

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 الوطنية العليا لعلوم البحروتهيئة الساحل

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



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

D'Ingénieur en Sciences de la Mer

Option : biotechnologie marine

Thème :

Valorisation biotechnologique des coproduits des ressources marines en vue d'une application à l'industrie cosmétique : préparation d'une gamme cosmétique aux propriétés hydratante, anti-âge et anti-masque de grossesse.

Présenté par :

MEGHIT Sara

ZOUGARI Rayen

Soutenu le 11/07/2022 devant le jury composé de :

M REFES W.	Professeur	(ENSSMAL)	Président.
M CHADER H.	Professeur	(Faculté de pharmacie d'Alger 1)	Promoteur.
Mme AMROUCHE L.	Maître assistante A	(ENSSMAL)	Co-promotrice.
Mme DJAHNIT N.	Maître de conférences B	(ENSSMAL)	Examinatrice.
Mme AMMI N.	Dr en Pharmacie	(ANPP)	Examinatrice.

Année universitaire : 2021-2022

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 الوطنية العليا لعلوم البحروتهيئة الساحل

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



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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité : biotechnologie marine

Thème :

Valorisation biotechnologique des coproduits des ressources marines en vue d'une application à l'industrie cosmétique : préparation d'une gamme cosmétique aux propriétés hydratantes, anti-âge et anti-masque de grossesse.

Présenté par :

MEGHIT Sara

ZOUGARI Rayen

Soutenu le 11/07/2022 devant le jury composé de :

M REFES W.	Professeur	(ENSSMAL)	Président.
M CHADER H.	Professeur	(Faculté de pharmacie d'Alger 1)	Promoteur.
Mme AMROUCHE L.	Maître assistante A	(ENSSMAL)	Co-promotrice.
Mme DJAHNIT N.	Maître de conférences B	(ENSSMAL)	Examinatrice.
Mme AMMI N.	Dr en Pharmacie	(ANPP)	Examinatrice.

Année universitaire : 2021-2022

Remerciement

On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

On remercie nos familles et surtout nos parents pour leurs orientations, amours, soutiens et leurs encouragements.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme **AMROUCHE Lynda**, et le professeur **CHADER Henni**, on leur remercie pour la qualité d'encadrement qui a été exceptionnelle, pour la patience, la rigueur et la disponibilité pendant toute la durée de notre préparation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements s'adressent à Mme **GUERROUMI Houda** ingénieur de laboratoire LBCM 2 à L'ENSSMAL, M. **MATOUK Youcef**, M. **MEGARTSI Yacine** ingénieur de laboratoire LBCM 3 à L'ENSSMAL, M. **DJERRAI Noureddine** ingénieur de laboratoire LBCM 1 à L'ENSSMAL, ainsi que, M. **AIT KACI Malik**, M. **BENCHAABANE Ahmed**, et tout le personnel de l'ENSSMAL.

Mme **FELLAH Houda**, pour son aide et son orientation lors de l'identification des espèces.

Mme **BEN ABOU Amina**, Mme **Ammi Nassima**, l'animalier, et tout le personnel de l'agence nationale des produits pharmaceutique.

M. **ALI BILT** de la pêcherie d'Alger pour nous avoir aidé lors de la collecte des échantillons des carapaces de crevettes, et des peaux de poissons. Enfin nos remerciements aux personnes qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre I : Étude bibliographique

Partie A : Généralités sur les ressources marines

I.1 Situation mondiale de la production halieutique et aquacole des crustacés, poissons, mollusques, Algues	4
I.1.1 Poissons, crustacés, mollusques	4
I.1.2 Algues.....	5
I.2 Situation nationale de la production halieutique et aquacole	6
I.2.1 Poissons, crustacés, mollusques	6
I.3 Ressources marines et leurs valorisations dans le domaine cosmétique.....	6
I.3.1 Crustacés.....	6
I.3.2 Poissons	7
I.3.3 Mollusques.....	7
I.3.4 Algues.....	7
I.4 Valorisation des coproduits et produits marins dans le domaine de la cosmétique.....	8
I.4.1 Valorisation des coproduits de crustacés	9
I.4.2 Valorisation des coproduits de poissons	9
I.4.3 Valorisation des coproduits de mollusques.....	10
I.4.4 Valorisation des algues.....	11

Partie B : Généralités sur la cosmétologie

I.5 Bref historique de la cosmétologie	11
I.6 La cosmétologie ancienne et l’histoire des recettes des grand-mères	12
I.7 Définition d’un produit cosmétique.....	12
I.8 Industries des cosmétiques	12
I.8.1 Importance des industries cosmétiques à l’échelle économique mondiale	13
I.8.2 Importance des industries cosmétiques à l’échelle économique nationale	13

I.9 Cadre législatif des produits cosmétiques.....	14
I.10 Ingrédients cosmétiques.....	14
I.11 Étiquetage des produits cosmétiques	15
I.12 Contrôle de qualité des produits cosmétiques	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
I.12.1 Contrôle des matières premières	16
I.12.2 Contrôle en cours de fabrication	16
I.12.2.1 Caractères physico-chimiques	16
I.12.2.1.1 Détermination du sens d'émulsion (H/E ou E/H)	16
I.12.2.1.2 Contrôle de l'homogénéité	17
I.12.2.1.3 Détermination des propriétés rhéologiques	17
I.12.2.1.4 Détermination du pH	17
I.12.2.2 Contrôle de la stabilité	17
I.12.2.3 Contrôle microbiologique	17
I.12.3 Contrôle du produit fini	17
I.13 Cosmétovigilance	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
I.14 Préparation des émulsions.....	18
I.14.1 Définition.....	18
I.14.2 Composition.....	18
I.14.2.1 La phase lipophile	18
I.14.2.2 La phase hydrophile.....	18
I.14.3 Types d'émulsions.....	19
I.14.3.1 Émulsions simples	19
I.14.3.2 Émulsions multiples.....	19
I.14.3.3 Microémulsions ou émulsoides.....	20
I.14.4 Déstabilisation des Émulsions	20
I.14.5 Émulsifiants.....	21
I.15 Formulation des émulsions	22
I.15.1 Procédés d'émulsification.....	22
I.15.1.1 Principes actifs introduits dans les émulsions.....	23
I.15.1.1.1 Ressources marines.....	23
I.15.1.1.2 Ressources non marines.....	24
I.16 Généralités sur le savon	25
I.16.1 Définition.....	25
I.16.2 Qualités.....	25

I.16.3 Types de savons	25
I.17 Généralités sur les patches	25
I.17.1 Définition	26
I.17.2 Propriétés	26
I.18 Généralités sur les masques	26
I.18.1 Définition	26
I.18.2 Types de masques	26

Partie C : la peau

I.19 Structure de la peau	27
I.19.1 Épiderme	27
I.19.2 Derme	28
I.19.3 Hypoderme	28
I.20 Types de peau	29
I.21 Vieillessement cutané	30

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1 Matériel	33
II.1.1 Matériel biologique	33
II.1.2 Matériel non biologique	33
II.2 Échantillonnage	33
II.2.1 Identification des espèces de crevettes et traitement des carapaces	34
II.2.2 Prétraitement des carapaces de crustacées	34
II.3 Détermination de la composition biochimique globale des coproduits de crevettes	34
II.3.1 Détermination de la teneur en eau	34
II.3.2 Détermination de la teneur en matière minérale	35
II.3.3 Détermination de la teneur en protéines totales	35
II.3.4 Détermination de la teneur en lipides totaux	36
II.4 Extraction de la chitine et du chitosane	37
II.5 Caractérisation du chitosane produit	38
II.5.1 Rendement massique	38
II.5.2 Test de solubilité	39
II.5.3 Calcul du degré de déprotéinisation	39
II.5.4 Calcul du degré de déminéralisation	39

II.5.5 Calcul du degré de désacétylation	40
II.5.5.1 FTIR (Spectroscopie infrarouge à transformation de Fourier FTIR)	40
II.6 Extraction du collagène à partir des peaux de poissons	40
II.6.1 Prétraitement de la matière première	40
II.6.2 Méthode d'extraction de collagène	41
II.6.3 Mise en évidence du collagène extrait	42
II.6.3.1 Test de biuret	42
II.6.3.2 Test à la xanthoprotéine	42
II.6.4 Rendement massique	43
II.7 Préparation des eaux des algues	43
II.8 Formulation des émulsions aux propriétés blanchissantes, hydratantes et anti-âge	44
II.8.1 Étude de préformulation	44
II.8.2 Étude de formulation	44
II.8.3 Procédés de fabrication	44
II.8.4 Pesée des constituants	44
II.8.5 Préparation des deux phases (huileuse et aqueuse)	45
II.8.6 Mélange des phases (dispersion)	46
II.8.7 Homogénéisation	46
II.8.8 Addition des additifs	46
II.8.9 Contrôles de différentes émulsions préparées	46
II.8.9.1 Test de tolérance cutanée	46
II.8.9.1.1 Objet	46
II.8.9.1.2 Méthodes	46
II.8.9.1.3 Détermination de l'indice d'irritation primaire cutanée	49
II.8.9.2 Étude de la photoprotection cutanée des émulsions préparées	50
II.8.9.2.1 Étude in vivo	50
□ Principe	50
□ Méthodes	50
II.9 Formulation du savon	52
II.9.1 Évaluation du pouvoir nettoyant et moussant	54
II.9.2 Évaluation de l'activité antibactérienne	55
II.10 Formulation des patchs anticernes	55
II.11 Formulation du masque pour le visage aux propriétés antirides et antitaches	56

II.12 Contrôle de la qualité microbiologique des préparations cosmétiques pour administration par voie cutanée.....	57
II.12.1 Méthode.....	57
II.12.1.1 Dénombrement des germes aérobies totaux et des levures et moisissures totales DGAT et DMLT	57
II.12.1.2 Recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> et de <i>Staphylococcus aureus</i>	58

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1 Identification des espèces de crevettes	60
III.2 Composition biochimique globale des coproduits de crevettes	61
III.2.1 Taux d'humidité (Teneur en eau).....	62
III.2.2 Teneur en matière minérale.....	62
III.2.3 Teneur en lipides	62
III.2.4 Teneur en protéines	62
III.3 Composition minérale des coproduits de crevettes.....	64
III.4 Caractérisation du chitosane produit.....	65
III.4.1 Rendement massique.....	65
III.4.2 Solubilité.....	66
III.4.3 Caractérisation biochimique	66
III.4.4 Degré de désacétylation	67
III.4.4.1 Spectrophotométrie infrarouge (FTIR)	67
III.5 Mise en évidence du collagène extrait.....	69
III.5.1 Test du biuret	69
III.5.2 Test xanthoprotéique.....	69
III.5.3 Rendement massique	69
III.6 Résultats des absorbances spectrales des eaux d'algues	70
III.7 Caractéristiques physico-chimiques des crèmes et masque élaborés	71
III.7.1 Aspect macroscopique.....	72
III.7.2 Stabilité à la centrifugation des émulsions	73
III.7.3 Aspect microscopique	73
III.7.4 Détermination de la valeur du pH.....	73
III.8 Résultats du test de la tolérance cutanée des produits fabriqués.....	74
III.8.1 Détermination de l'indice d'irritation primaire cutanée.....	75
III.9 Étude de la photoprotection cutanée de différentes crèmes fabriquées	76

III.9.1 Détermination du degré de photoprotection.....	80
III.9.2 Observation des résultats du test de la photoprotection après plusieurs jours	81
III.10 Résultat du savon.....	82
III.10.1 Pouvoir nettoyant et moussant.....	82
III.10.2 Activité antibactérienne.....	84
III.11 Qualité microbiologique des produits cosmétiques fabriqués.....	85
Conclusion et perspectives.....	89

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Chapitre I : Étude bibliographique

Tableau I-1: Production aquacole mondiale d'algues aquatiques (FAO, 2020)	5
Tableau I-2 : Composants autorisés d'une formulation cosmétologique	14
Tableau I-3 : Composants d'un produit cosmétique	15
Tableau I-4: Ressources marines introduites dans les émulsions.....	23
Tableau I-5 : Ressources non marines introduites dans les émulsions.....	24

Chapitre II : Matériel et méthodes

Tableau II-1 : Tout le matériel non biologique utilisé dans l'élaboration d'une gamme cosmétique	33
Tableau II-2 : Composition des crèmes de jour et de nuit.....	44
Tableau II-3 : Étape de préparation des deux phases des crèmes.....	45
Tableau II-4 : Étape de dispersion des crèmes	46
Tableau II-5 : Composition des savons et leurs propriétés.....	53
Tableau II-6 : Germes recherchés et milieux utilisés	55
Tableau II-7: Ingrédients utilisés dans la préparation des patchs anticernes.....	56

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau III-1: Critères distinctifs des espèces identifiées (Fischer, 1987)	60
Tableau III-2 : Données comparatives de la composition biochimique globale des coproduits de crevettes	61
Tableau III-3: Rendement massique du chitosane obtenu à partir des coproduits de crevettes rapportés dans la littérature.....	65
Tableau III-4 : Degrés de déminéralisation et de déprotéinisation du chitosane produit.....	66
Tableau III-5 : Degré de désacétylation du chitosane	68
Tableau III-6 : Résultats de la tolérance cutanée des crèmes de jour et de nuit.....	74
Tableau III-7 : Résultats de la tolérance cutané du masque facial	74
Tableau III-8 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris irradiées par les rayons UVB sans protection préalable.....	76
Tableau III-9 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris protégées par une crème de nuit à l'extrait du collagène et irradiées par les rayons UVB	77

Tableau III-10 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris protégées par une crème de nuit à l'extrait du chitosane et irradiées par les rayons UVB	78
Tableau III-11 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris protégées par une crème de jour à l'extrait de Cypraea et irradiées par les rayons UVB	78
Tableau III-12 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris protégées par une crème de jour à l'extrait d'indigo bleu et irradiées par les rayons UVB.....	79
Tableau III-13 : Pouvoir photoprotecteur des crèmes cosmétiques	81
Tableau III-14 : Pouvoir antibactérien du savon vis-à-vis des souches pathogènes testées .	84
Tableau III-15 : Résultats du contrôle de la pureté microbienne des crèmes de jour et de nuit	85
Tableau III-16 : Résultats du contrôle de la pureté microbienne des patchs yeux.....	86
Tableau III-17 : Résultats du contrôle de la pureté microbienne du masque facial	87
Tableau III-18 : Résultats du contrôle de la pureté microbienne des savons	87

Liste des figures

Chapitre I : Étude bibliographique

Figure I-1 : Production halieutique et aquacole mondiale (FAO, 2020)	4
Figure I-2 : Phase dispersée et dispersante de l'émulsion	18
Figure I-3 : Représentation schématique des émulsions simples.....	19
Figure I-4 : Représentation schématique des émulsions multiples.....	20
Figure I-5 : Représentation schématique des microémulsions	20
Figure I-6 : Principaux mécanismes de déstabilisation d'une émulsion	21
Figure I-7 : Schéma d'une émulsion avec un émulsifiant	22
Figure I-8 : Les différentes couches qui structurent la peau	27
Figure I-9 : La peau sèche d'une femme	29
Figure I-10 : La peau grasse d'une femme	30
Figure I-11 : La peau normale d'une femme	30

Chapitre II : Matériel et méthodes

Figure II-1 : Gamme étalon	Erreur ! Signet non défini.
Figure II-2 : Diagramme général de production du chitosane à partir des coproduits de crevettes	38
Figure II-3 : Solubilisation du chitosane dans une solution d'acide acétique de 1%	39
Figure II-4 : Diagramme général d'extraction du collagène à partir des peaux de poissons..	42
Figure II-5 : Étape de préparation des lapins pour le test de la tolérance cutanée.....	47
Figure II-6 : Division du flanc droit du lapin en deux zones, après effectuer les scarifications sur l'une des zones.....	47
Figure II-7 : Application des deux types de crèmes de jour directement sur le flanc droit du lapin	47
Figure II-8 : Application des deux types de crèmes de nuit directement sur le flanc droit du lapin	48
Figure II-9 : Application de la crème nivea, puis de l'eau physiologique stérile sur le flanc gauche du lapin	48
Figure II-10 : Application du masque visage sur le flanc droit du lapin	48
Figure II-11 : Dépôt de la compresse stérile et des bandes de gaze sur les deux flancs du lapin	49

Figure II-12 : Illustration de l'évaluation in vivo du potentiel photoprotecteur d'une crème cosmétique	52
Figure II-13 : Étape de l'addition des actifs à la base de savon glycéринée	53
Figure II-14 : Versement du mélange liquide dans les moules en silicone	53
Figure II-15 : Préparation du masque facial	56
Figure II-16 : Diagramme de fabrication du masque facial à base du chitosane et collagène	57

Chapitre III : Résultats et discussion

Figure III-1 : Espèces de crevettes identifiées, (a) <i>Parapenaeus longirostris</i> , (b) <i>Aristeus antennatus</i>	60
Figure III-2 : Composition biochimique globale du mélange des coproduits de crevette exprimée en pourcentage par rapport à la matière sèche (MS)	63
Figure III-3 : Composition en minéraux des carapaces de crevettes	64
Figure III-4 : Pesée du chitosane produit à partir de 200 g des carapaces de crevettes	65
Figure III-5 : Solubilisation du chitosane extrait de crevettes dans l'acide acétique	66
Figure III-6 : Déminéralisation du chitosane, a. creuset avant passage au four à moufle; b. creuset après passage au four à moufle à 600C°	67
Figure III-7 : Spectres FTIR du chitosane de crevettes produit	68
Figure III-8 : Mise en évidence de la présence de collagène avec la méthode du biuret	69
Figure III-9 : Résultat du test à la xanthoprotéique	69
Figure III-10 : Spectre d'absorption de la Phycoérythrine (Agilent Technologies, 2022).....	70
Figure III-11 : Spectre d'absorption de la Phycocyanine (Agilent Technologies, 2022).....	71
Figure III-12 : Spectre d'absorption du béta-carotène et de la fucoxanthine (Wilmotte, 2008)	71
Figure III-13 : Aspect macroscopique des crèmes de jour (2 et 3) et de nuit (1 et 2) et du masque facial (5)	72
Figure III-14 : Stabilité des crèmes cosmétiques à la centrifugation	73
Figure III-15 : Observation au microscope photonique des crèmes cosmétiques et du masque (GX400).....	73
Figure III-16 : Évaluation du pouvoir nettoyant et moussant du savon	83
Figure III-17 : Résultat de l'empreinte faite avec une main poussiéreuse sur une gélose PCA	83
Figure III-18 : Résultat de la deuxième empreinte faite avec une main nettoyée	83

Figure III-19 : Activité inhibitrice du savon vis-à-vis de <i>S.aureus</i> et l'absence de l'activité antibactérienne contre <i>E. coli</i> et <i>P.aeruginosa</i>	85
---	----

Annexes

Figure 1 : Étapes de prétraitement des carapaces de crevettes.....	I
Figure 2 : Broyage des carapaces de crevettes séchées et tamisage de la poudre obtenue	I
Figure 3 : Étape de délipidation et dépigmentation de la poudre des carapaces de crevettes	I
Figure 4 : Incinération des échantillons dans le four à moufle	II
Figure 5 : Courbe d'étalonnage des protéines	II
Figure 6 : Extracteur de Soxhlet.....	II
Figure 7 : Pesée des trois ballons contenant l'échantillon après leur passage par le rota vapeur	II
Figure 8 : Étapes de traitement de la matière première du collagène	III
Figure 9 : Matières premières utilisées dans la formulation des crèmes de jour et de nuit.....	III
Figure 10 : Pesée des constituants de la phase aqueuse et de la phase huileuse des émulsions fabriquées.....	III

Liste des abréviations

AGPI : Acide gras polyinsaturé;

AMM : Autorisation de mise sur le marché;

ANPP : Agence nationale des produits pharmaceutiques;

BSA : bovine serum albumin;

CE : Conformité Européenne;

coTA : co-tensioactif;

CNIS : Centre national d'information et des statistiques;

DA : Degré d'acétylation;

DDA : Degré de désacétylation;

DEM : Dose minimale érythémateuse;

DHA : Acide docosahexaénoïque;

DM : Degré de déminéralisation;

DP : Degré de déprotéinisation;

ENSSMAL : Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la mer et de l'Aménagement du Littoral;

EPA : Acide eicosapentaénoïque;

FAO : Food and agriculture organisation;

F.P.S : Facteur de protection solaire;

FTIR : Spectroscopie infrarouge à transformée de fourrier;

H/E : Huile dans l'eau;

IP : Indice d'irritation primaire cutanée;

pH : Potentiel d'hydrogène;

PCA : Plate count agar;

PEG : Polyéthylène glycol;

PMEs : Petites et moyennes entreprises

TA : Tensioactive;

UV : Ultraviolets.

Introduction

Introduction

La sur-augmentation de la population mondiale depuis le siècle dernier, est la principale raison de la surexploitation des ressources marines mondialement qui ont des coproduits, représentant dans la majorité des cas plus de 50% de leurs poids initiaux (FAO, 2020).

Parmi ces coproduits, on cite les carcasses d'animaux marins : tête, arêtes, peaux, carapaces, branchies, viscères et pleins d'autres organes non comestibles, qui sont riches en biomolécules d'intérêt telles que les protéines, les minéraux, les lipides, qui peuvent être transformées en différents produits dont le chitosane, le collagène, les arômes, les polysaccharides, les fertilisants et autres. Les voies d'application sont nombreuses telles que les domaines médicale, pharmaceutique ou encore dans les industries agroalimentaires, chimiques et cosmétiques (RANDRIAMAHATODY, 2011).

Par ailleurs, la question de la valorisation des coproduits de la mer ne se pose pas seulement en termes d'accroissement de la valeur ajoutée mais également dans une optique de réduction des effets polluants (ARVANITTOYANNIS ET KASSAVETI, 2007).

La cosmétique marine est l'une des voies les plus prometteuses. Quoi de plus naturel si la première cellule est née dans l'eau de mer que d'imaginer des produits qui intègrent toute la richesse marine pour le soin de la peau. Formulée en bio, la cosmétique marine n'a pas d'égal pour proposer les soins les mieux assimilés par la peau. En effet, ses bienfaits sont reconnus pour agir efficacement sur le renouvellement cellulaire et la protection contre le stress oxydatif responsable du vieillissement prématuré de la peau.

Elle appuie le plus souvent ses propriétés sur les actifs extraits des algues marines qui agissent sur des molécules nocives et les entourent dans leur système de défense naturel pour se protéger de leur environnement marin agressif lié au sel, à la pression, aux vagues, aux marées, au soleil ou au vent, ces produits et substances inclus dans ce système de défense sont utilisés en cosmétique "bio" pour leur pouvoir anti-âge. Par ailleurs, d'autres ressources marines peuvent être valorisées en cosmétique naturelle comme la *Cypraea*, la mousse de mer, les eaux des algues, qui peuvent être associés à des produits naturels d'origine terrestre comme l'indigo bleu, le miel, et les huiles naturelles pour renforcer l'activité ou l'effet bénéfique de la molécule marine dans une relation synergique.

L'objectif de cette étude est la valorisation biotechnologique des produits et surtout des coproduits marins à partir des crustacées, des poissons et des algues, et leur utilisations pour fabriquer une gamme de produits cosmétiques (savons, crèmes de jours et de nuit, masque

pour le visage et patchs anticernes) aux propriétés hydratantes, éclaircissante, anti-âge et anti-masque de grossesse.

Afin d'atteindre cet objectif, ce manuscrit est ordonné de la façon suivante :

- ✓ Le premier chapitre «**Étude bibliographique**», comprend des généralités sur la production mondiale et nationale des principales ressources marines exploitées et sur les algues marines ainsi qu'un bref aperçu sur la cosmétique et l'histologie de la peau.
- ✓ Le deuxième chapitre «**Matériel et méthodes**», décrit la collecte et le prétraitement de la matière première, les différents équipements et matériels utilisés et aussi les protocoles d'extraction et de caractérisation des biomolécules à haute valeur ajoutée (chitosane, collagène, pigments) à partir des crustacés, des poissons et des algues, et leur utilisations pour préparer un panel de produits cosmétiques. De nombreux tests in vivo et in vitro de contrôles de conformité et d'innocuité de ces derniers sont également décrits.
- ✓ Le troisième chapitre «**Résultats et discussion**», contient tous les résultats obtenus et les discussions tenues.

À la fin, une conclusion générale et des perspectives sont présentées.

Chapitre I : Étude bibliographique

Partie A : Généralités sur les ressources marines

I.1 Situation mondiale de la production halieutique et aquacole des crustacés, poissons, mollusques, Algues

I.1.1 Poissons, crustacés, mollusques

Depuis 1950, la production halieutique et aquacole est en augmentation constante grâce à la pêche qui représentait presque les 97% de la production totale, alors que l'aquaculture ne représentait que 3% de cette production (SEMBAT, 2022).

À partir de 1990, la production halieutique reste inchangée et stable, mais ça n'a pas empêché de maintenir la production mondiale d'accroître grâce à l'aquaculture qui a connu un essor important, de 13 millions de tonnes en 1990, à 80 millions de tonnes en 2016; en 2018 toute la production du secteur (halieutique et aquacole), était de 179 millions de tonnes (Figure I-1) (FAO, 2020).

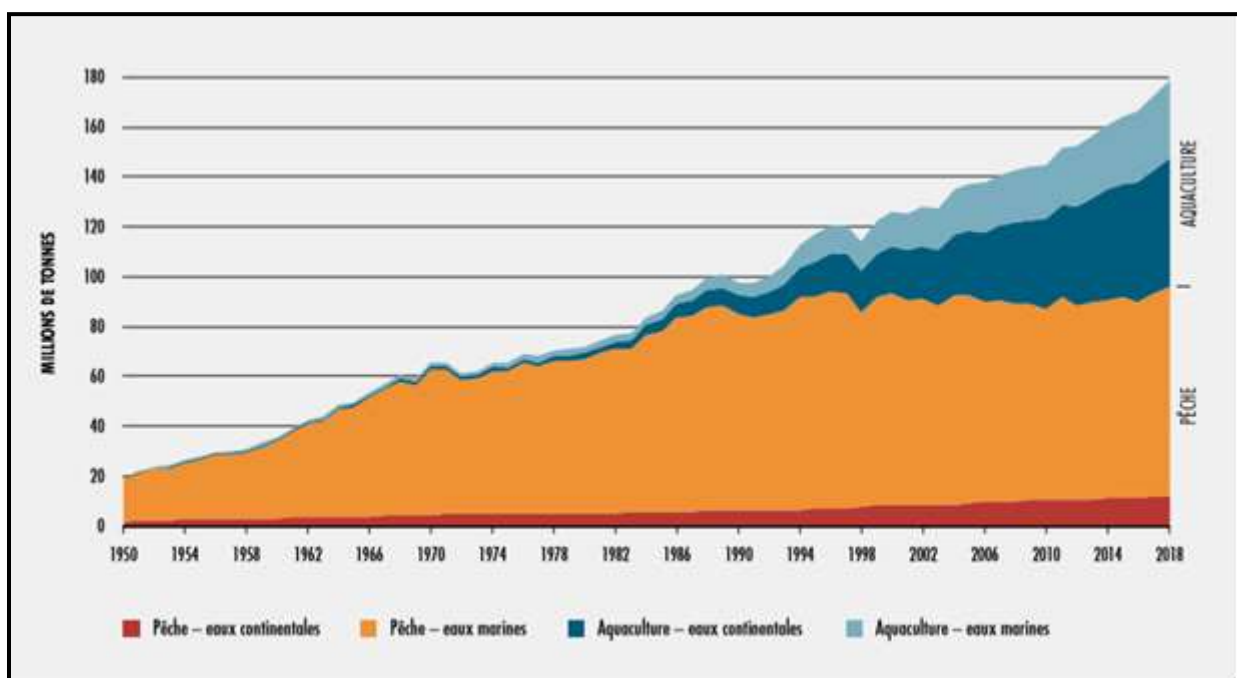


Figure I-1 : Production halieutique et aquacole mondiale (FAO, 2020)

La production mondiale de poisson a atteint, environ 179 millions de tonnes en 2018. L'aquaculture représentait 46% de la production totale et 52% du volume destiné à la consommation humaine. La Chine est restée un important producteur de poisson, puisqu'elle était responsable de 35% de la production mondiale en 2018 (FAO, 2020).

NB : le terme «poisson» englobe les poissons, les crustacés, les mollusques et les autres animaux aquatiques, à l'exclusion des mammifères et des reptiles aquatiques, des algues marines et des autres plantes aquatiques.

I.1.2 Algues

Depuis le XX^{ème} siècle, la culture des algues marines a connu un développement remarquable. En effet; et au cours de cette dernière décennie, la production mondiale de différentes espèces d'algues a augmenté considérablement voire triplé, passant de 10,6 millions de tonnes en 2000 à 32,4 millions de tonnes en 2018 (Tableau I-1) (FAO, 2020).

Il existe plus de 9000 espèces de macro-algues et 100 000 espèces de microalgues dont 220 sont déjà exploitées dans le cadre de la biotechnologie (SEMBAT, 2022). Cette grande hétérogénéité richesse et diversité biochimique est à l'origine de leur utilisation. Les principaux marchés concernent : la cosmétique, la nutraceutique, l'alimentation humaine, l'alimentation animale, la bioénergie, les engrais et les biomatériaux (VANDEPUTTE, 2020). Mondialement, les principaux producteurs d'algues marines se trouvent en Asie de l'Est et du Sud-Est (FAO, 2020).

Tableau I-1: Production aquacole mondiale d'algues aquatiques (FAO, 2020)

	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
	<i>(en milliers de tonnes, poids vif)</i>						
Laminaire du Japon (<i>Laminaria japonica</i>)	5 380,9	5 699,1	6 525,6	10 302,7	10 662,6	11 174,5	11 448,3
<i>Euchemona</i> nca ¹ (<i>Euchemona</i> spp.)	215,3	986,9	3 479,5	10 189,8	9 775,9	9 578,0	9 237,5
Algues gracilaires (<i>Gracilaria</i> spp.)	55,5	933,2	1 657,1	3 767,0	4 248,9	4 174,2	3 454,8
Wakamé (<i>Undaria pinnatifida</i>)	311,1	2 439,7	1 505,1	2 215,6	2 063,5	2 341,7	2 320,4
Nori nca (<i>Porphyra</i> spp.)	424,9	703,1	1 040,7	1 109,9	1 312,9	1 733,1	2 017,8
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	649,5	1 283,5	1 884,2	1 751,8	1 524,5	1 545,2	1 597,3
Algues brunes (<i>Phaeophyceae</i>)	2 852,8	1 827,2	3 021,2	436,8	805,0	666,6	891,5
Algue nori (<i>Porphyra tenera</i>)	529,2	584,2	565,2	688,5	713,4	831,2	855,0
<i>Sargassum fusiforme</i>	12,1	115,6	97,0	209,3	216,4	254,6	268,7
<i>Euchemona</i> épineuse (<i>Euchemona denticulatum</i>)	84,3	171,5	258,7	274,0	214,0	193,8	174,9
<i>Spirulina</i> nca (<i>Spirulina</i> spp.)	...	48,5	93,5	81,2	73,4	72,0	69,6
Algues nca (Algae)	32,5	13,6	8,9	15,2	15,8	20,0	22,5
Autres algues	47,4	25,2	37,6	22,1	24,2	28,1	27,8
Total	10 595,6	14 831,3	20 174,3	31 063,8	31 650,5	32 612,9	32 386,2

NOTE : ... = aucune production ou aucune donnée disponible sur la production.

I.2 Situation nationale de la production halieutique et aquacole

I.2.1 Poissons, crustacés, mollusques

En 2019, la production halieutique a connu une baisse estimée à près de 13% par rapport à l'année précédente. En effet, La production totale a été estimée à 104 881 tonnes, dont celle dédiée aux poissons pélagiques qui était de l'ordre de 75916 tonnes, soit une baisse de 17,8%. En ce qui concerne, les mollusques, les crustacés, la baisse de production est dans l'ordre de 44% et 20.3%. La production des raies et des squales a également baissé de 44.5% (BAZIZI, 2019). Ce recul peut s'expliquer en partie par le fait que 44,4% de la flotte sont des navires inactifs (CNIS/DIRECTION GENERALE DES DOUANES).

Il en est de même pour, la production aquacole, L'année 2019 s'est caractérisée par une décroissance de 7,2% par rapport à 2018 (BAZIZI, 2019). Les wilayas de Chlef et Ain Defla sont les premiers producteurs, avec près de 47% de la production aquacole totale (CNIS/DIRECTION GENERALE DES DOUANES).

I.3 Ressources marines et leurs valorisations dans le domaine cosmétique

I.3.1 Crustacés

L'embranchement des arthropodes a englobé quatre sous embranchements, dont les chélicérates, les uniramés, les trilobites et enfin, les crustacés. Ces derniers englobent trois classes; copépodes, cirripèdes et malacostracés (LUCAS, 2022).

Les crustacés sont de petits animaux, avec un exosquelette chitinoprotéique qui couvre leur corps, avec carapace rigide et/ou semi-rigide. L'exosquelette des crustacés est peu extensible et donc une croissance linéaire assuré par des mues. Le corps de crustacés est constitué principalement par des métamérisations dont la répétition de segments, ces métamères sont eux même constitués de différentes parties du tagme, les différentes parties sont principalement le céphalon (la tête), le thorax (péréion), l'abdomen (pléon). Leur reproduction est :

Généralement sexuée

Cycles parthénogénétiques lorsque les conditions sont favorables

Stades larvaires pélagiques

Elles se trouvent sur les fonds sablonneux et dans les mares rocheuses parmi les algues et les herbiers ou sous les algues profondes. Elles se retrouvent dans l'atlantique et la mer méditerranée (REGRAGUI, 2022).

I.3.2 Poissons

Les poissons, sont un groupe de vertébrés extrêmement diversifiés; le sous embranchement des agnathes englobe les chordés et les vertébrés sans mâchoire, et sous embranchement des gnathostomes dont les ostéichtyens (poissons osseux) et les chondrichthyens (poissons cartilagineux). Les poissons sont des espèces aquatiques qui se déplacent à l'aide de nageoires et respirent par des branchies, et leur corps est généralement recouvert par des écailles (DOSSIN ET SUBGALATEE, 2013).

Ils ont progressivement colonisé tous les milieux aquatiques, et leur répartition est très inégale avec 50% des poissons qui vivent dans 17% de la surface des océans. Tous les poissons sont munis de glandes génitales (ovaires ou testicules). Chez les chondrichthyens, la reproduction est sexuée, et la fécondation est interne (DOSSIN ET SUBGALATEE, 2013).

I.3.3 Mollusques

Les Mollusques sont des invertébrés à corps mou, massif, non métamérisé, sans squelette interne. L'embranchement des mollusques (du latin molluscus, mou) comprend 100.000 espèces vivantes dont 99% appartiennent aux bivalves et aux gastéropodes (GUIDE DES FAMILLES ET ESPECES, 2022).

Malgré leur vaste diversité, les différents groupes de mollusques sont anatomiquement identiques; ils proviennent d'un seul et même ancêtre que les biologistes appellent «archimollusque». Ils présentent trois parties distinctes : la tête, le pied ventral (servant à la locomotion) et la masse viscérale dorsale qui est enveloppée dans le manteau qui sécrète une coquille calcaire (GUIDE DES FAMILLES ET ESPECES, 2022). Les gastéropodes sont soit hermaphrodites (Pulmonés et Valvata) ou à sexes séparés (presque la totalité des prosobranches). Les bivalves sont gonochoriques (ANTONY SUBAQUATIQUE, 2022).

I.3.4 Algues

Les algues n'ont ni feuilles, ni tiges et ni racines; même si certaines ont de petits crampons pour s'accrocher aux rochers (TANDINA, 2017).

Les macro-algues aquatiques ou marines, sont réparties en trois grandes catégories classées selon leur pigmentation (OUCIF, 2018).

-Les algues brunes, Phaeophyceae ou Phéophytes sont une classe d'algues de l'embranchement des Ochrophyta. Ce sont des algues qui ont la dominance de pigment chlorophylle "c" fusionné à un pigment brun, la fucoxanthine et la xanthophylle (SNOUSSI

ET CHIBANI, 2018). Ce sont des algues qui ont une structure pluricellulaire, Leur taille varie macroscopiquement jusqu'à dix mètres de long. Il existe environ 1 500 espèces (TANDINA, 2017). Ce sont les algues les plus abondantes des mers tempérées et froides, elles sont retrouvées en profondeur, chacune s'installant à un niveau particulier, formant un étage de ceintures formées par les différentes espèces. Certaines espèces sont utilisées dans l'extraction de l'alginate telles que : Les laminariales : *Laminaria hyperborea*, *Laminaria digitata* (SNOUSSI ET CHIBANI, 2018).

Les Rhodophyceae ou rhodophytes "**algues rouges**" sont exclusivement marines. La présence de la phycoérythrine avec une dominance dans les plastes rose qui situe dans la structure pluricellulaire des rhodophytes (SNOUSSI ET CHIBANI, 2018). On en connaît plus de 4000 espèces, réparties dans 600 genres environ (OUCIF, 2018). Seule classe de l'embranchement des Rhodophycées, elles comprennent deux sous-classes : les Bangiophycidées (qualifiées au primitives) et les Floridéphyxidées (plus complexe) ou Floridées, elles ont une reproduction plus au moins complexe (TANDINA, 2017).

Les algues vertes ou Chlorophyceae/Chlorophytes sont des plantes aquatiques, qui peuplent les eaux douces, les mers et les océans. On les appelle aussi Ulvophytes, du nom de l'algue verte la plus courante, la laitue de mer, ou ulve (TANDINA, 2017). La structure des algues vertes contient les plastes verts qui ont été concentré par chlorophylles a et b avec l'association des carotènes et xanthophylles (OUCIF, 2018). La reproduction des algues s'effectue par multiplication végétative, une multiplication asexuée (soit en division d'une cellule isolée, soit en une fragmentation de thalle) (DJILALI ET KHEROUNI, 2016).

I.4 Valorisation des coproduits et produits marins dans le domaine de la cosmétique

La production de coproduits marins ou de sous-produits par les industries transformatrices a connu une tendance à l'échelle internationale car leurs utilisations sont variées et dans différents domaines industrielles (pharmaceutique, agroalimentaire, cosmétique, les énergies renouvelables) et pour un souci de rentabilité économique et de développement durable. Sur le plan environnemental et écologique, ces transformations permettent la réduction des déchets rejetés avec un apport d'une valeur ajoutée (RANDRIAMAHATODY, 2011).

Les coproduits désignent les sous-produits, les captures accessoires, les rejets, les invendus...etc. Définis comme tout ce qui n'est pas utilisé ou consommé habituellement par l'homme, mais récupérable et utilisable après traitement. Ils proviennent des procédés traditionnels de transformation des produits de la mer comme le filetage, l'éviscération,

l'étêtage, le pelage, le lavage, la décongélation ou la cuisson de produits bruts. Ce sont, par exemple, les viscères, les branchies, les squelettes internes, les carapaces ou les coquilles...etc. Ils représentent de 30 à 60% de l'animal (HERINARIVO, 2016).

I.4.1 Valorisation des coproduits de crustacés

Ils sont issus de la transformation des crustacés (essentiellement des crevettes mais aussi des plumes de calamars et des os de seiche) pour la consommation humaine. Ils sont constitués des têtes, de la carapace et de la queue qui représentent jusqu' à 70% du poids total de l'animal. Les biomolécules issues des coproduits de crustacés sont divers, parmi eux :

1- Le chitosane qui est utilisé dans les crèmes hydratantes et réparatrices, dans les teintures et les shampoings aussi dans les soins des angles, les laits, les lotions, les gels, et les mousses coiffantes; c'est un polymère non toxique, biodégradable et biocompatible (HERINARIVO, 2016). Il aurait des propriétés antioxydantes, immunostimulantes et anti-inflammatoires (OULHIZ, 2018). Il est utilisé comme agent épaississant et régénérant de la peau, filmogène (produit un film continu sur la peau, les cheveux ou les ongles); antagoniste et inhibiteur de la croissance des microorganismes (RANDRIAMAHATODY, 2011).

2- L'astaxanthine est un pigment extrait à partir des carapaces de crevettes et de crabes. Il est introduit dans la fabrication des crèmes solaires, des gels nettoyants, des palettes, des rouges à lèvres, des fards à joue, des fards à paupières, des crèmes anti-âges, des sérums pressés, des baumes, des vernis à ongles. C'est un agent antioxydant (10 fois plus puissant que d'autres antioxydants), colorant naturel, agent protecteur de la peau contre les dommages causés par les UV et les coups de soleil (OULHIZ, 2018). Il réduit l'hyperpigmentation de la peau, la formation des rides et la dégradation du collagène (RANDRIAMAHATODY, 2011).

Il existe d'autres molécules comme les lipides (AGPI), protéines et peptides, les vitamines et les minéraux qui ont d'autres activités pharmaceutiques et nutritionnelles.

I.4.2 Valorisation des coproduits de poissons

Les coproduits de poissons qui sont issus de la transformation des poissons pour la consommation humaine, sont les têtes, les viscères, la chute de parage (filetage), la peau, les écaille, les arêtes et les queues de poissons.

Parmi les biomolécules extraites de ces coproduits, on distingue principalement :

1- Le collagène est utilisé pour la fabrication des nombreux produits cosmétiques comme les crèmes, les soins cheveux, les teintés, les gels, le contour des yeux, les soins corporels, les mascaras et comme des compléments alimentaires pour usage cosmétique. Cette protéine est utilisée pour ses propriétés épaississantes des cheveux et des cils, et surtout filmogène, adoucissant, hydratant et stimulateur de la régénération de la peau (RANDRIAMAHATODY, 2011).

2- Les huiles de poissons et l'huile de foie de morue sont utilisées dans la fabrication des gélules, des parfums, des savons, des crèmes, des gels douches et des shampoings.

Les huiles de poissons sont riches en oméga 3 (DHA et EPA) et en oméga 6, ils sont des excellents agents antioxydants et anti-inflammatoires. Ils permettent de fluidifier les tissus et assouplir l'épiderme. En effet, ils permettent l'hydratation, la protection et l'amélioration de la qualité des cheveux secs et des peaux sèches. Ils sont utilisés dans le traitement de certaines allergies, du psoriasis et de l'acné (RANDRIAMAHATODY, 2011).

3- La chondroïtine est un composé extrait essentiellement du cartilage, du tissu conjonctif du derme, des ligaments et des tendons. Présente sous forme sulfatée, elle est incorporée dans les mascaras, les rouges à lèvres, les après-shampoings pour sa forte capacité de rétention d'eau, son action antistatique, et comme conditionneur capillaire qui laisse les cheveux faciles à coiffer, souples, doux et brillants, leur donnant volume, légèreté et brillance (RANDRIAMAHATODY, 2011).

I.4.3 Valorisation des coproduits de mollusques

Les coproduits des mollusques sont principalement les valves, et la coquille extérieure, ces coproduit ont des usages cosmétiques, tels que les huitres, les bivalves et la cyprée, on distingue principalement :

1- Le nacré des coquilles, qui a énormément de bienfaits pour notre corps. Il est utilisé dans la fabrication des shampoings, des savons, des déodorants et des dentifrices en formes de poudre, des crèmes et sérums biphasiques, des rouges à lèvres nacrés. Ces produits à base des coquilles d'huitres permettent l'amélioration de la matrice extracellulaire du tissu cutané, l'augmentation des fibres associées à la fermeté de la peau, l'amélioration de l'éclat du teint et la diminution d'apparition des taches (TECHNO-SCIENCE.NET, 2022).

2- La cyprée qui est une excellente source de blanchiment des dents, de la peau; elle diminue la pigmentation du derme, et c'est une source importante des minéraux. Elle est incorporée dans les savons, les crèmes, les dentifrices et les gels. Elle est utilisée comme une teinte de

peau uniforme, permettant le blanchiment des zones sombres et l'élimination des taches et des peaux mortes (ORTOLANG, 2022).

I.4.4 Valorisation des algues

Les algues sont une source d'une large gamme de biomolécules aux propriétés multiples applicables à divers domaines, notamment à la cosmétique.

Les polysaccharides sont des anti-âges qui augmentent la résistance des tissus et maintiennent l'élasticité de la peau (GOFARANA ET AL., 2020).

Les acides gras polyinsaturés protègent l'épiderme de la perte en eau (CHADER ET TOUZI, 2001).

Les alcaloïdes, l'alginate, le carraghénane, l'agar agar assurent la douceur de la peau et maintient son élasticité par leurs activités anticoagulantes, antiplaquettaires (VANDEPUTTE, 2020).

Les vitamines, les polyphénols, les phycobiliprotéines et les lipides assurent l'hydratation de la peau, la protection contre l'UV et le renouvellement cellulaire (ZITOUNI, 2015).

Les pigments tels que la **phycoérythrine**, la **fucoxanthine**, les **chlorophylles** et les **caroténoïdes**, sont des antioxydants, des anticancéreux (SNOUSSI ET CHIBANI, 2018).

Les algues et ces biomolécules sont utilisées dans les produits cosmétiques tels que les masques, les shampoings solides, les patches anticernes, les différentes types de crèmes, les soins de la peau et des cheveux, les dentifrices, les savons, les lotions, les baumes, les gels démaquillants, les gels de douches, les rouges à lèvres...etc (VANDEPUTTE, 2020).

Partie B : Généralités sur la cosmétologie

I.5 Bref historique de la cosmétologie

La cosmétique est présente dans les civilisations les plus anciennes. Dès la haute Egypte, on retrouve des traces de cosmétique, dans les fioles accompagnant le mobilier funéraire des rois. L'invention du savon semble remonter à 3000 ans en Syrie où l'huile d'olive était mélangée avec la «soude végétale», c'est-à-dire des cendres obtenues après combustion de Salicornes ou de Soudes (Salsola). La technique fut alors transmise par les arabes en Espagne, en Italie, puis à Marseille (PENSE-LHERITIER, 2014).

L'invention du masque cosmétique est un rituel créé il y a des millénaires. L'Égypte ancienne et sa Cléopâtre légendaire étaient férues de ce genre de soin. Elle concoctait des mixtures et des masques à base de figues et de lait d'ânesse afin de réduire les rides. Ce rituel a traversé

les âges en passant par la Grèce antique qui a donné le nom de la cosmétique traduit en Grec ancien par Kosmos qui signifie parement et ornement (MYRIAM, 2022).

I.6 La cosmétique ancienne et l'histoire des recettes des grand-mères

Depuis la préhistoire, les hommes et les femmes se souciaient de leur apparence, créant une culture unique dans les cosmétiques et les accessoires, avec des graisses animales, de la cendre, du charbon ou encore des crottes de sangliers, C'était aussi une façon de montrer leur statut au sein de la tribu, et bien sûr d'avoir aussi une chance de séduire; et peu à peu, les techniques se sont affinées, et les recettes se transmettent d'une génération à autre (LARDEAU, 2011). Par exemple, en Égypte, ils utilisaient les huiles pour faire disparaître les taches, le khôl pour protéger des maladies oculaires. En Grèce Antique, homme ou femme, la mode était de se peindre le visage en blanc (tout comme en Chine) avec de la poudre de plomb et les lèvres avec du rouge carmin. En Corée, Ils produisaient des lotions à partir de jus de plantes tels que des tiges de courge, du savon nettoyant en mélangeant la poudre des haricots mungo moulus ("Jodu"), qui contient de la saponine avec de l'eau (ARTEMIS, 2014).

I.7 Définition d'un produit cosmétique

Un produit cosmétique est «une substance ou une préparation destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain (l'épiderme, les systèmes pileux et capillaires, les ongles, les lèvres et les organes génitaux externes), ou avec les dents et la muqueuse buccale en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect et/ou de corriger les odeurs corporelles et/ou de les protéger ou de les maintenir en bon état». (DIRECTIVE DU CONSEIL DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES 76/768/CEE DU CONSEIL DU 27/07/76); (MONTAGNAT-RENTIER, 2014 PENSE-LHERITIER, 2014;).

I.8 Industries des cosmétiques

L'industrie cosmétique, qui privilégie l'innovation, est perpétuellement à la recherche de nouveaux produits et concepts techniques. Le processus de conception n'est pas unidirectionnel et son déroulement correspond à une succession d'allers retours entre différentes phases. Celles-ci permettent une démarche rationnelle de la conception et entraîne aujourd'hui une évolution des pratiques de l'innovation dans la stratégie des entreprises (GOUVERNEMENT SEMAINE DE L'INDUSTRIE, 2022).

I.8.1 Importance des industries cosmétiques à l'échelle économique mondiale

À l'échelle mondiale, l'industrie des produits de beauté est un secteur dynamique en pleine expansion. À mesure que les pays émergents augmentent leur pouvoir d'achat et se mondialisent, ils offrent une promesse naissante aux entreprises internationales.

D'après des données de Report Globe, L'Oréal et Statista compilées par Common Thread, le marché mondial de l'industrie de la beauté était de 483 milliards de dollars en 2020, de 511 milliards de dollars en 2021 (et avec un taux de croissance annuel composé de 4,75% dans le monde). Il devrait dépasser 784 milliards de dollars en 2025 (JULIEN, 2022).

En 2020, l'Asie-Pacifique (46%) et l'Amérique du Nord (24%) dominaient, représentant 70% du marché total; suivie des pays de l'Europe de l'Ouest (18%), de l'Europe de l'Est (6%), de l'Amérique latine (8%), de l'Afrique et du Moyen-Orient (3%). Des chiffres d'Euromonitor décomposent le marché entre 4 catégories de produits qui se répartissaient ainsi en 2019 : Parfums (10,2%), Cosmétiques (14,4%), Soins de la peau (28,1%) et Soins personnels (47,3%) (JULIEN, 2022).

Le marché de la beauté se répartie entre les grands acteurs historiques qui rayonnent au niveau mondial, et aux côtés desquels se développent de nombreuses PME :

- L'Oréal est le leader mondial du marché des produits cosmétiques, avec un chiffre d'affaires s'élevant à 31,8 milliards de dollars en 2021. Unilever et Estée Lauder se classent en deuxième et troisième position, avec respectivement un chiffre d'affaires de 22,4 et 14,2 milliards de dollars (ALIOZE, 2022).

I.8.2 Importance des industries cosmétiques à l'échelle économique nationale

Le secteur cosmétique en Algérie est relativement porteur et concurrentiel, aux yeux des professionnels. Il enregistre annuellement un taux de croissance de 12% par an. Selon les douanes algériennes, la France reste le partenaire privilégié, elle fournit la plupart des produits cosmétiques pour l'Algérie dont la part de marché des sociétés françaises dans les importations est de 25% environ. Pour les produits de beauté et maquillage, la Chine est devenue le partenaire principal (THOURAYA, 2019).

Ces dernières années, le chiffre d'affaires du marché algérien des cosmétiques et parfums a atteint plus d'un milliard cinq cent millions de dollars, selon le président de l'Union nationale

des commerçants et artisans. Certains fabricants ont réussi à exporter leurs labels, principalement vers des pays africains et maghrébins (AIT-ALOUACHE, 2020).

I.9 Cadre législatif des produits cosmétiques

Selon le règlement (CE) N° 1223/2009 du parlement européen et du conseil du 30 novembre 2009 et la réglementation Algérienne (DECRET EXECUTIF N° 10-114 DU 18 AVRIL 2010), la liste des catégories des produits servant au soin et à l'embellissement du visage, du corps, des cheveux ou encore de la dentition sont résumés comme suit :

- Les produits d'hygiène et de toilette : savons, gels douche, déodorants, dentifrices, etc.
- Les produits capillaires : shampoings, laques, gels, mousses coiffantes, teintures, colorations, etc.
- La parfumerie : parfums, eaux de toilette, eau de Cologne, etc.

Contrairement aux médicaments qui doivent disposer d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) avant d'être autorisés à la vente, les cosmétiques ne sont pas soumis à cette obligation. Les textes demandent en revanche aux fabricants l'absence de nocivité pour la santé et de garantir que leurs produits répondent aux exigences législatives réglementaires. En outre, les fabricants doivent constituer un dossier technique et le tenir à disposition des autorités de contrôle (JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPEENNE, 2009).

I.10 Ingrédients cosmétiques

Tous les composants (naturels ou synthétiques) d'une formulation cosmétologique sont répertoriés dans le tableau I-2 et forment une liste d'ingrédients autorisés; c'est la «liste positive» (L+). Il y a donc une liste négative comprenant les ingrédients interdits aux préparations (présence de molécules thérapeutiques ou molécules à effet toxique) (MONTAGNAT-RENTIER, 2014 PENSE-LHERITIER, 2014).

Tableau I-2 : Composants autorisés d'une formulation cosmétologique

La liste positive	
Les ingrédients d'origine naturelle	Les ingrédients de synthèse chimique pure
- Ingrédients d'origine végétale, animale, minérale. - Des dérivés des matières premières marines. - L'eau : eau de source, eau de consommation, eau osmosée, eau déminéralisée; - Les ingrédients issus des biotechnologies : Il s'agit d'ingrédients issus de cultures in vitro et de clonage, cultures cellulaires, fermentations avec des micro-organismes (AMIROUCHE, 2012).	- Les agents de conservation dans les produits finis (Acide benzoïque, ses sels et esters, acide formique et son sel de sodium). - Les ingrédients obtenus par synthèse chimique pure : les colorants synthétiques, les parfums de synthèse, les antioxydants de synthèse, les huiles et les graisses de synthèse, les silicones de synthèse. - Les ingrédients issus de l'industrie pétrochimique (PE, 2000).

Un cosmétique est constitué d'un excipient (supérieur à 90%), d'adjuvants et éventuellement de principes actifs (différent du principe actif thérapeutique) (MONTAGNAT-RENTIER, 2014; PENSE-LHERITIER, 2014) (Tableau I-3).

Tableau I-3 : Composants d'un produit cosmétique

Le type du composant cosmétique	Définition	Nature	Fonction
Excipient	Un mélange homogène ou hétérogène, composé d'une ou plusieurs phases (huiles, eau, alcool).	Émulsion (huile + eau), solvant, résine.	Il donne sa forme au produit, détermine son mode d'emploi, véhicule les principes actifs.
Principes actifs (PA)	Matières actives d'origines naturelles ou chimiques, qui assurent l'efficacité du produit. Ils communiquent une action, une propriété au cosmétique. Ils sont liés aux types de peaux	Vit b6, soufre, argile.	- anti-séborrhéique. - matifiant.
		Collagène, beurre de karité.	- hydratant, nourrissant.
		Camomille, oxyde de titane.	Apaisant, filtres UV.
Adjuvants	Des molécules qui favorisent le rôle de l'excipient et des principes actifs. En général, ils sont rajoutés en faibles quantité dans les formulations.	Les stabilisants : tensioactifs → Gélifiants →	Pouvoir nettoyant et moussant. Agents de texture ou épaississants.
		Les conservateurs : antimicrobiens, antioxydants.	
		Parfums	
		Pigments	Apportent la couleur à une préparation liquide ou solide.

I.11 Étiquetage des produits cosmétiques

Pour la commercialisation d'un produit cosmétique, il est impératif d'écrire sur le récipient et l'emballage de façon indélébile, facilement lisible et visible (REGLEMENT (CE) n° 1223/2009, 2009) :

1. Le **nom** ou la **raison sociale** et la ou les **adresses** du **fabricant** ou du **responsable** de la mise sur le marché ainsi que le pays d'origine si le produit est importé.
2. Le **contenu** nominal au moment du conditionnement, c'est-à-dire la **masse** nette ou le **volume** net sauf exceptions. Cette mention permet de comparer les prix.
3. La date limite d'utilisation est présentée sous la forme mois/année ou jour/mois/année.
4. Sur l'emballage, un **symbole** représente un pot de crème ouvert avec **la lettre M** suivie d'un nombre. Par exemple, M 18 signifie : à utiliser dans les 18 mois qui suivent l'ouverture.

5. Le **numéro de lot** de fabrication ou les références permettant son identification. Pour les produits cosmétiques aux petites dimensions, cette information doit figurer exclusivement sur l'emballage.
6. Les **précautions particulières d'emploi**.
7. Les **fonctions** du produit.
8. La **liste complète des ingrédients** dans l'ordre **décroissant** de leur importance pondérale.

I.12 Contrôle de qualité des produits cosmétiques

L'assurance de la qualité des produits cosmétiques, qui est très importante pour leur mise sur le marché et leur acceptation par le public, comporte à la fois les contrôles en cours de fabrication et les contrôles du produit fini.

La qualité de la production se base essentiellement sur la propreté des lieux de travail et du matériel utilisé, et sur le contrôle de la qualité des matières premières, des produits en cours de fabrication (produits intermédiaires) et des produits finis.

I.12.1 Contrôle des matières premières

Il consiste, conformément au cahier de charge du demandeur (PHARMACOPEE EUROPEENNE) :

- À vérifier la conformité de l'étiquetage, l'emballage et le conditionnement;
- À examiner les caractères organoleptiques tels que l'odeur, la couleur, le toucher, le goût;
- À déterminer les caractéristiques physiques et chimiques;
- À évaluer la qualité ou la propreté microbiologique.

I.12.2 Contrôle en cours de fabrication

Il consiste aussi à étudier les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques.

I.12.2.1 Caractères physico-chimiques

I.12.2.1.1 Détermination du sens d'émulsion (H/E ou E/H)

Elle est réalisée soit par la méthode par dilution (une émulsion ne peut être diluée que par sa phase externe), soit par la méthode utilisant des colorants solubles dans l'une des phases (PHARMACOPEE EUROPEENNE).

I.12.2.1.2 Contrôle de l'homogénéité

Ce paramètre est étudié macroscopiquement ou grâce à la détermination, à l'aide d'un cytomètre de flux ou d'un microscope muni d'un oculaire micrométrique, de la distribution granulométrique de l'émulsion (PHARMACOPEE EUROPEENNE).

I.12.2.1.3 Détermination des propriétés rhéologiques

L'étude des propriétés rhéologiques des préparations cosmétiques est essentielle car elle permet de standardiser leur consistance et leurs propriétés sensorielles ainsi que l'évolution de leur structure en fonction du temps. Elle se fait à l'aide de viscosimètres dont les plus utilisés sont les viscosimètres capillaires et les viscosimètres à mobiles tournants (TOE, 2004)

I.12.2.1.4 Détermination du pH

Elle est effectuée, grâce à des réactions colorées ou à l'utilisation de pH-mètres, directement sur l'émulsion ou après dilution (à environ 10 %) dans de l'eau distillée. Elle est importante parce que le pH influence la stabilité des émulsions, la tolérance cutanée des préparations et les incompatibilités entre les différents constituants (ISO, 2010)

I.12.2.2 Contrôle de la stabilité

Le contrôle de la stabilité des préparations cosmétiques consistera à observer, à intervalles réguliers, l'évolution des caractères organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques ainsi que l'apparition des phénomènes d'instabilité. Il peut se faire dans les conditions climatiques normales ou sous des conditions de vieillissement accéléré, en soumettant par exemple l'émulsion à la centrifugation, à des cycles de congélation et de décongélation, ou encore, à l'effet de la chaleur (40 °C ou 50 °C) (PHARMACOPEE EUROPEENNE).

I.12.2.3 Contrôle microbiologique

Il est fondamental afin d'éviter l'altération ou l'intolérance après application des préparations cosmétiques. Il consiste en une recherche et une numération des germes bactériens et fongiques éventuellement présents dans la préparation et en une recherche de germes dits pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* et *Aspergillus niger*), qui ne doivent pas se retrouver dans les préparations dermatologiques (PHARMACOPEE EUROPEENNE).

I.12.3 Contrôle du produit fini

En plus des contrôles organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques examinés plus haut, des contrôles de tolérance (innocuité) et d'efficacité (activité des préparations contenant des actifs ou principes spécifiques) peuvent également être réalisés sur le produit fini (PHARMACOPEE EUROPEENNE).

I.13 Cosmétovigilance

La cosmétovigilance est l'activité consistant à surveiller et analyser les effets indésirables ou toxiques éventuels des cosmétiques. Selon l'Afssaps, « elle s'exerce sur l'ensemble des produits cosmétiques après leur mise sur le marché. Elle comporte la déclaration de tous les effets indésirables et le recueil des informations les concernant, l'enregistrement, l'évaluation et l'exploitation des informations relatives à ces effets dans un but de prévention, de réalisation de toutes études et de tous travaux concernant la sécurité d'emploi des produits cosmétiques ainsi que de réalisation et de suivi d'actions correctives, en cas de nécessité » (THANACODY, 2011).

I.14 Préparation des émulsions

I.14.1 Définition

Une émulsion est la dispersion d'un liquide en fines gouttelettes dans un autre liquide. Ces deux liquides doivent être non miscibles et avoir des solubilités différentes. L'un est hydrophobe ou lipophile et l'autre est hydrophile. Le liquide sous forme de gouttelettes est appelé phase dispersée (ou discontinue), tandis que l'autre liquide est appelé phase dispersante (ou continue). Les émulsions sont considérées comme étant des systèmes dispersés (WOUESSI DJEWE, 2012) (Figure I-2).

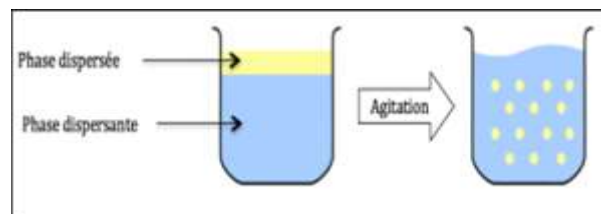


Figure I-2 : Phase dispersée et dispersante de l'émulsion

I.14.2 Composition

I.14.2.1 La phase lipophile (phase grasse, phase huileuse ou phase organique) comporte des huiles, des cires et des graisses, respectivement liquides, solides ou semi-solides à température ambiante, d'origine végétale, animale ou minérale (WOUESSI DJEWE, 2012).

I.14.2.2 La phase hydrophile (phase aqueuse) contient de l'eau et de divers composants hydrosolubles. Les solutés de la phase aqueuse sont de nature diverse : ions minéraux, acides, bases, vitamines, glucides, protéines, etc (WOUESSI DJEWE, 2012).

Selon le domaine d'application (alimentaire, cosmétique ou pharmaceutiques) et le type d'émulsion, différentes substances peuvent être ajoutées dans la phase lipophile ou hydrophile afin de conférer au produit diverses propriétés : augmentation de la durée de conservation,

modification du goût, de la texture, de l'aspect, maintien de l'humidité, etc. Ces différents additifs utilisés se distribuent entre les deux phases en fonction de leur solubilité (WOUESSI DJEWE, 2012).

I.14.3 Types d'émulsions

Il existe essentiellement deux types d'émulsions : les émulsions simples et les émulsions multiples.

I.14.3.1 Émulsions simples

Elles sont composées d'une phase lipophile, d'une phase hydrophile et d'un émulsifiant. Suivant que la phase continue est lipophile ou hydrophile, on définit deux types d'émulsions (H/E, E/H). Les symboles utilisés désignent toujours la phase dispersée en premier (WOUESSI DJEWE, 2012).

Les émulsions de type huileux étant les moins courantes, elles sont parfois appelées émulsions inverses. La figure I-3 donne une représentation schématique des deux types d'émulsions.

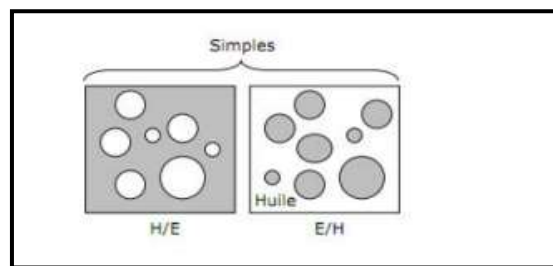


Figure I-3 : Représentation schématique des émulsions simples

I.14.3.2 Émulsions multiples

Il s'agit d'émulsions :

- la dispersion d'une émulsion E/H dans une phase aqueuse (E) donne une émulsion E/H/E.
- à l'inverse, la dispersion d'une émulsion H/E dans une phase huileuse (H) donne une émulsion H/E/H (WOUESSI DJEWE, 2012).

Ces deux exemples correspondent au cas le plus simple d'émulsions multiples à savoir : les émulsions doubles (Figure I-4). Ce type d'émulsion permet aussi de protéger les principes actifs contenus dans l'eau interne ou l'huile interne ou, plus généralement, de séparer des ingrédients solubles qui ne doivent pas être en contact directe dans la même phase (TOE, 2004).

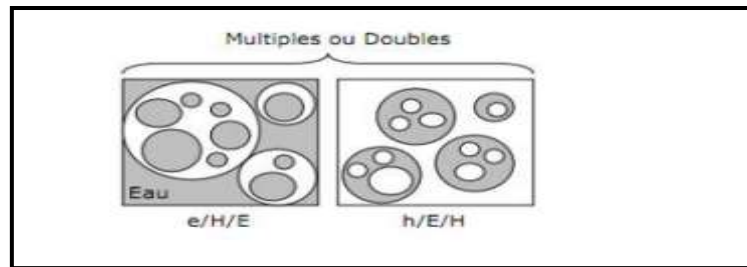


Figure I-4 : Représentation schématique des émulsions multiples

I.14.3.3 Microémulsions ou émuloïdes

Ce sont des systèmes biphasiques composés de gouttelettes très fines (5-20 nm). Ils sont obtenus en mettant en contact des quantités de lipides et d'eau en présence d'un tensioactif (TA) et d'un co-tensioactif (coTA). Contrairement aux émulsions conventionnelles, les microémulsions sont thermodynamiquement stables. La préparation d'une microémulsion nécessite une quantité de tensioactifs beaucoup plus importante que les émulsions conventionnelles. Les microémulsions restent un outil intéressant pour la cosmétique du fait de leur transparence et de leur fluidité (WOUESSI DJEWE, 2012) (Figure I-5).

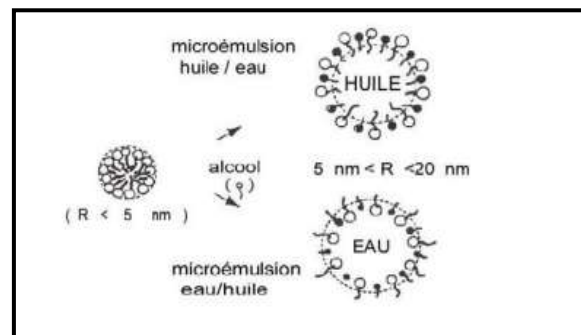


Figure I-5 : Représentation schématique des microémulsions

I.14.4 Déstabilisation des Émulsions

Au cours du temps, une émulsion évolue invariablement vers la séparation des deux phases qui la constituent (AMIROUCHE, 2012; WOUESSI DJEWE, 2012); les mécanismes de déstabilisation d'une émulsion peuvent être répartis en deux catégories, réversibles et irréversibles (WOUESSI DJEWE, 2012), schématisées sur la figure I-6.

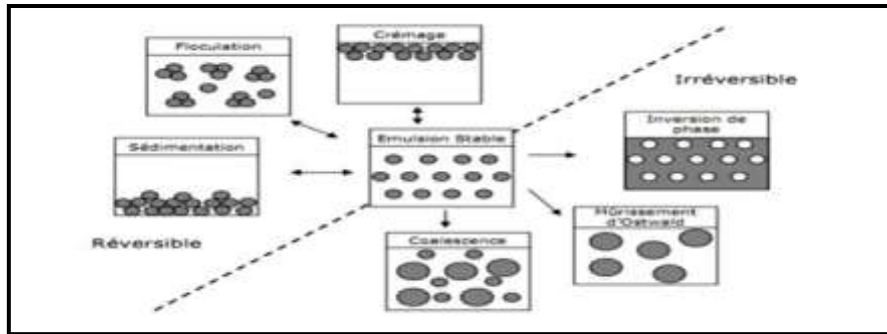


Figure I-6 : Principaux mécanismes de déstabilisation d'une émulsion

- **Le crémage et sédimentation** résultent de la différence de densité entre les phases. Sous l'influence de la pesanteur, la phase la plus dense se dirige vers le bas et la plus légère vers le haut. Ces processus sont réversibles, une simple agitation permet de redistribuer les gouttelettes dans la phase continue (AOUDIA, 2017).

-**La floculation** correspond au rapprochement des globules, sans fusionner. C'est un phénomène réversible car ces globules peuvent être remis en suspension par agitation de la préparation (AOUDIA, 2017).

-**La coalescence** est le rapprochement des globules et leur fusion. C'est une rupture irréversible car elle est due à une prolifération microbienne provoquée par une mauvaise conservation du produit (AOUDIA, 2017).

-**Le mûrissement d'Ostwald** est un processus irréversible. Les gouttes les plus petites disparaissent au profit des plus grosses par transfert de matière à travers la phase continue (AOUDIA, 2017).

-**L'inversion de phase** est observée uniquement lorsque on rajoute trop d'huile dans l'eau, on obtient alors non plus des micelles d'huile dans l'eau, mais des micelles d'eau dans l'huile (AOUDIA, 2017).

I.14.5 Émulsifiants

Les émulsions conventionnelles sont des systèmes thermodynamiquement instables qui se séparent, plus ou moins rapidement, en deux phases. En raison de cette instabilité les émulsions industrielles comportent toujours des émulsifiants, ou émulsionnants, formant un film interfacial, autour des gouttelettes se trouvant dans la phase dispersée (WOUESSI DJEWE, 2012).

Il s'agit le plus souvent de petites molécules amphiphiles appelées tensioactifs, surfactants ou agents de surface. Elles sont constituées d'une tête hydrophile ayant une affinité pour l'eau, et d'une queue hydrophobe n'ayant pas ou peu d'affinité pour l'eau. Les tensioactifs sont très importants car ils assurent la formation et la stabilité de l'émulsion dans le temps (WOUESSI DJEWE, 2012) (Figure I-7).

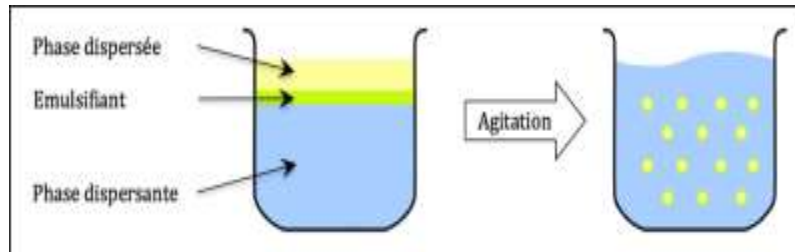


Figure I-7 : Schéma d'une émulsion avec un émulsifiant

Il existe quatre grandes classes de tensioactifs : anionique (Laurylsulfate de sodium), cationique (Le chlorure de benzalkonium), non ionique ou neutre (PEG), amphotère (Les dérivés de la bétaine). Ils présentent principalement des pouvoirs mouillants, solubilisant, détergent et émulsifiant. Ces propriétés sont influencées par plusieurs facteurs : la nature des molécules, la formulation globale dans laquelle se trouvent le tensioactif, et la température (OUADDAR, 2019).

I.15 Formulation des émulsions

Le choix des matières premières entrant dans la préparation des émulsions est conditionné par l'aspect sensoriel du produit fini. La stabilité est optimisée par le mélange de tensioactifs et/ou par le choix des polymères gélifiants ou épaississants (WOUESSI DJEWE, 2012). La formule d'un cosmétique est la liste quantitative des ingrédients, exprimée en pourcentage en masse de chaque ingrédient. Quelquefois les formules sont exprimées en pourcentage volumique. Trois types de formules sont souvent utilisés à savoir : la formule décroissante, la formule alphabétique et la formule technologique (WOUESSI DJEWE, 2012).

I.15.1 Procédés d'émulsification

Pour fabriquer les différents types d'émulsions, divers procédés sont utilisés. Les émulsifications peuvent s'effectuer par agitation mécanique ou par des homogénéiseurs à haute pression. En cosmétique, certaines matières premières exigent quelques précautions au moment de leur introduction dans la formule en raison de leurs sensibilités à la température (WOUESSI DJEWE, 2012).

Au cours de la préparation d'une crème, de nombreuses phases doivent être préparées. Ces dernières doivent être introduites suivant un ordre et selon un protocole expérimental parfaitement optimisé afin de créer les microstructures recherchées dans le produit fini (WOUESSI DJEWE, 2012).

I.15.1.1 Principes actifs introduits dans les émulsions

I.15.1.1.1 Ressources marines

Les différentes bioressources marines introduites dans les émulsions sont consignées dans le tableau I-4 ci-dessous.

Tableau I-4 : Ressources marines introduites dans les émulsions

Ressource marine	Composition	Propriétés
Pigments des algues marines	Algues vertes: chlorophylle A+B et caroténoïdes + des xanthophylles.	Hydratant, anti-radicalaire, purifiant, revitalisant, calmant et anti-âge (CHEMILLIER, 2020).
	Algues brunes : chlorophylle A+C et caroténoïde (fucoxanthine).	Reminéralisant, hydratant, régénérant, apaisant et émoullit (CHEMILLIER, 2020).
	Algues rouges: chlorophylle A et D + caroténoïde + phycoérythrine + phycocyanine.	Hydratant, adoucissant, fluidifiant et tonifiant (CHEMILLIER, 2020).
	Algues bleues: chlorophylle A, phycobiline rouge (phycoérythrine) et bleue (phycocyanine).	La lutte contre le vieillissement cutané en limitant l'apparition des signes de l'âge (CHEMILLIER, 2020).
Eaux d'algues : <i>Ulva lactuca</i>	Algue verte riche en vitamines a et c, calcium, chlorophylle, fer et magnésium (CLARINS, 2022).	Anti-radicalaire, hydratante, revitalisante, calmante et anti-âge (CLARINS, 2022).
<i>Padina pavonica</i>	Algue brune calcifiée unique recouverte d'une couche calcaire protectrice caractéristique qui évoque une queue de paon (ROSSI, 2022).	Hydratante, repulpante, régénérante et raffermissante (PHARMAPHYT, 2021).
<i>Sargassum muticum</i>	Espèce d'algues brunes, épilithe de la famille des Sargassaceae (AQUAPORTAIL, 2022).	Protection de la peau contre les effets de la pollution, du stress, du tabac et des rayons UVA (RUFFENACH, 2022).
<i>Jania Rubens</i>	Algues rouges de la famille Corallinaceae. Riche en minéraux et en oligo-éléments.	Ultra-hydratante, protectrice et reminéralisante (BENJAMIN, 2022).
Collagène marin	Protéine extracellulaire fibreuse très largement répandue chez les animaux et constituée de trois chaînes polypeptidiques d'environ 1050 acides aminés associées en triple hélice (BALTIMORE, 1990).	Prévention de la déshydratation cutanée, effet de lissage, lutte contre l'apparition des signes de vieillissement, cicatrisation (LAFURIE, 2021).
Chitosane	Produit obtenu par une désacétylation partielle de la chitine dans un milieu basique. Soluble dans un milieu acide à pH<6, et insoluble dans les solutions aqueuses, les milieux alcalins et les solvants organiques. Le terme chitosane est donné à tout copolymère dont le DA est inférieur à 50% (DESBRIERES, 2002).	Cicatrisant par son effet biostimulant sur la régénération des tissus cellulaires, agent bactéricide et fongicide, agent protecteur, filmogène, émoullit et hydratant dans les produits cosmétiques (NATURE AZ, 2021).

Cypraea	Genre de gastéropodes d'aspect lisse et brillant, riche en carbonate de calcium, en iode et en sels naturels, en plus des matières organiques dont la peau a besoin (LAURENT, 2022).	Réduit les effets de l'acné et des cicatrices et piquûres qui les accompagnent, teint de peau uniforme, rend la peau plus souple et hydratée (TIJARA-DISCOUNT COMPANY, 2022).
Écume de mer	Mousse blanchâtre formée à la surface de la mer, provoquée par l'agitation des vagues ou par un vent violent qui recouvre temporairement des zones de l'estran, voire déborde jusqu'à quelques centaines de mètres sur le continent (PRIVACY, 2021).	Hydratante, cicatrisante, lutte contre la bactérie responsable de l'acné, effet exfoliant permettant de se débarrasser des vieilles peaux, rendant ainsi la peau plus douce et lisse (RAY, 2022).
Huile de foie de morue	Huile de poisson obtenue par décantation des foies de morue préalablement cuits et écrasés. Elle est la plus concentrée en vitamine D, vitamine A et en oméga 3, des acides gras essentiels polyinsaturés (MAUDE, 2020).	Hydratation de la peau, prévenir le vieillissement cutané, protège contre l'acné et soulage les dommages du soleil (CHLOE, 2021).
Acide hyaluronique	Glycosaminoglycane réparti largement parmi les tissus conjonctifs, épithéliaux et nerveux. On le trouve, par exemple, dans l'humeur vitrée et le liquide synovial. C'est l'un des principaux composants de la matrice extracellulaire (RAY, 2022).	Hydratation et fermeté de la peau, atténuer les rides et les ridules, favoriser la cicatrisation et la reconstruction du tissu cutané suite à une lésion (DERMALOGICA, 2021).

I.15.1.1.2 Ressources non marines

Les différentes ressources non marines introduites dans les émulsions sont exposées dans le tableau I-5.

Tableau I-5 : Ressources non marines introduites dans les émulsions

Ressource non marine	Définition	Propriétés
Huile de lin	Huile de couleur jaune d'or, tirée des graines mûres du lin. Elle est très riche en acides gras, et en particulier en oméga 3, 6 et 9 (SEYDOUX, 2022).	Cicatrisant, apaisant, régénérant, nourrissant, hydratant (MATHIS COCHET, 2021).
Huile de costus marin	Ou huile de costus blanc, c'est une pousse dite vivace qui peut grandir jusqu'à cinquante centimètres. Son feuillage est très proche de la couleur rouge et sa forme est ovalisée (SATIMEO, 2019).	Atténuer les tâches visibles sur le visage, notamment pour les taches de rousseur, cicatrisant, ainsi que les vergetures (SATIMEO, 2019).
Indigo bleu	Obtenu des pigments d'une plante tinctoriale, l'indigotier, indigo des Indes, est un arbuste des régions chaudes de la famille des Fabacées (BUG-JARGAL, 1826).	Blanchit la peau et prévient les coups de soleil et les taches brunes, nettoie la peau en profondeur et élimine l'excès de sébum, resserre le relâchement cutané et élimine les ridules et les rides (SANTÉ, 2022).
Gomme arabique	Polysaccharide acide fortement ramifié qui consiste en un exsudat de sève descendante solidifié, amalgamé naturellement ou par incision, sur le tronc et au pied d'arbres de la famille des acacias (SYNPA, 2022).	Lisse la peau et diminue l'aspect des rides, participe au tonus cutané, protège la peau de la déshydratation (HADDEN, 2018).

Conservateur cosgard	Liquide fluide de couleur jaune pâle à jaune foncé et d'odeur caractéristique, conditionné dans un flacon en verre avec codigoutte et bouchon sécurité enfants (AROMA-ZONE, 2022).	Antibactérien et antifongique à large spectre, empêche les développements de bactéries, levures, moisissures dans les produits cosmétiques contenant de l'eau (FORMULE BEAUTE, 2022).
Fragrance	Principe actif odorant, obtenu à partir de plusieurs substances d'origine végétale ou chimique (AROMA ZONE, 2022).	Parfume et aromatise tous vos cosmétiques : odeur sucrée et exotique, soluble dans l'eau et non dans l'huile : convient à toute préparation cosmétique qui contient une phase aqueuse (AROMA ZONE, 2022).
Aloe Vera	Plante succulente de la famille des liliacées issue des pays tropicaux, qui contient du gel et du latex. Sa richesse réside dans ses feuilles, qui renferment plus de 75 composés actifs, 20 minéraux, 20 acides aminés et 12 vitamines (RAYNAUD, 2022).	Accélérer la cicatrisation, hydrater tous les types de peaux, purifier le visage, resserrer les pores de la peau et réguler les excès de sébum, action anti-âge efficace, apaisante et réparatrice (SAMANTHA, 2022).
Spiruline	Algue bleue ou bleu-vert riche en protéines, minéraux, acides gras essentiels et vitamines (LEBERRIGAUD, 2020).	Revitalisante, fortifiante et nutritive, amélioration de la souplesse et de l'élasticité de la peau (BARIBEAU, 2011).

I.16 Généralités sur le savon

I.16.1 Définition

Le savon est une matière moléculaire obtenue par la combinaison d'une base (soude ou potasse) avec un corps gras (graisses animales ou végétales) et servant à blanchir et à nettoyer.

Son caractère amphiphile lui donne des propriétés caractéristiques, notamment la capacité de ses composants moléculaires à se placer à l'interface entre la phase aqueuse (solvant hydrophile) et la phase lipidique (graisse hydrophobe), la formation de mousse et la stabilisation d'émulsions utiles pour le lavage (MOMEIN, 2022).

I.16.2 Qualités

Le savon assure le lavage grâce à 4 propriétés (pouvoir mouillant, émulsifiant, dispersant et moussant).

I.16.3 Types des savons

Le savon commercial se présente sous différentes formes : de bloc (pain, cube, formes ovalisées...), de poudre, de paillètes fines (lessives), de mousses, de gels ou de solutions, comme le savon liquide (AGENDA CULTUREL, 2022).

I.17 Généralités sur les patchs

Nos grands-mères avaient déjà inventé le patch en posant un sachet de thé sur leurs yeux gonflés ou une lamelle de pomme de terre crue sur leurs coups de soleil (PATCHNESS PARIS, 2022). Aujourd'hui les patchs se sont sophistiqués : efficacité, maniabilité et rapidité d'action garanties (CLAIRE, 2022).

I.17.1 Définition

Le patch est un matériau non tissé destiné à être collé sur la peau, capable de diffuser des actifs hydratants en 5 minutes pour combattre les cernes, les poches et les rides. Pour appliquer correctement votre patch, le côté le plus fin doit être positionné vers le coin interne de l'œil et le plus large vers le coin externe. La sensation est agréable. Le patch ne provoque aucun picotement. Il tient bien, donc on a toute la liberté de mouvement et on peut vaquer tranquillement à ses occupations (CLAIRE, 2022).

I.17.2 Propriétés

Il dispose des propriétés suivantes (ALOESKIN, 2022) :

- Réduire les signes de fatigue,
- Hydrater, décongestionner et apaiser la zone sous les yeux,
- Dégonfler les poches,
- Estomper l'aspect bleuté des cernes,
- Lifter, repulper la peau sous les yeux et rafraîchir le regard,
- Augmenter la perméabilité de la peau,
- Bien étirer le dessous de l'œil pour mieux lisser les rides.

I.18 Généralités sur les masques**I.18.1 Définition**

Le masque de beauté est un soin en profondeur, à effectuer environ 1 à 2 fois par semaine, qui permet d'entretenir sa peau en lui apportant tous les éléments et les principes actifs dont elle a besoin pour un équilibre cutané et retarder les signes de l'âge. C'est dans tous les cas un véritable «coup d'éclat». Le masque s'applique sur une peau soigneusement nettoyée et séchée, et se laisse poser 10 à 20 minutes avant de le retirer (OOREKA SANTE, 2022).

I.18.2 Types de masques

Il existe plusieurs types de masque adaptés aux besoins et respectueux de chaque peau.

- **Masque purifiant** : Il matifie la peau et élimine les imperfections des peaux mixtes à grasses. Les pores sont visiblement resserrés dès les premières utilisations (ANGELIQUE, 2004).
- **Masque Apaisant** : Il apaise instantanément les peaux les plus sensibles. Sa formule à l'eau de source marine et sa texture onctueuse calme l'épiderme pour redonner une sensation de réconfort immédiate (ANGELIQUE, 2004).

- **Masque hydratant** : Il hydrate et désaltère l'épiderme pour une peau plus souple qui gagne en confort (ANGELIQUE, 2004).

- **Masque anti-âge** : Pour combattre les signes de vieillissement, redensifier la peau. En plus d'hydrater l'épiderme en profondeur, le masque visage va stimuler la régénération cellulaire (ANGELIQUE, 2004).

PARTIE C : LA PEAU

I.19 Structure de la peau

Barrière entre le milieu extérieur et intérieur de notre corps, la peau est un organe protecteur de notre corps. En effet, elle permet d'assurer la communication entre l'organisme et l'environnement extérieur et une bonne protection de l'organisme contre les agressions extérieures grâce à sa souplesse et sa résistance (THOMAS, 2021). Chez l'être humain, la peau est l'un des organes les plus importants du corps, Elle représente 16% de notre poids corporel. Sa surface, sa masse et son épaisseur (avec environ 2 m² pour 5 kilos de poids) peut varier au niveau de certaines parties du corps (BOULEMZAOU ET ZAIDI, 2020) :

- Plus fine au niveau des paupières (1,5mm)
- Plus épaisse au niveau des paumes (4mm)

La peau est un organe très complexe, elle a principalement 3 grandes couches ; l'épiderme, le derme et l'hypoderme (MONTAGNAT-RENTIER, 2014) (Figure I-8).

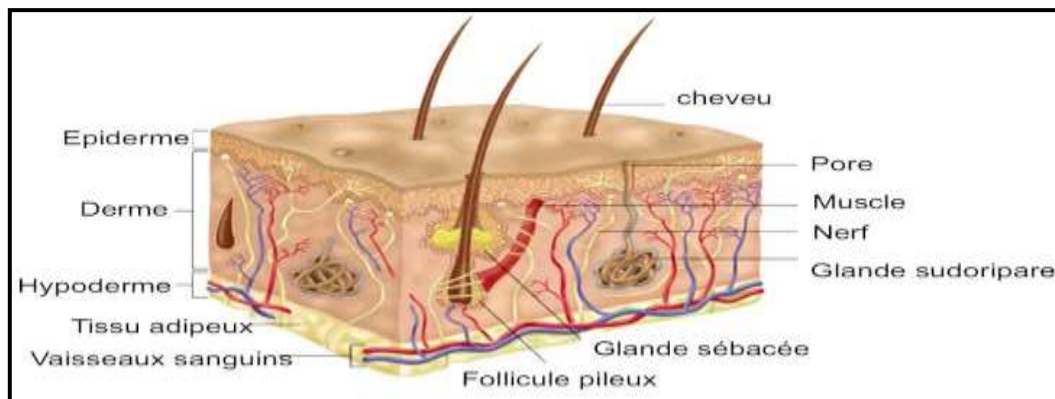


Figure I-8 : Les différentes couches qui structurent la peau

I.19.1 Épiderme

La couche la plus superficielle de la peau. Il s'agit d'un épithélium kératinisé non vascularisé stratifié pavimenteux, dépourvu de vaisseaux sanguins pour éviter un passage direct entre l'intérieur et l'extérieur, elle associe la souplesse, l'imperméabilité et la résistance

(BOULEMZAOU D ET ZAIDI, 2020). L'épiderme est constitué de 4 couches qui sont de la profondeur vers la surface (THOMAS, 2021) :

La couche basale (couche germinative)

La couche du corps muqueux de Malpighi (couche épineuse)

La couche granuleuse (stratum granulosum)

La couche cornée (stratum corneum)

En ce qui concerne de l'épaisseur de l'épiderme, il y'a une variation distinguée; de 0,05 mm au niveau des paupières jusqu'à 1,5 mm au niveau des paumes et des plantes. Dans l'épiderme, il existe quatre grands types cellulaires : les kératinocytes, les mélanocytes, les cellules de Langerhans et les cellules de Merkel (MONTAGNAT-RENTIER, 2014).

I.19.2 Derme

Le derme, situé sous l'épiderme, il est formé de tissus conjonctifs fibreux. Il est séparé de l'épiderme par la jonction dermo-épidermique. Son épaisseur varie par rapport aux zones, et peut atteindre 1cm au niveau du dos. Il est plus épais que l'épiderme avec une épaisseur moyenne de 3 à 4 mm. Il est constitué de 80% d'eau, principalement de fibroblastes : cellules dont la fonction est la synthèse du collagène et de l'élastine, ce qui assure la souplesse, la flexibilité et la résistance de la peau. Il assure le maintien et donne l'allure de la peau. Le derme est divisé en deux couches : le derme papillaire et le derme réticulaire (MONTAGNAT-RENTIER, 2014). **Le derme papillaire** c'est la partie supérieure du derme. Formé de tissu conjonctif lâche, constitué d'élastines et de fibres de collagène (type I et III) aussi, la présence du plexus sous-papillaire artériel et veineux qui assure l'apport nutritif nécessaire au derme, leur fonction c'est la formation des papilles et formation des crêtes qui tracent des lignes sur la peau (THOMAS, 2021). **Le derme réticulaire** représente la grande partie du derme, et la partie inférieure qui situe à l'interface derme/hypoderme. Son organisation suivant l'axe horizontal est formée de tissu conjonctif dense, contient des fibres de collagène et des fibres élastiques qui donnent la stabilité et l'élasticité, ainsi une allure ondulée au derme (BOULEMZAOU D ET ZAIDI, 2020).

I.19.3 Hypoderme

La couche la plus profonde de la peau. Elle est formée d'un tissu conjonctif lâche, adipeux très vascularisé (THOMAS, 2021). Les adipocytes constituent les cellules majoritaires de l'hypoderme. Son épaisseur varie en fonction de sa localisation et du sexe de la personne. Elle est mince sur le front et les oreilles (BOULEMZAOU D ET ZAIDI, 2020). Chez l'homme il

est épais au niveau de la ceinture abdominale et des épaules et chez la femme au niveau des fesses et des hanches, le tissu adipeux joue le rôle d'un amortisseur, protecteur contre le froid et un réservoir énergétique (MONTAGNAT-RENTIER, 2014).

I.20 Types de peau

On distingue 3 types de peau selon qu'elles soient sèches, grasses ou normales. Bien que cette typologie cutanée soit toujours en vigueur, les chercheurs à ce jour ont ajouté d'autres paramètres tels que l'âge, le sexe et la pigmentation.

- **La peau sèche** : elle est une peau fine, qui a un pH très acide (inférieur à 4.5), qui produit par rapport à la peau normale moins de sébum. Avec une tendance à former des ridules, rugueuse et non grasse au toucher, plus ou moins desquamante. Le principal facteur de ce dessèchement est l'altération des cornéocytes de l'épiderme qui entraînent une augmentation de la perte insensible en eau et en lipides, donc le pouvoir de rétention d'humidité est fortement réduit (THOMAS, 2021) (Figure I-9).



Figure I-9 : La peau sèche d'une femme

- **La peau Grasse** : La peau grasse est caractérisée par une hyperactivité des glandes sébacées et donc la production de sébum est accrue (BOULEMZAOUH ET ZAIDI, 2020). Elle a un pH alcalin (supérieur à 7). Elle est identifiable par son aspect brillant à cause de la sécrétion de sébum, les pores sont visibles et dilatés, elle a un aspect luisant et son grain est irrégulier, son aspect gras au toucher (THOMAS, 2021) (Figure I-10).



Figure I-10 : La peau grasse d'une femme

- **La peau normale** : La peau normale, c'est la peau équilibrée, elle possède un pH légèrement acide [5.8-6.5], les niveaux d'eau et de gras sont en équivalence (BOULEMZAOUZ ET ZAIDI, 2020). Elle est lisse, son aspect est mat et son grain est régulier. Les parties latérales du visage étant, en règle générale, plus sèches que la partie centrale, dite zone «T», à tendance plus grasse, mais l'équilibre sébum et hydratation n'est pas altéré (THOMAS, 2021) (Figure I-11).

**Figure I-11** : La peau normale d'une femme

I.21 Vieillesse cutané

Le vieillissement cutané est déterminé par des facteurs génétiques et environnementaux. On distingue ainsi : le vieillissement intrinsèque ou chronologique qui correspond aux modifications inévitables liées à l'âge; il affecte la peau comme les autres organes, le vieillissement extrinsèque qui est lié aux facteurs de l'environnement. Le terme de «vieillesse actinique ou héliodermie» correspond à des modifications cliniques, histologiques et fonctionnelles caractéristiques de la peau liées à l'exposition solaire chronique et siégeant donc sur les zones photo-exposées (THOMAS, 2021). Les facteurs nutritionnels, le tabac et l'intoxication alcoolique représentent d'autres facteurs significatifs participant au vieillissement cutané extrinsèque. En fait au niveau des zones photo-exposées, les deux processus, déterminisme génétique et facteurs extrinsèques, surviennent simultanément et se superposent (BOULEMZAOUZ ET ZAIDI, 2020). L'importance attribuée au vieillissement cutané est liée d'une part aux aspects esthétiques et psychosociaux qui découlent de ces modifications physiques directement visibles, et d'autre part à la relation qui existe entre le vieillissement cutané, et en particulier le vieillissement actinique, et la survenue des cancers cutanés. En effet l'héliodermie et la photocarcinogenèse ont en commun certaines modifications moléculaires et cellulaires liées à l'irradiation solaire et de ce fait leurs voies de recherche sont proches (MONTAGNAT-RENTIER, 2014).

Chapitre II : Matériel et méthodes



II.1 Matériel

II.1.1 Matériel biologique

Dans le cadre de cette étude, le matériel biologique utilisé est :

Carapaces des crustacés (crevettes), peaux de poissons (sole, raie et seiche), algues (*Ulva lactuca*, *Padina pavonica*, *Sargassum muticum*, *Spiruline*, *Jania rubens*, *Sphaerococcus*), *Cypraea* (porcelaine), écume de mer, BSA (sérum albumine bovine), lapins albinos de 1.5 kg au moins, et souris BALB/c de 20±2 g.

II.1.2 Matériel non biologique

Tableau II-1 : Tout le matériel non biologique utilisé dans l’élaboration d’une gamme cosmétique

Appareillages	Réactifs	Les ingrédients
<ul style="list-style-type: none"> - La verrerie (béchers, éprouvettes, pipettes graduées, pipettes Pasteur, bocal, boîtes, fioles, tiges en verres, anse de platine). - Mixeur, bras mixeur, fouet électrique, spatules, fouets manuels. - Balance à précision 10⁻⁶ (Shimadzu AUW 220 D Uni Bloc), creusets. - Étuve (memmert), four à moufle (wise therm), centrifugeuse, dessiccateur, pH mètres, thermomètres. - Microscope photonique ZEISS AxioCam ERc-5s. - Agitateur magnétique (KiKaWerkeTopMix FB15024), barreaux magnétiques, plaques chauffantes. - Appareil de Soxhlet (huberminichiller), évaporateur rotatif (Ika HB10), chauffe ballon (BensteadElectrothermal). - Spectrophotomètre UV-Visible (Shimadzu UV-1800). - Spectroscopie infrarouge à transformée de fourrier FTIR. - Maillet, ciseaux, pinceau. - Papiers essuie tout, cotons, papier aluminium, film alimentaire, et papier cuisson. - Boudins de dialyses <i>pectrapor</i> de porosité <i>MWCO</i> : 12-14,000, fils alimentaires. - Bols en acier inoxydable, moules en silicone. - Lames de bistouris Stériles, et rasoir à lame interchangeable. - Pansements stériles et bandes de gazes. - Lampe UVA/UVB, chambre d’irradiation. - Hotte à flux laminaire vertical. - Boîtes de pétri 90 mm de diamètre, bec bunsen. - Étuves réglées à (30-35°C, 20-25°C) et bains marie réglés à (45°C, 100°C). 	<ul style="list-style-type: none"> - Réactif de bradford. - Éther diéthylique, acétone, éthanol, alcool chirurgical 70°. - Hcl, acide acétique, acide citrique. - Solution tampon peptonée au NaCl pH7. - Milieux gélosés : sabouraud dextrosé, cétrimide, Chapman, PCA. - NaOH, K₂HPO₄, KH₂PO₄. - Crème Nivea. - Thiopental. - Eau distillée stérile, eau physiologique stérile. 	<ul style="list-style-type: none"> - Base de savon glycerinée végétale. - Huiles essentielles, huile de foie de morue, vaseline. - Émulsifiant N°3. - Acide hyaluronique, gel d’Aloe Vera, gélatine. - Charbon actif, Curcuma. - Conservateur cosgard, Fragrance naturelle violette. - Costus marin, indigo bleu, gomme arabique.

II.2 Échantillonnage

Un panel de ressources marines a été exploité et introduit dans la préparation d’une gamme de produits cosmétiques (quatre crèmes : deux de jour et deux de nuit, masque antitache, patches anticernes et savons pour le visage).

- La collecte des coproduits marins a été réalisée en Février 2022. Les carapaces de crevettes et les peaux de poissons (sole, raie et seiche) ont été récoltés aux niveaux de la pêche d'Alger centre.
- En ce qui concerne les algues, une partie a été récoltée par Mme AMROUCHE L. en mai 2022 au niveau de la plage du rocher blanc de la Daira de Cherchell de la wilaya de Tipaza de la baie de Bou-Ismaïl, une autre partie a été récoltée par Mr BOUKERT R. de l'ENSSMAL au niveau de la baie de Bou-Ismaïl et la baie d'Alger en mars et avril 2021 et Elles ont été conservées, quant à l'algue bleue verte (spiruline), elle provient du commerce. Le transport de la matière première a été fait dans une glacière contenant des glaçons afin de préserver la fraîcheur des algues et des coproduits jusqu'à l'arrivée au laboratoire.
- La carapace de *Cypraea*, l'écume de mer proviennent aussi du commerce.

II.2.1 Identification des espèces de crevettes et traitement des carapaces

Durant la collecte des échantillons de crevettes, on a veillé à ce qu'on puisse avoir quelques individus entiers pour l'identification. Cette dernière a été faite en se basant sur les fiches FAO (FISCHER ET AL., 1987), et avec l'aide de Mme FELLAH Houda au niveau du laboratoire LBCM 2 de l'ENSSMAL.

II.2.2 Prétraitement des carapaces de crustacés

Les coproduits des crustacés (crevette) récoltés ont été rincés avec de l'eau de robinet afin d'éliminer toutes traces de sable, du sang et des épiphytes. Par la suite, ils ont été séchés au niveau de l'étuve du LBCM 2, à 37°C pendant 24h (Annexe 01), et ils ont été broyés finement à l'aide d'un mixeur, jusqu'à l'obtention d'une poudre fine.

II.3 Détermination de la composition biochimique globale des coproduits des crevettes

La détermination de la composition biochimique globale, du mélange des coproduits de deux espèces de crevettes a été réalisée au niveau du laboratoire de biochimie cellulaire et moléculaire 2 (LBCM 2) à l'ENSSMAL.

II.3.1 Détermination de la teneur en eau

En utilisant la méthode référentielle (AOAC, 1980), la teneur en eau est obtenue par le calcul de la perte de masse, suite au séchage de l'échantillon à analyser dans une étuve à 105°C pendant 24h afin d'éliminer toute trace d'eau en préservant la matière organique. Le résultat est exprimé en pourcentage.

Mode opératoire:

- Peser le creuset vide, et noter son poids M_0 ;
- Tarer ce poids, puis peser 2 g d'échantillon dans le creuset;
- Mettre l'échantillon dans l'étuve à 105°C jusqu'à stabilisation de son poids (24h);
- Laisser refroidir dans le dessiccateur, puis noter le poids final de l'échantillon sec;

La teneur en eau est calculée par de la formule suivante:

$$H\% = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100$$

Avec:

M_0 : poids du creuset vide; M_1 : poids du creuset avec l'échantillon avant séchage à 105°C;

M_2 : poids du creuset avec l'échantillon après séchage.

II.3.2 Détermination de la teneur en matière minérale

Les cendres ont été déterminées par une méthode référentielle à partir des échantillons secs préalablement étuvés à 105°C pendant 24h. Cette méthode est basée sur l'incinération des échantillons dans un four à moufle à 600°C pendant 4h (AOAC, 1999), jusqu'à l'obtention de cendres blanches.

Mode opératoire:

Peser le creuset en porcelaine vide;

Peser 2g de poudre de crevettes séchée préalablement (105°C pendant 24h);

Placer le creuset dans le four à moufle à 600°C pendant 4 heures (M_1) (Annexe 04, figure 4);

Retirer le creuset et le placer dans un dessiccateur;

Peser le creuset pour déterminer la masse des cendres (matière minérale) après avoir été refroidis dans un dessiccateur (M_2);

La teneur en matière minérale est calculée par la formule suivante :

$$C\% = \left(\frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \right) \times 100$$

Avec :

M_0 : poids du creuset vide; M_1 : poids du creuset avec l'échantillon sec avant incinération; M_2 : poids du creuset avec l'échantillon après incinération à 600°C.

II.3.3 Détermination de la teneur en protéines totales

La détermination de la teneur en protéines totales est effectuée par la méthode de Bradford modifiée.

- Le principe de la méthode de Bradford :

La méthode de Bradford est utilisée pour mesurer la concentration en protéines totales dans un échantillon, elle repose sur l'utilisation de bleu brillant de Coomassie dans un milieu éthanoïque acide, ce colorant se lie aux protéines par des liaisons ioniques avec des acides aminés aromatiques (phénylalanine, tyrosine, tryptophane) et des interactions hydrophobes avec les acides aminés hydrophobes (BRADFORD, 1976).

Cette liaison entraîne un déplacement du pic d'absorption de 465 nm (brun orangé) à 595nm (bleu). C'est une méthode très sensible (2-5 µg de protéines), reproductible et très rapide. Le réactif ne réagit pas avec les acides aminés libres. La masse du peptide ou de la protéine doit être au moins de 3 k Da.

Mode opératoire :

- La protéine de référence est la BSA (Sérum Albumine Bovine);
- Préparer une solution à 1% de BSA dans d'eau distillée, qui sert à préparer la gamme étalon. Des volumes croissants de BSA ont été introduits dans les tubes de la gamme;
- Les échantillons (poudre de carapaces de crevettes) ont été également dissouts dans un volume d'eau distillée déterminé;
- Ajouter à tous les tubes un volume déterminé du réactif de Bradford. Le mélange est incubé à l'abri de la lumière à une température ambiante pendant 10 minutes;
- Un volume de chaque mélange a été prélevé après incubation est mis dans la cuve de spectrophotomètre . La lecture a été réalisée à une longueur d'onde de 595 nm.
- Tracer la courbe et déduire l'équation $DO = f(BSA)$ (Annexe 04, figure 5)

II.3.4 Détermination de la teneur en lipides totaux

L'extraction des lipides totaux est effectuée par la méthode de Soxhlet qui est une méthode gravimétrique (EL HOUDA, 2017).

• Principe de la méthode de Soxhlet :

L'échantillon est placé dans une cartouche de cellulose, l'extraction se fait en continu par l'éther diéthylique en ébullition (35°C) qui dissout graduellement la matière grasse. Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon par déversements successifs causés par un effet de siphon dans le coude latéral (EL HOUDA, 2017). Comme seul le solvant peut s'évaporer de nouveau, la matière grasse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète. Une fois l'extraction terminée, l'éther diéthylique est évaporé sur un

évaporateur rotatif. La matière grasse est récupérée dans le ballon séché qui est pesé (SAHORE ET ABOUATTIER, 2016).

Les capsules de cellulose sont perméables au solvant et à la matière grasse qui est dissoute (Annexe 04, figure 6).

Mode opératoire :

- Mettre en marche le réfrigérant à 2°C;
- Peser le ballon vide avant extraction;
- Dans une cartouche de cellulose peser 2g de poudre de carapaces de crevettes;
- Placer la cartouche dans la chambre d'extraction;
- Prévoir un blanc qui ne contiendra que le solvant (pour confirmer l'absence de composés lipidique ou d'impuretés dans celui-ci);
- Ajouter 160 ml d'éther éthylique;
- Chauffer le ballon à 60°C, l'extraction dure 4 heures;
- Une fois le temps écoulé le ballon est placé dans un rota-vapeur à 60°C afin de concentrer les lipides tout en éliminant le solvant;
- Repeser le ballon.

La teneur en lipide est déterminée à l'aide de l'équation suivante :

$$L \% = \left(\frac{P_1 - P_0}{m} \right) \times 100$$

Avec :

P0 : poids du ballon vide; P1 : poids du ballon qui contient l'échantillon après le passage par le rota vapeur; P1-P0: la masse des lipides; m : le poids de l'échantillon (2g).

II.4 Extraction de la chitine et du chitosane

La chitine peut être extraite à partir des carapaces de crustacés par deux méthodes, biologique par l'utilisation des enzymes, ou chimique en utilisant des acides et des bases, dans le présent travail, le protocole adopté est basé sur l'extraction chimique qui comporte 3 étapes (TRUONG ET AL., 2007), à savoir:

- ✓ Dépigmentation et délipidation;
- ✓ Déminéralisation;
- ✓ Déprotéinisation et désacétylation (LIU ET AL., 2020).

Mode opératoire :

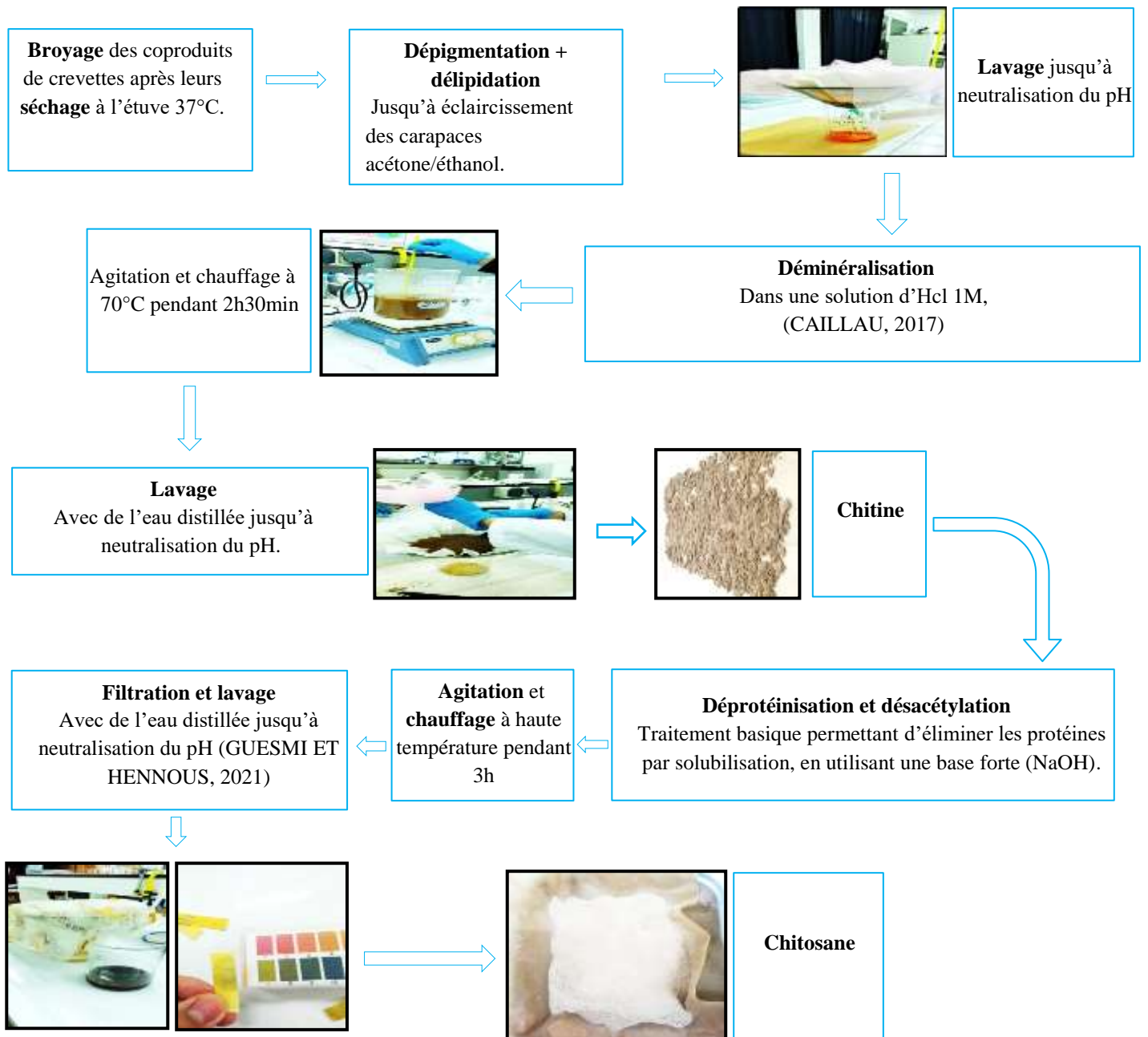


Figure II-1 : Diagramme général de production du chitosane à partir des coproduits de crevettes

II.5 Caractérisation du chitosane produit

II.5.1 Rendement massique

L'élimination des groupes acétyles de la chitine permet d'obtenir le chitosane. Le rendement massique est calculé en utilisant la formule mentionnée par HADDAB ET KORTBI (2020); GUESMI ET HENNOUS (2021) :

$$Ym\% = \frac{M_f}{M_i} \times 100$$

Avec :

M_i : la masse initiale en g; M_f : la masse finale en g.

II.5.2 Test de solubilité

Dissoudre 0.1g du chitosane en poudre dans 10 ml d'une solution d'acide acétique (1%), sous agitation constante pendant une nuit à température ambiante jusqu'à sa solubilisation (FERNANDEZ-KIM, 2004) (Figure II-3).



Figure II-2 : Solubilisation du chitosane dans une solution d'acide acétique de 1%

La chitine est insoluble dans l'acide acétique 1% car elle ne peut pas être protonée à cause de l'absence de groupement amine et/ou un faible degré de désacétylation, en revanche le chitosane est complètement soluble dans l'acide acétique 1%.

II.5.3 Calcul du degré de déprotéinisation

Le degré de déprotéinisation permet d'évaluer l'efficacité du traitement de déprotéinisation. Il est calculé par la formule suivante HADDAB ET KORTBI (2020); GUESMI ET HENNOUS (2021) :

$$DP = \frac{(P_0 M_0) - (P_r M_r)}{(P_0 M_0)} \times 100$$

Avec :

M_0 et M_r sont les masses initiale et résiduelle du produit hydrolysé;

P_0 et P_r sont les pourcentages de protéines dans le produit initial et résiduel respectivement.

La teneur en protéines est déterminée par la micro méthode de Bradford décrite précédemment.

II.5.4 Calcul du degré de déminéralisation

Le degré de déminéralisation est calculé par la formule suivante HADDAB ET KORTBI (2020); GUESMI ET HENNOUS (2021) :

$$DM = \frac{(A_0 M_0) - (A_r M_r)}{(A_0 M_0)} \times 100$$

Avec :

Mo et Mr sont les masses initiale et résiduelle du produit hydrolysé,

Ao et Ar les pourcentages de cendres dans le produit initial et résiduel respectivement. Ces taux sont estimés par la méthode (AOAC, 1990) décrite ci-dessus.

II.5.5 Calcul du degré de désacétylation

II.5.5.1 FTIR (Spectroscopie infrarouge à transformation de Fourier FTIR)

Ce test a été utilisé afin de caractériser la structure du chitosane extrait et de déterminer son degré de désacétylation.

- **Principe de la FTIR** : La spectroscopie infrarouge par transformée de Fourier est une technique d'analyse qui permet d'identifier la présence de groupements chimiques spécifiques. Elle est liée aux propriétés de vibration des liaisons interatomiques. Elle consiste à irradier l'échantillon par un rayonnement infrarouge. Quand la fréquence du rayonnement correspond à une fréquence de vibration des molécules exposées, il se produit un phénomène d'absorption. Ceci se traduit par un pic d'absorption sur le spectre en absorbance (MECHEDDOU ET BARR, 2018).

Le degré de désacétylation du chitosane a été calculé en utilisant la formule mentionnée par HAFSA ET AL (2016) et qui est la suivante :

$$\frac{A_{1320}}{A_{1420}} = 0.3822 + 0.03133 \cdot DA \quad \text{Avec : } DA = 100 - DDA$$

A_{1320} : l'absorbance au nombre d'onde 1320cm^{-1} , A_{1420} : l'absorbance au nombre d'onde 1420cm^{-1} .

II.6 Extraction du collagène à partir des peaux de poissons

II.6.1 Prétraitement de la matière première

Les différents types de peaux de poissons ont été rincés avec de l'eau de robinet pour éliminer toutes traces de sang et vaisseaux sanguins, le premier rinçage est suivi par un deuxième mais cette fois ci avec de l'eau distillée, et le troisième rinçage est fait avec le tampon phosphate afin d'éliminer toute la chair de poisson qui reste collé à la peau, ensuite elles ont été séchées au niveau de l'étuve à 35°C pendant 48h. Les peaux séchées puis ont été coupées à l'aide d'un ciseau et broyées à l'aide d'un mixeur, après le broyage et tamisage, on obtient séparément la peau et les écailles (Annexe 05).

II.6.2 Méthode d'extraction de collagène

Il existe différentes méthodes d'extraction de collagène, principalement on distingue trois (BEN SLIMANE ET SADOK, 2015) :

1. Extraction acide
2. Extraction par précipitation saline
3. Extraction enzymatique

Dans le présent travail, l'extraction du collagène fut avec un acide suivant la méthode d'extraction acide modifiée (KHAROUBI ET AL., 2017) (Figure II-4).

Mode opératoire :

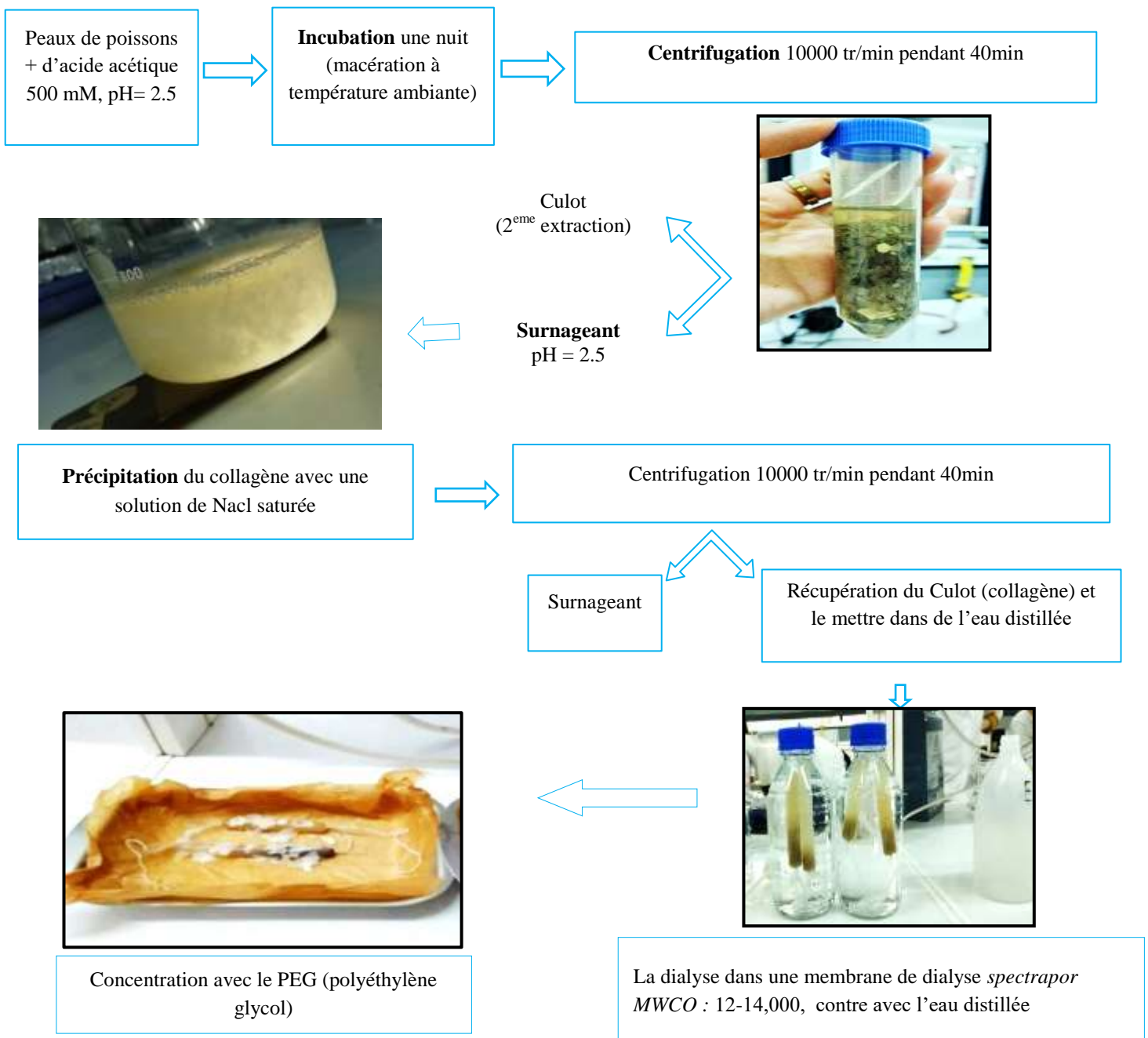




Figure II-3 : Diagramme général d'extraction du collagène à partir des peaux de poissons

II.6.4 Mise en évidence du collagène extrait

II.6.4.1 Test du biuret

C'est une méthode de dosage colorimétrique des protéines, basé sur la formation d'un complexe dans un milieu alcalin entre les ions cuivre II (Cu^{2+}) et les protéines (plus précisément les atomes d'azote des liaisons peptidique de la protéine). S'il y a la formation d'un complexe mauve donc le test est positif (présence de protéines), et si le complexe reste bleu, donc le test est négatif (absence de protéines) (LABLACK, 2012).

Mode opératoire :

Dans un petit tube à essai on met 0.5 ml du collagène extrait, on rajout 3 à 4 gouttes de NaOH, ensuite, on rajoute quelques gouttes de sulfate de cuivre CuSO_4 , après le mélange on obtient un complexe violet, on compare le résultat avec un témoin positif (la protéine de référence BSA), et un témoin négatif (l'eau).

II.6.4.2 Test à la xanthoprotéine

Le test xanthoprotéique est une méthode biochimique pour la caractérisation et l'identification des acides aminés contenant des groupes phénoliques ou indoliques (on cible surtout l'acide aminé le tryptophane qui est très concentré dans le collagène).

Le test est basé sur l'identification de la présence des cycles benzéniques activés lors du chauffage de la protéine avec de l'acide nitrique concentré (HNO_3) qui subit une réaction de nitration et forme un produit de couleur jaune, après l'addition alcaline, le culot devient orange en raison de la formation d'un sel (LABLACK, 2012).

Mode opératoire :

- Dans un tube à essai propre on met 1 ml de la solution de collagène;
- On ajoute 2 à 3 gouttes d'acide nitrique concentré (HNO₃);
- À l'aide d'une pince, porter le tube à ébullition jusqu'à la formation d'un précipité blanc du collagène dénaturé;
- On jette l'acide et on rajoute 2 à 3 gouttes d'ammoniac;
- Après l'ajout de l'ammoniac le culot vire à l'orange.

II.6.5 Rendement massique du collagène marin

Le rendement massique du collagène est calculé en utilisant la formule suivante :

$$Y_m\% = \frac{M_f}{M_i} \times 100$$

Avec :

M_i : la masse des peaux de poissons en g; M_f : la masse du collagène lyophilisé en g.

II.7 Préparation des eaux des algues

Les algues récoltées sont lavées soigneusement avec l'eau du robinet et l'eau distillée, ensuite elles sont séchées à 30°C à l'abri de la lumière. Une fois séchées, elles sont broyées finement et tamisées. En fin, elles sont conditionnées dans des bocaux en verre à l'abri de la lumière et au sec. Les algues utilisées sont : *Padina pavonica*, *Sargassum muticum*, *Spiruline*, *Jania rubens*, et *Sphaerococcus sp.* L'extraction des eaux d'algues ainsi que les pigments hydrosolubles est réalisée comme ce qui suit :

- Préparer une solution de tampon phosphate 0,05 M à pH 7;
- Dans un bécher on met la poudre d'algue avec le tampon phosphate;
- Mélanger le tout avec une tige en verre et on couvre le bécher avec du papier aluminium;
- Laisser macérer 18 à 24 heures;
- Remplir les tubes de centrifugation avec la solution macérée et procéder à la sonication;
- Centrifuger à 5000tr/min pendant 15 minutes.

II.8 Formulation des émulsions aux propriétés blanchissantes, hydratantes et anti-âge**II.8.1 Étude de préformulation**

La préformulation consiste à étudier les caractéristiques organoleptiques, physico- chimiques, des principes actifs nécessaires pour formuler et développer une forme cosmétique stable tout en étant compatible avec une production industrielle. Au cours de cette étape, purement bibliographique, notre recherche nous a permis de confirmer que les matières premières choisies et les huiles sélectionnées pour notre formulation ne présentent pas d'incompatibilités ce qui indique que leur mélange n'entravera pas la stabilité de notre émulsion.

II.8.2 Étude de formulation

Cette étape nous a permis de sélectionner qualitativement et quantitativement les différents actifs choisis au cours de la préformulation.

Au cours de cette étape, différents essais ont été réalisés et des contrôles effectués sur la base de ces contrôles et dans le but d'améliorer les défaillances pour arriver à la formule optimale.

II.8.3 Procédés de fabrication

Toutes les formules testées ont été préparées selon le même protocole et selon la méthode d'inversion de phase (CAULLET ET AL., 2018).

Nous avons procédé comme suit :

- Peser les constituants de chaque phase de la formule,
- Préparer deux phases (huileuse et aqueuse),
- Disperser de phases,
- Homogénéiser l'émulsion,
- Additionner les différents additifs,
- Désaérer l'émulsion à l'aide d'un fouet..

II.8.4 Pesée des constituants

La première étape a consisté en la pesée des différentes matières premières à l'aide d'une balance électronique de précision 10^{-6} .

Après avoir taré la balance, placer la substance à peser dans le contenant (bécher) puis fermer la porte de la balance pour relever la mesure. La composition des émulsions préparée est consignée dans le tableau II-2, (le classement des composants par ordre technologique):

Tableau II-2 : Composition des crèmes de jour et de nuit



	Crèmes de jour		Crèmes de nuit	
	À l'extrait de Cypraea	À l'extrait d'indigo bleu	À l'extrait du chitosane	À l'extrait du collagène marin
Phases aqueuses	Eau d'algue rouge, écume de mer, Cypraea, phycoérythrine, un peu d'eau minérale.	Eau d'algue bleue verte, Cypraea, écume de mer, phycocyanine, un peu d'eau minérale.	Eau d'algue brune, acide hyaluronique, chitosane, un peu d'eau minérale.	Eau d'algue brune, chitosane, collagène marin, aloe Vera, un peu d'eau minérale.
Phases huileuses	Les huiles de : costus marin, jasmin, lentisque, cire émulsifiante n°03.	Les huiles de : glycérine, coco, lentisque, camphre, gingembre, cire émulsifiante n°03.	Les huiles de : lin, glycérine, encens, gomme arabique, cire émulsifiante n°03.	Les huiles de : rose, noyau d'abricot, camphre, lentisque, foie de morue, cire émulsifiante n°03.

II.8.5 Préparation des deux phases (huileuse et aqueuse)

Cette étape a consisté à dissoudre chaque constituant dans un solvant adéquat, c'est à dire dissoudre les composants hydrophiles dans la phase aqueuse et les composants lipophiles dans la phase huileuse (CNOKAERT ET AL., 2022) :

1. Dans un bécher verser l'eau minérale et y rajouter les constituants hydrosolubles, Puis, à l'aide de la spatule, mélanger soigneusement.
2. Dans un autre bécher : mélanger tous les composants lipophiles (huiles essentielles); Puis incorporer le tensioactif lipophile (Cire émulsifiante N°03).
3. Chauffer au bain marie (préchauffé à 56°C) les deux phases séparément en contrôlant la température des deux phases à l'aide d'un thermomètre (Tableau II-3).





Tableau II-3 : Étape de préparation des deux phases des crèmes

Type de crème	Crèmes de jour		Crèmes de nuit	
	À l'extrait de Cypraea	À l'extrait d'indigo bleu	À l'extrait du collagène marin	À l'extrait du chitosane
Préparation des deux phases : aqueuse et huileuse				

II.8.6 Mélange des phases (dispersion)

Une fois que les deux phases aient atteint la même température (environ 70°C) (CAULLET ET AL., 2018), la phase huileuse est additionnée progressivement sous agitation manuelle dans la phase aqueuse (CNOKAERT ET AL., 2022) (Tableau II-4).

Tableau II-4 : Étape de dispersion des crèmes

Type de crème	Crèmes de jour		Crèmes de nuit	
	À l'extrait de Cypraea	À l'extrait d'indigo bleu	À l'extrait du collagène marin	À l'extrait du chitosane
Photos de l'étape de dispersion des crèmes				

II.8.7 Homogénéisation

La dernière étape est l'homogénéisation de la préparation en plaçant le bol contenant le mélange au-dessus d'un ice-box, puis on fouette le tout durant 3 minutes.

II.8.8 Addition des additifs

Ajouter les huiles essentielles, le conservateur cosgard, la fragrance cosmétique naturelle violette qui a donné une belle odeur florale et sucrée, fine et délicate à nos émulsions.

II.8.9 Contrôles de différentes émulsions préparées

II.8.9.1 Test de tolérance cutanée

II.8.9.1.1 Objet

Le test de la tolérance cutanée a pour but de vérifier l'innocuité des préparations sur un organisme vivant, et prédire le risque de toxicité chez l'homme.

II.8.9.1.2 Méthodes

○ Préparation des animaux

La méthode est réalisée sur O6 lapins de race Néozélandaise ou Californienne. Ils sont tondu au niveau du dos et des flancs à l'aide d'un rasoir à lame interchangeable à usage vétérinaire (LSCV, 2013). Ensuite le dos de chaque animal est divisé en deux zones, après élimination

des poils. Sont conservés pour la suite de l'essai, 06 lapins par produit présentant une peau saine et glabre (GUILLOT ET AL., 1979) (Figure II-5).



Figure II-4 : Étape de préparation des lapins pour le test de la tolérance cutanée

○ **Application du produit à tester**

1. Cas des deux types de crèmes (de jour et de nuit)

Le rasage est effectué 24 heures avant l'application du produit

L'essai est effectué dans un lieu tranquille ou aucune perturbation ne vient stresser les animaux.

- Le flanc droit est divisé en deux zones, sur l'une des zones la crème cosmétique est appliquée directement (LSCV, 2013), sur l'autre zone, elle est appliquée, après avoir effectué à l'aide d'une lame de bistouri stérile, trois scarifications espacées de 0.5 cm et longues de 3 cm et elles doivent abraser la couche cornée sans provoquer de saignement (GUILLOT ET AL., 1979) (Figure II-6, II-7, II-8).



Figure II-5 : Division du flanc droit du lapin en deux zones, après effectuer les scarifications sur l'une des zones



Figure II-6 : Application des deux types de crèmes de jour directement sur le flanc droit du lapin



Figure II-7 : Application des deux types de crèmes de nuit directement sur le flanc droit du lapin

- Pour les témoins négatives : sur le flanc gauche (coté scarifié et coté non scarifié) (Guillot et al., 1979), la crème Nivea est appliquée sur les trois premiers lapins et 0.5 ml de l'eau physiologique stérile est déposée sur les trois autres restants, à l'aide d'une seringue stérile (LSCV, 2013) (Figure II-9).



Figure II-8 : Application de la crème nivea, puis de l'eau physiologique stérile sur le flanc gauche du lapin

2. Cas du masque visage

Le contrôle est réalisé sur 3 lapins de la même manière que précédemment (Figure II-10).



Figure II-9 : Application du masque visage sur le flanc droit du lapin

-Une compresse stérile est déposée sur la zone d'application, puis on fait tourner la gaze sur le dos de lapin en couvrant les 2 flancs. La gaze est ensuite recouverte d'un pansement non occlusif (Figure II-11).



Figure II-10 : Dépôt de la compresse stérile et des bandes de gaze sur les deux flancs du lapin

- **Observations :** 24 heures plus tard, Les pansements sont ôtés. Les résultats sont lus au bout d'une demi-heure par au moins deux personnes distinctes, une seconde lecture est faite 72 heures après l'application du produit (GUILLOT ET AL., 1979). Les lectures consistent à apprécier l'érythème et l'œdème selon l'échelle numérique suivante :

ÉRYTHÈME	Pas d'érythème	0
	Léger érythème (à peine visible)	1
	Erythème bien visible	2
	Erythème important	3
	Erythème grave (rouge pourpre) avec ou sans escarres (lésions profondes)	4
OEDÈME	Pas d'œdème	0
	Très léger œdème (à peine visible)	1
	Léger œdème (conditions bien définies, gonflement apparent)	2
	Œdème moyen (épaisseur d'environ 1 mm)	3
	Œdème grave (épaisseur supérieure à 1 mm)	4

II.8.9.1.3 Détermination de l'indice d'irritation primaire cutanée

Le système de cotation des phénomènes observés permet de dégager un indice d'irritation primaire cutanée (IP) et pour le calculer, on additionne les chiffres relevés pour l'érythème et l'œdème) à chaque temps de lecture (24 h et 72 h après l'application) sur les 6 zones scarifiées et les 6 autres non scarifiées, puis on calcule la moyenne des résultats observés (LSCV, 2013).

$$IP = \frac{\Sigma(24 \text{ h } (E, Oe) + 72 \text{ h } (E, Oe))}{24}$$

E : érythème.

Oe: œdème.

La moyenne des notes obtenues constitue l'indice d'irritation primaire cutanée IP. Celui-ci permet de classer le produit en (04) types :

- **Interprétation**

Non irritant	$IP < 0.5$
Légèrement irritant	$0.5 \leq IP < 2$
Irritant	$2 \leq IP < 5$
Très irritant	$5 \leq IP < 8$

II.8.9.2 Étude de la photoprotection cutanée des émulsions préparées

II.8.9.2.1 Étude in vivo

- **Principe**

Pour prédire in vivo le potentiel photoprotecteur d'une crème cosmétique, Maibach et Marzuli exposent la peau glabre d'animaux de laboratoire à des doses croissantes des rayons UVB. Certains de ces animaux, avant d'être irradiés, reçoivent au niveau de la zone rasée un traitement topique à base d'une crème cosmétique; les autres sont irradiés sans aucun traitement protecteur préalable (témoin négatif). L'évaluation est basée sur l'observation de la présence ou non d'un érythème sur la peau qui est recouverte du photoprotecteur et celle non protégée (CHADER, 2020).

Le rapport de la dose du rayonnement qui a entraîné le plus faible érythème au niveau de la peau traitée par la crème cosmétique sur la dose du rayonnement qui a provoqué le même érythème au niveau de la peau non protégée détermine le facteur de protection solaire (F.P.S) lequel permet de classer le potentiel photoprotecteur de l'écran testé.

- **Méthodes**

— **Préparation des animaux**

Vingt-quatre heures avant le début de l'essai, les souris sont anesthésiées par injection intra-péritonéale de thiopental à la dose de 40 mg/kg, puis épilés à la main au niveau du dos et des flancs. Les souris épilées sont laissées au repos 24 heures durant. Après ce délai, seules les souris ne présentant pas de symptômes inflammatoires au niveau cutané sont gardées pour la suite de l'essai; celles qui ont développé une rougeur ou un œdème au niveau cutané, sont définitivement écartées (CHADER, 2020).

— **Application topique de la crème cosmétique**

500 mg de la crème cosmétique sont appliqués uniformément sur les surfaces rasées du dos et des flancs de l'animal légèrement anesthésié par l'inhalation d'éther. La peau rasée des animaux témoins ne reçoit aucun traitement protecteur (CHADER, 2020).

— Mise en cage et irradiation des animaux

Les souris sont mises dans des cages individuelles avant d'être placés sous une lampe UVB à une distance de 20 cm. Plusieurs doses d'irradiation ont été testées et de manière croissante (voir tableau). Chaque souris reçoit une seule dose de rayons UVB. Trois souris ont été utilisées pour chaque dose d'irradiation (CHADER, 2020).

- Étude clinique

Après l'exposition aux rayons UVB, les souris sont hébergées individuellement dans des cages à paroi transparente et placées en observation pendant un délai de 10 jours, ce afin de détecter un probable effet latent dû à l'irradiation.

L'observation est basée sur l'état général des animaux irradiés mais surtout sur l'apparition ou non au niveau cutané de symptômes de la réaction inflammatoire (CHADER, 2020).

— Détermination de la dose minimale érythémateuse (DEM)

Lors de l'observation, un grand intérêt est accordé au plus faible effet érythémateux apparaissant au niveau cutané; la dose d'UVB correspondante constitue la dose minimale érythémateuse (DEM) (CHADER, 2020).

— Détermination du degré de photoprotection

Le degré de photoprotection qu'offre une crème cosmétique est donné par la détermination du facteur de protection solaire (F.P.S.) dont la formule est la suivante :

$$F.P.S. = \frac{D.E.M. \text{ avec photoprotecteur}}{DEM \text{ sans protecteur}}$$

La valeur du F.P.S. permet de classer les écrans solaires en produits à :

- photoprotection maximale : $8 < C.P. \leq 15$;
- photoprotection modérée ou excellente : $4 < C.P. \leq 8$;
- photoprotection minimale : $2 \leq C.P. \leq 4$.



Lampe UVA/UVB
(aspect général)



Chambre d'irradiation



Assemblage des deux éléments du
dispositif d'irradiation



Anesthésie des souris par
injection intra péritonéale



Souris BALB/C préparées pour
l'utilisation dans l'essai de
photoprotection



Opération d'introduction d'une souris témoin
(non traitée par l'écran solaire)
dans la
chambre d'irradiation



Chambre d'irradiation abritant
une souris non traitée par
l'écran solaire



Application des crèmes de nuit (celle du
collagène marin ainsi que celle du chitosane)
sur le dos
glabre d'une souris



Application des crèmes de jour (celle d'indigo
bleu et celle de Cypraea) sur le dos glabre
d'une souris



Opération d'introduction d'une souris,
préalablement traitée par la crème
cosmétique, dans la chambre d'irradiation



Chambre d'irradiation abritant une
souris traitée par la crème cosmétique

Figure II-11 : Illustration de l'évaluation in vivo du potentiel photoprotecteur d'une crème cosmétique

II.9 Formulation du savon

Une gamme de savons pour visage a été préparée selon le mode suivant (Figure II-13) :

- Peser 26 grammes de la base de savon glycéринée végétale (Melt and pour);
- Faites-le fondre au bain marie;
- Ajouter les actifs désirables : poudre d'algue, huile végétale, gélifiant, fragrance cosmétique, ressource marine...etc.






Figure II-12 : Étape de l'addition des actifs à la base de savon glycérinée





- Verser le mélange liquide dans les moules en silicone, puis ouvrir les savons par le papier film (Figure II-14).



Figure II-13 : Versement du mélange liquide dans les moules en silicone

Tableau II-5 : Composition des savons et leurs propriétés

Couleur du savon	Composition	Type de peau	Propriétés	Photos
Bleu-vert	<ul style="list-style-type: none"> • Base de savon glycérinée végétale • Acide hyaluronique, écume de mer, huile de vaseline • Huile de menthe 	Sèche	Blanchissantes, hydratantes et anti rides.	
Noir	<ul style="list-style-type: none"> • Base de savon glycérinée végétale : poudre de l'algue brune «<i>Padina pavonica</i>» : Cypraea, huile de citron, huile de vaseline normale, charbon actif, costus marin, écume de mer. 		Blanchissantes, adoucissantes	
Vert	<ul style="list-style-type: none"> • Base de savon glycérinée végétale • Huile de coco, costus marin, aloe vera, huile de vaseline à la base de Cypraea et de citron, spiruline 		Revitalisantes, nutritives, apaisantes et réparatrices.	
Mélange de	<ul style="list-style-type: none"> • Base de savon glycérinée 		Blanchissantes,	

couleurs : Bleu, jaune, rouge et gris	végétale <ul style="list-style-type: none"> • Poudre de l'algue rouge «<i>Jania rubens</i>», charbon actif, indigo bleu, phycocyanine, phycoérythrine, Cypraea, miel, curcuma, arôme de citron. 		hydratantes et antitaches.	
Rouge	<ul style="list-style-type: none"> • Base de savon glycéinée végétale, <i>Jania rubens</i>, Cypraea 	Grasse	Hydratantes, protectrices et reminéralisantes.	
Gris	<ul style="list-style-type: none"> • Base de savon glycéinée végétale • Indigo bleu, écume de mer, huile de glycérine • Pigment de phycocyanine, acide hyaluronique. 		Blanchissantes, anti les coups de soleils, hydratantes.	
Jaune miel	<ul style="list-style-type: none"> • Base de savon glycéinée végétale • Curcuma, cypraea, aloe vera, Miel, glycérine, huile de coco. 		Anti-acné et anti taches.	

II.9.1 Évaluation du pouvoir nettoyant et moussant

Dans un premier temps, les mains sont imbibées d'huile, ensuite une empreinte est réalisée sur du papier propre pour voir les traces grasses, puis les mains sont lavées avec le savon fabriqué, ensuite l'empreinte des mains nettoyées est prise sur un second papier propre pour déterminer son pouvoir nettoyant.

Deuxièmement, on se salit les mains en essuyant une paillasse poussiéreuse puis on effectue une empreinte sur une boîte contenant la gélose PCA, les mains sont par la suite lavées avec du savon et séchées, une seconde empreinte est prise sur une autre boîte contenant la gélose PCA en vue d'évaluer le pouvoir bactéricide du savon préparé.

II.9.2 Évaluation de l'activité antibactérienne

L'étude de l'activité antibactérienne du savon a été réalisée par la méthode de diffusion sur disques, cette activité a été testée sur les germes pathogènes, d'origine marine, présentés dans le tableau II-6 ci-dessous (BELGAID ET CHIKHOUN, 2013) :

Tableau II-6 : Germes recherchés et milieux utilisés

Germes	Milieux de culture
<i>Escherichia coli</i>	Muller Hinton
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Muller Hinton
<i>Staphylococcus aureus</i>	Muller Hinton

Mode opératoire :

- L'ensemencement sur un milieu gélosé, dans des boîtes de Pétri, de trois souches bactériennes.
- Des disques de papier filtre de 6 mm de diamètre imbibés du savon en solution ont été placés à la surface de gélose Mueller Hinton sèche, inoculée au préalable par un millilitre de dilution de la suspension bactérienne.
- Les boîtes préparées sont laissées un moment sur la paillasse afin de permettre la diffusion du composé antibactérien, puis incubées à la température adéquate de croissance (37°C pour *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et 30°C pour *Pseudomonas aeruginosa*) pendant 24 à 48h;
- La lecture se fait par mesure à l'aide d'une règle les diamètres des zones d'inhibition formées autour des disques. L'inhibition est notée positive si le diamètre est supérieur à 2 mm (THOMPSON ET AL., 1996).




II.10 Formulation des patchs anticernes

Des patchs anticernes sont préparés selon le mode opératoire suivant (Tableau II-7) :

- Dans un bécher stérile verser un volume déterminé d'eau d'algue;
- On met le bécher dans un bain marie pour chauffer l'eau d'algue;
- On retire le bécher du bain marie, puis on ajoute 2 ml de chitosane dissout dans l'acide acétique;
- On ajoute de la gélatine et on mélange jusqu'à l'obtention d'un liquide visqueux;
- On rajoute les fragrances;
- Sur une boîte de pétri stérile on verse le mélange et on ferme la boîte jusqu'à son refroidissement complet;

- On coupe les patchs à l'aide d'un scalpel stérile;
- On met les patchs dans des boites avec un peu d'huiles pour qu'ils ne collent pas dans la boîte.

Tableau II-7: Ingrédients utilisés dans la préparation des patchs anticernes

Types de patchs	Les ingrédients utilisés
 <p data-bbox="320 712 475 745">Le patch N°1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau d'algue de <i>spiruline</i> • Le pigment phycocyanine • L'huile de menthe
 <p data-bbox="320 1025 475 1059">Le patch N°2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau d'algue <i>Padina pavonica</i> • Le pigment xanthophylle • L'huile de citron
 <p data-bbox="320 1339 475 1373">Le patch N°3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau d'algue de <i>Jania rubens</i> • Le pigment phycoérythrine • L'huile de lavande

II.11 Formulation du masque pour le visage aux propriétés antirides et antitaches

Les composants du masque sont :

Chitosane, collagène, acide hyaluronique, aloe vera, Cypraea (sous forme liquide), indigo bleu, féculés de maïs, vitamine E, conservateur cosgard.



Figure II-14: Préparation du masque facial

Mode opératoire :

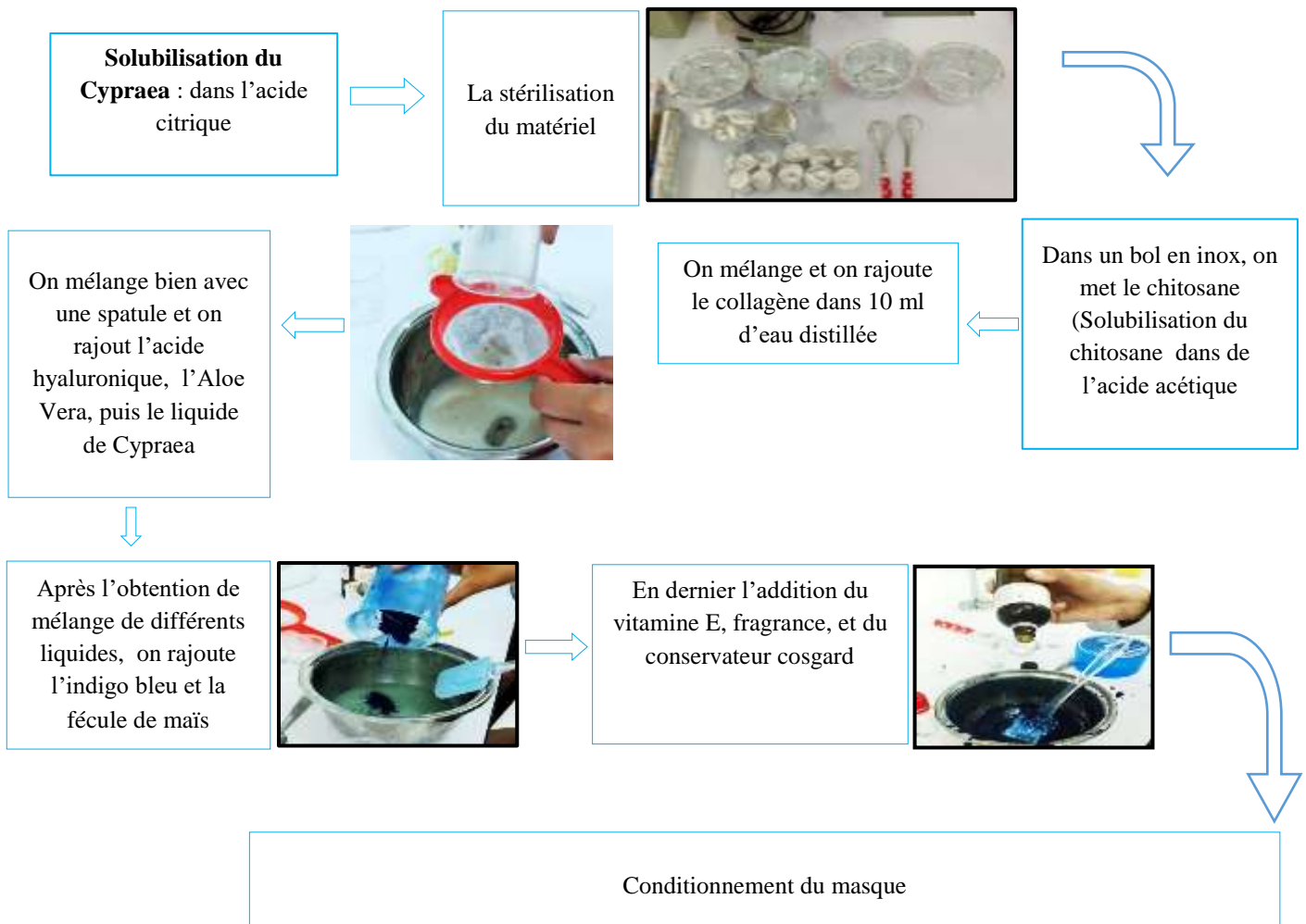


Figure II-15 : Diagramme de fabrication du masque facial à base du chitosane et collagène

II.12 Contrôle de la qualité microbiologique des préparations cosmétiques pour administration par voie cutanée

II.12.1 Méthode

II.12.1.1 Dénombrement des germes aérobies totaux et des levures et moisissures totales DGAT et DMLT

a-Méthode par ensemencement en profondeur :

Mode opératoire :

- Faire fondre au bain marie à 100°C le milieu gélosé PCA et la gélose Sabouraud dextrose, en desserrant légèrement les fermetures et les maintenir dans le bain marie en surfusion à 40-45°C.

- Préparez une solution de 1 g du produit à tester : Crèmes, masque, patch, savon dans 9 ml de la solution tampon péptonée au chlorure de sodium pH 7 (**solution A**) (INSTITUT SCIENTIS - Recherche-Conception-Réglementation, 2022; Butin and Provence, 2022).
- Agitez jusqu'à homogénéisation complète.
- Prélever 1ml de la solution A préparée et déposer chaque prélèvement dans une boîte de pétri de 90mm de diamètre.
- Couler dans 2 des 4 boîtes de Pétri destinées au DGAT 15ml à 20ml du milieu gélosé PCA, et dans les 2 boîtes restantes destinées au DMLT 15 à 20ml de gélose Sabouraud dextrose.
- Agiter doucement les boîtes par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'échantillon et la gélose, sans faire de bulles et sans mouiller les couvercles des boîtes.
- Incuber les boîtes PCA à 30-35°C pendant 3-5 jours et les boîtes Sabouraud dextrose à 20-25°C pendant 5-7 jours.

II.12.1.2 Recherche de *Pseudomonas aeruginosa* et de *Staphylococcus aureus*

Mode opératoire :

- Repiquer sur gélose cétrimide 0,1 ml de la solution A et incuber à 30-35°C pendant 18- à 72h pour la recherche de *Pseudomonas aeruginosa*
- Repiquer sur gélose Chapman 0,1 ml de la solution A et incuber à 30-35°C pendant 18- à 72h pour la recherche de *Staphylococcus aureus* (BUTIN ET PROVENCE, 2022).

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1 Identification des espèces de crevettes

L'identification des espèces de crustacés est basée sur plusieurs critères distinctifs décrits dans la fiche FAO (FISCHER, 1987) et consignés dans le tableau III-1, pour les crevettes, c'est la morphologie du rostre et du telson qui est prise en considération. Les espèces identifiées sont les suivantes (Figure III-1) :

- *Parapenaeus longirostris* (crevette rose)
- *Aristeus antennatus* (crevette rouge)

Les deux espèces présentent un corps lisse et mou avec la présence de petites pinces aux trois premières paires de pattes. On distingue une coloration rouge pâle avec un rostre légèrement dentée chez *Aristeus antennatus* (RISSO, 1816); et une couleur rose orangée avec un rostre recourbé en haut avec 8 dents, ainsi qu'un telson se terminant par 3 grandes dents, aiguës et fixes chez *Parapenaeus longirostris* (LUCAS, 1846).

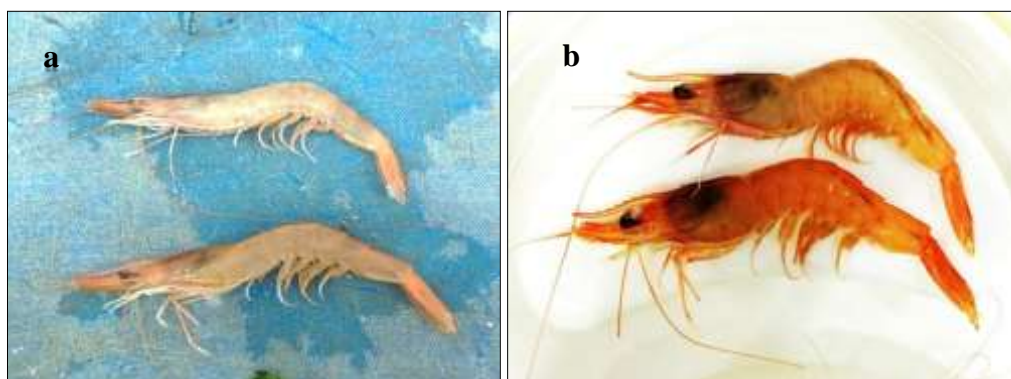
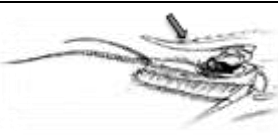

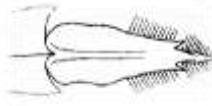







Figure III-1 : Espèces de crevettes identifiées, (a) *Parapenaeus longirostris*, (b) *Aristeus antennatus*

Tableau III-1: Critères distinctifs des espèces identifiées (FISCHER, 1987)

Espèces	Taille	Caractères distinctifs
<i>Parapenaeus longirostris</i> (LUCAS, 1846)	8 à 14 cm (mâles), et 12 à 16 cm (femelles)	  <p><u>Le rostre</u> : bien développé et armé de dents, il est légèrement recourbé vers le haut, et dépasse légèrement le pédoncule antennaire, son bord dorsal avec 8 dents environ dont le postérieur est épigastrique et nettement séparée des autres.</p>

		  <p><u>Le telson</u> : se termine par 3 grandes dents aigues et fixes.</p>
<i>Aristeus antennatus</i> (RISSO, 1816)	10 à 18 cm	  <p><u>Le rostre</u> : armé de trois dents sur le bord dorsal.</p>   <p><u>Le telson</u> : long et très étroit, comprimé latéralement, se termine par une pointe aigue.</p>

III.2 Composition biochimique globale des coproduits de crevettes

La composition biochimique du mélange des coproduits de crevettes *Parapenaeus longirostris* et *Aristeus antennatus* est présentée dans le tableau III-2 et la figure III-2 et elle est comparée à celles décrites par les études antérieures :

Tableau III-2 : Données comparatives de la composition biochimique globale des coproduits de crevettes

Teneurs (%) / MS	Présente étude (Crevettes)	(GUESMI ET HENNOUS) (2021) (Crevettes)	(HADDAB ET KORTBI) (2020) (Crevettes)	(KEFIL) (2020) (Crevettes)
Teneur en eau (%)	19,38	11.57	14.61	10.5
Teneur en minéraux (%)	49,75	39.88	37.49	32.6
Teneur en protéines (%)	9,9	8.3	28.96	24.26
Teneur en lipides (%)	6	11.04	6.99	8.7

III.2.1 Taux d'humidité (Teneur en eau)

Au regard du tableau III-2, La teneur en eau du mélange des coproduits de crevettes (*Parapenaeus longirostris* et *Aristeus antennatus*), est de 19,38% du poids sec, cette valeur est supérieure à celle mentionnée par HADDAB ET KORTBI (2020) (14,61%) et par KEFIL (2020) (10,5%) pour les mêmes espèces ainsi que celle mentionnée par (GUESMI ET HENNOUS (2021) (11,57%) travaillant sur la crevette rose uniquement (*Parapenaeus longirostris*).

III.2.2 Teneur en matière minérale

En ce qui concerne la teneur en matière minérale, la valeur obtenue était de 49,75%, cette valeur est supérieure à celles obtenues par HADDAB ET KORTBI (2020) (37,49%) et par KEFIL (2020) (32,6%) pour les mêmes espèces, ainsi que par GUESMI ET HENNOUS (2021) pour *Parapenaeus longirostris* (39,88%) uniquement.

III.2.3 Teneur en lipides

Les carapaces de crevettes sont relativement pauvres en composés lipidiques (tableau III-2), la valeur obtenue (6%) corrobore avec celle enregistrée par HADDAB ET KORTBI (2020) (6,99%). En revanche, elle est très inférieure, voire la moitié, à celles relevées par KEFIL (2020) qui est de 8,7% et par GUESMI ET HENNOUS (2021) (11,04%).

III.2.4 Teneur en protéines

La teneur en protéines de l'échantillon est de 9,9%, ce qui est supérieure à celle obtenue par GUESMI ET HENNOUS (2021) qui est de 8,3%. Mais, elle représente moins du tiers des taux rapportés par HADDAB ET KORTBI (2020) ET KEFIL (2020) qui sont respectivement de 28,96% et 24,26%.

Cette considérable différence résulte vraisemblablement d'une décortication minutieuse et d'un bon nettoyage de la matière première, lors du nettoyage, toute la chair collée à la carapace et au telson a été extraite dans le but de faciliter et d'optimiser l'étape de déprotéinisation.

Le présent échantillon ne contenait beaucoup de tête et une prédominance de la partie abdominale de la carapace de crevettes.

Ravoninjatovo et al (2015) a mené une étude comparative entre la composition biochimique des têtes de crevettes et la carapace; il en a conclu que les têtes ont une richesse plus importante en protéines que les carapaces. Lors d'une étude; menée par RANDRIAMAHATODY (2011), il a été relevé des taux très élevés en protéines dans les têtes de crevettes qui étaient de l'ordre de 57%.

Il est courant que, pour les animaux aquatiques, des fluctuations dans la composition biochimique dans la chair et coproduits soient observées chez un même individu, des écarts peuvent être relevés entre la région proche de la tête par rapport à celle de la queue.

Il est admis que la composition biochimique globale des coproduits de crustacés (crevettes) varie en fonction de l'espèce, du sexe, de l'âge, et aussi en fonction des saisons et des conditions environnementales. Ces variations peuvent exister au sein d'un même individu. En effet, les crevettes muent au fur et à mesure qu'elles grandissent car la carapace devient trop petite pour leur corps, et après chaque mue l'animal se retrouve dans l'obligation de reconstituer un nouvel exosquelette. Cette grande variabilité dans les teneurs en protéines, lipides et minéraux a été déjà signalé par plusieurs auteurs pour un même individu dans le cas des crevettes (céphalothorax et carapace) (WALDECK ET AL., 2006; KURITA, 2006 ET RANDRIAMAHATODY, 2011). De l'ensemble des résultats obtenus dans le cadre de cette étude, on peut conclure que les coproduits de crevettes (mélange des deux espèces) contiennent de grandes quantités de cendres suivis de protéines et de lipides-pigments. Par déduction, ce qui reste représenterait la fraction chitineuse des crustacés (Figure III-2).

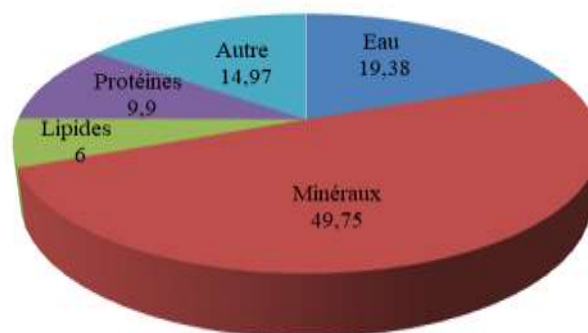


Figure III-2: Composition biochimique globale du mélange des coproduits de crevette exprimée en pourcentage par rapport à la matière sèche (MS)

III.3 Composition minérale des coproduits de crevettes

L'analyse par XRF des carapaces de crevettes (*Parapenaeus longirostris*, *Aristeus antennatus*) a révélé la présence de plusieurs éléments minéraux. Ces résultats sont représentés dans la figure III-3 ci-dessous.

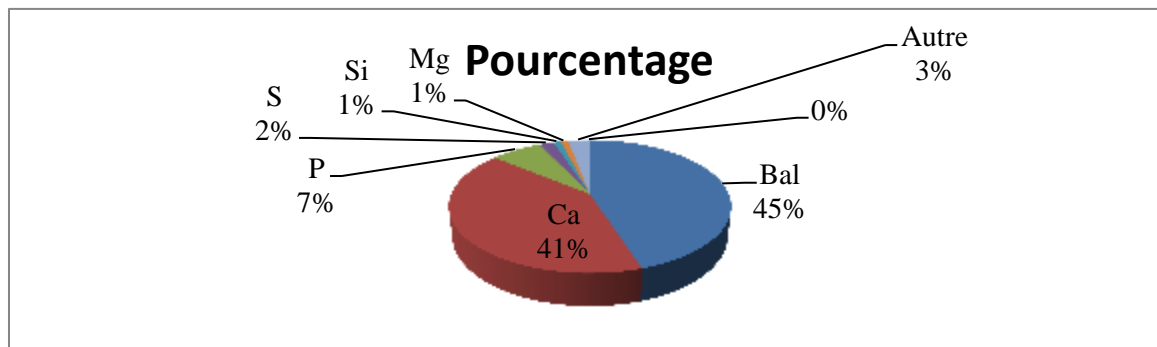


Figure III-3 : Composition en minéraux des carapaces de crevettes

Pour les carapaces de crevettes, le Bal et le calcium en sont les principaux composants avec un pourcentage de 45 et 41% respectivement.

La balangeroite (Bal) est un minéral fibreux, rare et récent, sa présence ce minéral dans les coproduits de crevettes est insolite. Il fut signalé dans les carapaces de crevettes pour la première fois par HADDAB ET KORTBI en (2020). Des investigations sont en cours pour expliquer son origine.

D'autres éléments sont présents en un pourcentage moindre tels que : le phosphore (7%), le soufre (2%), le silicium (1%) et le magnésium (1%), etc.

Ces résultats restent plus importants que ceux obtenus par RANDRIAMAHATODY (2011) pour *Parapenaeus longirostris* qui sont de 6% pour le calcium, 0.61% pour le magnésium et 0.68% pour le phosphore.

Des éléments métalliques en très faible quantités tels que l'or, le cuivre, le fer, l'arsenic ont été également détectés.

III.4 Caractérisation du chitosane produit

Afin de déterminer le rendement d'extraction du chitosane et d'apprécier sa qualité, sa teneur en protéines et de matière minérale résiduelles, sa solubilisation dans un acide dilué et son degré de désacétylation par titration volumétrique et par la méthode FTIR ont été déterminés.

III.4.1 Rendement massique

Le rendement massique du chitosane obtenu après déminéralisation, déprotéinisation et désacétylation des coproduits de crevettes (*Parapenaeus longirostris* et *Aristeus antennatus*), est d'un rendement massique de 11.88 % (Figure III-4 et Tableau III-3).

La valeur obtenue est similaire à celle obtenue par GUESMI ET HENNOUS (2021) (11,13%). En revanche, le taux obtenu est supérieur à ce qui a été rapporté par HADDAB ET KORTBI (2020) et par KEFIL (2020) (9,6 %) et (6,84 %) respectivement.

Tableau III-3: Rendement massique du chitosane obtenu à partir des coproduits de crevettes rapportés dans la littérature

	Présente étude (Crevettes)	(GUESMI ET HENNOUS) (2021)	(HADDAB ET KORTBI) (2020)	(KEFIL) (2020)
Rendement d'extraction	11,88 %	11.13 %	9,6 %	6,84 %

Selon ÖZOGUL ET AL (2018), Les rendements massiques varient en fonction de plusieurs facteurs tels que : la méthode d'extraction, l'espèce utilisée, les saisons et les conditions environnementales (zones de pêche).



Figure III-4: Pesée du chitosane produit à partir de 200 g des carapaces de crevettes

III.4.2 Solubilité

Le chitosane produit à partir des carapaces de crevettes se solubilise parfaitement dans l'acide acétique à 1%, la solution est translucide avec un aspect très visqueux (Figure III-5). Ceci indique également que la chitine a été correctement désacétylée.



Figure III-5 : Solubilisation du chitosane extrait de crevettes dans l'acide acétique

Contrairement à la chitine qui est insoluble dans les solvants aqueux, le chitosane est soluble dans les acides faiblement dilués (comme l'acide acétique, lactique, citrique,...).

Les groupes aminés du chitosane subissent une protonation et deviennent chargés positivement à partir de $\text{pH} = 3$, le chitosane est solubilisé et il devient cationique quand le pH est inférieur au pK_a intrinsèque de la fonction amine du chitosane soit 6,3. À un pH supérieur ($>6,5$), les groupements ne sont plus ionisés et le chitosane se précipite (RINAUDO ET AL., 1993).

III.4.3 Caractérisation biochimique

Afin d'évaluer l'efficacité des traitements de déminéralisation et de déprotéinisation appliqués aux coproduits de crevettes, la teneur du chitosane en protéines et cendres résiduelles a été déterminée. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après (Tableau III-4).

Tableau III-4 : Degrés de déminéralisation et de déprotéinisation du chitosane produit

	Chitosane produit
DM (%)	23,35
DP (%)	18,4

L'attaque acide de la poudre de crevettes a permis une déminéralisation de l'ordre de 23,35%. Ce taux résiduel est nettement inférieur à ceux rapportés par HADDAB ET KORTBI (2020) (53,31%) et par KEFIL (2020) (36%). En revanche, le degré de déminéralisation enregistré par GUESMI ET HENNOUS (2021) était de (100%), soit une élimination totale des matières minérales.

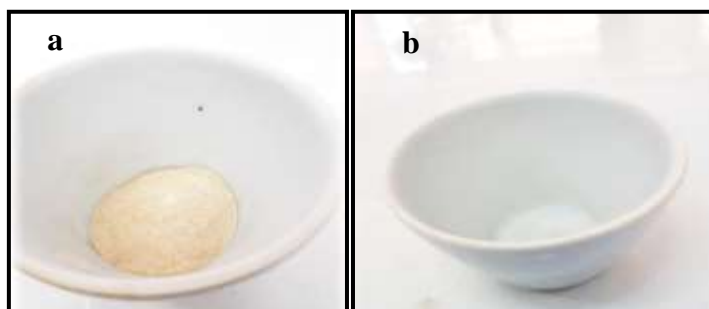


Figure III-6 : Déminéralisation du chitosane, a. creuset avant passage au four à moufle;
b. Creuset après passage au four a moufle à 600C°.

l'utilisation d'une base forte a permis une bonne déprotéinisation de la chitine (18,4%) qui est inférieure à celles rapportées par GUESMI ET HENNOUS (2021) (63,2%), par HADDAB ET KORTBI (2020) (100%). Le degré de déprotéinisation dépend de la concentration en NaOH et de la température appliquée.

III.4.4 Degré de désacétylation

III.4.4.1 Spectrophotométrie infrarouge (FTIR)

La FTIR a été réalisée dans la gamme de fréquences $4000-500\text{ cm}^{-1}$ sur des pastilles de KBr contenant le chitosane produit à partir des coproduits de crevettes. La caractérisation entraîne l'apparition d'une série de pics d'absorption qui sont représentés dans la figure III-7 ci-dessous :

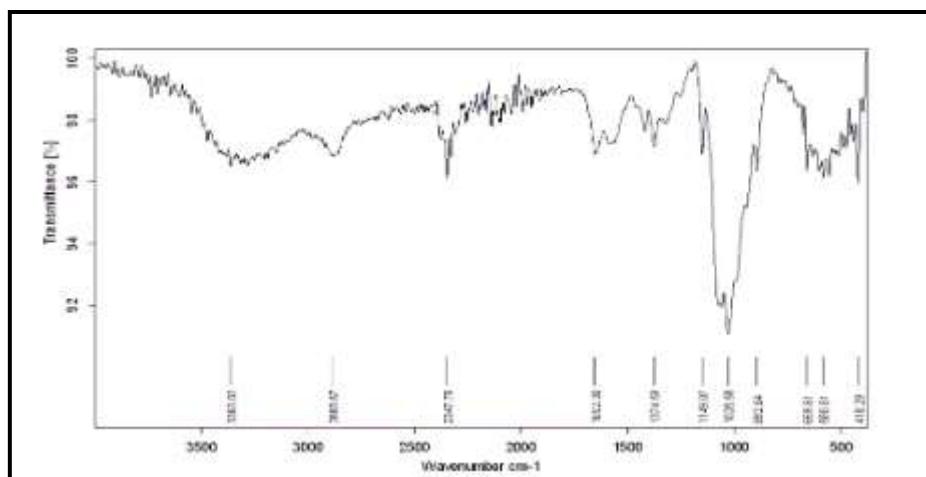


Figure III-7 : Spectres FTIR du chitosane de crevettes produit

Les spectres révélés par la FTIR ont permis de mettre en évidence plusieurs liaisons caractéristiques du chitosane telles que : les liaisons (O-H) dans les régions 3300 et 1155cm^{-1} , les liaisons (C-H) dans les régions 2879cm^{-1} , 2922 et 2888cm^{-1} , les liaisons C=O aux pics 1660 , et aussi des liaisons (N-H) dans les régions 1643 , 1594cm^{-1} .

En se basant sur les spectres obtenus et en utilisant la formule mentionnée par HAFSA ET AL (2016), le DDA du chitosane produit est de 98%, ce résultat est largement supérieur à ceux obtenus par HADDAB ET KORTBI (2020) (80,12%), OULHIZ (2018) sur la crevette rose *Parapenaeus longirostris*, en utilisant deux méthodes chimiques (65 et 72.73%). Cette différence peut être due à la concentration de NaOH utilisée pour la désacétylation et la déprotéinisation de la chitine qui est 10N chez (OULHIZ, 2018).

Les degrés de désacétylation de la chitine extrait des carapaces de crevettes sont représentés dans le tableau III-5 ci-dessous :

Tableau III-5 : Degré de désacétylation du chitosane

	Présent travail	Résultats de HADDAB ET KORTBI (2020)	Résultats d'OULHIZ (2018) (Crevettes)	Résultats de BELLOUTI ET HADJ DJILANI (2018) (crevettes)
	FTIR			
Crevettes	98%	80,12%	72,34%	82,59%

III.5 Mise en évidence du collagène extrait

III.5.1 Test du biuret

Trois essais ont été utilisés, un témoin négatif (l'eau), un témoin positif (protéine de référence BSA) (LABLACK, 2012), et l'échantillon qui est le collagène extrait, le résultat obtenu montre la formation d'un complexe mauve entre les ions cuivre II (Cu^{2+}) et ce dernier (LASSOUED ET AL., 2022) (Figure III-8). Cela indique que le test est positif et qu'il y a présence de collagène (OULHIZ, 2018).

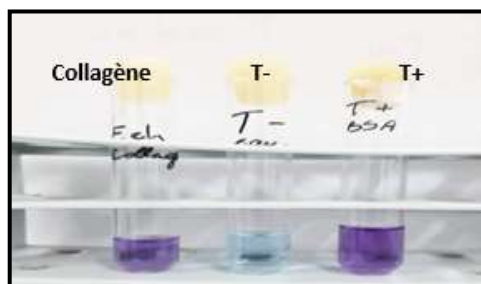


Figure III-8 : Mise en évidence de la présence de collagène avec la méthode du biuret

III.5.2 Test xanthoprotéique

De même, trois essais ont été utilisés, un témoin négatif (l'eau), un témoin positif (protéine de référence BSA), et le collagène extrait, le résultat obtenu montre la formation d'un complexe jaune orangé, qui reflète la réaction de nitration lors du chauffage de collagène avec de l'acide nitrique concentré (HNO_3) (OULHIZ, 2018) (Figure III-9). Cela indique que le test est positif (présence de collagène) (LABLACK, 2012; LASSOUED ET AL., 2022).

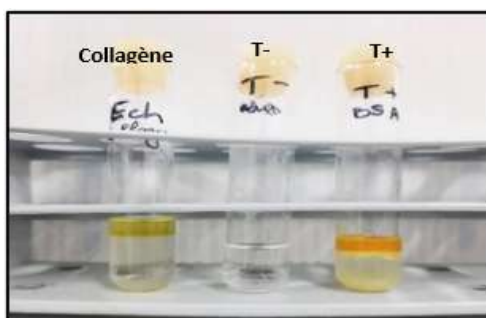


Figure III-9 : Résultat du test à la xanthoprotéique

III.5.3 Rendement massique

Le rendement massique du collagène extrait et lyophiliser est 21%. La valeur obtenue est supérieure à celle obtenue par LABLACK (2012) (19.53%), et inférieure à celle obtenue par NAGAI AND SUZUKI (2000) (50%).

III.6 Résultats des absorbances spectrales des eaux d'algues

Les différents pigments extraits ont fait l'objet d'une caractérisation d'absorption de la lumière en réalisant un balayage de spectre de 400 à 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible classique.

Les phycobiliprotéines : Les phycobilines sont des pigments principalement présents chez les algues rouges et les cyanobactéries. Comme les caroténoïdes, ce sont des pigments accessoires transférant l'énergie vers les chlorophylles. Ils sont divisés en deux grands groupes : Les phycoérythrine caractérisées par une coloration rouge et les phycocyanines donnant une coloration bleue et émettant une fluorescence rouge.

- **Le pigment d'algue rouge** : La phycoérythrine extraite de *Sphaerococcus sp*, qui est un pigment hydrosoluble, absorbe à une longueur d'onde de 520 nm.

Ce résultat corrobore avec la littérature, ou le maximum d'absorption est enregistrée entre 490 et 570 nm (WILMOTTE, 2008; PERES, 2022, ENCYCLOP. DE LA PLEIADE, 2022) (Figure III.10).

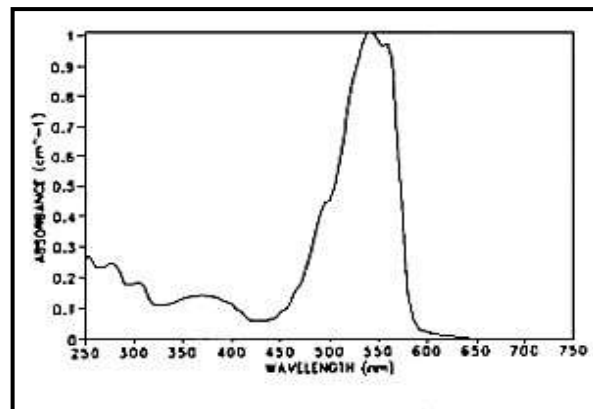


Figure III-10 : Spectre d'absorption de la Phycoérythrine (AGILENT TECHNOLOGIES, 2022)

-**Le pigment des cyanobactéries (algue bleu-verte) (phycocyanine)** :

La phycocyanine (du grec *phyco* signifiant «algue» et *cyanine* venant de la couleur «cyan», qui est dérivé du grec «kyanos» et signifie bleu-vert) est l'association de protéines de la famille des phycobiliprotéines, et de pigments hydrosolubles. Elle absorbe les lumières orange et rouge aux alentours de 610 et 655 nm (WILMOTTE, 2008; PERES, 2022; ENCYCLOP. DE LA PLEIADE, 2022). La phycocyanine extraite absorbe à la longueur d'onde 650 nm.

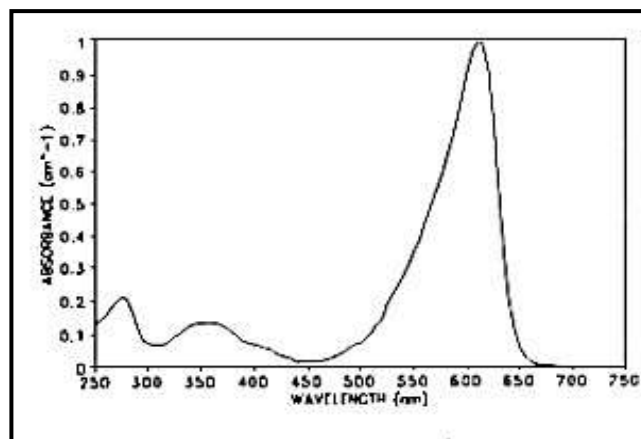


Figure III-11 : Spectre d'absorption de la Phycocyanine (AGILENT TECHNOLOGIES, 2022)

Le pigment d'algue brune *Sargassum spp* (bêta-carotène + fucoxanthine) :

La fucoxanthine est un pigment caroténoïde jaune à brun de certaines algues, dont les algues brunes, absorbant les longueurs d'ondes vers 500–560 nm (bleu-vert) et constituant une composante importante de l'antenne, précisément l'antenne collectrice de ces algues. Le terme fucoxanthine est composé du grec *phûkos* (algue) et *xanthós* (jaune).

Le pigment extrait absorbe à une longueur d'onde 457nm. Le résultat final montre que les algues brune absorbent les rayons lumineux aux alentours de 450nm (PERES, 2022; ENCYCLOP. DE LA PLEIADE, 2022).

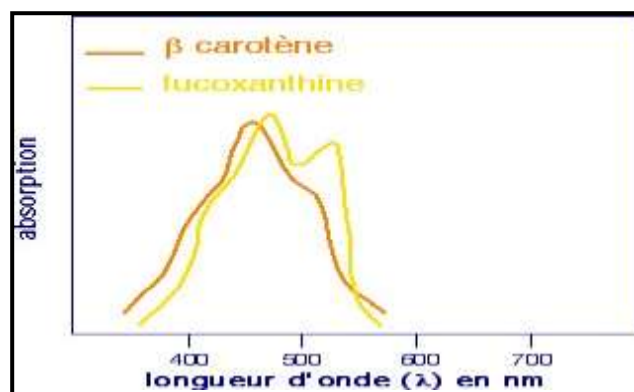


Figure III-12 : Spectre d'absorption du bêta-carotène et de la fucoxanthine (WILMOTTE, 2008)

III.7 Caractéristiques physico-chimiques des crèmes et masque élaborés

Cinq préparations ont été élaborées : quatre émulsions et un masque facial: les deux crèmes de jour, l'une est à base d'extrait de *Cypraea* (2) et l'autre à base d'indigo bleu (3). Quant aux

deux crèmes de nuit, l'une est à base de chitosane (4) et l'autre à base de collagène marin (1). Enfin, le masque facial (5) est à base du chitosane et du collagène marin.

Les produits cosmétiques, y compris les crèmes sont destinées à être utilisés dans différentes conditions de froid, de chaleur et d'humidité, etc, pour s'assurer de la stabilité des préparations, ces dernières ont été stockées à +4°C et à température ambiante. Le suivi a été fait jusqu'à deux mois.

III.7.1 Aspect macroscopique

Au jour 1 : les cinq préparations, de différentes couleurs (roses, bleues, vertes) sont homogènes, lisses, légèrement épaisses, odeur de fleur de lavande (due à la fragrance cosmétique naturelle violette).

Appliquées sur le dos de la main, les crèmes pénètrent rapidement, et laissent une sensation sucrée, évoquant les bonbons à la violette. L'étalement sur un verre à montre met en évidence l'absence de grumeaux.

Au 15^{ème} jour Les émulsions et le masque sont restés stables sans aucune modification de leur aspect initial.

Au 30^{ème} jour Les émulsions et le masque sont restés stables sans aucune modification de leur aspect initial.

Après 2 mois : Les émulsions et le masque sont restés stables sans aucune modification de leur aspect initial (Figure III-13).



Figure III-13 : Aspect macroscopique des crèmes de jour (2 et 3) et de nuit (1 et 4) et du masque facial (5)

III.7.2 Stabilité à la centrifugation des émulsions

Après une centrifugation à une vitesse de 3000 tours/min pendant 10 min. Il n'y a pas eu de séparation de phases pour les émulsions (Figure III-14). Elles sont donc considérées comme stables et homogènes.



Figure III-14 : Stabilité des crèmes cosmétiques à la centrifugation

III.7.3 Aspect microscopique

En fonction de sa structuration interne, les aspects visuels et sensoriels d'une émulsion sont modifiés. Ils dépendent en particulier de la taille des gouttelettes et de la concentration de la phase dispersée. Des distributions homogènes des gouttelettes ont été observées dans les 04 émulsions préparées avec absence de phénomène de floculation. En effet, les gouttelettes sont nombreuses et de très petite taille (Figure III-15).



1 : crème de nuit à base de collagène marin, **2 :** crème de jour à base d'extrait de cypraea, **3 :** crème de jour à base d'indigo bleu, **4 :** crème de nuit à base de chitosane, **5 :** masque facial

Figure III-15 : Observation au microscope photonique des crèmes cosmétiques et du masque (GX400)

III.7.4 Détermination de la valeur du pH

Après avoir effectué des dilutions au 1/10 des émulsions, le pH de des émulsions préparées était entre 5,5 et 6,5 (organisation internationale de normalisation).









De l'ensemble des résultats obtenus, les crèmes et le masque élaborés sont stables sur le plan chimique et l'aspect macroscopique et microscopique.

III.8 Résultats du test de la tolérance cutanée des produits fabriqués

Tous les organismes réglementaires internationaux exigent que les produits de soins de la peau (médicaments topiques, cosmétiques, produits de soins personnels ou nutraceutiques) mis sur le marché ne compromettent pas la santé humaine lorsqu'ils sont appliqués dans des conditions d'utilisation normales et raisonnablement prévisibles.



L'information adéquate doit donc être fournie pour procéder à une évaluation de la sécurité du produit et doit être mentionnée dans le dossier du produit en question avec les preuves de revendications. En général, cette évaluation peut se baser sur la connaissance de la toxicité des ingrédients. Les résultats de la tolérance cutanée des lapins aux crèmes et au masque sont consignés dans le tableau III-6 et tableau III-7.

Tableau III-6 : Résultats de la tolérance cutanée des crèmes de jour et de nuit

Les crèmes	Crème de nuit à l'extrait du chitosane	Crème de nuit à l'extrait du collagène	Crème de jour à l'extrait de Cypraea	Crème de jour à l'extrait d'indigo bleu
Observation après 24 H	 E : 3 Oe : 0	 E : 3 Oe : 0	 E : 0 Oe : 0	 E : 2 Oe : 0
Observation après 72 H	 E : 2 Oe : 0	 E : 1 Oe : 0	 E : 0 Oe : 0	 E : 2 Oe : 0

E : érythème, Oe : œdème

Tableau III-7 : Résultats de la tolérance cutané du masque facial

L'essai	Observation après 24 H	Observation après 72 H
Le masque	 <p style="text-align: center;">E : 0 Oe : 0</p>	 <p style="text-align: center;">E : 0 Oe : 0</p>

E : érythème, Oe : œdème

Au regard des deux tableaux III-6 et III-7, aucun œdème n'a été observé vis-à-vis des 04 crèmes et du masque facial. De même, aucun érythème n'a été observé après 24 H et 72H d'application du masque et de la crème à base de *Cypraea*. Cette dernière a même permis le blanchiment de la peau aussi bien sur la partie scarifiée que non scarifiée. Néanmoins, des érythèmes légèrement visibles (les résultats donnés dans les tableaux correspondent aux ensembles des érythèmes observés au niveau de 6 lapins) ont été remarqués après 24H d'application des crèmes à base d'indigo, à base de collagène et celle à base de chitosane respectivement. Ces érythèmes se sont estompés au bout de 72 H, surtout en ce qui concerne la crème à base de collagène.

III.8.1 Détermination de l'indice d'irritation primaire cutanée

La commercialisation d'un produit cosmétique est soumise à une évaluation scientifique de sécurité préalable dont les méthodes et résultats doivent être inscrits dans le Dossier d'Information Produit (DIP). Concrètement, cela signifie que tout produit cosmétique avant sa mise sur le marché doit subir différents tests permettant d'assurer sa sécurité pour le consommateur.

➤ L'indice d'irritation primaire cutanée de la crème de nuit à l'extrait du chitosane :

$$IP = 3 + 2 / 24 = 0.208$$

IP < 0.5 l'indice d'irritation primaire cutanée indique que la crème de nuit à base de l'extrait du chitosane, n'est pas irritante.

- **L'indice d'irritation primaire cutanée de la crème de nuit à l'extrait du collagène :**

$$IP = 3 + 1 / 24 = 0.166$$

IP < 0.5 l'indice d'irritation primaire cutanée indique que la crème de nuit à base de l'extrait de collagène, n'est pas irritante.

- **L'indice d'irritation primaire cutanée de la crème de jour à l'extrait de Cypraea :**

$$IP = 0 + 0 / 24 = 0$$

IP < 0.5 l'indice d'irritation primaire cutanée indique que la crème de jour à base de l'extrait de la Cypraea, n'est pas irritante.

- **L'indice d'irritation primaire cutanée de la Crème de jour à l'extrait d'indigo bleu :**

$$IP = 2 + 2 / 24 = 0.1666$$

IP < 0.5 l'indice d'irritation primaire cutanée indique que la crème de jour à l'extrait d'indigo bleu, n'est pas irritante.

- **L'indice d'irritation primaire cutanée du masque facial**

$$IP = 0 + 0 / 24 = 0$$

IP < 0.5 l'indice d'irritation primaire cutanée indique que le masque facial, n'est pas irritant.

Les indices d'irritation primaire cutanée pour toutes les préparations testées (crèmes et masque) sont inférieurs à 0.5, ce qui permet de conclure que tous ces produits sont "non irritants"

III.9 Étude de la photoprotection cutanée de différentes crèmes fabriquées

L'évaluation du potentiel photoprotecteur d'une préparation cosmétique est basée sur l'observation de la présence ou non d'un érythème sur la peau qui est recouverte du photoprotecteur et celle non protégée (CHADER, 2020). Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux III-8, III-9, III-10, III-11 et III-12.

Tableau III-8 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris irradiées par les rayons UVB sans protection préalable

N° de souris	Temps d'exposition aux rayons UVB/ Érythème observé									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
1	0	0	0	+	++	-	-	-	-	-
2	0	+	+	++	++	-	-	-	-	-
3	0	0	+	+	++	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	++	++	-	-	-
5	-	-	-	-	-	++	++	-	-	-
6	-	-	-	-	-	+++	+++	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	++	++	+++
8	-	-	-	-	-	-	-	+++	+++	+++
9	-	-	-	-	-	-	-	+++	+++	+++

+++ : Érythème important à grave. ++ : Érythème léger à modéré. + : Érythème très léger (à peine perceptible). 0 : Absence d'érythème. - : Non exposée à la dose d'irradiation UVB

Tableau III-9 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris protégées par une crème de nuit à l'extrait du collagène et irradiées par les rayons UVB

N° de souris	Temps d'exposition aux rayons UVB/ Érythème observé									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
1	0	0	0	+	++	-	-	-	-	-
2	0	0	0	+	+	-	-	-	-	-
3	0	0	0	+	+	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	+	++	-	-	-
5	-	-	-	-	-	++	++	-	-	-

6	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	++	++	++
8	-	-	-	-	-	-	-	++	++	++
9	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+++

+++ : Érythème important à grave. ++ : Érythème léger à modéré. + : Érythème très léger (à peine perceptible). 0 : Absence d'érythème. - : Non exposée à la dose d'irradiation UVB

Tableau III-10 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris protégées par une crème de jour à l'extrait d'indigo bleu et irradiées par les rayons UVB

N° de souris	Temps d'exposition aux rayons UVB/ Érythème observé									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
1	0	0	0	0	+	-	-	-	-	-
2	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
3	0	0	0	0	+	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
5	-	-	-	-	-	0	+	-	-	-
6	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
8	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++
9	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++

+++ : Érythème important à grave. ++ : Érythème léger à modéré. + : Érythème très léger (à peine perceptible). 0 : Absence d'érythème. - : Non exposée à la dose d'irradiation UVB

Tableau III-11 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris protégées par une crème de jour à l'extrait de Cypraea et irradiées par les rayons UVB

N° de souris	Temps d'exposition aux rayons UVB/ Érythème observé									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
1	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
2	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
3	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-
5	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-
6	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
8	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
9	-	-	-	-	-	-	-	0	+	++

+++ : Érythème important à grave. ++ : Érythème léger à modéré. + : Érythème très léger (à peine perceptible). 0 : Absence d'érythème. - : Non exposée à la dose d'irradiation UVB

Tableau III-12 : Manifestations cliniques observées au niveau de la peau des souris protégées par une crème de nuit à l'extrait du chitosane et irradiées par les rayons UVB

N° de souris	Temps d'exposition aux rayons UVB/ Érythème observé									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
1	0	+	+	+	+	-	-	-	-	-
2	0	0	+	+	+	-	-	-	-	-
3	0	+	+	+	++	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	++	++	-	-	-
5	-	-	-	-	-	+	++	-	-	-
6	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-

7	-	-	-	-	-	-	-	++	++	++
8	-	-	-	-	-	-	-	++	++	++
9	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+

+++ : Érythème important à grave. ++ : Érythème léger à modéré. + : Érythème très léger (à peine perceptible). 0 : Absence d'érythème. - : Non exposée à la dose d'irradiation UVB

De l'ensemble des résultats, il en ressort que la crème de jour à base de *Cypraea*, présente une bonne tolérance et une excellente photoprotection suivie de celle à base d'indigo, pour que les crèmes à base de collagène et celle à base de chitosane occupe la troisième position.

III.9.1 Détermination du degré de photoprotection

Le sigle FPS correspond au «facteur de protection solaire» et indique de façon réglementée la protection apportée à une peau par le produit appliqué. En général, le chiffre du FPS indique le temps que la peau peut être exposée au rayonnement ultraviolet sans se brûler. Le F.P.S. lequel permet de classer le potentiel photoprotecteur de l'écran testé.

▪ Détermination du facteur de protection solaire de la crème de nuit à l'extrait du collagène :

F.P.S. : $20/10= 2$

Le F.P.S. est égale à 2, la crème à l'extrait du collagène préparée est classée dans la catégorie des produits à photoprotection minimale (CHADER, 2020).

▪ Détermination du facteur de protection solaire de la crème de jour à l'extrait d'indigo bleu :

F.P.S. : $30/10= 3$

Le F.P.S. est compris entre 2 et 4, la crème à l'extrait du chitosane produite dans notre présent travail est classée dans la catégorie des produits à photoprotection minimale (CHADER, 2020).

▪ Détermination du facteur de protection solaire de la crème de jour à l'extrait de *Cypraea* :

F.P.S. : $80/10= 8$

Le F.P.S. est compris entre 4 et 8, la crème à base de l'extrait de Cypraea produite dans cette étude est classée dans la catégorie des produits à photoprotection modérée ou excellente (CHADER, 2020).

▪ **Détermination du facteur de protection solaire de la crème de nuit à l'extrait du chitosane :**











F.P.S. : 10/10= 1

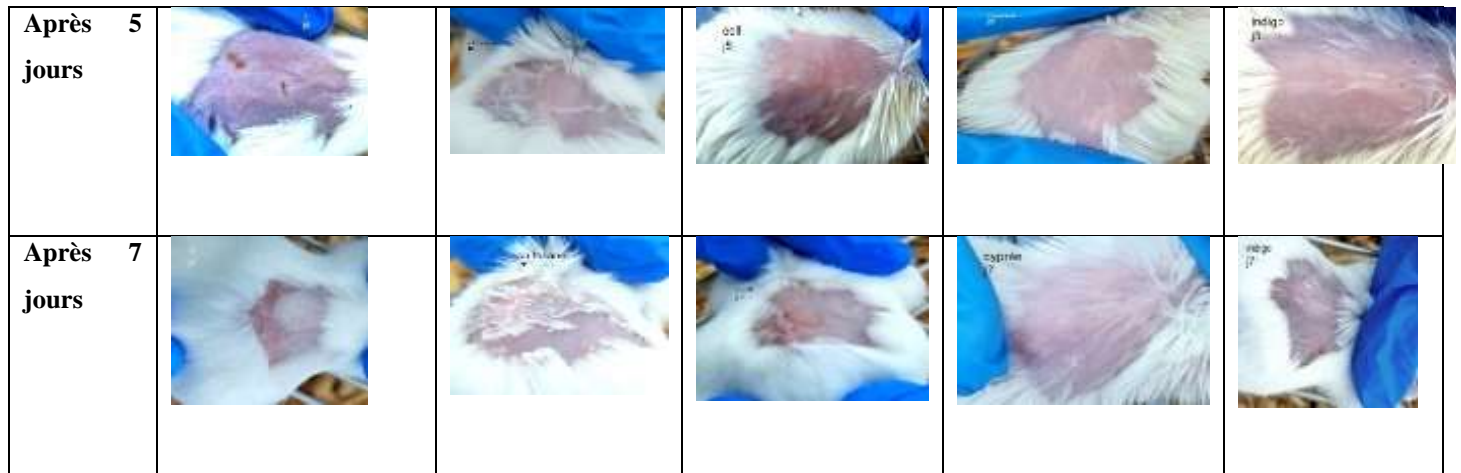
Le F.P.S. est inférieur à 2, la crème à l'extrait d'indigo bleu produite dans notre présent travail est classée dans la catégorie des produits à photoprotection minimale (CHADER, 2020).

La crème de jour à base de Cypraea présente le facteur de protection solaire le plus élevé, elle est classée dans la catégorie des produits à photoprotection modérée ou excellente. Les autres émulsions à savoir la crème à base de collagène, celle à base de chitosane et celle à base d'indigo sont classés parmi les produits à photoprotection minimale.

III.9.2 Observation des résultats du test de la photoprotection après plusieurs jours

Tableau III-13 : Pouvoir photoprotecteur des crèmes cosmétiques après 10 jours de traitement aux UV

Essai par jour	Témoin négatif	Crème de nuit à l'extrait du chitosane	Crème de nuit à l'extrait du collagène	Crème de jour à l'extrait de Cypraea	Crème de nuit à l'extrait d'indigo bleu
Après un jour					
Après 3 jours					



Les produits cosmétiques par voie topique tels que les crèmes contiennent plusieurs substances qui sont capables :

- Soit d'absorber les UV et de convertir leur énergie en chaleur : filtres organiques ou chimiques comme le benzophénone ou l'acide para-aminobenzoïque,
- Soit de réfléchir les UV comme un écran : filtres inorganiques ou physiques comme le dioxyde de titane ou l'oxyde de zinc.
- D'autres substances entrent dans la composition des crèmes solaires. Elles n'ont pas pour but de bloquer les UV mais d'augmenter les capacités de réparation ou de protection vis-à-vis des dommages cellulaires liés aux radicaux libres. Il s'agit par exemple de molécules antioxydantes comme les vitamines E et C, le bêta-carotène ou les flavonoïdes.

Toutefois, il apparaît que ces crèmes n'ont que peu d'efficacité concernant leur effet antioxydant (BALAGULA ET AL., 2018).

Après 10 jours de traitement aux UV artificiels, la crème de jour à base de *Cypraea* semble la plus efficace et possède un FSP excellent, on assiste même à une excellente régénération de la peau pour les essais des crèmes de nuit à base de chitosane, de collagène, ainsi que la poussée des poils à partir du 7^{ème} jour.

III.10 Résultat du savon

III.10.1 Pouvoir nettoyant et moussant

La gamme de savons élaborée dans la présente étude possède un excellent pouvoir nettoyant et moussant comme illustrée ci-dessous (figure III-16), aucune trace de graissage n'apparaît sur le papier après lavage des mains au savon.



Figure III-16 : Évaluation du pouvoir nettoyant et moussant du savon

De même en ce qui concerne l’empreinte d’une main poussiéreuse sur une boîte contenant la gélose PCA, on a remarqué la croissance des bactéries sur cette dernière après 24 heures d’incubation (Figure III-17).

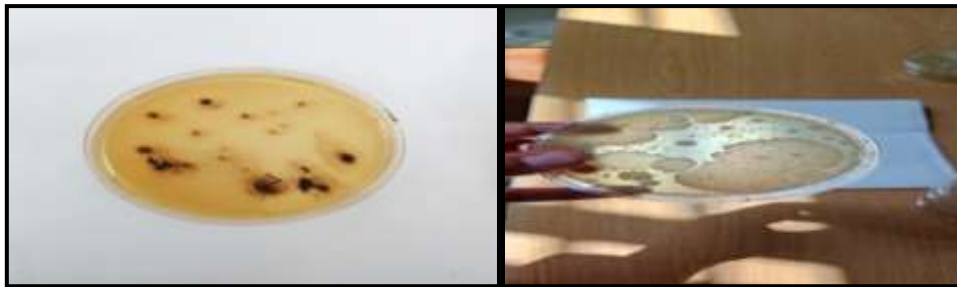


Figure III-17: Résultat de l’empreinte faite avec une main poussiéreuse sur une gélose PCA. Tandis que la deuxième empreinte faite après nettoyage des mains avec le savon élaboré, on a observé l’absence des germes, ce qui démontre le pouvoir nettoyant et désinfectant voir bactéricide du savon élaboré (Figure III-18).



Figure III-18 : Résultat de la deuxième empreinte faite avec une main nettoyée au savon produit

III.10.2 Activité antibactérienne

L'activité antimicrobienne du savon vis-à-vis des germes pathogènes, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, a été évaluée en utilisant la méthode des disques sur gel. L'inhibition est notée positive si le diamètre est supérieur à 6 mm (THOMPSON ET AL., 1996). Trois échantillons ont été testés pour leur pouvoir antimicrobien. Il s'agit du savon, de l'eau de javel, et de l'eau distillée.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau III-14 ci-dessous :

Tableau III-14 : Pouvoir antibactérien du savon vis-à-vis des souches pathogènes testées

	Témoin négatif	Eau de javel	Eau distillée	Savon
<i>E.coli</i>	-	3cm	-	-
<i>S.aureus</i>	-	3cm	-	1cm
<i>P.aeruginosa</i>	-	3cm	-	-

(-) signifie absence de d'activité inhibitrice.

Le témoin négatif n'a montré aucune activité antibactérienne contre les germes pathogènes, d'origine marine, testés.

Au regard du tableau III-14, aucune activité antibactérienne n'a été détectée contre tous les germes cibles pour l'eau distillée.

Cependant, l'eau de javel a présenté trois activités inhibitrices ($\varnothing > 2\text{mm}$) deux vis-à-vis des bacilles à Gram négatif *E.coli* et *P. aeruginosa* et l'autre contre un cocci à Gram positif *Staphylococcus aureus* (Figure III-19).

Une activité inhibitrice du savon élaboré a été détectée contre un cocci à Gram positif "*S.aureus*" avec un diamètre d'inhibition de 1 cm (Figure III-19).

On conclut que la gamme de savons possède un fort pouvoir mouillant et moussant avec une activité antibactérienne dirigée contre *Staphylooccus aureus*.

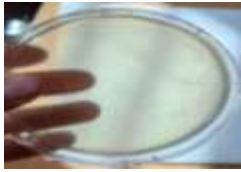
















Figure III-19 : Activité inhibitrice du savon vis-à-vis de *S.aureus* et l'absence de l'activité antibactérienne contre *E. coli* et *P.aeruginosa*

III.11 Qualité microbiologique des produits cosmétiques fabriqués

Les résultats du contrôle microbiologique des produits cosmétiques élaborés sont présentés dans le tableau III-15.

Tableau III-15 : Résultats du contrôle de la pureté microbienne des crèmes de jour et de nuit





Les crèmes Les milieux	Crème de nuit à l'extrait du chitosane	Crème de nuit à l'extrait du collagène	Crème de jour à l'extrait de Cypraea	Crème de nuit à l'extrait d'indigo bleu
PCA (DGAT)	 04 UFC/g Normes $\leq 10^2$ UFC/g	 00 UFC/g Normes $\leq 10^2$ UFC/g	 05 UFC/g Normes $\leq 10^2$ UFC/g	 02 UFC/g Normes $\leq 10^2$ UFC/g
Cétrimide (P.a)	 00 UFC/g Normes : absence	 00 UFC/g Normes : absence	 00 UFC/g Normes : absence	 00 UFC/g Normes : absence
Chapman (S.a)	 00 UFC/g Normes : absence	 00 UFC/g Normes : absence	 00 UFC/g Normes : absence	 00 UFC/g Normes : absence

Sabouraud (DLMT)				
	05 UFC/g Normes $\leq 10^1$ UFC/g	01 UFC/g Normes $\leq 10^1$ UFC/g	00 UFC/g Normes $\leq 10^1$ UFC/g	04 UFC/g Normes $\leq 10^1$ UFC/g

DGAT : le nombre des germes aérobies totaux, **DLMT** : le nombre total des levures et moisissures, **P.a** : *Pseudomonas aeruginosa*, **S.a** : *Staphylococcus aureus*

Selon la pharmacopée européenne, les produits finis (les différentes crèmes fabriquées) ont une qualité microbiologique satisfaisante, vu qu'il y a une absence de germes aérobies totaux, des levures et moisissures, Ainsi qu'une absence totale des germes spécifiques : *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*. Ces résultats indiquent que les produits finis sont conformes (GARLOCK, 2011; DAIKH ET DAFRI, 2017; BUTIN ET PROVENCE, 2022).

Tableau III-16 : Résultats du contrôle de la pureté microbienne des patchs yeux





Les milieux	PCA (DGAT)	Cétrimide (P.a)	Chapman (S.a)	Sabouraud (DLMT)
L'observation				
	04 UFC/g Normes $\leq 10^3$ UFC/g	00 UFC/g Normes : absence	00 UFC/g Normes : absence	06 UFC/g Normes $\leq 10^2$ UFC/g

DGAT : le nombre de germes aérobies totaux, **DLMT** : le nombre total des levures et Moisissures, **P.a** : *pseudomonas aeruginosa*, **S.a** : *staphylococcus aureus*

Selon la pharmacopée européenne, les produits finis (les patchs fabriquées) ont une qualité microbiologique satisfaisante, vu qu'il y a une présence négligeable de germes aérobies totaux, des levures et moisissures, Ainsi qu'une absence totale des germes spécifiques : *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*. ces résultats indiquent que les patchs finis

fabriquées sont conformes (GARLOCK, 2011; DAIKH ET DAFRI, 2017; BUTIN ET PROVENCE, 2022).





Tableau III-17 : Résultats du contrôle de la pureté microbienne du masque facial

Les milieux	PCA (DGAT)	Cétrimide (P.a)	Chapman (S.a)	Sabouraud (DLMT)
L'observation	 <p>07 UFC/g Normes $\leq 10^2$ UFC/g</p>	 <p>00 UFC/g Normes : absence</p>	 <p>00 UFC/g Normes : absence</p>	 <p>03 UFC/g Normes $\leq 10^1$ UFC/g</p>

DGAT : le nombre de germes aérobies totaux, **DLMT** : le nombre total des levures et Moisissures, **P.a** : *pseudomonas aeruginosa*, **S.a** : *staphylococcus aureus*

Selon la pharmacopée européenne, le produit fini (le masque facial) a une qualité microbiologique satisfaisante, vu qu'il y a une présence négligeable de germes aérobies totaux, des levures et moisissures, Ainsi qu'une absence totale des germes spécifiques : *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, ces résultats indiquent que le masque fini fabriqué est conforme (GARLOCK, 2011; DAIKH ET DAFRI, 2017; BUTIN ET PROVENCE, 2022).

Tableau III-18 : Résultats du contrôle de la pureté microbienne des savons

Les milieux	PCA (DGAT)	Cétrimide (P.a)	Chapman (S.a)	Sabouraud (DLMT)
L'observation	 <p>02 UFC/g Normes $\leq 10^3$ UFC/ g</p>	 <p>00 UFC/g Normes : absence</p>	 <p>00 UFC/g Normes : absence</p>	 <p>01 UFC/g Normes $\leq 10^2$ UFC/ g</p>

DGAT : le nombre de germes aérobies totaux, **DLMT** : le nombre total des levures et Moisissures, **P.a** : *pseudomonas aeruginosa*, **S.a** : *staphylococcus aureus*

Selon la pharmacopée européenne, le savon possède aussi une qualité microbiologique satisfaisante, vu qu'il y a une absence de germes aérobies totaux, des levures et moisissures, Ainsi qu'une absence totale des germes pathogènes spécifiques : *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, ces résultats indiquent que le savon fini fabriqué est conforme (GARLOCK, 2011; DAIKH ET DAFRI, 2017; BUTIN ET PROVENCE, 2022).

Conclusion et perspectives

L'objectif de cette étude est la valorisation biotechnologique des produits et des coproduits marins à partir des crustacées, des poissons et des algues, et leur utilisations pour élaborer une gamme de produits cosmétiques (savons, crèmes de jours et de nuit, masque pour le visage et patches anticernes) aux propriétés hydratantes, blanchissantes, anti-âge et anti-masque de grossesse.

En effet, un panel de ressources marines a été utilisé pour formuler une variété de préparations "bio" et 100% naturelles. Un mélange de carapaces de crevettes (*Aristeus antennatus* et *Parapenaeus longirostris*) a été utilisé pour produire du chitosane. Le collagène a été extrait à partir de trois types de peaux de poissons (sole, seiche et raie). Cinq types d'algues, *Padina pavonica*, *Sargassum muticum*, *Spiruline*, *Jania Rubens*, *Sphaerococcus sp*, ont été incorporées dans les différentes préparations sous forme de poudre, de pigments et eaux d'algues. D'autres ingrédients d'origine marine ont été exploités telles que l'écume de mer, la coquille de mollusque porcelaine, les huiles de poissons, ect.

De l'ensemble des résultats obtenus, il en ressort :

- La détermination de la composition biochimique des carapaces de crevettes a montré que les cendres et les protéines sont majoritaires.
- Le chitosane obtenu par extraction chimique est de bonne qualité, avec un grand degré de désacétylation (98%), une solubilité excellente dans l'acide acétique, idéal pour la cosmétologie.
- Les rendements de l'extraction du chitosane et du collagène sont très satisfaisants.
- Les pigments d'algues marines rouges, bleues, brunes qui sont la phycoérythrine, la phycocyanine et la fucoxanthine absorbent les rayons lumineux aux alentours de 520, 650, 457 nm respectivement.
- Les deux types de crèmes de jour à l'extrait de *Cypraea* et d'indigo bleu, ainsi que celles de nuit à l'extrait du chitosane et du collagène marin, ont été satisfaisants sur le plan physico-chimique (pH, stabilité, aspect macroscopique et microscopique).
- L'évaluation du test de la tolérance cutanée en appliquant ces émulsions et le masque facial sur les lapins a montré que ces produits sont non toxiques, de même, la valeur de l'indice d'irritation primaire cutanée est inférieure à 0,5, ce qui indique que les produits sont non irritants.
- La détermination du facteur de protection solaire (F.P.S.) a permis de classer les crèmes de jour à l'extrait d'indigo bleu, les crèmes de nuits à l'extrait du collagène et du chitosane

parmi les produits à photoprotection minimale. Par contre, la crème de jour à l'extrait de cypraea a montré une photoprotection modérée ou excellente.

- La caractérisation des savons indiquent qu'ils possèdent un pouvoir nettoyant et moussant très important. L'évaluation de leur activité antibactérienne a révélé une activité inhibitrice vis-à-vis de "*S.aureus*".
- L'évaluation de la qualité microbiologique de la gamme des produits cosmétiques (crèmes visage, masque facial, savons et patchs yeux), a montré qu'elle est conforme à la pharmacopée européenne,

À la lumière de ces premiers résultats, il apparaît clairement que les coproduits marins méritent une attention particulière car ils constituent une mine de biomolécules bioactives aux propriétés cosmétiques multiples.

À l'avenir, il serait intéressant de:

- Optimiser le procédé d'extraction du chitosane à partir des coproduits de crevettes afin d'augmenter son rendement, et mettre en évidence les activités biologiques (activité analgésique, antioxydante, antidiabétique, antihypertensive, cytotoxique et anti-inflammatoire).
- Étudier les mécanismes biologiques mis en œuvre au cours de la cicatrisation en présence du chitosane en suspension ainsi que ses propriétés antibactériennes.
- Explorer les activités biologiques des autres constituants des coproduits de crevettes tel que les pigments, les protéines et les minéraux.
- Poursuivre la caractérisation des émulsions formulées afin d'améliorer la texture et la stabilité.

Références bibliographique

- **AGENDA CULTUREL. (2022).** Les différents types de savon. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <http://tpe-savon-myw.e-monsite.com/pages/les-differents-type-de-savon.html>.
- **AGILENT TECHNOLOGIES. (2022).** Advancing Glycosciences Together. [en ligne]. [Consulté le : 24/06/2022]. Disponible sur le web : <https://explore.agilent.com/advancing-glycosciences-together>.
- **AIT-ALOUACHE, K. (2022).** Produits cosmétiques et parfums : Un chiffre d'affaires de plus d'1,5 milliard de dollars - Société. El Moudjahid. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.elmoudjahid.dz/fr/societe/produits-cosmetiques-et-parfums-un-chiffre-d-affaires-de-plus-d-1-5-milliard-de-dollars-266>.
- **ALIOZE. (2022).** Chiffres Beauté 2021-2022, Tendances Marché - France & Monde. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.alioze.com/chiffres-beaute>.
- **ALOESKIN. (2022).** EyeSkin | Le Patch Anti-Cernes – AloeSkin. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://aloeskin.fr/products/patch-eyeskin>.
- **ANGELIQUE, M. (2004).** Types de masques pour le visage - Châtelaine. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://fr.chatelaine.com/beaute/maquillage/types-de-masques-pour-le-visage>.
- **ANTONY SUBAQUATIQUE. (2022).** Définition et caractéristiques communes aux mollusques. [en ligne]. [Consulté le : 19/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/mollusques/>.
- **AOAC. (1999).** Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Washington : DC., [en ligne]. [Consulté le : 15/06/2022]. Disponible sur le web : <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>.
- **AOAC. (1990).** Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC. - References - Scientific Research Publishing. [en ligne]. [Consulté le : 15/06/2022]. Disponible sur le web : [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1929875](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1929875).
- **AOAC. (1980).** Association of official analytical chemists. Official methods of analysis. Washington: DC [en ligne]. [Consulté le : 15/06/2022]. Disponible sur le web : https://www.domainex.co.uk/services/analytical-sciences?gclid=Cj0KCQjwoJX8BRCZARIsAEWBFMK8eTC0qAxUc3VCl_bIlbCaQ7L4Gef8AcH3bSxGu4Q7ajrIuXefWTwaAuPyEALw_wcB.
- **AOUDIA, F. (2017).** Étude du pouvoir émulsifiant de tensioactifs cationiques pour l'industrie cosmétique. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://docplayer.fr/211273272-Faculte-des-sciences-departement-de-chimie-domaine-sciences-de-la-matiere-filiere-chimie-memoirede-master-specialite-chimie-pharmaceutique.html>.
- **AQUAPORTAIL. (2022).** Famille Sargassaceae (Sargassacées). [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.aquaportail.com/taxonomie-famille-21-sargassaceae.html>.

- **AROMA ZONE. (2022).** Fragrance cosmétique naturelle Violette - Aroma-Zone. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/fragrance-cosmetique-naturelle-violette>.
- **AROMA ZONE. (2022).** Absolue de feuilles de Violette : propriétés et utilisations - Aroma-Zone. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/absolue-violette-feuilles-aroma-zone?page=library>.
- **AROMA-ZONE. (2022).** Conservateur Cosgard - Aroma-Zone. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/conservateur-cosgard-aroma-zone>.
- **ARTÉMIS. (2014).** Trucs et astuces de nos grand-mères 161, [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.cartotheque.com/vie-pratique-sante-bien-etre/1730-trucs-astuces-de-nos-grands-meres-tous-leurs-secrets-9782816002041.html>.
- **ARVANITTOYANNIS, I., KASSAVETI, A. (2007).** Fish industry waste : Treatments, environmental impacts, current and potential uses. *Int. J. Food Sci. Technol.* 43, [en ligne] 726–745. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x>.
- **BALTIMORE, L. (1990).** Biochimie des protéines BCM514. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://biochimiedesproteines.espaceweb.usherbrooke.ca/3f.html>.
- **BARIBEAU, H. (2011).** Spiruline : bio ou non, quels sont ses bienfaits. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.passeportsante.net/>. URL <https://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=spiruline> ps.
- **BAZIZI, Y. (2019).** Situation nationale de la production halieutique et aquacole des poissons, crustacés, mollusques. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : https://www.ons.dz/IMG/pdf/peche_2019.pdf.
- **BELGAID, S., CHIKHOUN, L. (2013).** Étude de l'activité antimicrobienne et antifongique des extraits du phlomis bovei de noe-préparation d'une forme pharmaceutique. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/24666/memoire%20final%202021%20vra it%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- **BELLOUTI, F., HADJ DJILANI, S. (2018).** Préparation de chitosane à partir des carapaces de crevettes : étude et caractérisations. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <http://193.194.80.11/jspui/bitstream/123456789/2619/1/Pr%C3%A9paration%20de%20chit osane%20%C3%A0%20partir%20des%20carapaces%20de%20crevettes%20%20%C3%A9 tude%20et%20caract%C3%A9risations.pdf>.
- **BEN SLIMANE, E., SADOK, S. (2015).** Extraction du collagène à partir des écailles de la carpe commune *Cyprinus carpio*. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <http://www.instm.agrinet.tn/images/Bulltin/Bull.2015-N.Spécial/18.pdf>.

- **BENJAMIN, M. (2022).** *Undaria pinnatifida* – Macro-Algue brune originaire d’Asie. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.codif-tn.com/wp-content/uploads/2016/02/ACTIPORINE-8G-FICHE-BOTANIQUE-FR.pdf>.
- **BOULEMZAOU, R., ZAIDI, I. (2020).** Evaluation des propriétés pharmacologiques « activités anti-oxydante et antidiabétique » des huiles extraites à partir de la chair et des coproduits de poisson 118, [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/16068/Mémoire%20M2%20In%20vivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- **BRADFORD, M. M. (1976).** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2), [en ligne] 248-254. [Consulté le : 15/06/2022]. Disponible sur le web : https://www.google.dz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjn8_WXkYrtAhXuRRUIHZCZDpgQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.sciencedirect.com%2Fscience%2Farticle%2Fpii%2F0003269776905273&usg=AOvVaw3F51XMwqnZHN4Kck6te7sr.
- **BUG-JARGAL, H. (1826).** Indigotier : Définition d’INDIGOTIER. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.cnrtl.fr/definition/indigotier>.
- **BUTIN, M., PROVENCE, A. (2022).** Un référentiel essentiel au contrôle de qualité des produits cosmétiques. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.cosmed.fr/app/uploads/2021/11/catalogue-formation-2022.pdf>.
- **CAULLET, L., DOS SANTOS, A., KNIPPER, G. (2018).** Les émulsions alimentaires et cosmétiques. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <http://ensaia.univ-lorraine.fr/telechargements/rapport-final-emulsions-2018.pdf>.
- **CHADER, H. (2020).** Etude de la photoprotection cutanée d’un écran solaire. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi-4HF9PT4AhWP8IUKHR97DH4QFnoECB0QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.sciencedirect.com%2Fscience%2Farticle%2Fam%2Fpii%2FS1766730518300378&usg=AOvVaw1IfcWaLfZa_cOuWMBC6HeT.
- **CHADER, S., TOUZI, A. (2001).** Biomasse Algale : Source Énergétique et Alimentaire. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : https://www.cder.dz/download/bio_6.pdf.
- **CHEMILLIER, N. (2020).** Les algues en cosmétique : quels bienfaits pour la peau. L’ODAÏTÈS. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.lodaites.com/blogs/news/algues-cosmetique>.
- **Chloé, R. (2021).** Les 5 bienfaits surprenants de l’huile de foie de morue. CNEWS. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.cnews.fr/nutrition/2021-05-21/ces-5-bienfaits-surprenants-de-lhuile-de-foie-de-morue-1083395>.

- **Claire, M. (2022).** Patch cosmétique : à chaque zone du visage son patch beauté - Marie Claire. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.marieclaire.fr/patch-beaute,1284504.asp>.
- **CLARINS. (2022).** Laitue de mer - bienfaits et vertus sur la beauté et la santé - Clarins. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.clarins.ch/fr/decouvrir-le-tour-du-monde-en-80-plantes/laitue-de-mer.html>.
- **CNOKAERT, J., GUILLET, F., IGEN BIOTECHNOLOGIES ET SECTEUR MEDICO-SOCIAL, 2022.** Livre Emulsions.indb 21. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://cdn.reseau-canope.fr/archivage/valid/156606/156606-23234-29410.pdf>.
- **DAIKH, T., DAFRI, F., 2017.** Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique de la Fluvastatine LDM 80 mg. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2017/Contrôle%20qualité%20physico-chimique%20et%20microbiologique%20de%20la%20FLUVASTATINE%20LDM%2080%20mg.pdf>.
- **DERMALOGICA. (2021).** L'utilisation de l'acide hyaluronique dans sa routine de soin. dermalogica.fr. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://dermalogica.fr/blogs/news/acide-hyaluronique-quels-bienfaits-pour-la-peau>.
- **DESBRIÈRES, J. (2002).** Chitine et chitosane. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://new.societechimiquedefrance.fr/wp-content/uploads/2019/12/2002-nov-dec-258-259-NT9-Desbrieres.pdf>.
- **DJILALI, S., KHEROUNI, N. (2016).** Etude comparative de l'activité antimicrobienne des extraits éthanolique et méthanolique d'algues marines 72, [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <http://www.univ-bejaia.dz/xmlui/handle/123456789/5364>.
- **DOSSIN, J.-L., SUBGALATEE, L.C. (2013).** JI Dossin Subgalatee-le Chesnay 78 47, [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://subgalatee.fr/contacts/responsables-de-section>.
- **EL HOUDA, H. N. (2017).** Evaluation de la qualité organoleptique, hygiénique et nutritionnelle du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L., 1758), [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <http://193.194.80.11/jspui/bitstream/123456789/1715/1/Evaluation%20de%20la%20qualit%C3%A9%20organoleptique%2C%20hygi%C3%A9nique%20et%20nutri.pdf>.
- **Encyclop. de la Pléiade. (2022).** Diversité et complémentarité des métabolismes. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.gallimard.fr/Catalogue/GALLIMARD/Encyclopedie-de-la-Pleiade>.
- **FAO. (2020).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2020 | FAO | Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://doi.org/10.4060/ca9229fr>.
- **FERNANDEZ-KIM, S.-O. (2004).** Physicochemical and functional properties of crawfish chitosan as affected by different processing protocols. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web :

- https://scholar.google.com/scholar_url?url=http://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi%3Farticle%3D2337%26context%3Dgradschool_theses&hl=fr&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&d=13443800142769168945&ei=wgLIX534BdG1mAH93bfoAQ&scisig=AAGBfm3cx_JEKQT8FikxkqWptSKn4tynvAFischer, W., 1987. FICHES FAO D'IDENTIFICATION DES ESPECES POUR LES BESOINS DE LA PECHE.
- **FISHER, W., SCHNEIDER, M., BAUCHOT, M. (1987).** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. *Méditerranée et Mer noire. Zone de pêche*, 37, [en ligne] 1186-1189. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10018844246>.
 - **Formule beauté. (2022).** Cosgard - Conservateur agréé Bio. Formule Beauté. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.formulebeaute.com/boutique/ingrédients/conservateurs/cosgard>.
 - **GARLOCK, S. (2011).** Contrôle de la qualité de lavage, désinfection et séchage des véhicules de transport des porcs vivants. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : [https://www.cpc-ccp.com/uploads/userfiles/files/4710%20Guide%20Controle%20QualitéLavageCamion_bas%20résolution%20\(1\).pdf](https://www.cpc-ccp.com/uploads/userfiles/files/4710%20Guide%20Controle%20QualitéLavageCamion_bas%20résolution%20(1).pdf).
 - **Gofarana, W., Nasrul, W., Hari, D. (2020).** Ulvan, a Polysaccharide from Macroalga Ulva sp.: A Review of Chemistry, Biological Activities and Potential for Food and Biomedical Applications. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web: https://www.researchgate.net/publication/343523900_Ulvan_a_Polysaccharide_from_Macroalga_Ulva_sp_A_Review_of_Chemistry_Biological_Activities_and_Potential_for_Food_and_Biomedical_Applications.
 - **GOVERNEMENT SEMAINE DE L'INDUSTRIE. (2022).** Beauté, cosmétique | Semaine de l'industrie. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.semaine-industrie.gouv.fr/decouvrir-l-industrie/beaute-cosmetique>.
 - **GUESMI, K., HENNOUS, M.D. (2021).** Valorisation biotechnologique des coproduits de crustacés : étude du pouvoir antimicrobien du chitosane et traitement d'une eau contaminée par *Legionella pneumophila*. Mémoire d'ingénieur et de master en sciences de la mer, option : Biotechnologie Marine. Dely Brahim; Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral. 99p.
 - **GUIDE DES FAMILLES ET ESPÈCES. (2022).** Mollusques bivalves. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : https://www.drieecrassus.gouv.fr/IMG/pdf/220222v7_guide_unio-crassus_web.pdf.
 - **GUILLOT, J.P., GIAUFFRET, J.Y., MARTINI, M.C., GONNET, J.F., SOULE, G. (1979).** Etudes de tolérances oculaire et cutanée chez le lapin de différents échantillons d'esters d'acides gras. *Int. J. Cosmet. Sci.* 1, [en ligne] 265–290. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://doi.org/10.1111/j.1467-2494.1979.tb00222.x>.
 - **HADDAB, M., KORTBI, R. (2020).** Extraction de biomolécules à haute valeur ajoutée à partir des coproduits de crustacés en vue d'une valorisation comme ingrédients fonctionnels dans les domaines alimentaire et pharmaceutique. Mémoire d'ingénieur et de master en sciences de la mer, option : Biotechnologie Marine. Dely Brahim; Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral. 101p.

- **HADDEN, N. (2018).** Bienfaits de la gomme d'acacia (Gomme arabique Hachab) pour la santé - Blog Alwosta: Bienfaits et Remèdes. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : https://www.alwosta.tn/fr/blog/89_12-bienfaits-de-la-gomme-d-acacia-gomme-arabique-hachab-pour-la-sante.html.
- **HAFSA, J., SMACH, M., CHARFEDDINE, B., LIMEM, K., MAJDOUB, H., ROUATBI, S. (2016).** *Antioxidant and antimicrobial properties of chitin and chitosan extracted from Parapenaeus Longirostris shrimp shell waste.* [en ligne]. In Annales Pharmaceutiques Françaises. [Consulté le : 05/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003450915000875>.
- **HERINARIVO, A.F. (2016).** Production de chitine et de chitosane à partir des déchets de crabes de mangrove (*Scylla serrata*) par voie chimique : application au traitement des eaux usées d'imprimerie. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/herinarivoArmandineF_PC_MAST_16.pdf.
- **INSTITUT SCIENTIS - RECHERCHE-CONCEPTION-REGLEMENTATION. (2022).** Évaluation de la sécurité microbiologique des produits cosmétiques dans le cadre du règlement européen n° 1223/2009 : focus sur les normes. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <http://www.laboratoire-scientis.fr/theme/docs/Evaluation%20microbiologique%20de%20la%20securite%20des%20produits%20cosmetiques%20-%202021.pdf>.
- **JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPEENNE. (2009).** Règlement (CE) no 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques 151, [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:fr:PDF>.
- **JULIEN, F. (2022).** Une opportunité pour les cosmétiques sur le marché chinois. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.openstring.io/opportunité-chine-marques-cosmetiques>.
- **KEFIL, S. (2020).** Valorisation biotechnologique des coproduits de crevettes : Etude du pouvoir antimicrobien et anti-inflammatoire du chitosane. Mémoire d'ingénieur et de master en sciences de la mer, option : Biotechnologie Marine. Dely Brahim; Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral. 70p.
- **KURITA, K.(2006).** Chitin and chitosan: functional biopolymers from marine crustaceans. *Marine Biotechnology*, 8(3), [en ligne] 203-226. [Consulté le : 19/04/2022]. Disponible sur le web : <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10126-005-0097-5.pdf>.
- **Lablack, M. (2012).** Extraction et purification du collagène à partir de la peau et de écailles du tilapia du Nil adulte (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758). [en ligne]. [Consulté le : 20/04/2022]. Disponible sur le web : <https://theses.univ-oran1.dz/document/TH3566.pdf>.
- **Lafaurie, L. (2021).** Collagène marin : quels sont ses bienfaits et dangers. [en ligne]. [Consulté le : 20/04/2022]. Disponible sur le web : <https://www.passeportsante.net/beaute-et-soins-g158/Fiche.aspx?doc=collagene-marin-bienfaits-dangers>.
- **Lardeau, L. (2011).** La cosmétique maison, nouvelle tendance entre écologie et loisir : le regard du pharmacien 149. [en ligne]. [Consulté le: 20/04/2022]. Disponible sur le web :

- <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiD5fCxhPX4AhXUSsAKHcvcCsEQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Ffaurore.unilim.fr%2Ftheses%2Fnxfile%2Fdefault%2Fbbb8d5df-65fc-4b0b-9723-52e91a52e1ba%2Fblobholder%3A0%2FP20113357.pdf&usg=AOvVaw3EdQwUSmQVX3bDB0yB1JcD>.
- **Lassoued, J., Ben Slimane, E., Sadok, S., Bejaoui, N. (2022).** Extraction du collagène à partir du byssus de la moule *Mytilus gallprovincialis*. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://docplayer.fr/224709477-Extraction-du-collagene-a-partir-du-byssus-de-la-moule-mytilus-gallprovincialis.html>.
 - **Laurent, Iacombe. (2022).** GASTEROPODE FOSSILE DES LANDES, CYPRAEA. eBay. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.ebay.fr/itm/153449941776>.
 - **Leberrigaud, L. (2020).** Spiruline : les bienfaits de l' "algue bleue verte" - Greenweez magazine. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.greenweez.com/magazine/zoom-sur-la-spiruline-26801>.
 - **LIU, Z., HOU, Y., HE, C., WANG, X., CHEN, S., HUANG, Z., CHEN, F.(2020).** Enhancement of linoleic acid content stimulates astaxanthin esterification in *Coelastrum* sp. *Bioresource Technology*, 300, [en ligne] 122649. [Consulté le : 27/10/2020]. Disponible sur le web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852419318784>.
 - **LSCV. (2013).** Tests sur les animaux. LSCV. [en ligne]. [Consulté le : 16/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.lscv.ch/tests-sur-les-animaux>.
 - **LUCAS. (2022).** Histoire naturelle des crustacés, des arachnides et des myriapodes. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.amazon.fr/Histoire-Naturelle-Crustaces-Arachnides-Myriapodes/dp/1271025116>.
 - **LUCAS. (1846).** Biologie et dynamique de la population de la crevette rose *Parapenaeus longirostris* pêchée au niveau de la côte oranaise. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.ebay.fr/itm/202652704904>.
 - **MATHIS COCHET, W. (2021).** Les bienfaits de l'huile de lin. Trust Soc. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://thetrustsociety.fr/blogs/la-vie-en-jaune/quels-sont-les-bienfaits-de-l-huile-de-lin>.
 - **MAUDE, S. (2020).** Huile de foie de morue : bienfaits, dangers, anti Covid-19, [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-nutrition/2676683-huile-de-foie-de-morue-covid-19-bienfaits-dangers-gelule-liquide-vertus-vitamine-d-ou-acheter/>.
 - **MECHEDDOU, C., BARR, K. (2018).** Valorisation des carapaces des crevettes dans la dépollution des eaux: Extraction du chitosane et optimisation des procédés, [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <http://193.194.80.38:8080/jspui/handle/123456789/4372>.
 - **MOMEIN, N. (2022).** Savon. Wikipédia. [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://sites.google.com/site/tpefficacitedusavon/bibliographie>.
 - **MONTAGNAT-RENTIER, C. (2014).** Vieillesse de la peau et les produits cosmétiques anti-âge actuels en pharmacie: la réglementation, leur composition, leur

- efficacité et l'attente des clients 158, [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00951115/document>.
- **MYRIAM, G. (2022).** Masque visage : à quoi ça sert ? - Conseils beauté. [en ligne]. [Consulté le : 15/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.pharma-gdd.com/fr/le-masque-visage-a-quoi-ca-sert>.
 - **NAGAI, T., SUZUKI, N. (2000).** Isolation of collagen from fish waste material — skin, bone and fins. Food Chem. 68, [en ligne] 277–281. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00188-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00188-0).
 - **NATURE AZ. (2021).** Chitosan : Bienfaits, vertus, posologie, contre-indications | Nature AZ. Herboristerie En Ligne Bio Plante Prod. Nat. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://natureaz.com/plantes-et-actifs/chitosan-bienfaits-et-vertus/>.
 - **OOREKA SANTE. (2022).** Bien choisir son masque pour le visage - Ooreka. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://soin-de-la-peau.ooreka.fr/astuce/voir/756585/masque-pour-le-visage>.
 - **ORTOLANG. (2022).** cyprée : définition de cyprée. [en ligne]. [Consulté le : 17/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.cnrtl.fr/definition/cypr%C3%A9e>.
 - **OUADDAR, T. (2019).** ETUDE DES PROPRIETES EMULSIFIANTES DE MELANGES DE TENSIOACTIFS Vis-à-vis D'HUILES UTILISEES EN COSMETOLOGIE 76, [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://www.ummtto.dz/dspace/handle/ummtto/11079?show=full>.
 - **OUCIF, H. (2018).** Valorisation des algues de la côte Ouest algérienne : potentiel antioxydant et hormonal. [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://theses.univ-oran1.dz/these.php?id=TH4957>.
 - **OULHIZ, A. (2018).** *Évaluation, valorisation et utilisation des coproduits de la crevette (Penaeus japonicus) et du thon rouge (Thunnus thynnus) pour l'alimentation du loup de mer d'élevage (Dicentrarchus labrax).* [en ligne], Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis. [Consulté le : 15/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.pnst.cerist.dz/detail.php?id=67930>.
 - **ÖZOGUL, F., HAMED, I., ÖZOGUL, Y., ETREGENSTEIN, J. M. (2018).** Crustacean By-products, [en ligne] 1-6 p. [Consulté le: 02/03/2022]. Disponible sur le web: https://www.researchgate.net/publication/324847826_Crustacean_By-products.
 - **PATCHNESS PARIS. (2022).** Ils sont tout petits mais font le maximum pour nous effacer les rides. Patchness Paris. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://patchness.com/blogs/infos/ils-sont-tout-petits-mais-font-le-maximum-pour-nous-effacer-les-rides-les-cernes-les-signes-de-fatigues-mais-sont-ils-plus-efficaces-qu-une-creme>.
 - **PENSÉ-LHÉRITIER, A.-M. (2014).** Conception des produits cosmétiques: la formulation. Lavoisier-Tec & doc, Paris. [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://www.lavoisier.fr/livre/industries-chimiques/conception-des-produits-cosmetiques/pense-lheritier/descriptif-9782490639007>.

- **PÉRÈS, J.-M. (2022).** Les algues et leurs pigments. [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://docplayer.fr/82831765-Seance-svt-n-4-les-algues-et-leurs-pigments.html>.
- **PHARMAPHYT. (2021).** Boutique en ligne : Padina Pavonica naturel et 100% bio. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://pharmaphyt.com/padina-pavonica>.
- **PRIVACY, P. (2021).** Comment s'appelle la mousse des vagues ? Dict. - Dict. Gramm. Orthogr. Lang. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://dictionary.tn/comment-sappelle-la-mousse-des-vagues/>.
- **RANDRIAMAHATODY, Z. (2011).** Valorisation biotechnologique des co-produits de crevette : utilisation de la proteolyse enzymatique pour des applications avicoles à Madagascar 236, [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00043/15456/12831.pdf>.
- **RAVONINJATOVO, M., RANDRIAMAHATODY, Z., RAVONIZAFY, C., RAMANANJAONA, B., RAJAONARIVONY, M., RANDRIANATORO, H., RAJOELISOA, A. (2015).** Valorisation des coproduits de crevette (*Penaeus* spp.) par hydrolyse enzymatique. Rev. D'élevage Médecine Vét. Pays Trop. 67, 137, [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://doi.org/10.19182/remvt.10173>.
- **Ray, M.-C. (2022).** Quels sont les bienfaits de l'eau de mer sur la peau. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/beaute-sont-bienfaits-eau-mer-peau-7728/>.
- **RAY, M.-C. (2022).** Définition | Acide hyaluronique | Futura Santé. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-acide-hyaluronique-15162/>.
- **RAYNAUD, S. (2022).** Définition | Aloe vera - Aloès des Barbades | Futura Planète. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/plante-aloe-vera-15888/>.
- **REGRAGUI, A. (2022).** Classification et Nomenclature des espèces marines 32, [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://docplayer.fr/195288507-Institut-superieur-des-peche-maritimes-agadir-filiere-tvpp-regragui-aziz-aziz-regragui-classification-et-nomenclature-des-especies-marines.html>.
- **RINAUDO, M., MILAS, M., DUNG, P.L. (1993).** Characterization of chitosan. Influence of ionic strength and degree of acetylation on chain expansion. Int. J. Biol. Macromol. 15, [en ligne] 281–285. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : [https://doi.org/10.1016/0141-8130\(93\)90027-J](https://doi.org/10.1016/0141-8130(93)90027-J).
- **RISSO. (1816).** Croissance et exploitation de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (risso, 1816) de la région algéroise (Algérie centrale). [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : https://www.researchgate.net/publication/306120252_Croissance_et_exploitation_de_la_crevette_rouge_Aristeus_antennatus_risso_1816_de_la_region_algeroise_Algerie_centrale.

- **ROSSI, A. (2022).** Définition de padine | Dictionnaire français. Lang. Fr. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/padine>.
- **REGLEMENT (CE) N° 1223/2009, 2009.** L'étiquetage des produits cosmétiques. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.certification-cosmetique.com/blank-2#:~:text=Les%20dispositions%20de%20ce%20règlement,dont%20l%27utilisation%20des%20nanomatériaux>.
- **RUFFENACH, E. (2022).** L'algue, le nouveau secret beauté - EnVols. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.en-vols.com/styles/beaute/lalgue-le-nouveau-secret-beaute/>.
- **SAHORÉ, A.D., ABOUATTIER, J.L. (2016).** Quelques méthodes d'analyse biochimique de produits alimentaires. [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://www.connaissances-savoirs.com/>.
- **SAMANTHA, P. (2022).** Aloe vera : visage, coup de soleil, comment l'utiliser. [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-sante-du-quotidien/2589807-aloe-vera-bienfaits-peau-utiliser-visage-coup-de-soleil/>.
- **SANTÉ. (2022).** L'indigo est le secret de la beauté des femmes Sahariennes. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://santeplus.ma/beaute/lindigo-le-secret-de-la-beaute-des-femmes-sahariennes/>.
- **SATIMEO. (2019).** Costus Indien. Miel Impérial. [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://www.miel-imperial.com/sante-et-bien-etre/26-costus-indien.html>.
- **SEMBAT, M. (2022).** Productions halieutiques et aquacoles mondiales - Via Aqua – Seafood & Prospective. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.via-aqua.fr/production/>.
- **SEYDOUX, L. (2022).** Huile de lin - Définition et Explications. Techno-Sci. [en ligne]. [Consulté le : 18/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Huile-de-lin.html>.
- **SNOUSSI, N., CHIBANI, F. (2018).** Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques et éco-toxicologiques d'une algue verte (*Ulva lactuca*). [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/6954/Snoussi%20Nasreddine.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- **SYNPA. (2022).** Définition Gomme arabique (gomme d'acacia) - Les additifs alimentaires - Synpa. [en ligne]. [Consulté le : 08/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.synpa.org/definition-gomme-arabique-gomme-d-acacia-les-additifs-alimentaires-36.php>.
- **TANDINA, D. (2017).** Les polysaccharides extraits des macro-algues : étude bibliographique. [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/1736>.

- **TECHNO-SCIENCE.NET. (2022).** Nacré - Définition et explications. Techno-Sci. [en ligne]. [Consulté le : 17/06/2022]. Disponible sur le web : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Nacre.html>.
- **THANACODY, B. (2011).** Cosmétovigilance 123, [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01366777/document>.
- **THOMAS, M. (2021).** Peau sèche et vieillissement cutané: clinique, facteurs aggravants et réponses cosmétiques 192, [en ligne]. [Consulté le : 08/04/2022]. Disponible sur le web : <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03298126/document>.
- **THOMPSON, J., COLLINS, M., MERCER, W. (1996).** Characterization of a proteinaceous antimicrobial produced by *Lactobacillus helveticus* CNRZ450. *Journal of applied bacteriology*, 80(3), [en ligne] 338-348. [Consulté le : 11/11/2020]. Disponible sur le web: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2672.1996.tb03229.x>.
- **THOURAYA, C. (2019).** Produits cosmétiques : hausse de la production nationale en 2019. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.aps.dz/economie/98242-produits-cosmetiques-hausse-de-la-production-nationale-et-baisse-de-l-importation-en-2019>.
- **TIJARA-DISCOUNT COMPANY. (2022).** Crème cypraea à l'extrait d'escargot. Tijara-Discout. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.tijara-discountexpress.com/fr/soins-beaute/986-creme-cypraea-a-lextrait-descargot.html>.
- **Truong, T.O., Hausler, R., Monette, F., Niquette, P. (2007).** Record. Valorisation des résidus industriels de pêches po... – Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science – Érudit. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.erudit.org/en/journals/rseau/1900-v1-n1-rseau1812/016170ar/abstract/>.
- **VANDEPUTTE, J. (2020).** Webinar «Biomasse marine: plongez au cœur de l'innovation & des marchés» 68, [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://www.iar-pole.com/wp-content/uploads/2021/06/pole-iar-ra-2020-200x260-bd-pap.pdf>.
- **WALDECK, K., DESBRIERES, J., TRYSTRAM, G. (2006).** Purification de la chitine par hydrolyse enzymatique à partir de coproduits de crevette *Penaeus vannamei*. Caractérisations des produits et optimisation du procédé. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00087/19828/>.
- **WILMOTTE, D.A. (2008).** Les cyanobactéries : comment exploiter au mieux la lumière ? 10, [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : <http://algae-consulting.e-monsie.com/medias/files/les-cyanobacteries-comment-exploiter-au-mieux-la-lumiere.pdf>.
- **WOUESSI DJEWE, D. (2012).** Formes galéniques administrées par voie cutanée. [en ligne]. [Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web : http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble_1112/wouessi_djewe_denis/wouessi_djewe_denis_p07/wouessi_djewe_denis_p07.pdf.
- **ZITOUNI, H. (2015).** Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral Algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires 196, [en ligne].

Références bibliographiques

[Consulté le : 23/05/2022]. Disponible sur le web :
https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/notice_doctorat.php?num=DBI/118.

Annexes

Annexe 01 : Prétraitement des carapaces de crevettes



Figure 20 : Étapes de prétraitement des carapaces de crevettes

Annexe 02 : Broyage et tamisage de la matière première du chitosane



Figure 21 : Broyage des carapaces de crevettes séchées et tamisage de la poudre obtenue

Annexe 03 : Étape de dépigmentation et délipidation de la poudre des coproduits de crevettes



Figure 22 : Étape de délipidation et dépigmentation de la poudre des carapaces de crevettes

Annexe 04 : Composition biochimique des coproduits de crevettes

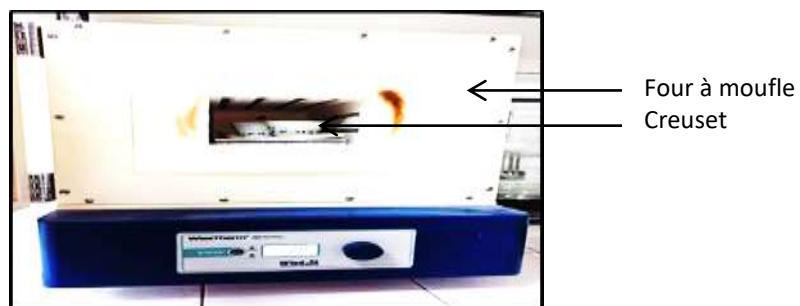


Figure 23 : Incinération des échantillons dans le four à moufle

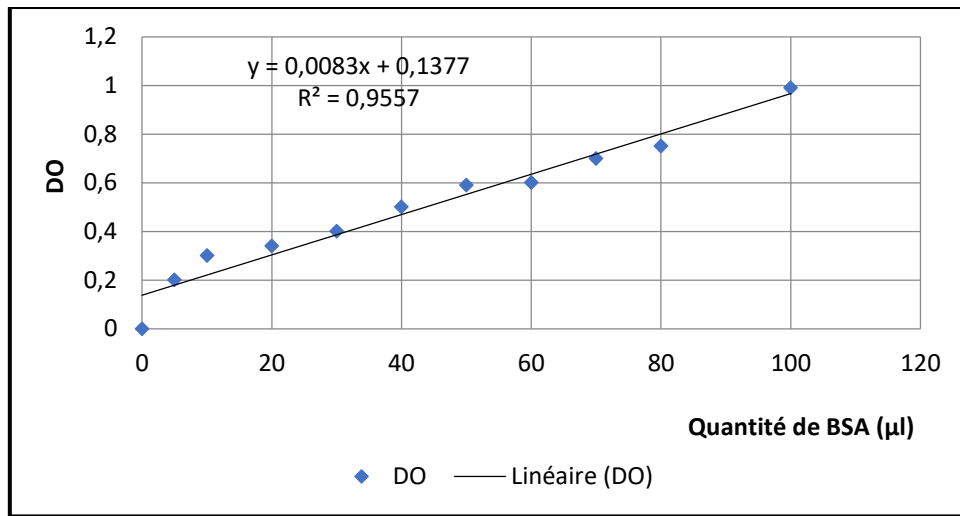


Figure 24 : Courbe d'étalonnage des protéines (présence étude)



Figure 25 : Extracteur de Soxhlet



Figure 26 : Pesée des trois ballons contenant l'échantillon après leur passage par le rota vapeur

Annexe 05 : Prétraitement et broyage des peaux de poissons



Figure 27 : Étapes de traitement de la matière première du collagène

Annexe 06 : Matières premières introduites dans les émulsions



Figure 28 : Matières premières utilisées dans la formulation des crèmes de jour et de nuit

Annexe 07 : Pesée des constituants des émulsions



Figure 29 : Pesée des constituants de la phase aqueuse et de la phase huileuse des émulsions fabriquées

Quatre catégories de produits (savons, crèmes de jour et de nuit, masques et patchs anticernes), 100% naturels, sont élaborées à partir des coproduits marins : le chitosane extrait de carapaces des crustacés et le collagène à partir des peaux de poissons : raie, seiche et sole. D'autres ressources marines sont incorporées telles que le *Cypraea* "porcelaine", l'écume de mer, l'huile de foie de morue, l'acide hyaluronique, les poudres et les eaux de quatre types d'algues : bleues, rouges, vertes et brunes ainsi que leurs pigments (phycocyanine, phycoérythrine, chlorophylle, fucoxanthine, xanthophylle et β carotène). Une caractérisation biochimique des biomolécules extraites des algues et des coproduits marins a été entreprise, suivie du contrôle de la qualité des produits finis. Le chitosane est parfaitement soluble dans une solution d'acide acétique à 1% avec un degré de désacétylation est de 98% et un rendement massique de 11.88 %. Le collagène est mis en évidence par le test du biuret et xanthoprotéique. Son rendement d'extraction est de 21%. L'analyse spectrale des pigments des algues rouges, bleues, brunes a montré qu'ils absorbent les rayons lumineux aux alentours de 520, 650, 457 nm respectivement. Le masque facial ainsi que les crèmes élaborés ont été satisfaisants sur le plan de la stabilité, de l'aspect macroscopique et microscopique. Ils ont un pH neutre et ont fait l'objet de tests dermatologiques : ils sont non toxiques, non irritants. En outre, ces crèmes sont majoritairement à photoprotection excellente. Elles sont efficaces pour le blanchiment de la peau, éclaircissantes, elles illuminent le teint. Le savon produit a un fort pouvoir moussant et nettoyant et présente une activité inhibitrice vis-à-vis de "*Staphylococcus aureus*". L'évaluation de la qualité microbiologique de la gamme cosmétique a montré qu'elle est conforme à la pharmacopée européenne. À la lumière des résultats obtenus, la valorisation biotechnologique des coproduits des ressources marines méritent une attention particulière et notamment dans le domaine de la cosmétique.

Mots clés : Cosmétique marine, savon, crèmes, masque, patchs anticernes, chitosane, collagène, pigments, eau d'algue, cyprée et écume de mer, coproduits de crevettes, peaux de poissons, qualité microbiologique, tests d'innocuité, photoprotection, valorisation biotechnologique.

Abstract

Four product categories (soaps, day and night creams, concealer masks and patches), 100% natural, are made from marine co-products: chitosan extracted from crustacean shells and collagen from fish skin: ray, cuttlefish and sole. Other marine resources are incorporated such as "porcelain" *Cypraea*, meerschaum, cod liver oil, hyaluronic acid, powders and waters of four types of algae: blue, red, green and brown as well as their pigments (phycocyanin, phycoerythrin, chlorophyll, fucoxanthin, xanthophyll and β carotene). A biochemical characterization of biomolecules extracted from algae and marine co-products was undertaken, followed by quality control of the finished products. Chitosan is perfectly soluble in a 1% acetic acid solution with a degree of deacetylation of 98% and a mass yield of 11.88%. Collagen is highlighted by the biuret and xanthoprotein test. Its extraction yield is 21%. Spectral analysis of red, blue and brown algae pigments showed that they absorb light rays around 520, 650, 457 nm respectively. The facial mask as well as the elaborated creams were satisfactory in terms of stability, macroscopic and microscopic appearance. They have a neutral pH and have been dermatologically tested: they are non-toxic, non-irritating. In addition, these creams are mostly excellent photoprotection. They are effective for whitening the skin, lightening, they illuminate the complexion. The soap produced has a strong foaming and cleaning power and has an inhibitory activity against "*Staphylococcus aureus*". The evaluation of the microbiological quality of the cosmetic range showed that it complies with the European Pharmacopoeia. In the light of the results obtained, the biotechnological valorization of the co-products of marine resources deserves particular attention, particularly in the field of cosmetics.

Keywords: marine cosmetics, soap, creams, masks, Chitosan concealer patches, collagen, pigments, seaweed water, cyprea and meerschaum, shrimp co-products, fish skins, microbiological quality, harmlessness tests, photoprotection, biotechnological valorization.

ملخص:

أربع فئات من المنتجات (الصابون، كريمات النهار والليل، قناع الوجه، أقنعة ورقية ضد الهالات السوداء)، طبيعية 100٪، مصنوعة من المنتجات البحرية المشتركة : الشيتوزان المستخرج من القشريات والكولاجين من جلود الاسماك، بالإضافة الى موارد بحرية اخرى مثل : الودعة، زيادي البحر، زيت كبد الحوت، وحمض الهيالورونيك ومساحيق ومياه من أربعة أنواع من الطحالب : الأزرق والأحمر والأخضر والبنّي بالإضافة إلى أصباغها (فيكوسيانين ، فيكويريثرين ، كلوروفيل ، فوكوكسانثين ، زانثوفيل وبيت كاروتين). تم إجراء توصيف كيميائي حيوي للجزيئات الحيوية المستخرجة من الطحالب والمنتجات البحرية المشتركة، متبوعًا بمراقبة جودة المنتجات النهائية. الشيتوزان قابل للذوبان تمامًا في محلول حمض الأسيتيك بنسبة 1٪ مع درجة إزالة الأسيتيل بنسبة 98٪ وعائد كتلة يبلغ 11.88٪. يتم تمييز الكولاجين عن

طريق اختبار Biuret و xanthoprotein.

عائد الاستخراج 21٪. أظهر التحليل الطيفي لأصباغ الطحالب الحمراء والزرقاء والبنية أنها تمتص الأشعة الضوئية بحوالي 520 ، 650 ، 457 نانومتر على التوالي. كان قناع الوجه وكذلك الكريمات المتطورة مرضية من حيث الثبات والمظهر المجهرى والمجهري. تحتوي على درجة : فهي غير سامة وغير مهيجة. بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه الكريمات لها في الغالب حماية حموضة متعادلة وتم اختبارها من قبل أطباء الجلدية ممتازة من أشعة الشمس، فهي فعالة في تبييض البشرة وتفتيحها واضاءتها. كذلك الصابون المنتج له قدرة قوية على الرغوة والتنظيف كما له نشاط مثبط ضد الستاف اوغيس.

أظهر تقييم الجودة الميكروبيولوجية لمجموعة مستحضرات التجميل أنها تتوافق مع دستور الأدوية الأوروبي. في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها ، يستحق تثمين المنتجات المشتركة للموارد البحرية و اعطائها اهتمامًا خاصًا، لا سيما في مجال مستحضرات التجميل.

الكلمات المفتاحية : مستحضرات التجميل البحرية، صابون، كريمات، ماسك، اقنعة ورقية ضد الهالات السوداء، شيتوزان، كولاجين، أصباغ، مياه طحالب، ودعة، زيادي البحر، قشور الجمبريات، جلود الأسماك، الجودة الميكروبيولوجية ، اختبارات السلامة، الحماية من الضوء ، تثمين التكنولوجيا الحيوية.