البحث عن حل وتحويله إلى نموذج تجاري )

-ما طبيعة هذا الحل للمشكلة هل هي قيم نوعية أو كمية؟ (اختر من الرسم ما يوافق مشروعك)

- منتج طبيعي وآمن لجميع الفئات (نساء، رجال، كبار السن، النساء الحوامل).
- يعزز صحة البشرة ويقاوم علامات الشيخوخة.
- تقليل التلوث البيئي عبر إعادة استخدام الأعشاب البحرية الضارة بالبيئة البحرية.
- يعزز الصحة العامة بفضل خصائصه المضادة للبكتيريا ومغذي للجلد.
- تحفيز الدورة الدموية، دعم صحة الغدة الدرقية.

1/2-ما هي المشاريع الأخرى التي استهدفت نفس المشكلة والتي جرى تنفيذها؟

غير موجودة على مستوى الوطني.

## 2. شرائح العملاء- Customer segments:

-من أهم عملائنا؟ لمن نوجه القيمة؟ (حدد بالتفصيل)

-نحاول تحديد عدد العملاء من خلال استبيان أو سبر آراء إن وجد. بهدف تحديد السوق المحتمل. أو كيف العمل لتحديد سوق مستهدف.

- نساء، فتيات شابات، نساء حوامل ( من سن 20 إلى 50 ) .
- رجال و كبار السن كعلاج تجميلي طبيعي.
- مراكز التجميل.
- مراكز العلاج بمياه البحر.
- الصيدليات.
- صالونات التجميل.

## 3. العلاقات مع العملاء: Customer Relationship

-كيف تجذب انتباه العملاء إلى منتجاتك أو خدماتك؟

-كيف تشجع العميل لشراء منتجك أو خدماتك؟

-كيف يستفيد العميل من منتجك أو خدماتك؟

-ما هي الطرق المستعملة لخدمة ما بعد بيع منتجك أو خدماتك؟

- جمع الآراء والملاحظات الزبائن وتحسين المستمر بناء عليها.
- تقديم عروض وتحفيزات.
- تقديم خدمة عملاء النشطة عبر الانترنت.
- التعامل مع شكاوى والمشكلات بسرعة وكفاءة لضمان رضا العملاء.
- تقديم ردود دقيقة، واضحة، شاملة لاستفسارات العملاء.
- توفير وسائل الاتصال المتعددة والسهلة للوصول.

#### 4. القنوات: Channels:

-كيف يعلم الجمهور بوجودنا أو منتجنا أو خدمتنا؟

-ما هي قنوات التوزيع التي يفضلها العملاء للتواصل معهم؟

-ما هي القنوات الأكثر فعالية مقارنة مع تكلفتها؟

- مواقع التواصل الاجتماعي.
- نقاط بيع متخصصة.
- المشاركة في معارض وطنية ودولية.
- الموقع الإلكتروني.

#### 5. الشركات الرئيسية: Key partners:

- من هم الشركاء الرئيسيون الذين يمكن مساعدتنا في الانتاج أو الخدمة أو في تسويقها أو توزيعها؟ (الشركاء الذين أضع معهم عقد )

- من هم الموردين الرئيسيين؟ (الذين يقدمون لنا: المواد الأولية + الآلات للإنتاج + برنامج لتقديم خدمة + ...)

- حاضنة الجامعة لحماية فكرة المشروع.
- مخابر البحث.
- شركة التغليف.
- وزارة الصيد البحري وتربية المائيات..

## 6. الأنشطة الرئيسية: Key activities

### 6/1- المراحل الرئيسية:

تحضير وتجميع المواد الاولية.

الإنتاج.

التسويق والتوزيع.

## 7. الموارد الرئيسية: Key Resources

### 7/1- الموارد الرئيسية:

مواد التصنيع.

معدات المختبر.

معدات التصنيع.

آلات الانشاء والتحويل.

آلات التعبئة والتغليف.

الموارد البشرية.

## 8. هيكل التكاليف: Cost Structure

430 دج للعبة الواحدة	- مستلزمات التصنيع.
شهر 1 ب 23000 دج (20000 كراء + 3000 فواتير)	- كراء وفواتير المتعلقة به ( ماء، غاز، كهرباء )
20000 دج	- التسويق والاعلانات
شهر 1 ب 2000	- انترنت
16000 للموظف 1 شهريا	- 4 موظفون
8000 دج	- الموثق و المحامي
50000 دج	- تجهيزات المكتب

التكاليف الإجمالية : 167430 دج

## 9. مصادر الإيرادات : Revenue Streams

مبيعات التجزئة والجملة

التصدير

الشراكات

- الإيرادات الإجمالية:

المنتج: 30 غرام

سعر العبوة الواحدة: 600 دج

---

# *Conclusion*

---

## **Conclusion :**

L'intégration des algues marines telles que *Fucus vésiculeuse* et *R. Okamuraea* dans la formulation d'un soin cosmétique naturel constitue une démarche innovante et prometteuse, qui allie les bienfaits thérapeutiques de la mer aux exigences modernes d'un cosmétique doux, efficace et respectueux de la peau. Ces deux algues, riches en antioxydants, minéraux, polysaccharides et vitamines, ont démontré des propriétés hydratantes, raffermissantes, antioxydantes et anti-âge particulièrement intéressantes.

Dans ce contexte, notre projet s'est attaché à formuler une crème naturelle à visée dermo-cosmétique et potentiellement thérapeutique (circulation sanguine et thyroïde), en valorisant des ingrédients locaux et naturels. Préparée de façon artisanale dans un environnement maîtrisé, cette crème repose sur des composants nobles tels que la glycérine végétale, l'huile de jojoba, la cire d'abeille, le beurre de karité, et l'huile essentielle de géranium. L'utilisation de conservateurs naturels comme l'acide salicylique a permis de garantir une bonne stabilité microbiologique, évitant le recours aux parabènes ou autres additifs controversés.

Les résultats obtenus au terme de nos analyses physico-chimiques (pH, viscosité), microbiologiques et sensorielles ont mis en évidence la qualité et l'innocuité de notre produit.

Les retours des utilisateurs-testeurs ont été très encourageants, notamment en ce qui concerne la texture douce, l'absorption rapide, l'effet hydratant prolongé, et l'aspect visuel global du produit. En comparaison avec d'autres crèmes naturelles étudiées dans la littérature, notamment celles à base de *Moringa*, notre crème se distingue par sa richesse en iode et sa double action à la fois cosmétique et préventive pour la santé.

Bien que le développement de produits cosmétiques à base d'algues reste encore timide sur le marché local, ce travail ouvre de nouvelles perspectives pour une valorisation durable des ressources marines. Il s'inscrit dans une vision écologique, innovante et responsable de la cosmétique, en réponse aux attentes croissantes des consommateurs pour des produits plus naturels, plus sûrs, et plus respectueux de leur santé.

Ainsi, ce projet constitue une base solide pour le développement d'une future entreprise locale spécialisée dans la dermo-cosmétique marine, conjuguant savoir-faire scientifique, durabilité et bien-être cutané, ancrée dans les ressources naturelles locales et les exigences de qualité internationale.

---

# *RÉFÉRENCE*

---

- **Quinton R., 1904.** L'eau de mer milieu organique.
- **Abbas, M., Saeed, F., Anjum, F. M., Afzaal, M., Tufail, T., Bashir, M. S., ... & Ismail, T. (2020).** Natural polyphenols: An overview. *\*International Journal of Food Properties\**, 23(1)
- **Abdi, A. (2020).** Représentation schématique d'une macro-algue brune. In *\*Manuel d'algologie\** (pp. 45–46). Éditions Scientia
- **AFNOR. (2020).** *Norme NF EN ISO 16128-1:2020 – Cosmétiques – Lignes directrices sur les définitions techniques et les critères pour les ingrédients et produits cosmétiques naturels et biologiques – Partie 1 : Définitions des critères.* Association Française de Normalisation.
- **Alayse, J. P., & Le Nozéh, Y. (2005).** *Les algues.* Éditions Jean-Paul Gisserot.
- **Altamirano, M., de la Rosa, J., Carmona, R., Zanolla, M., & Muñoz, A. R. (2019).** Macroalgas invasoras en las costas andaluzas. *ALGAS, Boletín de la Sociedad Española de Ficología*, 55, 7–9
- **Ameinesz, A., & Verlaque, M. (1992).** Guide des algues des mers d'Europe (pp. 12–18). In *Algues des mers d'Europe.* Delachaux et Niestlé.
- **André, R., Pacheco, R., Santos, H. M., & Serralheiro, M. L. (2024).** Exploring the hypocholesterolemic potential of a *Fucus vesiculosus* extract: Omic insights into molecular mechanisms at the intestinal level. *Marine Drugs*, 22(1), 21.
- **Anjum, V., Bagale, U., Kadi, A., & Potoroko, I. (2024).** A network pharmacology and molecular docking technology to identify and explore mechanism of bioactive components of *Fucus vesiculosus* against gut disorders. *Scientia Pharmaceutica*, 92(3), 49
- **Balboa, E. M., Moure, A., & Domínguez, H. (2015).** Valorization of *Sargassum muticum* biomass according to the biorefinery concept. *Marine Drugs*, 13(6), 3745–3760
- **Bekiret, K., & Mimoune, M. (2021).** *Étude théorique et pratique de la synthèse et de la production des oméga 3 et oméga 6 à partir des algues* (Mémoire de Master en Génie Chimique). Université Kasdi Merbah Ouargla.
- **Belhadj, R. N. A., Mellinas, C., Jiménez, A., Bordehore, C., & Garrigós, M. C. (2024).** Invasive seaweed *Rugulopteryx okamurae*: A potential source of bioactive compounds with antioxidant activity. *Antioxidants*, 13(11), 1298
- **Benali, T., Ait Yazid, H., Bouyahya, A., El Omari, N., El Menyiy, N., Chokairi, O., & Bachiri, L. (2022).** Phytochemical screening, antioxidant and antimicrobial activities of *Juniperus phoenicea* L. essential oils. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, Article 6748017.
- **Boskabady, M. H., Javan, H., Sajady, M., & Rakhshandeh, H. (2007).** The possible prophylactic effect of *Nigella sativa* seed extract in asthmatic patients. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 21(5), 559–56
- **Cegolon, L., Larese Filon, F., & Mastrangelo, G. (2024).** Seawater pools versus freshwater pools to treat inflammatory skin diseases and rheumatic conditions: A scoping review. *Water*, 16(24), 3650
- **Chemat, F., Abert-Vian, M., Fabiano-Tixier, A.-S., Strube, J., Uhlenbrock, L., Gunjevic, V., & Cravotto, G. (2019).** Green extraction of natural products. Origins, current status, and future challenges. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 118, 248–263
- **Chen, X., Wang, Y., Li, J., Zhang, H., Liu, S., Yang, R., & Zhang, Q. (2023).** Structural characterization and antiviral mechanisms of *Fucus vesiculosus*-derived fucoidan against SARS-CoV-2 and bacterial pathogens. *Carbohydrate Polymers*, 323, 121407.
- **Cherry, P., O'Hara, C., Magee, P. J., McSorley, E. M., & Allsopp, P. J. (2021).** Risks and benefits of consuming edible seaweeds: A focus on protein content and amino acid profiles. *Algal Research*, 56, 102288.
- **Cox, X., Y, Z., & W. (2020).** Title of work: subtitle. In A. B. Editor (Ed.)
- **Daude, L. (2022).** *L'utilisation des algues en pharmacie et parapharmacie* [Thèse d'exercice pour le diplôme d'État de docteur en pharmacie, Université Clermont Auvergne].
- **de Reviers, B. (2002).** *\*Biologie et phylogénie des algues\** (Tome 1 : Biologie). Belin Sup Sciences.
- **Delecroix, J. M. (2006).** *Les algues alimentaires : Riches légumes de la mer* (pp. 25–70). Paris Éditions Médecis
- **Déléris, P., Nazih, H., & Bard, J.-M. (2018).** Les algues dans l'alimentation : intérêts nutritionnels et risques associés. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 53(4), 203–212.

- **Dufour, G., & Lemoine, C. (2009).** *Les algues, le trésor de la mer*. Haute École de Santé Genève.
- **Dupont. (2015).** Le développement du tourisme médical\* [Mémoire de fin d'études, université non spécifiée]. Mémoire Online
- **Fanhua, L. (2014).** Antioxidant properties of \*Sargassum\* extracts in marine ecosystems. \*Journal of Applied Phycology\*, \*26\*(3), 145-160 .
- **Faria, J., Prestes, A. C. L., Moreu, I., Martins, G. M., Neto, A. I., & Cacabelos, E. (2022).** Arrival and proliferation of the invasive seaweed *Rugulopteryx okamurae* in NE Atlantic islands. *Marine Pollution Bulletin*, 65(1), 45–50. *Fucus vesiculosus* improves insulin sensitivity in high-fat diet-induced diabetic mice
- **Garon-Lardière, S. (2004).** *Étude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge Asparagopsis armata (Bonnemaisoniales)* [Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale
- **Gomes, C. S. F., Fernandes, J. V., Fernandes, F. V., & Silva, J. B. P. (2021).** Salt mineral water and thalassotherapy. In C. F. Gomes & M. Rautureau (Eds.), \*Minerals Latu Sensu and Human Health\* (pp. 631–656)
- **Gómez-Guzmán, M., González-Hernández, A. N., Martínez, R., & López-Santamarina, A. (2024).** Brown seaweed antioxidants: From extraction to therapeutic applications. *Antioxidants*, 13(1), 45.
- **González-Hernández, A. N., Martínez, R., López-Santamarina, A., & Cardelle-Cobas, A. (2023).** Seaweed-based biostimulants in agriculture: *Fucus vesiculosus* as a sustainable alternative to synthetic fertilizers. *Journal of Applied Phycology*, 35(2), 987–1002
- **Guérin, J.-P., & Revol, M. (2019).** *Thalassothérapie : Médecine des océans* (3<sup>e</sup> éd., p. 47). Éditions Masson.
- **Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2025).** *Rugulopteryx okamurae*. AlgaeBase. National University of Ireland, Galway
- **Hajhashemi, V., Ghannadi, A., & Jafarabadi, H. (2010).** Black cumin seed essential oil, as a potent analgesic and anti-inflammatory drug. *Phytotherapy Research*, 18(3), 195–199
- **Holdt, S. L., & Kraan, S. (2011).** Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. \*Journal of Applied Phycology\*, 23(3), 543–597
- **Holdt, S. L., & Kraan, S. (2023).** Sustainable processing of *Fucus* for food applications: From biorefinery to consumer products. *Algal Research*, 70, 103015
- **Jianqing, L. (2017).** Antioxidant properties of marine algae extracts. \*Journal of Applied Phycology\*, 29(3), 123-14
- **Kang, K. A., Lee, K. H., Chae, S., Zhang, R., Jung, M. S., Ham, Y. M., & Hyun, J. W. (2020).** Phlorotannins from *Ecklonia cava*: Anti-inflammatory mechanisms and applications. *Marine Drugs*, 18(9), 492.
- **Khelifi, M. E. A., Khelifi-Slaoui, M., Amroune, S., Asch, M., Assaf-Ducrocq, C., & Gontier, E. (2020).** The *Forsythia* genus: A review on its phytochemicals and pharmacological activities. *Biomolecules*, 10(4), 548
- **Lann et al., 2023) Le Lann, K., Jégou, C., Stiger-Pouvreau, V., & Connan, S. (2023).** Iodine variability in \**Fucus vesiculosus*\*: Effects of season, location, and processing. \*Journal of Applied Phycology\*, 35\*(4), 2105–2118.
- **Le Lann, K., Jégou, C., & Stiger-Pouvreau, V. (2023).** Seasonal variations in the elemental composition of the brown seaweed \**Fucus vesiculosus*\*: Focus on essential and trace metals. \*Algal Research, 70\*, 103012.
- **Le Lann, K., Jégou, C., Stiger-Pouvreau, V., & Connan, S. (2023).** Iodine variability in \**Fucus vesiculosus*\*: Effects of season, location, and processing. \*Journal of Applied Phycology, 35\*(4), 2105–2118

## RÉFÉRENCE

---

- **Le Lann, K., Jégou, C., Stiger-Pouvreau, V., Connan, S., Deslandes, E., & Fourest, V. (2023).** Iodine content and thyroid effects of *Fucus vesiculosus*: A systematic review and dose-response analysis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 77\*, 127156
- **Leclerc, S., & Floch, J. (2010).** Généralités sur les macro-algues. In *De la connaissance des macro-algues : une première approche*
- **Lee, H., Kim, S., Park, J., Yoon, M., & Kang, B. (2024).** Fucoidan from *Fucus vesiculosus* enhances insulin sensitivity via AMPK activation and inhibits carbohydrate digestion enzymes: A dose-response study. *Journal of Ethnopharmacology*, 318\*(Pt A), 116941
- **Lobban, C. S., & Harrison, P. J. (1994).** *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press.
- **Luthuli, S., Wu, S., Cheng, Y., Zheng, L., & Zhao, J. (2023).** Effects of *Fucus vesiculosus* on satiety hormones and weight management: A randomized controlled trial. *Nutrition Research*, 109, 51–60
- **Manuelle, P. (2013).** *Guide de bonnes pratiques – Projet Algmarbio*. Inter Bio Bretagne
- **Marques, C., Pereira, L., Fernandes, R., & Calado, R. (2024).** *Fucus vesiculosus* polyphenols reduce endothelial dysfunction and oxidative stress in hypertensive rats. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 9, 100212
- **Marques, C., Silva, A., Gouveia, M., & Bandarra, N. (2024).** *Fucus vesiculosus* polyphenols reduce endothelial dysfunction and oxidative stress in hypertensive rats. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 9, 100212.
- **Mast, R. (2018).** Functions of glycerine in cosmetics. In R. Mast (Ed.), *Glycerine: Production, Structure and Applications* (Vol. 11, pp. 223–275). CRC Press.
- **Mehdi, Y. (2021).** *Les huiles essentielles : Propriétés thérapeutiques et applications en aromathérapie*. Éditions Santé Naturelle.
- **Moret, P. (2016).** Historical development of thalassotherapy: From antiquity to modern seaside treatments. *International Journal of Marine Therapy*, 8(2), 45–60.
- **Motshekga, S. C., Temane, L. T., Orasugh, J. T., & Ray, S. S. (2023).** *Marine algae and their importance*. In *Current Status of Marine Water Microbiology* (pp. 67–124). CRC Press
- **Myers, D. (2006).** *Surfactant science and technology* (3rd ed.). Wiley.
- **Nong, Y., Maloh, J., Natarelli, N., Gunt, H. B., Tristani, E. M., & Sivamani, R. K. (2023).** A review of the use of beeswax in skincare. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 22(8), 2166–2173
- **Ollier A. 2017.** Utilisation des algues dans les compléments alimentaires usages et justifications scientifiques. Thèse doctorat
- **O'Sullivan, A. M., Torres, M. D., & Domínguez, H. (2023).** Fucoidan from *Fucus vesiculosus* improves gut health and satiety in overweight adults: A randomized controlled trial. *Molecular Nutrition & Food Research*, 67(5), 2200450.
- **Pádua, D., Rocha, E., Gargiulo, D., & Ramos, A. A. (2015).** Bioactive compounds from brown seaweeds: Phloroglucinol, fucoxanthin and fucoidan as promising therapeutic agents against breast cancer. *Phytochemistry Letters*, 14, 91–98
- **PAUL, O. (2006).** *Les bienfaits des algues dans la cosmétique naturelle*. Éditions Santé Marine
- **Pereira, L. (2018).** Seaweeds as source of bioactive substances and skin care therapy—Cosmeceuticals, algaotherapy, and thalassotherapy. *Cosmetics*, 5(4), 68.
- **Pereira, L., Cotas, J., & Gonçalves, A. M. (2021).** Alginates in drug delivery. In *Polysaccharide Carriers for Drug Delivery* (pp. 49–91). Academic Press
- **Pérez, M. J., Falqué, E., & Domínguez, H. (2016).** Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Marine Drugs*, 14(3), 52
- **Pierre, M. (2013).** *Le manuel du plancton*. Paris, France: Éditions Charles Léopold Mayer. (Essai n° 195)
- **Pimentel, F., Alves, R., Rodrigues, F., & Oliveira, M. B. P. P. (2024).** Marine bioactive compounds in skincare: Clinical evidence for anti-aging effects of *Fucus vesiculosus* extracts. *Cosmetics*, 11(1), 12.
- **Pimentel, F., Alves, R., Rodrigues, F., & Oliveira, M. B. P. P. (2024).** Marine algae in skincare: From traditional uses to clinical evidence. *Cosmetics*, 11(1), 12.

- Rasmussen, L. B., Laurberg, P., Andersson, M., & Zimmermann, M. B. (2024). Seaweed iodine and thyroid health: Balancing risks and benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(1), 1–15
- Resende, A. C. R., Pereira, R., Nunes, C., Cruz, S., Calado, R., & Cartaxana, P. (2023). Photosynthetic pigment and carbohydrate profiling of *Fucus vesiculosus* from an Iberian coastal lagoon. *Plants*, 12(6), 1324
- Reviere, B. de. (2014). *Biologie des algues* (2<sup>e</sup> éd., pp. 58–59). Éditions Dunod.
- Rey-Crespo, F., López-Alonso, M., & Miranda, M. (2013). The use of seaweed from the Galician coast as a mineral supplement in organic dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 185, 34–41
- Rivard-Sirois, C. (2005). *Les algues*. [Éditeur inconnu], 732 p.
- Rothäusler, E., Corell, H., & Jormalainen, V. (2015). Abundance and dispersal trajectories of floating *Fucus vesiculosus* in the Northern Baltic Sea. *Limnology and Oceanography*, 60(6), 2173–2184
- Savitri, E. S., Rahmawaty, A. E., & Minarno, E. B. (2024). Antioxidant, anti-collagenase, and antibacterial activities of *Fucus vesiculosus* silver nanoparticles. *Narra Journal*, 4(3), e882
- Schmid-Wendtner, M.-H., & Korting, H. C. (2006). The pH of the skin surface and its impact on the barrier function. *Skin Pharmacology and Physiology*, 19(6), 296–302
- Silchenko, A. S., Kusaykin, M. I., Zueva, A. O., Rasin, A. B., Ermakova, S. P., & Kalinovskiy, A. I. (2023). Structure and biological activities of fucoidans from the brown alga *Fucus*. *Marine Drugs*, 21(4), 228
- Silva, A., Costa, M., Fernandes, R., Alves, C., & Pintado, M. (2023). Green extraction methods for *Fucus*-based cosmetic ingredients: From lab to industrial scale. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 32, 101024
- Silva, J., Alves, C., Pimentel, F., Costa, P., & Cardoso, S. M. (2023). Phlorotannins from *Fucus vesiculosus* protect against amyloid- $\beta$ -induced neurotoxicity in Alzheimer's disease models. *Marine Drugs*, 21(5), 298.
- Silva, J., Alves, C., Pinteus, S., Mendes, S., & Pedrosa, R. (2023). Neuroprotective and antioxidant potential of *Fucus vesiculosus* extracts: Focus on phlorotannins and polysaccharides. *Marine Drugs*, 21(2), 112
- Tavares, R., Martins, A., Sousa, I., Costa, E., & Pintado, M. (2023). Topical application of *Fucus* extracts improves cellulite severity by enhancing microcirculation and lipolysis. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 22(6), 1789–1798
- Teubner, G. (2004). *Les algues : Un monde à découvrir* (pp. 33–61). Québecor .
- Torres, M. D., Flórez-Fernández, N., & Domínguez, H. (2024). Fucoidan from *Fucus vesiculosus* modulates lipid metabolism in adipocytes: Mechanisms and potential anti-obesity effects. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 8, 100195.
- Van den Hoek, C., Mann, D. G., & Jahns, H. M. (1995). *Fucus*. In C. van den Hoek, D. G. Mann, & H. M. Jahns (Eds.), *\*Algae: An Introduction to Phycology\** (pp. 207–208). Cambridge University Press via gut microbiota modulation. *Journal of Functional Foods*, 108, 105741.
- Vladeva, E., & Bineva, I. (2023). *The healing power of algae*. *Varna Medical Forum*, 12(2), Article 9152.
- Wang, Y., Zhang, L., Chen, X., Liu, Y., & Li, M. (2023). Fucoidan from *Fucus vesiculosus* attenuates atherosclerosis via modulation of gut microbiota and bile acid metabolism in ApoE<sup>-/-</sup> mice. *Atherosclerosis*, 384, 117268.
- Wang, Y., Zhang, Q., Li, X., & Zhang, H. (2024). Fucoidan from *Fucus vesiculosus*: Structural characterization and anti-inflammatory mechanisms via NF- $\kappa$ B and MAPK signaling pathways. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254(Pt 1), 127803
- Warowna, M., Sobolewska-Samorek, A., Gorzel, M., & Kwilosz, E. (2023). *Thalassotherapy as a multidirectional form of marine resources therapy*. *Fizjoterapia Polska*, 23(5), 176–184
- Zhang, Y., Li, H., Wang, X., Chen, J., & Liu, S. (2023). Fucoidan from *Fucus vesiculosus* improves insulin sensitivity in high-fat diet-induced diabetic mice via gut microbiota modulation. *Journal of Functional Foods*, 108, 105741.
- Zhang, Y., Li, R., Chen, X., & Zhang, H. (2023). Fucoidan from *Fucus vesiculosus* improves insulin sensitivity in high-fat diet-induced diabetic mice via gut microbiota modulation. *Journal of Functional Foods*, 108, 105741. Zhang, Y., Li, R., Chen, X., & Zhang, H. (2023). Fucoidan from