

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

المدرسة العليا الوطنية لعلوم البحر وتربيته

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



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

D'ingénieur et du master en sciences de la mer

Options : Biotechnologie marine

Thème :

# Extraction et valorisation des collagènes à partir de la peau de poisson

Présenté par :

BOUZKOUK Manar

Soutenu le 08-07-2025 devant le jury :

Mme Ait-Issa Djamila

MCB

Président

Mr BOUGHERIRA Abdelhak

MAA

Promoteur

Mme Aissou .

MCA

Examinatrice

Année universitaire : 2024/2025

## Remerciements

*Avant toute chose, je rends grâce à **Dieu Tout-Puissant**, pour m'avoir accordé la santé, la force, la patience et la persévérance nécessaires à la réalisation de ce travail. Sans Sa bénédiction, rien n'aurait été possible.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **ma famille**, pour son amour, son soutien indéfectible et sa confiance en moi.*

*Une pensée toute particulière à **mon grand-père**, que Dieu ait son âme. Son souvenir, son amour et les valeurs qu'il m'a transmises continuent de m'inspirer chaque jour. Ce travail lui est dédié, avec tout mon cœur.*

*Je remercie chaleureusement **BOUGHRIRA ABELHAK**, mon encadrant, pour sa disponibilité, sa patience, sa bienveillance et la richesse de ses conseils tout au long de ce mémoire.*

*J'adresse également mes sincères remerciements aux **membres du jury**, pour le temps qu'ils accordent à l'évaluation de ce travail, et pour leurs observations et recommandations qui ne manqueront pas d'enrichir ma réflexion.*

*En fin je remercie mes amis, qui m'ont soutenue tout au long de ce parcours avec leurs encouragements, leur écoute et leur présence précieuse, surtout dans les moments les plus difficiles*

## Dédicaces

*C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail à la personne la plus chère au monde ma mère qui m'a permis de continuer mes études dans les meilleures conditions et qui m'ont appris à ne jamais baisser les bras.*

*Je dédie aussi cette modeste réalisation à :*

*A mes chères sœurs, KHADIDJA, HADAYAT qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.*

*A mon adorable frère MOHAMED, pour son encouragement et ses conseils précieux tout au long de mes études.*

*A toute ma famille.*

*A mes chères amis MOUNA, ASSMA, HANA .*

*A mes amis et mes collègues de la promotion.*

*A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près, à la réalisation de ce travail.*



## Sommaire

<b>Remerciements</b> .....	<b>I</b>
<b>Dédicaces</b> .....	<b>II</b>
<b>Sommaire</b> .....	<b>I</b>
<b>Liste de Figure</b> .....	<b>IV</b>
<b>Liste de Tableaux</b> .....	<b>V</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>6</b>
<b>Chapitre 1</b> .....	<b>7</b>
<b>1. GENERALITÉS</b> .....	<b>1</b>
1.1. Généralités sur l'espèce utilisée .....	1
1.2. L'identification de l'espèce .....	1
1.2.1. La taxonomie sommaire de l'espèce étudiée est la suivante .....	1
1.2.2. Morphologique .....	2
1.2.3. Cycle de vie .....	2
1.2.4. Régime alimentaire.....	2
1.2.5. Répartition mondiale et nationale.....	3
1.2.6. Importance économique du cochon de mer .....	3
1.2.7. Composition biochimique des coproduits de <i>Baliste capriscus</i> .....	4
1.2.8. Définition du collagène .....	4
1.2.9. Classification et types de collagènes .....	5
1.2.10. Rôle de collagène .....	7
1.2.11. Structure .....	7
1.2.12. Source .....	9
1.2.13. Propriétés biologiques et chimiques du collagène .....	10
<b>Chapitre 2</b> .....	<b>14</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>15</b>
1.1. Objectifs du Chapitre.....	15
<b>2. Matériel</b> .....	<b>15</b>
2.1. Matériel biologique .....	15
2.2. Matériel non biologique.....	15
<b>3. Co produit de cochon de mer</b> .....	<b>15</b>
3.1. Récolte de la matière première .....	15
3.2. Prétraitement des peaux.....	16
3.3. Séchage et broyage de la matière première .....	16
<b>4. Détermination de la composition biochimique globale de la peau de poisson</b> .....	<b>17</b>
4.1. Détermination de la teneur en eau .....	17
4.2. Détermination de la teneur totale en matière minérale .....	18
4.3. Détermination de la teneur en lipides totaux .....	18
4.4. Détermination de la teneur en protéines totales.....	20
<b>5. Extraction du collagène à partir de peaux de poisson <i>Baliste capriscus</i></b> .....	<b>21</b>
5.1. L'organigramme d'extraction.....	21
5.2. Étapes d'extraction acide du collagène à partir de la peau de poisson .....	24

5.2.1.	Prétraitement chimique (acide ou base) .....	24
5.2.2.	Extraction acide .....	24
5.2.3.	Précipitation (Avec NaCl [2.5 M] 4°C) .....	24
5.2.4.	Précipitation différentielle par centrifugation .....	24
<b>6.</b>	<b>Caractérisation du collagène.....</b>	<b>24</b>
6.1.	Rendement massique du collagène .....	24
6.2.	Test de solubilité.....	25
6.3.	Test de gélification .....	25
6.4.	La fabrication d'une crème hydratante à base de collagène marin.....	25
6.5.	Matériel et Équipements.....	25
6.5.1.	Équipements utilisés.....	25
6.5.2.	Les ingrédients utilisés.....	26
7.	Procède de fabrication .....	26
7.1.	La phase aqueuse.....	26
7.2.	La phase huileuse .....	26
7.3.	Mélange de deux phases et la formation d'émulsion.....	27
7.4.	Contrôle de qualité de la formulation préparée .....	27
7.4.1.	Caractéristiques macroscopiques et microscopique .....	27
7.4.2.	Mesure du pH .....	27
7.4.3.	Tests de stabilité .....	27
7.4.4.	Stabilité à la centrifugation.....	27
7.4.5.	Test de stérilité .....	28
	<b>Chapitre 3 .....</b>	<b>33</b>
<b>1.</b>	<b>Composition biochimique globale de la peau du cochon de mer.....</b>	<b>34</b>
1.1.	Taux d'humidité (Teneur en eau) .....	35
1.2.	Teneur en matière minérale .....	35
1.3.	Teneur en lipides .....	35
1.4.	Teneurs en protéines.....	36
<b>2.</b>	<b>Résultats d'extraction .....</b>	<b>36</b>
<b>3.</b>	<b>Caractérisation de collagène produit .....</b>	<b>36</b>
3.1.	La Solubilité .....	37
3.2.	La gélification du collagène .....	38
<b>4.</b>	<b>La fabrication de la crème hydratante.....</b>	<b>39</b>
4.1.	Les ingrédients utilisés lors de la fabrication .....	39
4.1.1.	Les ingrédients de la phase aqueuse .....	39
4.1.2.	Les ingrédients de la phase huileuse .....	40
4.2.	Le mélange de deux phases et obtention de la crème .....	40
<b>5.</b>	<b>Contrôle de la formulation pharmaceutique (crème cosmétique).....</b>	<b>41</b>
5.1.	Analyse macroscopique.....	41
5.2.	Analyse microscopique.....	41
5.3.	Mesure de pH .....	42
5.4.	Test de stabilité.....	42
5.5.	La stérilité de la crème produite .....	42
<b>6.</b>	<b>Procédé de fabrication d'une crème hydratante à base de collagène marin .....</b>	<b>44</b>
6.1.	Préparation de la phase aqueuse .....	44
6.2.	Préparation de la phase huileuse.....	44

6.3.	Émulsification.....	44
6.4.	Traitements complémentaires possibles .....	44
<b>7.</b>	<b>Avantage de crème à base de collagène marin .....</b>	<b>44</b>
	<b>Conclusion .....</b>	<b>46</b>
<b>1.</b>	<b>Conclusion générale .....</b>	<b>47</b>
<b>2.</b>	<b>Perspectives pour la crème hydratante à base de collagène marin .....</b>	<b>48</b>
a.	Réalisation d'étude cliniques complémentaires.....	48
b.	Analyse de l'impact environnemental .....	48
c.	Développement d'une gamme de soins .....	48
	<b>Références Bibliographiques.....</b>	<b>49</b>
<b>1</b>	<b>Annexe A.....</b>	<b>55</b>
<b>2</b>	<b>Annexe B.....</b>	<b>62</b>
2.1.	Fabrication de la crème hydratante à base de collagène marin.....	62
<b>3.</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>63</b>
3.1.	1 er axe .....	63
3.1.1.	L'idée du projet (solution proposée) .....	63
3.1.2.	Les valeurs proposées .....	64
3.1.3.	équipe de travaux .....	66
3.1.4.	Objectif de projet.....	66
3.1.5.	Calendrier de réalisation de projet .....	67
3.2.	2 ème axe .....	68
3.2.1.	Aspects innovant .....	68
3.3.	3 ème axe .....	68
3.3.1.	Analyse stratégique du marché .....	68
3.4.	4 ème axe .....	70
3.4.1.	Production et organisation .....	70
3.4.2.	L'Approvisionnement.....	70
3.4.3.	La main d'œuvre .....	71
3.4.4.	Les Principaux partenaires .....	71
3.5.	5 ème axe .....	71
3.5.1.	Plan financier .....	71
3.6.	6 ème axe .....	72
3.6.1.	Prototype expérimentale.....	72
<b>4.</b>	<b>RESUMÉ .....</b>	<b>81</b>
<b>5.</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>81</b>
<b>6.</b>	<b>المخلص 81</b>	
	<b>RESUME.....</b>	<b>82</b>

## Liste de Figure

Figure 1: Schéma générale d'un Baliste capriscus. ....	2
Figure 2: Répartition géographique de Baliste capriscus. ....	3
Figure 3: Structure multi-hiérarchique du collagène de type I. ....	4
Figure 4: Schéma d'une molécule de collagène. ....	7
Figure 5: Structure des trois acides amines majoritaires : Gly, Pro et Hyp de la triple hélice du collagène. ....	8
Figure 6: pêcherie d'Alger.....	16
Figure 7: Séchage et broyage de peau de Baliste capriscus.....	16
Figure 8:Étuvage et pesage d'échantillon pour l'évaluation de sa teneur en eaux. ....	17
Figure 9: Extracteur de Soxhlet .....	19
Figure 10: Tubes d'étalonnage pour la détermination de la concentration en protéine.....	20
Figure 11 : courbe de la teneur en protéines totales.....	21
Figure 12: organigramme d'extraction du collagène à partir de peau de de Baliste capriscus. ....	22
Figure 13: Schéma général d'extraction du collagène.....	23
Figure 14: Composition biochimique globale des coproduits de l'espèce Baliste capricus.....	35
Figure 15:solubilisation du collagène extrait dans l'acide acétique. ....	38
Figure 16: la crème hydratante à base de collagène marin. ....	41
Figure 17: la crème élaborée sous microscope. ....	41
Figure 18: Lecture du Ph de la crème élaboré au ph -mètre numérique .....	42
Figure 19: la stabilité de la crème hydratant à la centrifugation.....	42
Figure 20: Résultat stérilité pas de croissance bactérien .....	43
Figure 21: Quelques matériels et produits utilisé durant l'étude. ....	59

## Liste de Tableaux

Tableau 1: Les différentes familles de collagènes. ....	5
Tableau 2: Les différentes sources du collagène marin. ....	9
Tableau 3: les applications du collagène marin. ....	12
Tableau 4: Comparaison des résultats actuels avec ceux de la littérature. ....	34
Tableau 5: Rendements massique collagène obtenu à partir des coproduits de balistidés. ....	37
Tableau 6: résultats de l'effet de la teneur en glycérine sur la texture et la gélification du collagène marin. ....	38
Tableau 7: Les ingrédients utilisés dans la phase aqueuse . ....	39
Tableau 8: Les ingrédients utilisés dans la phase aqueuse huileuse. ....	40
Tableau 9: propriétés organoleptiques de la crème élaborée. ....	41
Tableau 10: Résultats de la détection de l'absence de staphylococcus aureus. ....	43
Tableau 11: Appareillage et réactifs utilisés au cours de cette étude ....	55
Tableau 12: Comparaison des méthodes d'extraction. ....	60
Tableau 13: présentation d'équipe de projet. ....	62
Tableau 14: Investissements et financements ....	73

## Introduction

Le collagène est la protéine la plus abondante chez les vertébrés, représentant environ 30 % de leur masse protéique totale (Ricard-Blum, 2011). Élément clé du tissu conjonctif, on le retrouve dans la peau, les muscles, les os, les tendons, le cartilage ainsi que les vaisseaux sanguins, où il joue un rôle fondamental dans la cohésion, l'élasticité et la régénération des tissus (Shoulders & Raines, 2009).

Grâce à ses propriétés biologiques et fonctionnelles remarquables, le collagène est largement utilisé dans divers domaines : en biomédecine (ingénierie tissulaire, implants), en pharmacie (systèmes de libération de médicaments), en cosmétique (soins anti-âge) et dans l'agroalimentaire (agents gélifiants) (Avila Rodriguez et al., 2018). Traditionnellement, il est extrait de sources animales telles que les bovins et les porcs. Toutefois, ces origines soulèvent des préoccupations sanitaires (encéphalopathie spongiforme bovine, fièvre aphteuse) ainsi que des enjeux éthiques liés aux convictions religieuses et au végétarisme (Silvipriya et al., 2015).

Dans ce contexte, le collagène d'origine marine, provenant notamment de poissons, méduses ou autres invertébrés, apparaît comme une alternative prometteuse. Il présente l'avantage d'être plus sûr sur le plan sanitaire (absence de risques zoonotiques) et plus respectueux de l'environnement (Jongjareonrak et al., 2006). Parmi les espèces marines potentiellement valorisables figure *Balistes capriscus* (cochon de mer), dont les coproduits issus de la pêche – peau, écailles et arêtes – restent largement inexploités. Alors que seule la chair est commercialisée, ces résidus représentent jusqu'à 30 % de la biomasse pêchée (FAO, 2020), constituant ainsi une ressource intéressante dans une logique d'économie circulaire.

L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel des déchets de *B. capriscus* comme source viable de collagène marin. Notre approche combine :

1. L'analyse des propriétés biochimiques du collagène extrait (rendement, profil électrophorétique, stabilité thermique) ;
2. L'optimisation des méthodes d'extraction (enzymatique vs chimique) pour une production rentable et écoresponsable ;
3. La caractérisation des applications potentielles en biomédecine (cicatrisation) et cosmétique (hydratation).

Ce travail s'inscrit dans une démarche de valorisation des ressources marines, alignée sur les objectifs de développement durable (ODD 12 et 14), tout en proposant une solution aux limites des collagènes terrestres.

# **Chapitre 1**

# **Généralités**

## GENERALITÉS

### 1. GENERALITÉS

#### 1.1. Généralités sur l'espèce utilisée

Le baliste gris (*Balistes capriscus*), également appelé baliste cabri, est un poisson osseux appartenant à la famille des Balistidae. Il est largement répandu dans les eaux tempérées et subtropicales de l'océan Atlantique, aussi bien à l'est qu'à l'ouest, ainsi qu'en mer Méditerranée.

Ce poisson fréquente principalement les fonds sableux et rocheux, généralement à des profondeurs comprises entre 10 et 100 mètres. Reconnu pour son comportement territorial et parfois agressif, il joue un rôle écologique important en participant à la régulation des populations de ses proies.

L'étude porte spécifiquement sur *Balistes capriscus* (Linnaeus, 1758), un téléostéen d'intérêt à la fois écologique et économique pour les zones côtières. L'analyse se concentre sur ses caractéristiques biologiques majeures (morphologie, cycle de vie, alimentation), sa répartition géographique (aires de distribution et habitats favoris), ainsi que sur sa valeur économique. Une caractérisation détaillée de cette ressource halieutique, encore peu exploitée, est proposée afin de poser les bases d'une valorisation durable.

#### 1.2. L'identification de l'espèce

Le baliste gris (*Balistes capriscus*, Gmelin, 1789) est un poisson aisément reconnaissable par son corps de forme ovale, fortement comprimé latéralement. Il possède une peau épaisse et rugueuse, formée de plaques dermiques dures. Une particularité distinctive des Balistidés réside dans leur nageoire dorsale antérieure, composée de trois épines : la première peut être érigée et maintenue en position par la seconde. L'identification de l'espèce a été réalisée sur la base des critères morphologiques décrits par Carpenter (2002), ainsi que des données référencées sur FishBase (2024).

##### 1.2.1. La taxonomie sommaire de l'espèce étudiée est la suivante

- Règne : Animal (Linnaeus , 1758)
- Embranchement : Chordés
- Sous Embranchement : Vertébrés (Lamarck,1801)
- Super Classe : Ostéichthyens (Huxley , 1880)
- Classe : Actinoptérygiens(Klein , 1885)
- Sous classe : Néoptérygiens ( Regan, 1923)
- Super Ordre : Acanthoptérygiens (Acanthopterygii) — Rosen, 1973
- Ordre : Tétraodontiformes ( Regane ,1909 )
- Famille : Balistidés (Balistidae) — Bleeker, 1859
- Genre : Balistes — Linnaeus, 1758 :
- Espèce : *Balistes capriscus* — Gmelin, 1789

# GÉNÉRALITÉS

## 1.2.2. Morphologique

Le *Balistes capriscus*, connu sous le nom de baliste gris (Gmelin, 1789), se distingue

facilement par son corps ovalisé et fortement aplati sur les côtés.

Il a une peau robuste et rugueuse, constituée de plaques dermiques dures.

Les Balistidés se distinguent par leur nageoire dorsale antérieure, qui est constituée de trois épines : la première peut être dressée et tenue en place grâce à la seconde.

La détermination de l'espèce a été effectuée en se basant sur les caractéristiques morphologiques définies par Carpenter (2002), ainsi que sur les informations citées dans FishBase (2024).



*Figure 1: Schéma générale d'un Baliste capriscus.*

## 1.2.3. Cycle de vie

*Balistes capriscus* est une espèce qui pond des œufs et dont la reproduction nécessite la création de nids dans les fonds sableux. Les adultes y pondent leurs œufs, qu'ils protègent avec soin jusqu'à leur éclosion, généralement deux jours après. Suite à cette phase, les larves adoptent un mode de vie pélagique, dérivant dans la colonne d'eau avant de migrer progressivement vers les zones côtières à l'étape juvénile (Froese & Pauly, 2024).

## 1.2.4. Régime alimentaire

L'espèce présente un régime majoritairement carnivore, se nourrissant principalement de matières animales. Son comportement alimentaire, axé sur la prédation de la macrofaune, permet de la classer parmi les poissons prédateurs. Elle occupe ainsi un niveau trophique estimé à 2,8 ou plus. Ces données sont issues des travaux de Tortonese (1986).

# GÉNÉRALITÉS

## 1.2.5. Répartition mondiale et nationale

Le cochon de mer est présent dans les eaux de la mer Méditerranée, notamment le long des côtes sud, ainsi que dans l'océan Atlantique. On peut l'observer également occasionnellement dans la Manche (Froese & Pauly, 2024).

*Le Baliste capricus* se trouve dans la mer méditerranée y compris les côtes algériennes notamment dans la région d'Annaba. Cependant, les informations spécifiques concernant sa répartition le long des côtes algériennes sont limitées. Néanmoins, sa présence dans la mer Méditerranée suggère qu'il pourrait être rencontré dans les eaux algériennes. (R. & Pauly, D. (Eds.). (2023).)



Figure 2: Répartition géographique de *Baliste capricus*.

## 1.2.6. Importance économique du cochon de mer

Le cochon de mer joue un rôle économique crucial . Il est essentiel pour la pêche artisanale et représente une ressource importante pour les marchés locaux et internationaux. Cette importance se manifeste à travers plusieurs aspects

- 1 Chair de qualité supérieure : Sa chair blanche, ferme et goûteuse est particulièrement prisée sur les marchés (Burton et al., 2015).
2. Bonne rentabilité : Ce poisson se vend à un prix élevé, comparable à celui d'autres espèces de grande valeur (Klein et al., 2015).
3. Soutien à l'économie artisanale : Il représente une source importante de revenus pour les pêcheurs côtiers, notamment en Tunisie (Klein et al., 2015).
4. Intérêt pour la pêche sportive : Cette espèce est recherchée par les amateurs de pêche récréative aux États-Unis, générant des retombées économiques liées au tourisme (McKinzie & Szedlmayer, 2022).

## GÉNÉRALITÉS

5. Alternative aux espèces rares : Elle est pêchée en substitution lorsque certaines espèces deviennent moins disponibles, ce qui permet de maintenir l'activité économique (Shervette et al., 2021).

6. Consommation locale : La majeure partie des prises est destinée à la consommation sur place, ce qui contribue au dynamisme économique des régions concernées (Burton et al., 2015).

### 1.2.7. Composition biochimique des coproduits de *Baliste capriscus*

Les coproduits issus d'espèces marines telles que *Balistes capriscus* constituent une source significative de biomolécules à haute valeur ajoutée, notamment le collagène, la gélatine, le calcium, les peptides bioactifs, les hydrolysats protéiques et les acides gras oméga-3. Ces composés présentent un intérêt croissant pour diverses industries, en particulier les secteurs pharmaceutique, cosmétique et médical Nasri et al. (2013).

### 1.2.8. Définition du collagène

L'expression « collagène » découle du français « colle » et « gène », qui signifie cohésion .Au XIXe siècle, les histologistes ont utilisé ce terme pour décrire la substance fondamentale des tissus conjonctifs (van Der Rest & Garrone, 1991).

Le collagène est une glycoprotéine fibreuse insoluble qui forme un groupe spécifique parmi les macromolécules structurales du tissu conjonctif et de la matrice extracellulaire.

Il s'agit de la protéine la plus courante dans le règne animal, surtout chez les vertébrés (Darne Il et al., 1990).

Le collagène constitue 80 % du poids des tissus conjonctifs et 30 % des protéines présentes dans l'organisme. On retrouve ce composant quasiment dans tous les tissus (la peau, les tendons, les cartilages, les os, les dents, les membranes, la cornée et les vaisseaux de tous les vertébrés), favorisant ainsi leur cohérence, leur élasticité et leur régénération. Il est principalement utilisé pour le soutien, le remplissage, l'attache, l'isolant, la protection ou même le transport dans le cas du système sanguin.

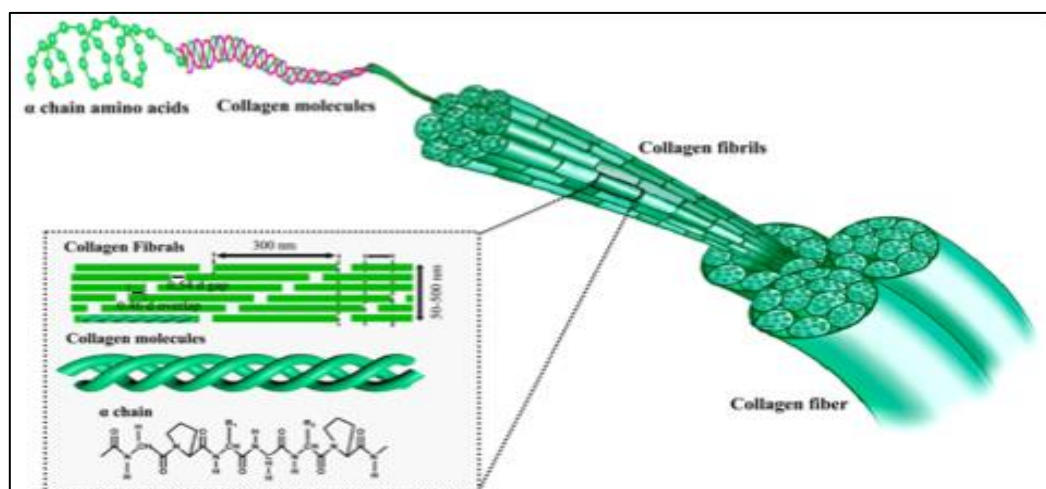


Figure 3: Structure multi-hiérarchique du collagène de type I.

# GÉNÉRALITÉS

## 1.2.9. Classification et types de collagènes

On distingue plusieurs types de molécules de collagènes, ayant des structures moléculaires variées, des organisations macromoléculaires distinctes et des fonctions différentes (voir tableau1). (Ricard-Blum & Ruggiero, 2005)

Tableau 1: Les différentes familles de collagènes.

Type et structure	Localisation tissulaire	Caractéristiques principales	Fonction
<b>Collagènes fibrillaires</b>			
Type I : $(\alpha 1(I))_2 \alpha 2(I)$	Os, derme, tendons, ligaments, cornée	Collagène le plus abondant de l'organisme	Assure la résistance à la traction
Type I : $(\alpha 1(I))_3$	Derme, dentine	Variante minoritaire du type I	
Type II : $(\alpha 1(II))_3$	Cartilage, humeur vitrée, nucleus pulposus	Majoritaire dans les tissus cartilagineux	
Type III : $(\alpha 1(III))_3$	Derme, paroi vasculaire, intestin	Souvent associé au collagène de type I	
Type V : $\alpha 1(V), \alpha 2(V), \alpha 3(V)$	Poumons, cornée, os	Peut former des complexes avec le type I	
Type XI : $\alpha 1(XI), \alpha 2(XI), \alpha 3(XI)$	Cartilage, corps vitré, nucleus pulposus	S'associe au type II dans les cartilages	

## GÉNÉRALITÉS

<p><b>Collagènes des membranes basales</b></p> <p>Type IV : <math>(\alpha 1(IV))_2 \alpha 1-6(IV)</math></p>	<p>Membrane basale</p>	<p>Forme des réseaux bidimensionnels</p>	<p>Sert de support structural</p>
<p><b>Collagènes microfibrillaires</b></p> <p>Type VI : <math>\alpha 1(VI), \alpha 2(VI), \alpha 3(VI)</math></p>	<p>Derme, cartilage, placenta, poumon, parois vasculaires</p>	<p>Organisation en fibrilles disposées en collier de perles</p>	<p>Assure les connexions entre molécules</p>
<p><b>Fibrilles d'ancrage</b></p> <p>Type VII : <math>(\alpha 1(VII))_3</math></p>	<p>Peau, jonction dermo-épidermique, muqueuse orale, col utérin, membrane fœtale</p>		
<p><b>Réseaux hexagonaux</b></p> <p>Type VIII</p> <p>Type X</p>	<p>Endothélium vasculaire, cornée</p> <p>Cartilage, plaques de croissance</p>		<p>Fonction de support</p>
<p><b>Collagènes associés aux fibrilles (FACIT)</b></p>			

# GÉNÉRALITÉS

## 1.2.10. Rôle de collagène

Le collagène est une protéine fibreuse essentielle qui assure la cohésion des tissus conjonctifs. Il intervient notamment dans l'organisation et la stabilité des structures biologiques en facilitant l'ancrage et l'interconnexion des cellules, grâce à sa collaboration avec d'autres composants comme l'élastine et les glycoprotéines. Ce rôle structural est fondamental pour le maintien de l'architecture des organes et des tissus.

Sur le plan fonctionnel, le collagène confère aux tissus diverses propriétés physico-chimiques indispensables, telles que l'hydratation, la solidité, l'élasticité, la flexibilité et l'intégrité mécanique. Ces caractéristiques sont particulièrement importantes pour les tissus soumis à des contraintes mécaniques répétées, comme la peau, les tendons ou encore les cartilages.

La biosynthèse du collagène dépend fortement de la présence de vitamine C. En effet, cette dernière est nécessaire à la formation correcte de la triple hélice caractéristique du collagène mature. Une carence en vitamine C, comme observée dans le cas du scorbut, entraîne un défaut d'assemblage des fibres, ce qui affaiblit la matrice extracellulaire, en particulier autour des vaisseaux sanguins. Cette fragilisation peut provoquer des hémorragies internes, conséquence directe d'un collagène déficient.

Enfin, le collagène joue un rôle déterminant dans le processus de cicatrisation. Lorsqu'un tissu est lésé, la réduction de la tension mécanique exercée sur les fibres de collagène constitue un signal biologique activant les fibroblastes. Ces cellules spécialisées vont alors initier la synthèse de nouvelles fibres de collagène, participant ainsi au remodelage et à la réparation du tissu endommagé jusqu'à restauration de son intégrité (Grinnell, 1994 ; Tomasek et al., 2002)

## 1.2.11. Structure

Les collagènes constituent une vaste superfamille dont la définition est maintenant Biochimique . Chaque molécule de collagène résulte de l'association de trois chaînes polypeptidiques hélicoïdales, appelées chaînes  $\alpha$ , qui s'enroulent les unes autour des autres pour former une structure en triple hélice (Van Der Rest & Garrone, 1991).

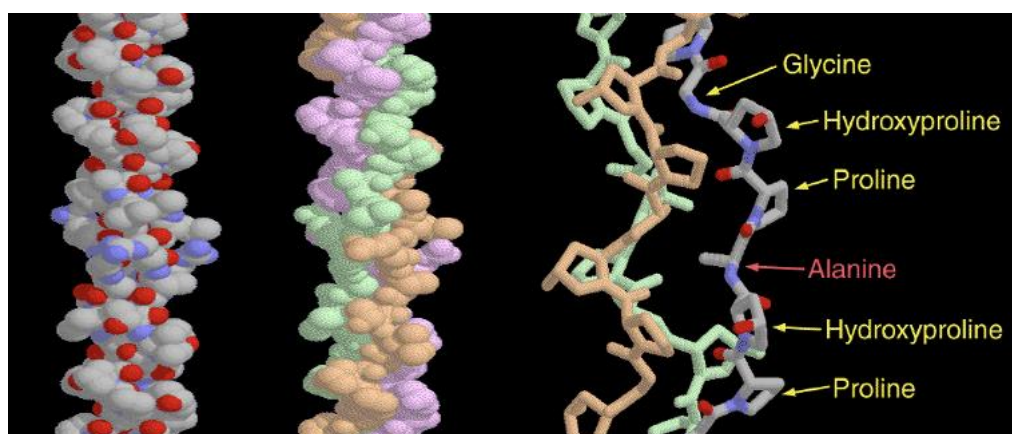


Figure 4: Schéma d'une molécule de collagène.

## GÉNÉRALITÉS

Les trois chaînes  $\alpha$  constitutives sont supposées différentes et elles sont figurées avec des couleurs différentes (Pekkala et al., 2004).

Cette architecture particulière est rendue possible grâce à une composition spécifique en acides aminés, notamment une forte proportion de proline et de glycine.

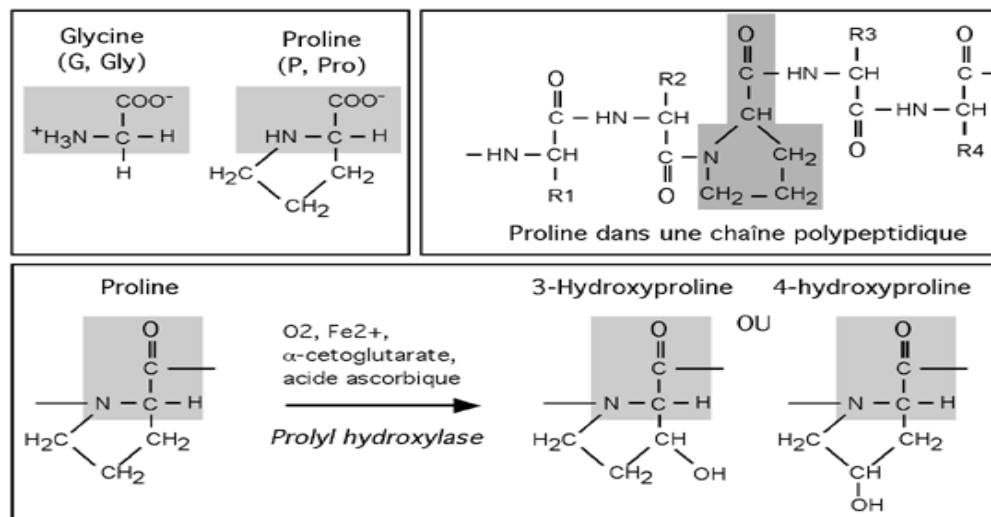


Figure 5: Structure des trois acides aminés majoritaires : Gly, Pro et Hyp de la triple hélice du collagène.

La glycine est un acide aminé de petite taille. En effet, sa chaîne latérale ne présente qu'un atome d'hydrogène disposé de manière parfaitement régulière dans la molécule, c'est-à-dire qu'elle constitue dans la séquence des chaînes individuelles, chaque troisième acide aminé correspond à cette configuration. Cette configuration facilite une liaison étroite des chaînes polypeptidiques dans une triple hélice et encourage la proximité et l'intercalation des chaînes les unes avec les autres. (Cassens, 1966).

Le collagène est composé de proline (Pro) et d'hydroxyproline (Hyp) à hauteur de 15 à 30%. La chaîne latérale de la proline se plie et se joint à son groupement aminé : la chaîne latérale s'étend au-delà de l'axe principal de la chaîne polypeptidique, semblable à une anse de tasse.

Selon Taskiran et al (1999).

L'hydroxyproline représente environ 10 % des acides aminés présents dans la molécule de collagène. La teneur en hydroxyproline dans le collagène est approximativement cinq fois supérieure à celle des autres protéines (la réticuline, qui renferme aussi une quantité significative d'hydroxyproline, est essentiellement un collagène de type III) (Woessner, 1961).

Chaque tour d'hélice contient trois résidus d'acides aminés, conférant au collagène sa structure régulière et sa remarquable résistance mécanique.

# GÉNÉRALITÉS

## 1.2.12. Source

L'extraction du collagène marin peut se faire à partir de nombreuses sources, en utilisant des parties spécifiques selon l'espèce, comme le montre clairement le tableau ci-dessous. »

*Tableau 2: Les différentes sources du collagène marin.*

<u>Source marine</u>	<u>Partie utilisée</u>	<u>Référence</u>
Poissons	Peau, écailles , arêtes	Farooq et al. 2024
Requin / Raie	Cartilage	
Méduse	Tissu mous	
Crustacé (carpe et crevette)	Carapace	
Mollusques ( moules , huitres)	Coquille , tissus mous	
Concombre de mer	Tissus corporels	
Éponge marine	Structure corporelle	Araújo., et al

## GÉNÉRALITÉS

### 1.2.13. Propriétés biologiques et chimiques du collagène

#### 1.2.13.1. Propriétés biologiques

- ❖ **Propriété antioxydante** : Le collagène dérivé de la peau de poisson manifeste une activité antioxydante significative. Il a la capacité de neutraliser les radicaux libres, ces molécules instables qui provoquent le stress oxydatif, un contributeur important au vieillissement anticipé des cellules. Le collagène, en réduisant les dommages oxydatifs, sauvegarde les structures de la peau, maintenant ainsi sa fermeté, son élasticité et sa brillance. Cette caractéristique le rend un ingrédient privilégié dans les formules cosmétiques anti-âge (Wang et al., 2021).
- ❖ **Propriété cicatrisante** : Le collagène marin stimule efficacement la guérison des blessures. Il favorise la multiplication des fibroblastes, indispensables à la régénération tissulaire, de même que l'apparition de nouveaux vaisseaux sanguins (angiogenèse). Ces interventions favorisent la réparation des tissus lésés, ce qui les rend particulièrement bénéfiques dans le soin des traumatismes, des brûlures et d'autres problèmes de peau requérant une régénération rapide et performante (Gómez-Guillén et al., 2022).
- ❖ **Propriété anti-inflammatoire** : Le collagène de poisson a également des effets anti-inflammatoires notables. Il aide à diminuer les rougeurs, les irritations et les inflammations cutanées. C'est pourquoi il est particulièrement approprié pour les soins de la peau sensible, réactive ou touchée par des maladies dermatologiques comme l'eczéma ou la dermatite (Lee et al., 2023).
- ❖ **Propriété de biocompatibilité** : Cette forme de collagène est très bien acceptée par le corps. Sa composition naturelle réduit le danger de réactions allergiques ou immunitaires, à l'inverse d'autres origines animales telles que le collagène provenant du porc ou du bétail. Cette biocompatibilité exceptionnelle constitue un avantage majeur pour son application dans les secteurs médical, pharmaceutique et cosmétique (Faralizadeh et al., 2023).

Facilité d'absorption : Le collagène hydrolysé (poids moléculaire réduit) est bien absorbé par le tube digestif et rapidement utilisé par l'organisme. Skov et al., 2019

#### 1.2.13.2. Propriétés chimiques

- ❖ **Caractéristique structurale** : La structure en triple hélice du collagène marin, qui est majoritairement constituée d'acides aminés tels que la glycine, la proline et l'hydroxyproline, le rend unique. Cette disposition spécifique lui assure une stabilité importante ainsi qu'une notable résistance mécanique. Ces attributs structurels sont indispensables pour garantir la préservation de l'intégrité des tissus, en particulier cutanés, et favorisent leur emploi dans des préparations requérant solidité et longévité (Zou et al., 2021).
- ❖ **Caractéristique de biodisponibilité** : Après hydrolyse, le collagène se dégrade en peptides de poids moléculaire inférieur. Ces peptides sont aisément assimilés par le corps, ce qui optimise significativement leur efficacité biologique. Dans le domaine des produits nutraceutiques ou cosmétiques destinés à une action profonde, que ce soit sur la peau, les

## GÉNÉRALITÉS

cheveux ou les articulations, cette biodisponibilité élevée est un atout de premier plan (Wang et al., 2021).

- ❖ **Propriété d'hydratation** : Le collagène marin a une excellente capacité à retenir l'eau. Il crée une couche hydratante sur la peau, diminuant ainsi la perte d'eau par voie transépidermique. Cela aide à assurer une hydratation de la peau idéale, cruciale pour la flexibilité et la défense de la peau, spécialement dans les préparations cosmétiques destinées aux peaux sèches ou matures (Zou et al., 2021).
- ❖ **Caractéristique de stabilité thermique** : Le collagène provenant de la peau de poisson offre une excellente stabilité thermique, ce qui simplifie sa conservation et son intégration dans différentes formulations, qu'elles soient destinées aux cosmétiques ou aux nutraceutiques. Cette caractéristique est particulièrement bénéfique pour les processus industriels qui requièrent des conditions de fabrication sous contrôle thermique (Wang et al., 2021).

### *1.2.13.3. Utilisations et applications du collagène*

Dans les temps anciens, il était utilisé comme une « colle biologique », et au cours du temps, son industrialisation, a amené à l'utiliser dans de nombreuses applications. Durant la Haute Antiquité en Égypte, les artisans étaient capables de fabriquer de la colle à partir d'os et de cuirs d'animaux afin d'assembler les morceaux de bois entre eux. (Shrieber & Gareis, 2007).

Depuis 1960 avec l'aquaculture intensive en Europe, une source de peau fraîche est venue s'ajouter aux matières premières traditionnelles. La production du collagène a pris des destinations pour de multiples usages.

Selon Lee et al. (2001), les industries biomédicales, pharmaceutiques et cosmétiques sont les principales utilisatrices du collagène. Il est également utilisé dans d'autres secteurs tels que l'industrie alimentaire et photographique.

On observe l'utilisation du collagène dans les applications biomédicales et pharmaceutiques, notamment pour le traitement de l'hypertension, de l'incontinence urinaire et de la douleur liée à l'arthrose (Rustad, 2003). Industrie alimentaire et photographique. (Kim & Mendis, 2006 ; Senaratne et al., 2006).

Les recherches en ingénierie tissulaire appliquée aux implants humains se concentrent sur la prévention des maladies angiogéniques, telles que les complications induites par le diabète, l'obésité ou encore l'arthrite (Rehn et al., 2001).

Le collagène peut également être utilisé pour fabriquer des fils chirurgicaux, des feutres et des mousses hémostatiques, des membranes de collagène, des capsules, des filtres et autres produits.

D'après les spécialistes en orthopédie, la présence de poudre de collagène résiduelle dans les techniques d'ostéosynthèse favorise une consolidation osseuse plus rapide. Le collagène

## GÉNÉRALITÉS

Tableau 3: les applications du collagène marin.

Domaine	Applications
Biomédical	Grâce à leurs propriétés biocompatibles, cicatrisantes et régénérantes, on fabrique des bandages, des sutures, des matrices pour l'ingénierie tissulaire et des prothèses. Agents thérapeutiques et vecteurs de médicaments via leur capacité à se biodégrader.
Cosmétique	Ingrédients dans les crèmes, sérums, lotions et shampoings pour leurs propriétés hydratantes, raffermissantes, et régénérantes
Alimentaire	Souvent disponible sous forme hydrolysée dans les suppléments nutritionnels visant à soutenir les articulations et les muscles, ce dernier contient des acides aminés spécifiques tels que la glycine et la proline qui contribuent à renforcer les tissus conjonctifs et préserver la structure du cartilage.

possède également des caractéristiques bénéfiques dans la lutte contre le cancer, en réduisant la formation de cartilage et d'os pour soulager les douleurs des patients atteints d'arthrite osseuse. D'après Kim & Mendis (2006), le collagène est utilisé comme transporteur de principes actifs, de protéines ou de gènes. Le collagène n'a pas de propriétés antigéniques. Par conséquent, il est biocompatible avec les tissus vivants. Le collagène est fréquemment employé de diverses manières dans les produits cosmétiques ou intégré dans les formes galéniques, que ce soit pour la fabrication de greffes sous cutanées, d'applications topiques, de pommades et de crèmes destinées à traiter les brûlures, les vergetures, les cicatrices ou encore comme agent anti-rides pour ralentir l'apparition des signes du vieillissement cutané. Dans le secteur de la nutrition, le).

Le collagène sera employé :

- Sous forme liquide dans des préparations telles que gels, sérums ou injectables pour stimuler la régénération des tissus ou l'effet anti-âge.
- Sous forme de microcapsules ou de particules pour l'encapsulation et la diffusion contrôlée de substances actives en médecine et en cosmétique.
- En tant que fibres destinées à la production de matrices tissulaires, bandages ou sutures dans le domaine de l'ingénierie biomédicale.

## **GÉNÉRALITÉS**

- en état semi-solide (hydrogel), pour la fabrication de produits destinés au comblement dermique, aux crèmes ou aux bandages cicatrisants.
- ou encore présentés sous la forme d'éléments façonnés (par exemple : membranes, éponges, implants destinés à la reconstruction tissulaire ou à la régénération osseuse).

# Chapitre 2

# Matériel et Méthodes

## **Matériel et méthodes**

### **1. Introduction**

Ce chapitre présente le matériel utilisé ainsi que les méthodes expérimentales mises en œuvre pour l'élaboration et la caractérisation d'une crème hydratante. Il décrit en détail les techniques d'extraction du collagène, les procédés de formulation de cette crème, ainsi que les méthodes d'évaluation de leurs propriétés physico-chimiques et biologiques. L'objectif est d'offrir une compréhension approfondie des étapes nécessaires à la mise au point d'une crème efficace, en soulignant particulièrement le rôle essentiel du collagène d'origine marine dans le domaine de la santé.

#### **1.1. Objectifs du Chapitre**

- II. Extraire et purifier le collagène à partir de la peau de cochon de mer.
- III. Formuler de crème hydratante à base de collagène en utilisant différentes techniques de préparation, telles que le mélange et le séchage
- IV. Caractériser les propriétés physico-chimiques de la crème élaborée, notamment la solubilité, et la stabilité.
- V. Établir des protocoles normalisés pour l'extraction du collagène et la préparation de la crème, garantissant ainsi la reproductibilité des résultats.

### **2. Matériel**

#### **2.1. Matériel biologique**

Le matériel biologique utilisé dans cette étude est constitué de :

Peau de poisson de *Baliste capriscus*

#### **2.2. Matériel non biologique**

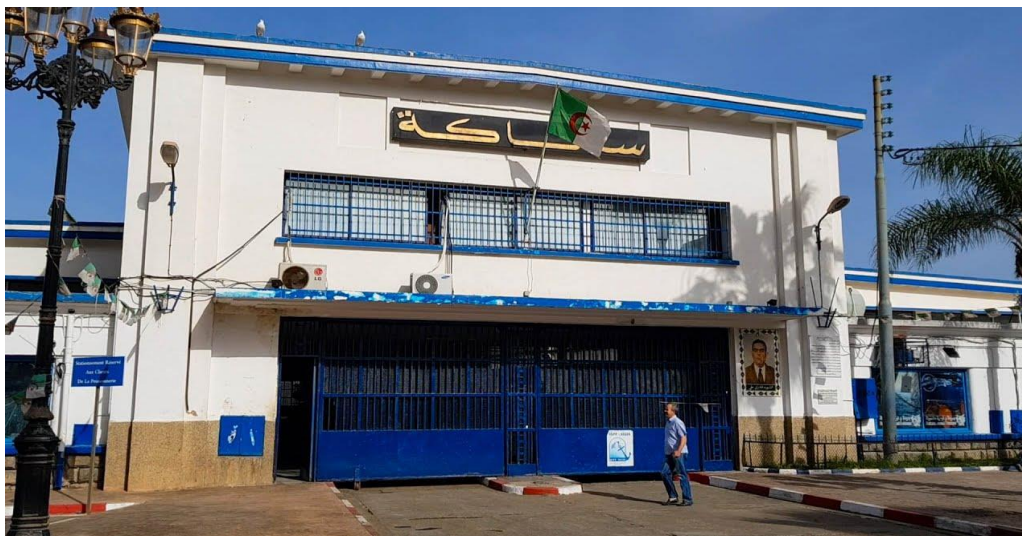
Différents appareils et réactifs employés durant cette étude telle que (centrifuge, acide acétique ....).

### **3. Co produit de cochon de mer**

#### **3.1. Récolte de la matière première**

La récolte de la matière première (la peau de poisson frais) s'est faite : la fin mars 2024, au niveau de la pêcherie d'Alger.

## Matériel et méthodes



*Figure 6: pêcherie d'Alger.*

### 3.2. Prétraitement des peaux

Afin d'éliminer certains déchets tels que le liquide jaune, le sang et les débris épicuticulaires, les déchets récupérés subissent un prétraitement par lavage à l'eau du robinet suivi d'un rinçage à l'eau distillée.

### 3.3. Séchage et broyage de la matière première

Le séchage à l'étuve est une méthode de déshydratation efficace qui permet de réduire la teneur en eau de différentes substances, y compris la peau de poisson. Ce procédé repose sur l'application de chaleur pour éliminer l'humidité.

Les peaux de poisson, préalablement rincées à l'eau distillée, sont découpées en morceaux de taille uniforme afin d'assurer un séchage homogène, puis disposées sur une plaque recouverte de papier cuisson. Elles sont ensuite séchées pendant 8 heures, puis broyées



*Figure 7: Séchage et broyage de peau de Baliste capriscus.*

## Matériel et méthodes

### 4. Détermination de la composition biochimique globale de la peau de poisson

#### 4.1. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est exprimée comme le rapport entre la masse d'eau contenue dans l'échantillon en fonction de la masse de matière sèche obtenue après élimination complète de l'humidité.

Cette opération est réalisée par séchage dans une étuve à 105 °C pendant 24 heures, jusqu'à obtention d'un poids constant (AOAC, 1980).

#### Mode opératoire

- Peser un creuset vide ;
- Y ajouter 2 g de l'échantillon, puis noter le poids total ;
- Placer le creuset dans l'étuve à 105 °

Après que les 24 heures se sont écoulées, retirer le creuset du four et le laisser refroidir dans un dessiccateur. Ensuite, effectuer la pesée finale.

Le taux d'humidité est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = ((m_0 - m_1) / m_2) \times 100$$

Où :

M0 : Masse du creuset vide

M1 : Masse du creuset avec l'échantillon avant étuvage à 105°C

M2 : Masse du creuset avec l'échantillon après étuvage à 105°C



Figure 8: Étuvage et pesage d'échantillon pour l'évaluation de sa teneur en eau.

## Matériel et méthodes

### 4.2. Détermination de la teneur totale en matière minérale

La teneur en matière minérale est déterminée par incinération au four à moufle. Pour cela, la poudre de la peau de poisson est chauffée à 600°C pendant 4 heures, selon la méthode de l'AOAC (1999). Les cendres résultantes correspondent à la matière minérale, après élimination de la matière organique.

#### Mode opératoire

1. Peser un creuset vide à l'aide d'une balance de précision.
2. √ Introduire 2 g de poudre de la peau.
3. Placer le creuset dans un four à moufle à 600°C pendant 4 heures.
4. Le sortir et le laisser refroidir dans un dessiccateur afin d'éviter l'absorption d'humidité par les cendres.
5. Reprendre la pesée une fois le creuset refroidi.

La teneur en minéraux est calculée selon la formule suivante :

$$C (\%) = ((M1 - M0) / (M2 - M0)) \times 100$$

Où :

- C (%) : Teneur en minéraux exprimée en pourcentage
- M0 : Masse du creuset vide (g)
- M1 : Masse du creuset avec l'échantillon avant incinération (g)
- M2 : Masse du creuset avec les cendres (g)

### 4.3. Détermination de la teneur en lipides totaux

La teneur en lipides totaux est déterminée à l'aide d'un extracteur de Soxhlet (Figure9) Pour cela, une quantité précise de poudre de la peau est introduite dans une cartouche en cellulose, laquelle est placée dans la chambre d'extraction. Ensuite, un volume approprié de solvant organique hexane est versé dans le ballon, qui sera chauffé jusqu'à ébullition afin de permettre l'extraction des lipides.

## Matériel et méthodes

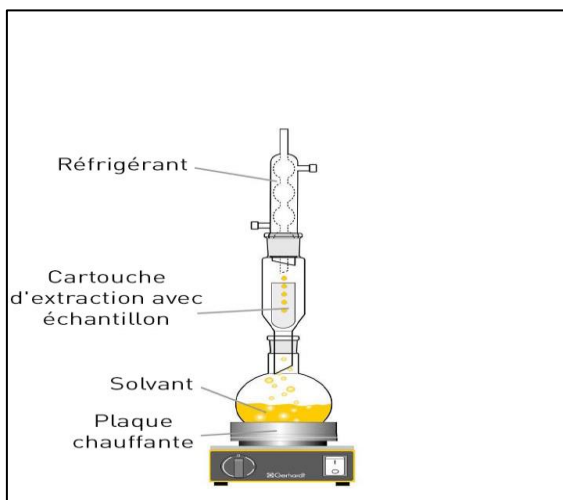


Figure 9: Extracteur de Soxhlet

Le solvant s'évapore et se condense au niveau du réfrigérant, puis il est acheminé vers la chambre de stockage. En traversant la chambre d'extraction ainsi que les parois de la cartouche en cellulose, il solubilise les composés lipidiques. Ces derniers sont entraînés avec le solvant jusqu'au ballon. Ce processus se répète de manière cyclique jusqu'à l'extraction complète des lipides, avec environ 60 cycles réalisés en 6h ( 10 cycles par heure ), à l'aide d'un extracteur de soxhlet de laboratoire .

La teneur en lipides est ensuite déterminée par une double pesée du ballon (ou de la chambre de stockage) avant et après l'extraction, suivie du calcul du pourcentage de masse extrait par rapport à la masse initiale.

Pour déterminer la teneur en lipides, il suffit de peser le ballon (contenant les lipides extraits) avant et après extraction, puis de calculer le pourcentage de matière extraite par rapport à la masse initiale de l'échantillon.

### Mode opératoire

- Mettre en marche le réfrigérant à une température de 2 °C.
- Peser le ballon vide avant l'extraction.
- Peser 2g de poudre dans une cartouche de cellulose
- Insérer la cartouche en cellulose dans la chambre d'extraction
- Préparer un échantillon blanc contenant uniquement le solvant, afin de vérifier l'absence de composés lipidiques dans ce dernier.
- Ajouter 160 ml d'éther éthylique.
- Chauffer le ballon à 100 °C pour amener le solvant à ébullition une fois l'ébullition atteinte, abaisser la température à 60 °C et maintenir cette température pendant 4 heures.
- À la fin de l'extraction, placer le ballon dans un rota vapeur réglé à 60 °C pour concentrer les lipides en éliminant le solvant.

## Matériel et méthodes

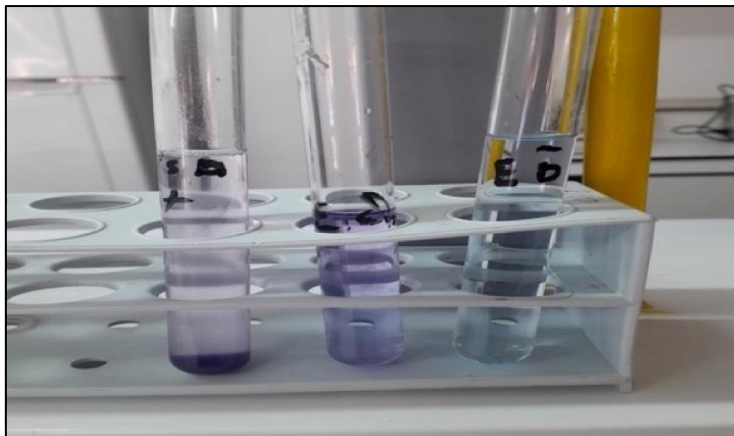


Figure 10: Tubes d'étalonnage pour la détermination de la concentration en protéine.

### 4.4. Détermination de la teneur en protéines totales

La teneur en protéines a été déterminée par dosage colorimétrique selon la méthode de Biuret. Les liaisons peptidiques des protéines présentes dans la peau de poisson réagissent avec les ions cuivriques (provenant du sulfate de cuivre, réactif de la réaction) et forment un complexe bleu-violacé en milieu alcalin

#### Mode opératoire

- Préparer une série de tubes énumérés
- Préparer une solution mère de BSA à 1 %.
- Dissoudre l'échantillon (poudre de peaux de poisson) dans un volume déterminé d'eau distillée.
- Répartir des volumes croissants de la solution de BSA dans plusieurs tubes à essai.
- Compléter chaque tube avec de l'eau distillée jusqu'à un volume final constant, puis homogénéiser.
- Ajouter 1 ml de solution de NaOH dans chaque tube.
- Ajouter un volume précis du réactif de Biuret
- Incuber les tubes à température ambiante pendant 30 à 90 minutes.
- Prélever une portion de chaque tube pour remplir au trois quarts une cuvette de mesure.
- Mesurer l'absorbance à 545 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

Les valeurs obtenues permettent de tracer la courbe d'étalonnage des absorbances en fonction des concentrations en protéines  $A = F \text{ pro}$

## Matériel et méthodes

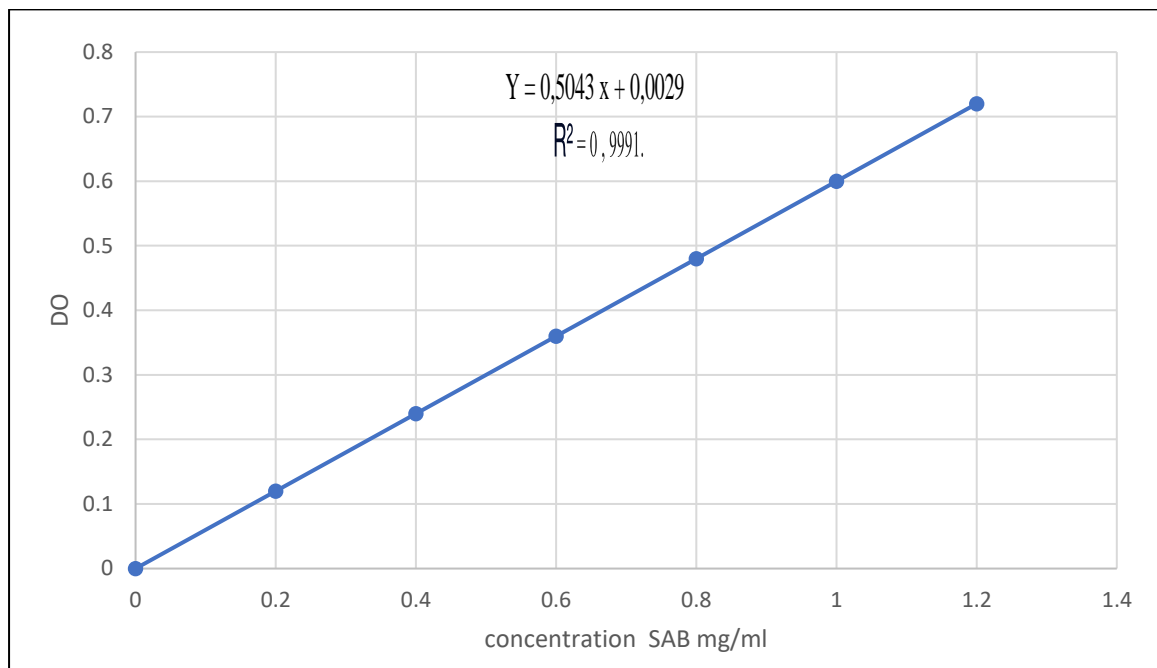


Figure 11 : courbe de la teneur en protéines totales.

### 5. Extraction du collagène à partir de peaux de poisson *Baliste capriscus*

#### 5.1. L'organigramme d'extraction

Les étapes du processus d'extraction du collagène marin sont illustrées dans l'organigramme ci-dessous.

## Matériel et méthodes

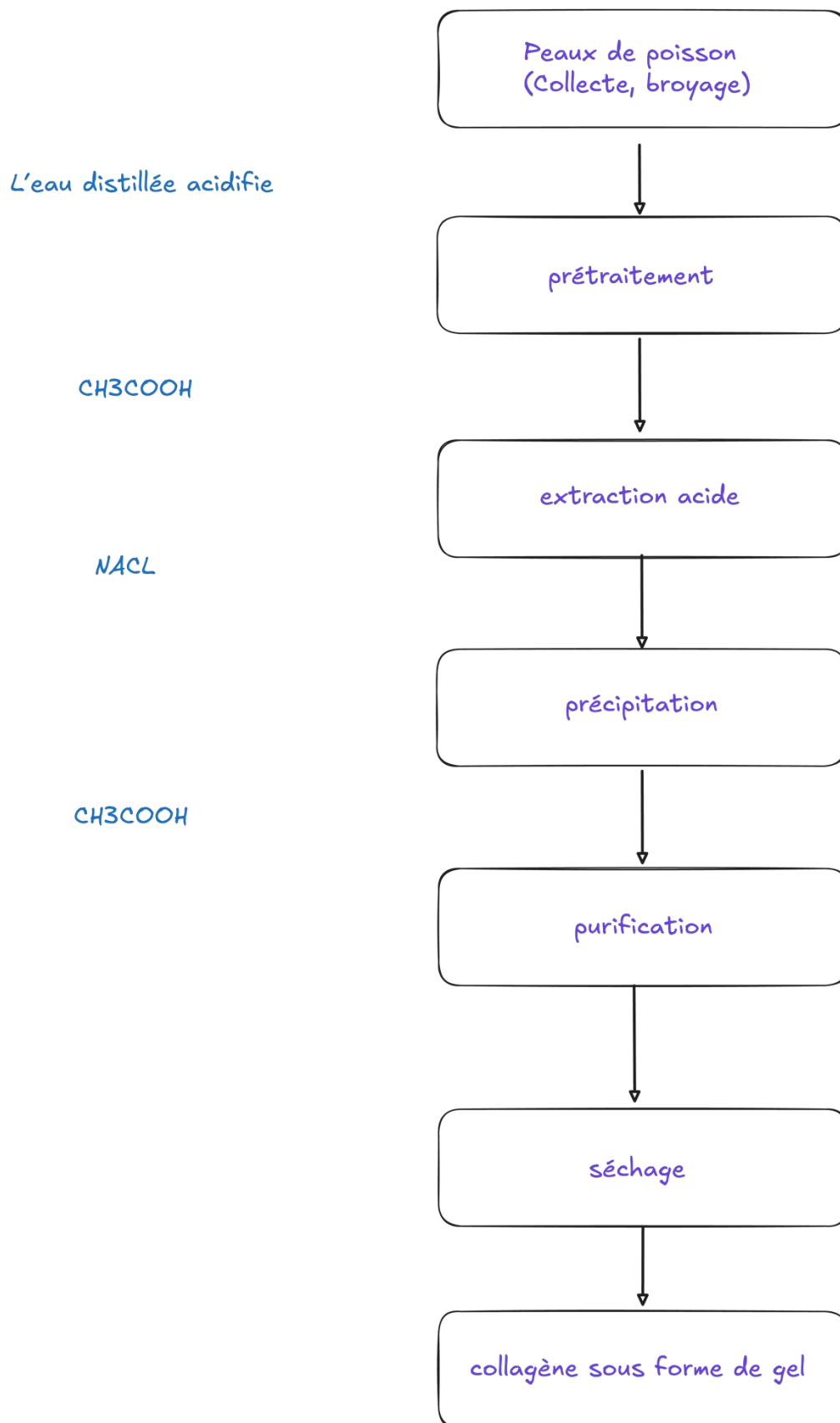
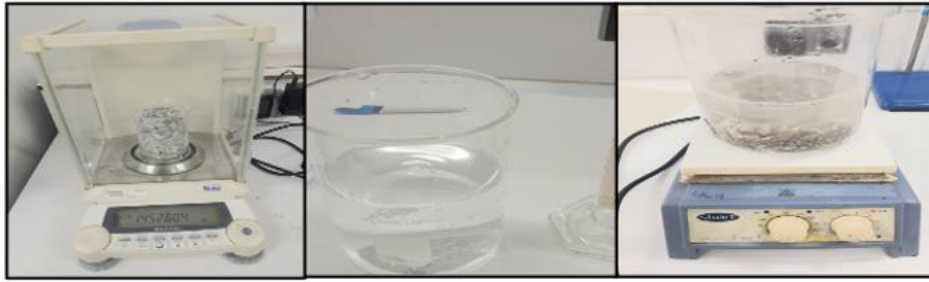


Figure 12: organigramme d'extraction du collagène à partir de peau de de *Baliste capriscus*.

## Matériel et méthodes



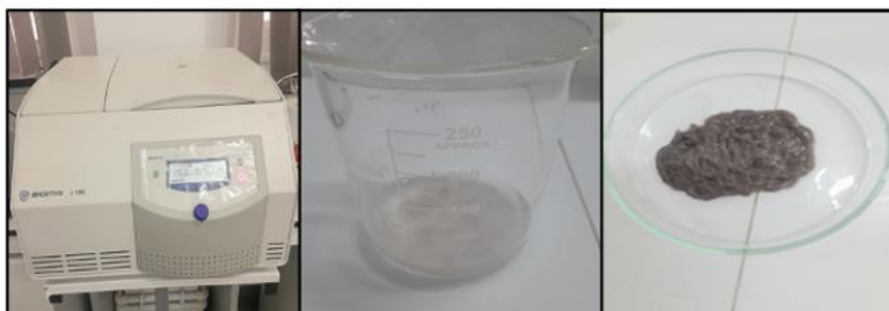
Prétraitement chimique



Extraction acide



Précipitation avec NaCl



Précipitation différentielle par centrifugation

Figure 13: Schéma général d'extraction du collagène

## Matériel et méthodes

### 5.2. Etapes d'extraction acide du collagène à partir de la peau de poisson

L'extraction acide constitue une méthode efficace et largement utilisée pour l'isolement du collagène, en particulier de type I, à partir de tissus riches comme la peau de poisson. Cette technique repose sur l'utilisation d'un acide organique faible, principalement l'acide acétique, permettant de solubiliser le collagène sans altérer sa structure tridimensionnelle.

#### 5.2.1. Prétraitement chimique (acide ou base)

Après le broyage de la peau Le broyat est soumis à deux bains successifs de l'eau distillée acidifiée 1h pour chaque bain avec agitation (0,4 ml d'acide acétique pour 100 ml) eau distillée. Ensuite, séparer le broyat par centrifugation à 12 000 tr /min pendant 20 minutes.

#### 5.2.2. Extraction acide

La matière lavée est séchée à l'étuve à 40-50°C pour 4 à 8h, après le séchage la poudre sèche est mélangée avec une solution d'acide acétique 0.5 M pH 3.15

Utiliser le rapport (10 g de peau par 50 mL) de la solution d'acide acétique sous agitation douce. Récupérer le surnageant contenant le collagène solubilisé à 5000 tr/min pendant 20 min.

#### 5.2.3. Précipitation (Avec NaCl [2.5 M] 4°C)

#### 5.2.4. Précipitation différentielle par centrifugation

Après précipitation au NaCl, ré-dissoudre le collagène dans 0,5 M d'acide acétique, puis précipiter à nouveau par centrifugation à haute vitesse (ex. 15 000 × g, 30 min).

Séchage au four 30° obtenir une poudre de collagène prêt à l'emploi pour divers produits)

## 6. Caractérisation du collagène

### 6.1. Rendement massique du collagène

Le rendement massique est calculé à partir du poids du collagène obtenu après extraction en fonction du poids de la peau de poisson de cochon de mer sèche (KITTI PHATTANABAWON et al., 2005), selon la formule ci-dessous :

$$Y_m (\%) = M_1 / M_2 * 100$$

Avec :

**M1** : le poids du collagène obtenu.

**M2** : le poids de la peau de poisson initiale.

## **Matériel et méthodes**

### **6.2. Test de solubilité**

Dissoudre 0,1g du collagène dans 10 ml d'une solution d'acide acétique (0,5M) sous agitation constante pendant 24H à 4° jusqu'à sa solubilisation. (George Sitterley, 2008)

### **6.3. Test de gélification**

Le test repose principalement sur la capacité de collagène marin à former un gel tridimensionnel stable quand il est dissous dans l'eau en présence de glycérine qui joue le rôle d'un plastifiant puis refroidir à basse température 4° C .

Élaborer trois solutions de base :

- **Solution 1** : 5 mL d'eau distillée (100 %)
- **Solution 2** : 4 mL d'eau + 1 mL de glycérine (80 % / 20 %)
- **Solution 3** : 2,5 mL d'eau + 2,5 mL de glycérine (50 % / 50 %)

Ajouter pour chaque solution 0,5 g de collagène dans le mélange (eau + glycérine) mettez-les au réfrigérateur à 4 °C pendant 12 h. (Ullah, S., Zainol, I., Chowdhury, S. R., & Fauzi, M. B. (2018).)

### **6.4. La fabrication d'une crème hydratante à base de collagène marin**

La production d'une crème hydratante à partir du collagène marin comprend plusieurs étapes clés, allant de l'extraction du collagène à partir des peaux de poisson jusqu'à l'élaboration finale du produit cosmétique. Voici un aperçu détaillé du protocole suivi :

### **6.5. Matériel et Équipements**

Pour la formulation de la crème hydratante enrichie en collagène, des matières premières spécifiques et des équipements standardisés ont été employés. Les ingrédients actifs ont été sélectionnés sur la base de leurs propriétés hydratantes, stabilisantes et protectrices de la peau.

Tous les réactifs, d'une pureté conforme aux normes pharmacopées, ont été sourcés auprès de fournisseurs agréés pour garantir une traçabilité et une qualité adaptées à un usage dermo--cosmétique.

#### **6.5.1. Équipements utilisés**

- Agitateur magnétique
- Bain- marie
- Bêchers en verre (250 mL, 500 mL)
- Spatule en inox ou en verre
- Balance électronique de précision
- pH-mètre

## **Matériel et méthodes**

- Contenants stériles pour conditionnement final
  - Papier film ou couvercles pour couvrir les préparations
- Gant

### **6.5.2. Les ingrédients utilisés**

- d'eau distillée
- eau florale
- gel d'aloé Vera
- La glycérine
- Poudre de collagène
- l'huile de jojoba

## **7. Procède de fabrication**

La fabrication comprend 3 phases principales : la phase aqueuse et la phase huileuse et la formation d'émulsion. Cette préparation a été réalisée au niveau de laboratoire de l'école

### **7.1. La phase aqueuse**

La phase aqueuse, essentielle à l'hydratation cutanée, a été constituée principalement d'eau distillée, utilisée comme base neutre pour dissoudre les autres ingrédients. Une eau florale, telle que l'eau de rose, y a été ajoutée pour ses propriétés apaisantes et rafraîchissantes.

Pour renforcer l'effet hydratant, du gel d'aloé Vera, reconnu pour ses vertus réparatrices et calmantes, a été incorporé. De la glycérine végétale a également été introduite en tant qu'agent humectant, favorisant la rétention d'eau dans l'épiderme et améliorant la souplesse de la peau.

Le collagène marin, extrait au préalable de peau de poisson selon un protocole spécifique, a été intégré à cette phase pour ses effets hydratants et raffermissants. Le mélange a ensuite été agité modérément jusqu'à l'obtention d'une solution homogène, prête à être associée à la phase huileuse.

### **7.2. La phase huileuse**

La phase huileuse a été formulée avec des ingrédients sélectionnés pour leurs propriétés nourrissantes et protectrices. Une huile végétale douce, telle que l'huile de jojoba, a été choisie pour sa légèreté, son toucher non gras et sa richesse en acides gras essentiels, contribuant au renforcement de la barrière cutanée.

Un émulsifiant d'origine naturelle, prêt à l'emploi, a été incorporé afin d'assurer la stabilité de l'émulsion et de favoriser une texture finale lisse et agréable. L'ensemble des composants de cette phase a été chauffé à feu doux, permettant la fonte complète de l'émulsifiant et l'obtention d'un mélange homogène et fluide.

## **Matériel et méthodes**

La préparation a ensuite été maintenue à température constante pour garantir une bonne fusion avec la phase aqueuse lors de l'étape d'émulsion.

### **7.3. Mélange de deux phases et la formation d'émulsion**

Une fois les deux phases préparées et ayant atteint une température similaire, la phase huileuse a été lentement versée dans la phase aqueuse. Le mélange a été homogénéisé à l'aide d'un petit mixeur, permettant d'obtenir une crème uniforme et stable.

Le mélange a été poursuivi durant plusieurs minutes. Pendant ce temps, la préparation s'est légèrement épaissie au fur et à mesure du refroidissement. Une fois la crème tiédie, quelques gouttes d'un conservateur doux ont été ajoutées, afin de prévenir le développement et la prolifération bactérienne. Un ajusteur de pH a ensuite été incorporé pour rendre la crème compatible avec le pH cutané. Enfin, la crème obtenue a été transférée dans des pots propres et hermétiquement fermés, puis stockée à l'abri de la lumière.

### **7.4. Contrôle de qualité de la formulation préparée**

Tout produit fini doit être soumis à une série de tests et d'analyses de qualité afin de garantir son bon usage et sa mise sur le marché. Parmi les essais réalisés *in vitro*, on retrouve les suivants :

#### **7.4.1. Caractéristiques macroscopiques et microscopique**

##### **7.4.1.1. *Caractéristique macroscopique***

Observation de l'aspect général de la crème, incluant sa couleur, sa consistance et son odeur.

##### **7.4.1.2. *Caractéristiques microscopiques***

L'homogénéité de la préparation a été vérifiée à l'aide d'un microscope optique. Une petite quantité de la crème a été étalée sur une lame pour observer la répartition des gouttelettes au sein de l'émulsion.

#### **7.4.2. Mesure du pH**

Le pH de la crème a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre de type HI2209-01.

#### **7.4.3. Tests de stabilité**

Ces essais visent à évaluer la résistance de l'émulsion

#### **7.4.4. Stabilité à la centrifugation**

L'émulsion est soumise à une centrifugation 3000 trs durant 15 min afin d'observer d'éventuels phénomènes de crémage, de sédimentation ou de séparation de phases.

## Matériel et méthodes

### 7.4.5. Test de stérilité

La gestion de la qualité microbiologique est primordiale dans la formulation des produits cosmétiques afin de garantir la sécurité des utilisateurs. Parmi les micro-organismes à surveiller, *Staphylococcus aureus* est particulièrement préoccupant en raison de son potentiel pathogène. La norme ISO 22718:2015, établie par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), décrit une méthode standardisée pour la détection de cette bactérie dans les produits cosmétiques. Cette approche consiste en un enrichissement dans un milieu liquide suivi de l'isolement sur un milieu solide (ISO, 2015).

*S. aureus* est un pathogène opportuniste pouvant coloniser la peau humaine sans nécessairement provoquer de symptômes. Toutefois, en raison de sa pathogénicité potentielle, il constitue un agent microbiologique à surveiller, notamment dans les contextes cliniques et les contrôles de sécurité des produits cosmétiques. (ISO, 2015)

Son identification repose principalement sur sa capacité à se développer sur des milieux sélectifs spécifiques, ainsi que sur sa réaction positive aux tests de catalase et d'oxydase.

La norme iso 22718 2015 repose sur 3 étapes clés et la norme iso 21149 complète cette dernière et donne les exigences générales pour les méthodes microbiologiques appliquées aux produits cosmétiques

Enrichissement

**But :** Permettre la croissance des micro-organismes présents dans l'échantillon, y compris *S. aureus*, sans les inhiber.

**Milieu utilisé :** Bouillon Eugon LT 100

**Conditions :**

**Température :** 35–37 °C , Durée : 24 ± 2 h

**Particularité :** Contient des agents neutralisants pour contrer les effets antimicrobiens potentiels du produit cosmétique.

**2. Isolement**

**But :** Séparer et visualiser *S. aureus* sur un milieu sélectif pour une reconnaissance visuelle des colonies typiques.

**Milieu utilisé :** Gélose Baird-Parker + tellurite de potassium + émulsion de jaune d'œuf

**Conditions :**

**Température :** 35–37 °. , Durée : 24–48 h

## **Matériel et méthodes**

**Résultat attendu** : Colonies noires brillantes avec halo clair = suspectes de *S. aureus*.

### **3. Identification**

**But** : Confirmer que les colonies isolées sont bien *Staphylococcus aureus*.

**Méthodes** :

**Coloration de Gram** : Cocci Gram positif en amas

**Test de la catalase** : positif

**Test de la coagulase** : positif (coagulation du plasma)

# **Chapitre 3**

# **Résultats**

**et**

# **Discussion**

## Résultats et Discussion

### 1. Composition biochimique globale de la peau du cochon de mer

La composition biochimique globale des coproduits de l'espèce *Baliste capricus* est détaillée dans le **Tableau 4**. Ces données sont également confrontées aux résultats issus d'études antérieures.

*Tableau 4: Comparaison des résultats actuels avec ceux de la littérature.*

<b>Taux</b>	<b>Présente étude (2025)</b>	<b>Tiago Simoes ET al (2013)</b>	<b>KEMEL Jelluli et al (2011)</b>
<b>Humidité</b>	60 %	70,4 ± 0,6 %	69,58 %
<b>Matière minérale</b>	3 %	2,51 ± 0,27%	2,47%
<b>Lipides</b>	0,8%	0,55± 0,06%	1,82%
<b>Protéine</b>	28,1%	19,05 ±1,11%	26,13%

## Résultats et Discussion

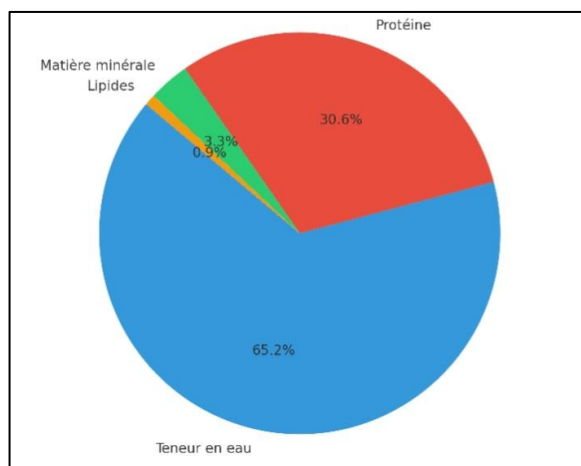


Figure 14: Composition biochimique globale des coproduits de l'espèce *Baliste capricus*.

### 1.1. Taux d'humidité (Teneur en eau)

Le taux d'humidité mesuré dans la peau de notre échantillon est de 60 %, ce qui reste relativement proche des valeurs rapportées dans les études antérieures, à savoir 70,4 % dans celle de Tiago Simões et al. (2013) et 69,58 % selon KEMEL Jellouli et al. (2011). Cette légère différence peut s'expliquer par des conditions expérimentales distinctes, notamment en ce qui concerne la température et la durée de séchage.

En effet, notre échantillon a été exposé à une température plus élevée (40 °C) et pendant une période prolongée, ce qui a favorisé une évaporation plus importante de l'eau contenue dans la peau du poisson.

### 1.2. Teneur en matière minérale

De même, la teneur en minéraux est voisine de celles décrites dans la littérature KEMEL Jellouli et al., 2011, Tiago Simoes ET al., 2013. Il est admis que la composition chimique générale de la peau de cochon de mer fluctue, selon le sexe, son environnement (La richesse en minéraux), ainsi que son stade de croissance (renforcement de tissus). La teneur varie alors en fonction de la taille ainsi que du stade de croissance de l'animal, et les méthodes analytiques.

### 1.3. Teneur en lipides

Les peaux de baliste gris sont pauvres en composés lipidiques (tableau 5). Les valeurs obtenues 0,8 % est proches avec celles enregistrées par Tiago Simoes ET al (2013). En revanche, elles sont relativement supérieures à celles relevées par (KEMEL Jellouli et al

2011). Ces différences peuvent être attribuées à des facteurs biologiques tels que l'âge et l'alimentation, ainsi qu'à des éléments techniques comme la méthode d'extraction. La faible teneur lipidique globale demeure toutefois intéressante pour la valorisation de produits peu gras.

## Résultats et Discussion

### 1.4. Teneurs en protéines

Estimée 28,1% dans notre étude ce qui est nettement supérieur aux 19,05 % ( $\pm 1,11$  %) rapportés par Simoes et al en 2013 et légèrement au-dessus des 26,13 % trouvés par Jelluli et al en 2011. Cette grande richesse en protéines indique un potentiel intéressant pour la valorisation de cette matière biologique, en particulier dans les domaines où la teneur en protéines est un critère de qualité essentiel. Cette abondance en protéine, combinée avec la faible teneur en lipides représente un fort potentiel pour diverses applications notamment le domaine médical et pharmaceutique.

Les résultats révèlent une forte présence de protéines, ce qui renforce le potentiel réparateur et régénérant de la peau.

Sa faible teneur en graisses la rend particulièrement appropriée pour les compositions non huileuses, parfaites pour les peaux sensibles ou mixtes. L'humidité naturellement présente favorise l'hydratation cutanée, tandis que les éléments minéraux contribuent à nourrir et protéger la peau.

Ces caractéristiques confirment le potentiel de valorisation de cette peau dans le domaine cosmétique, notamment pour la formulation de crèmes nourrissantes, réparatrices.

## 2. Résultats d'extraction

L'extraction acide permet de préserver la structure tridimensionnelle du collagène, contrairement aux méthodes physiques (ultrasons, chaleur) qui peuvent provoquer sa dénaturation ou sa fragmentation. Elle offre un bon rendement d'extraction en facilitant la rupture des liaisons entre le collagène et les minéraux présents dans la matrice biologique.

Contrairement aux solvants organiques, souvent inefficaces et agressifs pour le collagène, les acides faibles utilisés (comme l'acide acétique) permettent une extraction douce et sélective.

(Voir le tableau de comparaison des méthodes d'extraction en annexes)

Cette méthode garantit une meilleure pureté du collagène extrait, ce qui est particulièrement recherché pour les applications cosmétiques et biomédicales.

L'extraction acide ne nécessite pas d'équipements sophistiqués, ce qui en fait une technique simple, économique et facilement reproductible à différentes échelles.

## 3. Caractérisation de collagène produit

Le tableau ci-dessous présente le résultat des rendements d'extraction du Collagène obtenus à partir de l'espèce *baliste capricus*, en comparaison avec d'autres espèces appartenant à la même famille mentionnée dans la littérature.

## Résultats et Discussion

Tableau 5: Rendements massique collagène obtenu à partir des coproduits de balistidés.

	<b>La présente étude</b> <i>Baliste capriscus</i>  (Baliste gris)	<b>Espèce : Odonus</b> <i>Niger</i>  (Baliste noire)	<b>Espèce : Abalistes</b> <i>stellatus</i>  (Baliste étoilé)
<b>Rendement d'extraction</b>	12,13 %	11 ,25%  (46% Poids humide)	7%
<b>Référence</b>	Présente étude  (2025)	Muralidharan ET AL (2011)	Mehraj Ahmed et al, 2016

Le collagène obtenu par extraction acide à partir de la peau de *Baliste capriscus* a présenté un rendement massique de 12,13 %. En comparant ce résultat à ceux rapportés dans la littérature, et en tenant compte du fait que toutes les études utilisent la même méthode d'extraction (extraction acide), il apparaît que ce rendement est proche de celui obtenu par Muralidharan et al. (2011), qui ont rapporté 11,25 % à partir de l'espèce *Odonus niger*. En revanche, il est nettement supérieur à celui obtenu par Mehraj Ahmed et al. (2016), soit 7 % à partir d'*Abalistes stellatus*.

Le recours à une méthode d'extraction identique dans les trois cas permet de comparer objectivement les rendements. Ainsi, le rendement élevé observé chez *Baliste capriscus* pourrait être attribué à une structure tissulaire plus favorable à l'extraction, ainsi qu'à une teneur intrinsèque plus élevée en collagène.

Selon Ozogul et al. (2018), le rendement d'extraction du collagène peut varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'espèce utilisée, la méthode d'extraction, la saison de collecte ainsi que les conditions environnementales.

### 3.1. La Solubilité

Le collagène isolé à partir de la peau du cochon de mer a montré une solubilité optimale dans l'acide acétique à 1 %. La solution obtenue était homogène, translucide et caractérisée par une viscosité élevée, indiquant une forte pureté du collagène et une faible teneur en impuretés. Ces observations mettent en évidence la fiabilité de la méthode d'extraction acide mise en œuvre,

## Résultats et Discussion

laquelle a permis d'obtenir un collagène de qualité satisfaisante, répondant aux exigences pour une utilisation potentielle dans le domaine pharmaceutique et cosmétique.



Figure 15: solubilisation du collagène extrait dans l'acide acétique.

### 3.2. La gélification du collagène

Tableau 6: résultats de l'effet de la teneur en glycérine sur la texture et la gélification du collagène marin.

Tube à essai	Composition	Observation	Interprétation
Tube 1	100 eau distillée + Collagène marin	Texture hétérogène  Gel rigide	L'absence de plastifiant entraîne une mauvaise organisation des fibres de collagène ce qui conduit à une gélification partielle.
Tube 2	80% eau distillée + 20% glycérine + Collagène marin.	Texture homogène  Gel mécaniquement stable.	La présence de plastifiant facilite la formation des liaisons hydrogène entre les chaînes de collagène et les molécules d'eau conférant au gel.
Tube 3	50% eau distillée + 50% glycérine + Collagène marin	Texture visqueuse sans cohésion (absence de gel)	La teneur élevée de glycérine nuit à l'alignement des chaînes de collagène ce qui empêche la gélification

## Résultats et Discussion

### 4. La fabrication de la crème hydratante

#### 4.1. Les ingrédients utilisés lors de la fabrication

Les ingrédients ont été sélectionnés pour leurs propriétés hydratantes, stabilisantes et protectrices de la peau.

##### 4.1.1. Les ingrédients de la phase aqueuse




Tableau 7: Les ingrédients utilisés dans la phase aqueuse .

Ingrédient	Photo	Rôle de l'ingrédient dans la phase aqueuse	Description Phase aqueuse (Mélange obtenu)
Eau florale		Hydratant doux Rafraichissant	
Gel aloe Vera		Donne une légère viscosité.	
Collagène poudre		Hydratation active Amélioration de la texture	phase aqueuse se présente sous forme d'un liquide homogène, mousseux légèrement
Glycérine		Hydratant puissant	

## Résultats et Discussion

### 4.1.2. Les ingrédients de la phase huileuse

Tableau 8: Les ingrédients utilisés dans la phase aqueuse huileuse.

Ingrédient	Photo réel	Le rôle de l'ingrédient dans la phase	Description Phase huileuse (Mélange obtenu)
<b>Huile de jojoba</b>		Donne une brillance douce	
<b>L'émulsifiant</b> <b>PEG- 40</b>		Confère une texture homogène et stable	La phase huileuse présente un aspect dense et semi - opaque dû à la combinaison de l'émulsifiant et huile

### 4.2. Le mélange de deux phases et obtention de la crème

La crème produite se manifeste comme une émulsion uniforme dotée d'une texture lisse et veloutée. Elle présente une teinte rose pâle uniforme qui est agréable à la vue, reflétant une excellente homogénéité du mélange.

On ne constate aucune indication de séparation des phases, ce qui atteste de la stabilité de la formulation. La crème présente une surface légèrement brillante (à rectifier si elle est mate), et sa texture souple indique une bonne aptitude.

## Résultats et Discussion



Figure 16: la crème hydratante à base de collagène marin.

### 5. Contrôle de la formulation pharmaceutique (crème cosmétique)

Une crème hydratante à base de collagène a été préparée au sein du laboratoire de l'ENSSSMAL, elle est conçue pour améliorer l'hydratation et l'élasticité de la peau. Pour évaluer sa qualité, une analyse macroscopique et microscopique, un test de stabilité par centrifugation selon le temps, et le test de stérilité ainsi qu'une mesure du pH ont été effectuées.

#### 5.1. Analyse macroscopique

Tableau 9: propriétés organoleptiques de la crème élaborée.

Aspect	Apparence	Couleur	Odeur	Toucher	Étalement	Texture
Crémeuse	Homogène	Blanc cassé	Fraîche	Doux	Extensibilité moyenne	Légèrement épaisse

#### 5.2. Analyse microscopique

L'observation de la crème préparée au microscope optique met en évidence une répartition uniforme des gouttelettes dispersées, témoignant d'une bonne homogénéité de la formulation.



Figure 17: la crème élaborée sous microscope.

## Résultats et Discussion

### 5.3. Mesure de pH



Figure 18: Lecture du Ph de la crème élaboré au ph -mètre numérique

Cette mesure est effectuée à l'aide d'un pH mètre à température ambiante, la valeur obtenue pour notre crème préparée est de 5,4 donc elle est neutre et présente un pH proche de celui recommandé pour les crèmes cosmétiques (4,5 – 7) par conséquent, aucun risque d'irritation cutanée liée au ph

### 5.4. Test de stabilité

**Stabilité à la centrifugation** La crème a été soumise au test de résistance à la centrifugation à une vitesse de 3000 tours/min pendant 10 min à température ambiante. Les résultats montrent que la crème résiste à la centrifugation et ne présente pas de phénomènes de séparation de phases.



Figure 19: la stabilité de la crème hydratant à la centrifugation

### 5.5. La stérilité de la crème produite

La stérilité de crème est bien montrée dans le tableau

## Résultats et Discussion

Tableau 10: Résultats de la détection de l'absence de staphylococcus aureus.

ÉTAPE	Résultat observé	Interprétation
Enrichissement	Aucune croissance visible	L'absence de S. aureus
Isolement	Aucune colonie noire	Il Ya pas d'isolement de s. aureus
Identification	Aucune colonie à tester	L'absence de détection de staphylococcus aureus



Figure 20: Résultat stérilité pas de croissance bactérien

## Résultats et Discussion

### 6. Procédé de fabrication d'une crème hydratante à base de collagène marin

#### 6.1. Préparation de la phase aqueuse

Une certaine quantité d'eau purifiée a été portée à ébullition jusqu'à atteindre environ 70 °C. La poudre de collagène marin a ensuite été incorporée progressivement dans l'eau chaude, tout en étant délicatement remuée pour garantir une dissolution totale. À ce stade, des agents hydratants hydrosolubles, tels que la glycérine, ont pu être intégrés.

#### 6.2. Préparation de la phase huileuse

En parallèle, une combinaison d'huiles végétales (comme l'huile de jojoba) et d'émulsifiants est chauffée séparément à la même température (70 °C), jusqu'à ce qu'une phase uniforme soit obtenue.

#### 6.3. Émulsification

Les deux phases, aqueuse et huileuse, sont conjointement chauffées pour être réunies. Pour élaborer une émulsion stable, la phase huileuse est ajoutée graduellement à la phase aqueuse tout en mélangeant énergiquement. Cette technique offre une consistance crémeuse et homogène.

#### 6.4. Traitements complémentaires possibles

Inclusion de conservateurs : L'intégration d'un conservateur naturel, comme le Cosgard, peut garantir la stabilité microbiologique du produit final.

Avant la mise sur le marché, il est conseillé d'effectuer des tests de stabilité, de texture ainsi que des analyses microbiologiques.

### 7. Avantage de crème à base de collagène marin

#### ❖ Hydratation et rétention d'humidité

❖ Notre crème à base de collagène marin aide à maintenir une hydratation de la peau sur le long terme en retenant l'eau au sein de la couche cornée. Cette aptitude à conserver un niveau d'hydratation idéal aide à renforcer la flexibilité et l'élasticité de la peau, tout en diminuant la sensation de tension cutanée.

#### ❖ Biocompatibilité et tolérance cutanée

❖ Naturellement présent, le collagène marin est fortement biocompatible et offre une très bonne tolérance cutanée, y compris sur les peaux délicates. C'est un produit non-comédogène, ce qui minimise le danger de l'apparition d'imperfections ou d'irritations.

❖ Des recherches ont prouvé que les produits cosmétiques contenant du collagène marin offrent une meilleure efficacité en termes d'hydratation de la peau comparativement aux

## Résultats et Discussion

crèmes hydratantes traditionnelles. Les résultats indiquent une amélioration significative de la flexibilité cutanée, une diminution de la sécheresse et une meilleure conservation de l'humidité suite à des applications régulières.

- ❖ L'intégration du collagène marin dans les crèmes hydratantes représente une innovation prometteuse dans le secteur de la cosmétique naturelle. Ce genre de collagène, dérivé de sources marines, offre une biodisponibilité favorable et une excellente compatibilité cutanée. Il participe activement à l'amélioration de la souplesse de la peau, au renforcement de la barrière hydrolipidique et au ralentissement des signes visibles du vieillissement cutané. En association avec des éléments naturels tels que l'huile de jojoba ou l'huile essentielle de lavande papillon, il offre la possibilité de concevoir une formulation synergique, à la fois nourrissante et réparatrice.
- ❖ Par conséquent, les crèmes hydratantes contenant du collagène marin présentent une grande promesse pour une application quotidienne dans la routine de soins cutanés, ce qui explique l'attention grandissante portée à leur production industrielle et à l'élargissement des études cliniques pour valider leur efficacité sur le long terme.

# Conclusion

## Conclusion

### 1. Conclusion générale

La transition vers des ressources durables et respectueuses de l'environnement constitue un enjeu majeur pour les industries cosmétique, biomédicale et pharmaceutique. Dans ce contexte, le collagène marin émerge comme une biomolécule prometteuse en raison de sa biocompatibilité, de sa biodégradabilité et de ses propriétés fonctionnelles remarquables. Issu de coproduits marins, tels que les peaux de poissons et de mammifères marins, ce biopolymère offre une alternative écologique aux ingrédients synthétiques, tout en répondant aux exigences croissantes en matière de sécurité et d'efficacité.

Cette étude a démontré le potentiel de la peau de *cochon de mer* (*Baliste capriscus*) comme source viable de collagène marin. Les procédés d'extraction et de purification mis en œuvre ont permis d'obtenir un collagène présentant une solubilité optimale en milieu légèrement acide (pH 3–4), une capacité de gélification significative et une stabilité rhéologique compatible avec des applications cosmétiques. La crème formulée présente ainsi une texture agréable, une bonne capacité hydratante, et une excellente tolérance cutanée.

Cependant, il est important de noter certaines limites, notamment la variabilité des résultats selon les conditions d'application et les types de peau. Des études cliniques complémentaires permettraient de confirmer l'efficacité de la crème dans un contexte d'utilisation réel. Par ailleurs, l'association avec d'autres actifs naturels pourrait constituer une piste d'amélioration pour renforcer l'efficacité globale de la formulation.

En conclusion, la crème hydratante développée à base de collagène marin se distingue par ses propriétés hydratantes, apaisantes et régénérantes. Le collagène marin, ingrédient principal, contribue à améliorer la fermeté de la peau et à stimuler le renouvellement cellulaire. Il est associé à une base douce et naturelle composée de gel d'aloë vera, reconnu pour ses vertus apaisantes et réparatrices, et d'eau florale, qui apporte fraîcheur et tonification à la peau.

L'huile de jojoba, quant à elle, joue un rôle clé dans l'hydratation et la protection cutanée grâce à sa composition proche du sébum humain, ce qui la rend particulièrement adaptée aux peaux sensibles et déshydratées. L'ensemble des ingrédients agit en synergie pour offrir un soin complet, respectueux de l'équilibre cutané et adapté à un usage quotidien.

## Références

### **2. Perspectives pour la crème hydratante à base de collagène marin**

#### **a. Réalisation d'étude cliniques complémentaires**

Il serait pertinent de mener des essais cliniques approfondis sur un panel diversifié de volontaires afin d'évaluer l'efficacité de la crème dans des conditions d'usage réelles et sur différents types de peaux (sèches, sensibles, grasses, etc.)

#### **b. Analyse de l'impact environnemental**

Une analyse du cycle de vie (ACV) du processus de valorisation des déchets marins pourrait confirmer l'intérêt écologique de l'utilisation de la peau de cochon de mer en cosmétique.

#### **c. Développement d'une gamme de soins**

Cette formulation pourrait servir de base pour le développement d'autres produits cosmétiques naturels à base de collagène marin, tels que des sérums, des masques ou des lotions, répondant aux besoins variés des consommateurs.

# Références

# Bibliographiques

## Références

1. **TASSART, A.-S., 2020.** Le baliste commun, un poisson qui n'hésite pas à s'attaquer aux baigneurs. Sciences et Avenir. Consulté en juin 2025.
2. [ **TELETCHÉA, F. et PAULY, D. (éds.), (2023).** Livre des résumés de la Troisième édition du Congrès Franco-Canadien sur les Sciences Aquatiques à Saint-Pierre et Miquelon. 71 p
3. **Jellouli, K., Balti, R., Bougatef, A., Hmidet, N., Barkia, A. et Nasri, M. (2011)**
  - a. Composition chimique et caractéristiques de la gélatine cutanée du baliste gris (*Balistes capriscus*). LWT – Sciences et technologies alimentaires, 44(9), 1965–1970.
4. **Farooq S., Ahmad M.I., Zheng S., Ali U., Li Y., Shixiu C., Hui Z., 2024.** A review on marine collagen: sources, extraction methods, colloids properties, and food applications
5. **Avila Rodríguez, M. I., Rodríguez Barroso, L. G., & Sánchez, M. L. (2018).** Collagen: A review on its sources and potential cosmetic applications. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 17(1), 20–26.
6. **FAO. (2020).** The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
7. **Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Tanaka, M. (2006).** Isolation and characterization of collagen from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) skin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(6), 975–982.
8. **Ricard-Blum, S. (2011).** The collagen family. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 3(1), a004978.
9. **Shoulders, M. D., & Raines, R. T. (2009).** Collagen structure and stability. *Annual Review of Biochemistry*, 78, 929–958.
10. **Silva, T. H., Moreira-Silva, J., Marques, A. L. P., Domingues, A., Bayon, Y., & Reis, R. L. (2014).** Marine origin collagens and its potential applications. *Marine Drugs*, 12(12), 5881–5901.
11. **Silvipriya, K. S., Krishna Kumar, K., Bhat, A. R., Dinesh Kumar, B., John, A., & Lakshmanan, P. (2015).** Collagen: Animal versus marine sources. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 5(Suppl. 1), S141–S145.
12. **FishBase. (2024).** FishBase 2024: Species summary for *Balistes capriscus*. WorldFish Center
13. **Froese, R., & Pauly, D. (2024).** FishBase. Version de juin 2024. Éditeurs scientifiques

## Références

14. **Tortonese, E.** (1986). Poissons marins III. Osteichthyes (Téléostéens). Faune de Méditerranée, 3, 1–394.
15. **Purcell, S. W., Conand, C., Uthicke, S., & Byrne, M.** (2015). Ecological roles of exploited sea cucumbers. Manuscrit non publié.
16. **Klein, J., Francour, P., & Boudouresque, C. F.** (2015). Fishery and market potential of coastal fish species in the Mediterranean Sea: An overview. *Mediterranean Marine Science*, 16(2), 345–354.
17. **McKenzie, M. D., & Szedlmayer, S. T.** (2022). Recreational fisheries and their economic impact: The case of reef fish in the Gulf of Mexico. *North American Journal of Fisheries Management*, 42(1), 123–134.
18. Shervette, V. R., Loefer, J. K., & Rivera Hernández, R. (2021). Substitution in fisheries: Adaptation to declining stocks through alternative species. *Fisheries Research*, 239, 105927.
19. **Burton, M. L., Potts, J. C., & Carr, D. R.** (2015). Local consumption patterns and economic contribution of coastal fisheries in the southeastern United States. *Marine Policy*, 60, 62–69.
20. **Nasri, M., Hajji, M., Thiebaud, M., Nasri, R., Ktari, N., Ouerghemmi, I., & Bougatef, A.** (2013). Biological activities of gelatin hydrolysates from grey triggerfish (*Balistes capriscus*) skin, prepared by different proteases. *Process Biochemistry*, 48(9), 1487–1494
21. .
22. **van der Rest, M., & Garrone, R.** (1991). Collagen family of proteins. *FASEB Journal*, 5(13), 2814–2823.
23. **Darnell, J., Lodish, H., & Baltimore, D.** (1990). *Molecular cell biology* (2nd ed.). Scientific American Books.
24. **Ricard-Blum, S., & Ruggiero, F.** (2005). The collagen family: Structure, function, and tissue distribution. *Advances in Protein Chemistry*, 70, 29–64.
25. Grinnell, F. (1994). Fibroblasts, myofibroblasts, and wound contraction. *Journal of Cell Biology*, 124(4), 401–404.
26. **Tomasek, J. J., Gabbiani, G., Hinz, B., Chaponnier, C., & Brown, R. A.** (2002). Myofibroblasts and mechano-regulation of connective tissue remodelling. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 3(5), 349–363.
27. **Van der Rest, M., & Garrone, R.** (1991). Collagen family of proteins. *FASEB Journal*, 5(13), 2814–2823.

## Références

28. **Pekkala, M., Hieta, R., Bergmann, U., Kivirikko, K. I., Wierenga, R. K., & Myllyharju, J.** (2004). The peptide-substrate-binding domain of collagen prolyl 4-hydroxylases is a tetratricopeptide repeat domain with functional aromatic residues. *Journal of Biological Chemistry*, 279(50), 52255–52261.,
29. Cassens, R. G. (1966). Composition and quality of meat tissue. In E. L. Miller (Ed.), *Symposium on meat tissue* (pp. 25–37). University of Wisconsin Press.
30. **Taskiran, A., Rouxhet, P. G., & Deroanne, C.** (1999). Structural analysis of collagen and gelatin by FTIR spectroscopy and SDS-PAGE. *Nahrung / Food*, 43(6), 366–367.
31. **Woessner, J. F. Jr.** (1961). The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 93(2), 440–447.
32. **Farooq, S., Ahmad, M. I., Zheng, S., Ali, U., Li, Y., Shixiu, C., & Zhang, H.** (2024). A review on marine collagen: Sources, extraction methods, colloids properties, and food applications. *Collagen and Leather*, 6(11).
33. **Araujo, T. A. T., de Souza, A., Santana, A. F., Braga, A. R. C., & Renno, A. C. M.** (2021). Comparison of different methods for spongin-like collagen extraction from marine sponges (*Chondrilla caribensis* and *Aplysina fulva*): Physicochemical properties and in vitro biological analysis. *Membranes*, 11(7), 522.
34. **Wang, H.** (2021). A review of the effects of collagen treatment in clinical studies. *Polymers*, 13(22), 3868.
35. **Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P.** (2022). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources for food and nutraceutical applications. *Food Hydrocolloids*, 125, 107287.
36. **Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P.** (2022). Collagen and gelatin from marine sources: Functional and bioactive properties. *Marine Drugs*, 20(1), 1–30.
37. **Lee, J. H., Kim, Y. S., & Park, S. Y.** (2023). Anti-aging effects of marine collagen peptides on skin: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 22(3), 789–796.
38. **Faralizadeh, M., Khorram, M., & Karami, M.** (2023). Extraction and characterization of collagen from marine by-products and its application in cosmetics. *International Journal of Biological Macromolecules*, 239, 124578.

## Références

39. **Skov, T., Højrup, P., & Gildberg, A.** (2019). Enzymatic hydrolysis of fish skin collagen: Influence on physicochemical and biofunctional properties. *Food Chemistry*, 294, 141–149.
40. **Zou, Y., Zhang, F., Zhang, Z., Liu, Q., & Dong, X.** (2021). Marine collagen peptides from fish skin: Preparation, characterization, and wound healing potential. *Marine Drugs*, 19(9), 500.
41. **Wang, L., An, X., Yang, F., Xin, Z., Zhao, L., & Hu, Q.** (2021). Isolation and characterization of collagen from marine fish by-products: A review. *Food Bioscience*, 40, 100879.
42. **Zou, Y., Zhang, F., Zhang, Z., Liu, Q., & Dong, X.** (2021). Marine collagen peptides from fish skin: Preparation, characterization, and wound healing potential. *Marine Drugs*, 19(9), 500. (Doublon)
43. **Wang, L., An, X., Yang, F., Xin, Z., Zhao, L., & Hu, Q.** (2021). Isolation and characterization of collagens from the skin, scale and bone of deep-sea redfish (*Sebastes mentella*). *Marine Drugs*, 19(3), 156.
44. **Schrieber, R., & Gareis, H.** (2007). *Gelatine handbook: Theory and industrial practice*. Wiley-VCH.
45. **Lee, C. H., Singla, A., & Lee, Y.** (2001). Biomedical applications of collagen. *International Journal of Pharmaceutics*, 221(1–2), 1–22.
46. **Rustad, T.** (2003). Utilization of marine by-products. In B. K. Simpson (Ed.), *Maximising the value of marine by-products* (pp. 281–308). Woodhead Publishing.
47. **Kim, S.-K., & Mendis, E.** (2006). Bioactive compounds from marine processing byproducts – A review. *Food Research International*, 39(4), 383–393.
48. **Senaratne, L. S., Park, P. J., & Kim, S.-K.** (2006). Isolation and characterization of collagen from brown backed toadfish (*Lagocephalus gloveri*) skin. *Bioresource Technology*, 97(2),
49. **Association of Official Analytical Chemists.** (1980). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (13<sup>e</sup> éd.). Washington, DC : AOAC.
50. **AOAC.** (1999). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (16th ed., 5th rev.). Gaithersburg, MD: AOAC International. Method 923.03
51. **Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Shahidi, F.** (2005). Characteristics of gelatin from skin of bigeye snapper, *Priacanthus tayenus* and *Priacanthus macracanthus*. *Food Chemistry*, 89(3), 371–378.

## Références

52. 2. **Sitterley, G. T.** (2008). Collagen: Structure, function, and biomedical applications. In E. P. Rattan (Ed.), *Biomedical Materials* (pp. 85–114). Nova Science Publishers
53. **Ullah, S., Zainol, I., Chowdhury, S. R., & Fauzi, M. B.** (2018). Development of collagen-based biomaterials for tissue engineering and regenerative medicine. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(4), 984.
54. **Jellouli, K., Bougatef, A., Manni, L., Agrebi, R., Sila, A., & Nasri, M.** (2011). Chemical composition and characteristics of skin gelatin from two marine species: Smooth hound (*Mustelus mustelus*) and grey triggerfish (*Balistes capriscus*). *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2304–2310.
55. 2. **Simões, T., Domingues, A., Viana, T., Abreu, P., Coimbra, J., Sousa-Pereira, P., & Barros, A.** (2013). Marine collagen from fish skins for biomedical applications: Extraction and characterization. *Marine Drugs*, 11(3), 747–764
56. **Muralidharan, N., Shanmugasundaram, N., & Balasubramanian, T. S.** (2011). Collagen–chitosan scaffold coated with a PEG-based thermoresponsive polymer for skin tissue engineering. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 82(1), 143–149.
57. 2. **Ahmed, M., Amin, A., Shahid, M., & Ahmad, S.** (2016). Preparation and characterization of collagen-based antimicrobial films for potential wound dressing applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 91, 116–124
58. **Chen, J., Li, L., Yi, R., Xu, N., Yang, Y., & Wang, Y.** (2016). Extraction and characterization of acid-soluble collagen from scales and skin of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *LWT - Food Science and Technology*, 66, 453–459.
59. Chuaychan, S., Benjakul, S., & Kishimura, H. (2015). Characteristics of acid- and pepsin-soluble collagens from scale of seabass (*Lates calcarifer*). *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 71–76.
60. **Dhakal, S., Liu, C., Zhang, Y., & Ahn, D. U.** (2018). Optimization of collagen extraction from chicken feet by papain hydrolysis and synthesis of chicken feet collagen-based biopolymeric fibres. *Food Bioscience*, 23, 23–30.
61. Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560.
62. **El Blidi, K., Rhazi, M. E., & Bakkas, S.** (2021). Extraction methods, characterization and biomedical applications of collagen: A review. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11, 13587–13613.

## Annexes

### 1 Annexe A

Tableau 11: Appareillage et réactifs utilisés au cours de cette étude

Appareillage	Réactifs
-Agitateur magnétique chauffant (IKA® WERKA RCT basic).	- Acide acétique.
- Agitateur magnétique chauffant (Fisherbrand™ LAB-MIX 35).	- Eau distillée.
- Agitateur magnétique à 6 postes. (LABINCO BV).	- Eau physiologique.
- Agitateur BIOBLOCK SCIENTIFIC.	- Eau du robinet.
- centrifuge	- Glycérol.
- Balance de précision.	- Gel de silice.
- Balance de précision (SHIMADZU AUW220D UNIBLOC).	- réactif de biuret
- Balance de précision (KERN ABS220-4N).	- NaOH (Hydroxyde de Sodium).
- Béchers (25 ml, 50 ml, 100 ml, 2L).	- Réactif de Bradford.
- Boîtes de Pétri.	- NaCl (chlorure de sodium)
- Ballons (250ml, 2L).	- Hexane
- Bec bunsen.	

## Annexes

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Bacs en inox.</li><br/><li>- Barreaux magnétiques.</li><br/><li>- Chauffe ballons (Benstead Electro thermal).</li><br/><li>- Creusets en porcelaine.</li><br/><li>- Congélateur.</li><br/><li>- Ciseaux.</li><br/><li>- Cuves de spectrophotométrie.</li><br/><li>- Cuves de spectrophotométrie en quartz.</li><br/><li>- Usage unique.</li><br/><li>- Cuvettes en cellulose.</li><br/><li>- Densimètre.</li><br/><li>- Dispositif de Soxhlet (hubermini chiller).</li><br/><li>- Dessiccateur.</li><br/><li>- Disques pour antibiogrammes.</li><br/><li>- Étuve (MEMMERT UM 600).</li><br/><li>- Évapo-concentrateur (IGOUD).</li></ul> |  |
|--|--|

## Annexes

- Éprouvettes graduées (10ml, 50ml, 100ml).
- Erlenmeyer 2L.
- Évaporateur rotatif (Ilka HB10).
- Écouvillons.
- Entonnoirs en plastique et en verre.
- Four à moufle (wise therm).
- Fioles jaugées (10ml, 50 ml, 100ml, 500ml, 1L).
- Filtres seringues (0.45 $\mu$ m).
- Flacons en verre 1L. (PYREX).
- Flacons stériles à usage unique en PET 1L.
- Incubateur (NEW BRUNSWICK SCIENTIFIC G24).
- Mixeur.
- Micropipettes et cônes stériles. (2-20 $\mu$ l) (20-100  $\mu$ l) (100-1000 $\mu$ l).
- Mortier.
- Membranes de filtration (de 0.45 $\mu$ m.).

## Annexes

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Portoirs.</li><li>- Pissette.</li><li>- Pipettes Pasteur.</li><li>- Papier absorbant.</li><li>- Papier cuisson</li><li>- spatules</li><li>- pH mètre (inoLab).</li><li>- tubes à essai</li></ul> |  |
|--|--|

## Annexes



*Figure 21: Quelques matériels et produits utilisé durant l'étude.*

## Annexes

Tableau 12: Comparaison des méthodes d'extraction.

<b>Méthodes d'extraction</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Référence</b>
<b>Extraction par solvants eutectiques profonds (DES)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité de nombreuses combinaisons de solvants</li> <li>-Toxicité faible pour l'environnement et les utilisateurs</li> <li>-Méthode économiquement avantageuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le processus nécessite un temps d'extraction prolongé.</li> <li>-Il existe un risque potentiel de dégradation des protéines lors de l'opération.</li> </ul>	Smith et al., 2014
<b>Extraction assistée par des méthodes physiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Amélioration significative du rendement d'extraction</li> <li>-Réduction notable du temps nécessaire au processus</li> <li>- Préservation de l'intégrité structurale du collagène</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La mise en œuvre à l'échelle industrielle reste limitée en raison des contraintes techniques.</li> <li>Certaines étapes du procédé sont complexes et délicates à maîtriser</li> </ul>	Chemat et al., 2011
<b>Hydro-extraction couplée à l'extrusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Obtention de rendements élevés</li> <li>-Diminution des résidus et déchets</li> <li>-Possibilité de mise en œuvre en production continue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le coût des équipements nécessaires à cette méthode est relativement élevé.</li> <li>-Des étapes de filtration supplémentaires sont souvent indispensables après l'extraction</li> </ul>	Wang et al., 2018
<b>Extraction par fluide supercritique (SFE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rendement amélioré grâce à une extraction optimisée</li> <li>-Sélectivité accrue envers les composés ciblés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette technique requiert un entretien coûteux des équipements.</li> <li>-Elle peut entraîner des altérations structurelles des</li> </ul>	Dal Magro et al., 2016

## Annexes

	-Réduction de l'impact environnemental comparé aux solvants traditionnels	biomolécules extraites.	
<b>Extraction acide</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aucun dommage à la structure du collagène</li> <li>- processus simple</li> <li>- rentable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Le processus est généralement long et nécessite des durées d'extraction importantes.</li> <li>- Il peut provoquer une coloration foncée des protéines, affectant leur qualité visuelle</li> </ul>	Zhang et al., 2007
<b>Extraction assistée par ultrasons (UAE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diminution du temps d'extraction</li> <li>- Augmentation du rendement d'extraction</li> <li>-Utilisation réduite de solvants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elle ne permet pas une combinaison facile avec d'autres dispositifs technologiques.</li> <li>- Des contraintes techniques peuvent survenir lors de son intégration dans des systèmes complexes</li> </ul>	Yusoff et al., 2022

## Annexes

### 2 Annexe B

#### 2.1. Fabrication de la crème hydratante à base de collagène marin

*Tableau 13: présentation d'équipe de projet.*

Équipe de projet	Faculté	Spécialité
BOUZEKOUK Manar	ENSSMAL	Biotechnologie marine
BENSAADA Lina	ENSSMAL	Biotechnologie marine
MOULOUDJ Aya	ENSSMAL	Biotechnologie marine

ENCADRANT	SPÉCIALITÉ
BOUGHRIRA Abdelhak	HALIEUTIQUE

## **Annexes**

### **3. Introduction**

Depuis quelques années, le secteur cosmétique en Algérie est en pleine expansion, entraînant une hausse notable de la consommation de produits de soin, notamment les crèmes hydratantes. Toutefois, une grande majorité de ces produits contiennent une multitude de substances chimiques, parfois controversées. Selon les données de la base de données INCI Beauty et les analyses publiées par l'Environmental Working Group (EWG), une crème hydratante conventionnelle contient en moyenne entre 15 et 30 ingrédients, parmi lesquels des conservateurs, des parfums synthétiques, des émulsifiants ou encore des silicones. Certains de ces composés sont régulièrement pointés du doigt pour leur potentiel irritant ou perturbateur endocrinien. Cette réalité soulève des préoccupations croissantes en matière de santé publique et d'impact environnemental.

C'est dans ce contexte que le collagène marin, extrait à partir de sous-produits de la pêche, suscite un intérêt grandissant. Riche en acides aminés essentiels et doté de propriétés hydratantes, raffermissantes et régénérantes, il se positionne comme un actif de choix pour la formulation de soins cutanés, notamment les crèmes hydratantes. Contrairement au collagène d'origine bovine ou porcine, souvent associé à des risques sanitaires ou à des objections culturelles et religieuses, le collagène marin offre une meilleure compatibilité biologique, une biodisponibilité accrue, et un profil plus rassurant pour le consommateur.

L'intégration du collagène marin dans une crème hydratante naturelle permet ainsi de répondre à un double enjeu : améliorer l'hydratation et la qualité de la peau tout en limitant l'impact écologique de la production cosmétique. En valorisant des coproduits marins, cette approche contribue également à l'économie circulaire, en réduisant le gaspillage de ressources marines souvent négligées.

Notre projet vise donc à développer et commercialiser une crème hydratante innovante à base de collagène marin, associant naturalité, efficacité prouvée et éthique environnementale. Cette initiative s'inscrit dans une vision durable de la cosmétique, où la performance ne se fait plus au détriment de la santé ni de la planète, mais en harmonie avec les ressources naturelles disponibles

#### **3.1. 1 er axe**

##### **3.1.1. L'idée du projet (solution proposée)**

Domaine d'activité :

Industrie cosmétique — soins de la peau naturels et bio.

## **Annexes**

Origine de l'idée :

Ce projet est né suite à une enquête montrant que de nombreux consommateurs recherchent des soins hydratants naturels, en raison des effets secondaires causés par les produits cosmétiques chimiques (irritations, allergies, eczéma). Des substances comme les parabènes, phtalates ou sulfates sont souvent associées à des risques pour la santé (réactions cutanées, perturbations hormonales, etc.).

Face à cette problématique, l'idée a émergé de créer une crème hydratante à base d'ingrédients naturels, notamment du collagène marin, reconnu pour ses propriétés régénérantes et hydratantes. Ce choix permet aussi de valoriser les ressources marines locales de manière durable.

Objectif :

Développer et commercialiser une crème hydratante naturelle et efficace, à base de collagène marin, destinée aux peaux sèches, sensibles ou matures. L'objectif est de proposer une alternative saine, respectueuse de la peau et de l'environnement.

Méthodologie :

La formulation associera du collagène marin en poudre, du gel d'aloë vera, de l'huile de jojoba, de l'eau florale et de l'huile essentielle de lavande papillon. Des tests de stabilité, d'efficacité hydratante et de tolérance cutanée seront réalisés pour garantir la qualité du produit final.

Ressources humaines :

Le projet est porté par une équipe d'étudiantes en 5e année de biotechnologie marine, futures ingénieures, encadré par des enseignants spécialisés dans la valorisation des bioressources marines et la formulation cosmétique.

Lieu de réalisation :

Les travaux de formulation, de tests et de développement seront réalisés au laboratoire de chimie de l'École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ENSSMAL), doté des équipements nécessaires à la recherche et au contrôle qualité.

### **3.1.2. Les valeurs proposées**

Les valeurs livrables aux clients à travers cette crème hydratante naturelle peuvent être identifiées selon les éléments suivants :

Modernité

Le produit répond à une demande croissante de soins cosmétiques naturels, sans substances chimiques controversées, en intégrant un ingrédient innovant : le collagène marin.

## **Annexes**

### Performance

Grâce à sa formule riche et équilibrée, la crème offre une hydratation profonde, améliore l'élasticité de la peau et contribue à atténuer les signes de l'âge, avec une efficacité comparable, voire supérieure, à celle des produits conventionnels.

### Flexibilité

La formulation peut être adaptée en fonction des besoins spécifiques du marché (peau sèche, sensible, anti-âge, etc.) et des retours des utilisateurs, avec des variantes possibles en texture, parfum ou format.

### Accomplissement de tâches

Elle aide les utilisateurs à hydrater leur peau, à la protéger des agressions extérieures et à favoriser la régénération cutanée naturelle.

### Naturalité et sécurité

La formulation repose exclusivement sur des ingrédients naturels, notamment du collagène marin en poudre issu de coproduits de la pêche, associés à des extraits végétaux tels que l'huile de jojoba, le gel d'aloé vera, l'eau florale et l'huile essentielle de lavande papillon. Cette composition assure une excellente tolérance cutanée.

### Hydratation efficace

Le produit vise à restaurer et maintenir un bon niveau d'hydratation cutanée, grâce à l'action combinée du collagène et des agents hydratants naturels, tout en améliorant l'élasticité et la souplesse de la peau.

### Démarche écoresponsable

La valorisation de sous-produits issus de la pêche permet de limiter le gaspillage de ressources naturelles et de s'inscrire dans une logique d'économie circulaire. Le produit est par ailleurs biodégradable.

### Production locale et économique

Le recours à des matières premières disponibles localement et la fabrication nationale permettent de proposer un produit de qualité à un prix accessible, tout en soutenant l'économie locale.

### Promotion d'une cosmétique durable

Le projet s'inscrit dans une dynamique de transition vers des produits cosmétiques plus

## **Annexes**

sains, plus respectueux de la peau et de l'environnement.

### **3.1.3. équipe de travaux**

Membre 01 : Bouzekouk Manar, étudiante en M2 Biotechnologie Marine. Elle apporte une expertise approfondie dans les technologies marines, avec un intérêt particulier pour la biotechnologie appliquée aux écosystèmes marins.

Membre 02 : Bensaada Lina, également spécialisée en biotechnologie marine, enrichit l'équipe par ses connaissances solides en gestion durable des ressources marines et des écosystèmes côtiers.

Membre 03 : Mouloudj Aya, ingénieure en biotechnologie marine. Elle contribue au projet grâce à son expérience dans la conception et la mise en œuvre de projets innovants relevant du domaine de la biotechnologie marine.

Membre 04 : Boughrira Abdelhak, docteur chercheur et spécialiste en halieutique. Son expertise porte sur l'étude, la gestion et la valorisation des ressources biologiques marines, en particulier les espèces exploitées par la pêche .

### **3.1.4. Objectif de projet**

Nos objectifs commerciaux sont les suivants : sensibiliser et orienter l'industrie cosmétique en Algérie vers l'utilisation d'ingrédients naturels et marins, en créant un marché pour les soins hydratants biologiques à base de collagène marin. Nous visons à proposer un produit 100 % algérien, accessible et innovant, tout en valorisant les ressources marines locales. À travers cette initiative, nous aspirons à devenir le premier producteur national de cosmétiques biologiques à base de collagène marin au cours des cinq premières années.

## Annexes

### 3.1.5. Calendrier de réalisation de projet

Semaine	1	2	3	4	5	6
Études préalables : choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires	✓					
Commande des équipements		✓				
Construction d'un siège de production (usine)						✓
Installation des équipements					✓	
Achat de matières premières		✓				
Réalisation du prototype			✓			

## **Annexes**

### **3.2. 2 ème axe**

#### **3.2.1. Aspects innovant**

Il s'agit du premier projet en Algérie à intégrer l'utilisation du collagène marin dans la formulation d'une crème hydratante cosmétique, en associant cette technologie à des ingrédients naturels.

Le projet repose sur la valorisation de matières premières marines, notamment les déchets de la pêche, pour l'extraction du collagène, contribuant ainsi à une démarche écoresponsable.

Il vise une nouvelle catégorie de consommateurs recherchant des produits cosmétiques naturels, efficaces et respectueux de la santé cutanée.

### **3.3. 3 ème axe**

#### **3.3.1. Analyse stratégique du marché**

##### **3.3.1.1. *Segmentation de marché***

Le marché potentiel regroupe l'ensemble des consommateurs ou des entreprises susceptibles d'être intéressés par un produit ou un service spécifique, en fonction de leurs besoins ou de leurs désirs. Il représente la taille maximale possible du marché pour un produit ou service donné, en englobant tous les segments de consommateurs potentiellement intéressés, indépendamment des contraintes actuelles telles que la concurrence ou la pénétration du marché.

Marché potentiel : Il s'agit de toute personne cherchant à hydrater sa peau, quel que soit son âge, son sexe ou son type de peau, et n'ayant aucune contre-indication à l'usage de produits cosmétiques. Ce marché est aujourd'hui largement soutenu par des entreprises spécialisées dans les ingrédients cosmétiques tels que Clariant, Ashland, Symrise ou Givaudan Active Beauty, qui développent des actifs innovants répondant aux besoins universels d'hydratation et de soin.

Marché cible : Nous visons en priorité les femmes âgées de 25 à 45 ans, soucieuses de l'hydratation et de la fermeté de leur peau, ainsi que les personnes recherchant des produits naturels à base d'ingrédients marins. Ce segment est particulièrement attentif à la qualité des formules et à l'origine des actifs utilisés, d'où l'intérêt porté à des ingrédients issus de fournisseurs reconnus comme Biocosmethic, IMCD, Unipex ou Seppic, spécialisés dans la distribution d'extraits naturels, marins ou biotechnologiques destinés à la cosmétique haut de gamme.

##### **3.3.1.2. *Mesure de l'intensité de la concurrence***

Les principaux concurrents sur le marché algérien de la cosmétique proposent, pour la plupart, des crèmes hydratantes formulées à base d'huiles végétales classiques et de composés chimiques. Ils sont classés selon leur présence sur le marché comme suit : Nivea, Garnier, Dove, etc.

## **Annexes**

Parmi leurs atouts, on peut citer leur notoriété, leur ancienneté dans le secteur de la cosmétique, ainsi que leur large distribution à travers les grandes surfaces et les pharmacies.

Parmi leurs faiblesses, on note l'utilisation fréquente d'ingrédients chimiques (parabènes, silicones, parfums de synthèse) ainsi qu'une dépendance aux huiles végétales basiques peu innovantes, sans intégration d'actifs marins à haute valeur ajoutée. Leurs formulations restent génériques et souvent peu adaptées aux consommateurs recherchant des soins naturels et performants.

Nous avons identifié quelques concurrents émergents orientés vers les produits naturels, comme Bioluxe ou Marwa Natural Care. Cependant, leurs crèmes hydratantes restent limitées aux huiles végétales et ne contiennent pas de collagène marin. D'autres marques internationales, telles que Thalgo ou Elemis, commercialisent des crèmes au collagène marin, mais elles sont importées et souvent inaccessibles en raison de leur prix élevé.

Notre entreprise se démarque clairement sur ce marché : nous sommes les premiers en Algérie à développer une crème hydratante à base de collagène marin, issue d'ingrédients naturels soigneusement sélectionnés, sans ajout de produits chimiques agressifs. Il s'agit d'un produit innovant, 100 % conforme aux attentes des consommateurs recherchant à la fois efficacité, naturalité et fabrication locale.

### **3.3.1.3. La stratégie marketing**

Notre stratégie de promotion reposera sur des campagnes de sensibilisation mettant en avant l'efficacité et les bienfaits de notre crème hydratante à base de collagène marin. Nous exploiterons les canaux numériques tels que Facebook, Instagram, LinkedIn et le marketing par e-mail pour toucher et engager notre cible : les consommateurs soucieux de leur peau et de leur santé, ainsi que les acteurs du secteur cosmétique naturel.

Nous mettrons en place des programmes de fidélisation afin d'encourager la réutilisation régulière de notre crème. Cela inclura une carte de fidélité donnant droit à des promotions

comme une réduction de 10 % pour l'achat de trois pots ou plus à partir de la deuxième commande, ainsi que des offres spéciales lors de lancements ou d'événements saisonniers. Un service de paiement échelonné pourra aussi être proposé pour les commandes en volume.

Nous accorderons une attention particulière à la satisfaction client, en assurant un service après-vente réactif et à l'écoute. Un registre électronique de réclamations et suggestions sera mis en place afin de recueillir les avis et d'améliorer en continu nos produits et services.

Une veille concurrentielle sera assurée par l'analyse des tendances du marché et les retours des consommateurs. Cela nous permettra de mieux positionner notre crème, d'adapter nos formules et de diversifier notre gamme en fonction des attentes du marché.

## Annexes

### 3.4. 4 ème axe

#### 3.4.1. Production et organisation

Récolte de matière première (restaurants, hôtels, pêcheries)



Tri, décorticage et nettoyage des coproduits



Lavage et séchage (à l'air libre ou à l'étuvage)



Broyage et tamisage (Poudre de crustacés)



Extraction de la molécule d'intérêt (extraction acide )



Formulation d'une crème cosmétique (suivant un

Protocole bien déterminé selon la dose ciblé)



**Obtention de la biomolécule**



Formation de la crème

#### 3.4.2. L'Approvisionnement

En intégrant la notion d'économie circulaire, nous exploitons une matière première constituée de déchets, ce qui non seulement réduit les coûts d'approvisionnement mais contribue également à la protection de l'environnement. De plus, ce modèle présente un avantage concurrentiel notable pour notre projet cosmétique, dans la mesure où nous collaborons

## **Annexes**

directement avec les producteurs de matières premières naturelles. Cela nous permet d'assurer un approvisionnement régulier, de qualité, et à moindre coût pour la fabrication de notre crème hydratante.

### **3.4.3. La main d'œuvre**

Notre projet crée environ 4 emplois directs et près de 4 emplois indirects. Notre projet ne nécessite pas de spécialisations précises sauf pour les ingénieurs et techniciens travaillant sur des équipements de pointe .

### **3.4.4. Les Principaux partenaires**

Notre réseau de partenaires joue un rôle crucial dans le succès et la croissance de notre entreprise. Nous collaborerons avec divers fournisseurs, distributeurs, laboratoires de recherche, experts et institutions pour garantir la qualité et l'efficacité de nos produits

Nous nous approvisionnerons en équipements et matériels de laboratoire auprès de **WorldLab**, un fournisseur reconnu pour la fiabilité de ses produits , Pour l'expansion de notre distribution, nous travaillerons avec les distributeurs de produits phytosanitaires et les grossistes tels que Biosource ALGÉRIE , En matière de recherche et développement, nous avons établi une liste des partenariats stratégiques avec des laboratoires réputés comme LNCPP, CRAPC, INRSP, INSP, INSID, ITGC.

Les recommandations et les conseils des professionnels du cosmétique , y compris des experts en Biotechnologie et des techniciens, sont essentiels pour nous. De plus, nous obtenons des déchets nécessaires à notre production des industries de transformation des produits de la mer et des restaurants, notamment le **Restaurant Dihia, l'Hôtel et Ferme Aquacole El Marsa Hassi Ben Abdellah.**

Nous souhaiterions collaborer également avec des institutions académiques telles que **ENSSMAL** qui peut nous accorder un soutien grâce aux incubateurs comme **Blue Start, Incubator**, pour promouvoir l'innovation et développer de nouvelles solutions dans ce domaine .

## **3.5. 5 ème axe**

### **3.5.1. Plan financier**

Le plan financier de notre projet constitue un élément fondamental pour assurer sa pérennité et son développement. Le coût total du lancement et du développement de notre crème hydratante biologique est estimé à 12 250,00 DA. Pour couvrir ces besoins, nous mobiliserons un apport personnel de 2 250,00 DA, tandis qu'une subvention publique d'un montant de 10 000,00 DA viendra compléter le financement. Cette répartition des ressources nous permet de garantir la faisabilité du projet tout en assurant une base financière solide dès le démarrage.

## **Annexes**

### **3.6. 6 ème axe**

#### **3.6.1. Prototype expérimentale**

Le développement d'un prototype expérimental constitue une étape clé dans la validation de notre crème hydratante à base de collagène marin. Cette phase permet d'évaluer l'efficacité, la tolérance cutanée et la performance du produit dans des conditions réelles d'utilisation. La formulation du prototype repose sur un équilibre précis entre la phase aqueuse composée notamment d'eau florale et de gel d'aloë vera pour assurer l'hydratation et la phase huileuse, enrichie en huiles végétales et essentielles, pour nourrir et protéger la peau. Grâce à une série d'essais rigoureux, nous optimisons la stabilité de l'émulsion ainsi que les propriétés sensorielles et fonctionnelles de la crème. Cette étape expérimentale est essentielle pour garantir que notre produit répond aux exigences de qualité, de sécurité et de naturalité en vue de sa mise sur le marché.

Tableau 14: Investissements et financements

<b>Investissements et financements</b>
--

Projet : Azur BISCUIT  
 Porteur de projet : Mohamed El Hadi HANNANE

INVESTISSEMENTS	Montant € hors taxes
<b>Immobilisations incorporelles</b>	<b>250,00</b>
<i>Frais d'établissement</i>	250,00
<i>Frais d'ouverture de compteurs</i>	
<i>Logiciels, formations</i>	
<i>Dépôt marque</i>	
<i>Droits d'entrée</i>	-
<i>Achat fonds de commerce ou parts</i>	-
<i>Droit au bail</i>	-
<i>Caution ou dépôt de garantie</i>	
<i>Frais de dossier</i>	
<i>Frais de notaire ou d'avocat</i>	
<b>Immobilisations corporelles</b>	<b>8 000,00</b>
<i>Enseigne et éléments de communication</i>	500,00
<i>Achat immobilier</i>	
<i>Travaux et aménagements</i>	1 000,00
<i>Matériel</i>	6 400,00
<i>Matériel de bureau</i>	100,00
<b>Stock de matières et produits</b>	<b>2 000,00</b>
<b>Trésorerie de départ</b>	<b>2 000,00</b>
<b>TOTAL BESOINS</b>	<b>12 250,00</b>
FINANCEMENT DES INVESTISSEMENTS	Montant € hors taxes
<b>Apport personnel</b>	<b>2 250,00</b>
<i>Apport personnel ou familial</i>	2 250,00
<i>Apports en nature (en valeur)</i>	-
<b>Emprunt</b>	-
<i>Prêt bancaire</i>	-
<i>Prêt bancaire</i>	-
<i>Prêt bancaire</i>	-
<b>Subvention</b>	<b>10 000,00</b>
<b>Autre financement</b>	-
<b>TOTAL RESSOURCES</b>	<b>12 250,00</b>

Ce modèle de plan financier est proposé par WikiCréa ([www.creerentreprise.fr](http://www.creerentreprise.fr))

2

## Annexes

### Salaires et charges sociales

Projet : Azur BISCUIT  
 Porteur de projet : Mohamed El Hadi HANNANE

Statut juridique : SARL (IS)  
 Bénéfice de l'Accre : Non  
 Statut social du (des) dirigeant(s) : Travailleur non salarié

	Année 1	Année 2	Année 3
Rémunération du (des) dirigeants	2 880,00	3 200,00	3 500,00
% augmentation		11%	9%
Charges sociales du (des) dirigeant(s)	1 296,00	1 440,00	1 575,00
Salaires des employés	3 000,00	3 200,00	3 500,00
% augmentation		7%	9%
Charges sociales employés	2 160,00	2 304,00	2 520,00

### Détail des amortissements

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Amortissements incorporels</b>	<b>50,00</b>	<b>50,00</b>	<b>50,00</b>
<i>Frais d'établissement</i>	50,00	50,00	50,00
<i>Logiciels, formations</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Droits d'entrée</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Frais de dossier</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Frais de notaire ou d'avocat</i>	0,00	0,00	0,00
<b>Amortissements corporels</b>	<b>1 600,00</b>	<b>1 600,00</b>	<b>1 600,00</b>
<i>Enseigne et éléments de communication</i>	100,00	100,00	100,00
<i>Achat immobilier</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Travaux et aménagements</i>	200,00	200,00	200,00
<i>Matériel</i>	1 280,00	1 280,00	1 280,00
<i>Matériel de bureau</i>	20,00	20,00	20,00
<b>Total amortissements</b>	<b>1 650,00</b>	<b>1 650,00</b>	<b>1 650,00</b>

Ce modèle de plan financier est proposé par WikiCréa ([www.creerentreprise.fr](http://www.creerentreprise.fr))

3

## Annexes

### Compte de résultats prévisionnel sur 3 ans

Projet : Azur BISCUIT  
 Porteur de projet : Mohamed El Hadi HANNANE

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Produits d'exploitation</b>	<b>53 040,00</b>	<b>59 935,20</b>	<b>70 723,54</b>
Chiffre d'affaires HT	53 040,00	59 935,20	70 723,54
Chiffre d'affaires HT autres services	-	-	-
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>31 824,00</b>	<b>35 961,12</b>	<b>42 434,12</b>
Achats consommés	31 824,00	35 961,12	42 434,12
<b>Marge brute</b>	<b>21 216,00</b>	<b>23 974,08</b>	<b>28 289,41</b>
<b>Charges externes</b>	<b>2 670,00</b>	<b>2 670,00</b>	<b>2 670,00</b>
Assurances	200,00	200,00	200,00
Téléphone, internet	30,00	30,00	30,00
Autres abonnements	-	-	-
Carburant, transports	1 000,00	1 000,00	1 000,00
Frais de déplacement et hébergement	-	-	-
Eau, électricité, gaz	540,00	540,00	540,00
Mutuelle	-	-	-
Fournitures diverses	100,00	100,00	100,00
Entretien matériel et vêtements	100,00	100,00	100,00
Nettoyage des locaux	-	-	-
Budget publicité et communication	-	-	-
Loyer et charges locatives	700,00	700,00	700,00
Expert comptable, avocats	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
<b>Valeur ajoutée</b>	<b>18 546,00</b>	<b>21 304,08</b>	<b>25 619,41</b>
<b>Impôts et taxes</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Salaires employés	3 000,00	3 200,00	3 500,00
Charges sociales employés	2 160,00	2 304,00	2 520,00
Prélèvement dirigeant(s)	2 880,00	3 200,00	3 500,00
Charges sociales dirigeant(s)	1 296,00	1 440,00	1 575,00
<b>Excédent brut d'exploitation</b>	<b>9 210,00</b>	<b>11 160,08</b>	<b>14 524,41</b>
Frais bancaires, charges financières	-	-	-
Dotations aux amortissements	1 650,00	1 650,00	1 650,00
<b>Résultat avant impôts</b>	<b>7 560,00</b>	<b>9 510,08</b>	<b>12 874,41</b>
Impôt sur les sociétés	1 134,00	1 426,51	1 931,16
<b>Résultat net comptable (résultat de l'exercice)</b>	<b>6 426,00</b>	<b>8 083,57</b>	<b>10 943,25</b>

Ce modèle de plan financier est proposé par WikiCréa ([www.creerentreprise.fr](http://www.creerentreprise.fr))

4

## Soldes intermédiaires de gestion

Projet : *Azur BISCUIT*  
 Porteur de projet : *Mohamed El Hadi HANNANE*

	Année 1	%	Année 2	%	Année 3	%
<b>Chiffre d'affaires</b>	53 040,00	100%	59 935,20	100%	70 723,54	100%
Ventes + autres services	53 040,00	100%	59 935,20	100%	70 723,54	100%
Achats consommés	31 824,00	60%	35 961,12	60%	42 434,12	60%
<b>Marge globale</b>	<b>21 216,00</b>	<b>40%</b>	<b>23 974,08</b>	<b>40%</b>	<b>28 289,41</b>	<b>40%</b>
Charges externes	2 670,00	5%	2 670,00	4%	2 670,00	4%
<b>Valeur ajoutée</b>	<b>18 546,00</b>	<b>35%</b>	<b>21 304,08</b>	<b>36%</b>	<b>25 619,41</b>	<b>36%</b>
Impôts et taxes	-	0%	-	0%	-	0%
Charges de personnel	9 336,00	18%	10 144,00	17%	11 095,00	16%
<b>Excédent brut d'exploitation</b>	<b>9 210,00</b>	<b>17%</b>	<b>11 160,08</b>	<b>19%</b>	<b>14 524,41</b>	<b>21%</b>
Dotation aux amortissements	1 650,00	3%	1 650,00	3%	1 650,00	2%
<b>Résultat d'exploitation</b>	<b>7 560,00</b>	<b>14%</b>	<b>9 510,08</b>	<b>16%</b>	<b>12 874,41</b>	<b>18%</b>
Charges financières	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Résultat financier</b>	<b>-</b>	<b>0%</b>	<b>-</b>	<b>0%</b>	<b>-</b>	<b>0%</b>
<b>Résultat courant</b>	<b>7 560,00</b>	<b>14%</b>	<b>9 510,08</b>	<b>16%</b>	<b>12 874,41</b>	<b>18%</b>
<b>Résultat de l'exercice</b>	<b>6 426,00</b>	<b>12%</b>	<b>8 083,57</b>	<b>13%</b>	<b>10 943,25</b>	<b>15%</b>
<b>Capacité d'autofinancement</b>	<b>8 076,00</b>	<b>15%</b>	<b>9 733,57</b>	<b>16%</b>	<b>12 593,25</b>	<b>18%</b>

## Capacité d'autofinancement

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Résultat de l'exercice</b>	<b>6 426,00</b>	<b>8 083,57</b>	<b>10 943,25</b>
+ Dotation aux amortissements	1 650,00	1 650,00	1 650,00
<b>Capacité d'autofinancement</b>	<b>8 076,00</b>	<b>9 733,57</b>	<b>12 593,25</b>
- Remboursement des emprunts	-	-	-
<b>Autofinancement net</b>	<b>8 076,00</b>	<b>9 733,57</b>	<b>12 593,25</b>

## Annexes

### Seuil de rentabilité économique

Projet : *Azur BISCUIT*  
 Porteur de projet : *Mohamed El Hadi HANNANE*

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Ventes + Autres services</b>	<b>53 040,00</b>	<b>59 935,20</b>	<b>70 723,54</b>
Achats consommés	31 824,00	35 961,12	42 434,12
Total des coûts variables	31 824,00	35 961,12	42 434,12
Marge sur coûts variables	<b>21 216,00</b>	<b>23 974,08</b>	<b>28 289,41</b>
<b>Taux de marge sur coûts variables</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>
Coûts fixes	13 656,00	14 464,00	15 415,00
<b>Total des charges</b>	<b>45 480,00</b>	<b>50 425,12</b>	<b>57 849,12</b>
Résultat courant avant impôts	7 560,00	9 510,08	12 874,41
<b>Seuil de rentabilité (chiffre d'affaires)</b>	<b>34 140,00</b>	<b>36 160,00</b>	<b>38 537,50</b>
Excédent / insuffisance	18 900,00	23 775,20	32 186,04
<i>Point mort en chiffre d'affaires par jour ouvré</i>	<i>136,56</i>	<i>144,64</i>	<i>154,15</i>

### Besoin en fonds de roulement

*Analyse clients / fournisseurs :*

	délai jours	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Besoins</b>				
Volume crédit client HT	30	4 359,45	4 926,18	5 812,89
<b>Ressources</b>				
Volume dettes fournisseurs HT	60	5 231,34	5 911,42	6 975,47
<b>Besoin en fonds de roulement</b>		<b>- 871,89</b>	<b>- 985,24</b>	<b>- 1 162,58</b>

*Ce modèle de plan financier est proposé par WikiCréa (www.creerentreprise.fr)*

6

## Annexes

### Plan de financement à trois ans

Projet : *Azur BISCUIT*  
Porteur de projet : *Mohamed El Hadi HANNANE*

	Année 1	Année 2	Année 3
Immobilisations	8 250,00		
Acquisition des stocks	2 000,00		
Variation du Besoin en fonds de roulement	- 871,89	- 113,35	- 177,34
Remboursement d'emprunts	-	-	-
<b>Total des besoins</b>	<b>9 378,11</b>	<b>- 113,35</b>	<b>- 177,34</b>
Apport personnel	2 250,00		
Emprunts	-		
Subventions	10 000,00		
Autres financements			
Capacité d'auto-financement	8 076,00	9 733,57	12 593,25
<b>Total des ressources</b>	<b>20 326,00</b>	<b>9 733,57</b>	<b>12 593,25</b>
Variation de trésorerie	10 947,89	9 846,91	12 770,59
<b>Excédent de trésorerie</b>	<b>10 947,89</b>	<b>20 794,80</b>	<b>33 565,40</b>

**Rappel trésorerie début année 1 :** 2 000,00

## Annexes

### Budget prévisionnel de trésorerie

Projet : Azur BISCUIT  
 Porteur de projet : Mohamed El Hadi HANNANE

Hors TVA

#### Première année

	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5
Apport personnel	2 250,00				
Emprunts	-				
Subventions	10 000,00				
Autres financements					
Ventes	4 420,00	4 420,00	4 420,00	4 420,00	4 420,00
Ventes autres services	-	-	-	-	-
<b>Chiffre d'affaires (total)</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>
Immobilisations incorporelles	250,00				
Immobilisations corporelles	8 000,00				
<b>Immobilisations (total)</b>	<b>8 250,00</b>				
Acquisition stocks	2 000,00				
Échéances emprunt	-	-	-	-	-
Achats de marchandises	2 652,00	2 652,00	2 652,00	2 652,00	2 652,00
Charges externes	222,50	222,50	222,50	222,50	222,50
Impôts et taxes	-	-	-	-	-
Salaires employés	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00
Charges sociales employés	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Prélèvement dirigeant(s)	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Charges sociales dirigeant(s)	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
<b>Total charges de personnel</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>
Frais bancaires, charges financières	-	-	-	-	-
<b>Total des décaissements</b>	<b>13 902,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>
<b>Total des encaissements</b>	<b>16 670,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>
Solde précédent	-	2 767,50	3 535,00	4 302,50	5 070,00
<b>Solde du mois</b>	<b>2 767,50</b>	<b>767,50</b>	<b>767,50</b>	<b>767,50</b>	<b>767,50</b>
<b>Solde de trésorerie (cumul)</b>	<b>2 767,50</b>	<b>3 535,00</b>	<b>4 302,50</b>	<b>5 070,00</b>	<b>5 837,50</b>

## Annexes

### Budget prévisionnel de trésorerie (suite)

Projet :

*Azur BISCUIT*

*Hors TVA*

Porteur de projet :

*Mohamed El Hadi HANNANE*

Mois 6	Mois 7	Mois 8	Mois 9	Mois 10	Mois 11	Mois 12	TOTAL
							2 250,00
							-
							10 000,00
							-
4 420,00	4 420,00	4 420,00	4 420,00	4 420,00	4 420,00	4 420,00	53 040,00
-	-	-	-	-	-	-	-
<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>53 040,00</b>
							250,00
							8 000,00
							8 250,00
							2 000,00
-	-	-	-	-	-	-	-
2 652,00	2 652,00	2 652,00	2 652,00	2 652,00	2 652,00	2 652,00	31 824,00
222,50	222,50	222,50	222,50	222,50	222,50	222,50	2 670,00
-	-	-	-	-	-	-	-
250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	3 000,00
180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	2 160,00
240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	2 880,00
108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	1 296,00
<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>778,00</b>	<b>9 336,00</b>
-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>3 652,50</b>	<b>54 080,00</b>
<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>4 420,00</b>	<b>65 290,00</b>
5 837,50	6 605,00	7 372,50	8 140,00	8 907,50	9 675,00	10 442,50	
<b>767,50</b>	<b>767,50</b>	<b>767,50</b>	<b>767,50</b>	<b>767,50</b>	<b>767,50</b>	<b>767,50</b>	
<b>6 605,00</b>	<b>7 372,50</b>	<b>8 140,00</b>	<b>8 907,50</b>	<b>9 675,00</b>	<b>10 442,50</b>	<b>11 210,00</b>	

## RESUMÉ

### 4. RESUMÉ

Ce mémoire de fin d'études, présenté par **Bouzekouk Manar**, porte sur la conception et l'évaluation d'une crème cosmétique hydratante, purifiante et stérile à base de collagène marin. S'inscrivant dans le domaine de la biotechnologie marine, ce travail met en valeur les propriétés remarquables du collagène marin en tant qu'ingrédient actif naturel pour le soin de la peau. La formule élaborée combine des agents hydratants capables de retenir l'eau au sein de la couche cornée à des composants dotés de propriétés antibactériennes, offrant ainsi une action triple : hydratation en profondeur, protection antimicrobienne et sécurité d'utilisation grâce à la stérilité du produit final. L'étude menée analyse les caractéristiques physico-chimiques, biologiques et microbiologiques de la crème, mettant en évidence l'apport du collagène marin dans le maintien de l'équilibre cutané et dans le développement de soins dermocaustiques innovants.

Mots-clés : collagène marin, Soins de la peau, crèmes, hydratants, , stérile .

### 5. SUMMARY

This thesis, presented by **Bouzekouk Manar**, focuses on the design and evaluation of a moisturizing, purifying and sterile cosmetic cream based on marine collagen. Working in the field of marine biotechnology, this work highlights the remarkable properties of marine collagen as a natural active ingredient for skin care. The formula developed combines moisturizing agents capable of retaining water within the stratum corneum with components endowed with antibacterial properties, thus offering a triple action: in-depth moisturization, antimicrobial protection and safety of use thanks to the sterility of the final product. The study carried out analyzed the cream's physico-chemical, biological and microbiological characteristics, highlighting the contribution of marine collagen to maintaining skin balance and developing innovative dermo-cosmetic skincare products.

**Keywords** Skin care, creams, moisturizers, emulsions, sterility, bacteria

### المخلص

تركز هذه الأطروحة التي قدمها 'بوزكوك منار' على تصميم وتقييم كريم تجميلي مرطب ومنقٍ ومعقم للبشرة يعتمد على الكولاجين البحري. من خلال العمل في مجال التكنولوجيا الحيوية البحرية، يسلط هذا العمل الضوء على الخصائص الرائعة

## RESUMÉ

للكولاجين البحري كـمكون طبيعي نشط للعناية بالبشرة. تجمع التركيبة التي تم تطويرها بين عوامل الترطيب القادرة على الاحتفاظ بالماء داخل الطبقة القرنية مع مكونات تتمتع بخصائص مضادة للبكتيريا، وبالتالي تقدم مفعولاً ثلاثياً: الترطيب العميق، والحماية المضادة للميكروبات، وسلامة الاستخدام بفضل عقم المنتج النهائي. حللت الدراسة التي أُجريت الخصائص الفيزيائية الكيميائية والبيولوجية والميكروبيولوجية للكريم، مسلطاً الضوء على مساهمة الكولاجين البحري في الحفاظ على توازن البشرة وتطوير منتجات مبتكرة للعناية بالبشرة.

**الكلمات المفتاحية** الكولاجين البحري، العناية بالبشرة، الكريّمات، المرطبات، معقم

## RESUMÉ