

Collection **Sciences**

ROLAND **CONANEC**

Biotech & Santé
BRETAGNE

DELPHINE **PIROT**

Cosmétique marine

La mer, source d'inspiration



**COSMETIC
VALLEY**
EDITIONS

Table des matières

Auteurs	V
Préface	IX
Introduction	1
Chapitre 1 Ingrédients d'origine marine : point d'actualité réglementaire et toxicologique dans le domaine cosmétique	3

Laurence MULON

1. Introduction	3
2. Réglementations sur les substances chimiques : Reach et CLP	4
2.1 Les évolutions réglementaires européennes dans le cadre de la stratégie pour la durabilité des produits chimiques.....	4
2.2 Une ambition « zéro pollution » pour un environnement sans substances toxiques	5
2.3 Concernant le règlement Reach.....	5
2.4 Le nouveau concept pour les substances complexes.....	6
2.5 Concernant la classification des dangers des substances : le règlement CLP	6
3. Réglementation sectorielle cosmétique	7
3.1 Caractérisation des ingrédients d'origine marine.....	7
3.2 Le profil toxicologique des ingrédients d'origine marine	8
3.3 Cas particulier du nouveau test ReefTox	9
4. Bioplastiques d'origine marine	9
4.1 Cas des microplastiques	9
4.2 Cas des bioplastiques.....	10
4.3 Cas des PHA d'origine marine	10
5. Protocole de Nagoya – spécificités françaises & DOM-TOM	11
6. Conclusion	12
Références bibliographiques	12
Glossaire	13

Chapitre 2 La thalassothérapie, prévention santé & bien-être

15

Véronique LE GALL, Jean-Michel COLLEU

1. Introduction	15
2. Un peu d'histoire	15
2.1 Dès l'antiquité	15
2.2 Les premiers essais thérapeutiques	15
2.3 Le sanatorium marin	17
2.4 1865 : invention du mot « thalassothérapie »	17
2.5 Le plasma marin	19
2.6 L'eau de mer & le système immunitaire	20
3. Définition & Ressources	22
3.1 La thalassothérapie	22
3.2 L'eau de mer	23
3.3 Les algues	26
3.4 Le climat	27
4. Les indications	28
4.1 Les états douloureux subaigus ou chroniques de l'appareil locomoteur	28
4.2 La rééducation	28
4.3 La pathologie	28
4.4 La remise en forme	28
4.5 Les troubles circulatoires des membres inférieurs	29
5. L'hydrothérapie marine	29
5.1 Définition	29
5.2 La température	29
5.3 L'hydrodynamique	29
5.4 Caractéristiques des soins	30
5.5 Effets des soins	30
6. Les soins de thalassothérapie	30
6.1 Exemples de soins fondamentaux d'hydrothérapie et d'algothérapie	30
6.2 Les hydrothérapeutes	33
7. Les séjours de thalassothérapie	33
7.1 La thalassothérapie, un savoir-faire français	33
7.2 Un large choix	33
8. Les bienfaits de la thalassothérapie	34
8.1 L'étude côté Thalasso	34
8.2 Sociovision – Les bienfaits et les plaisirs de la mer, étude sur les Français, la mer et la thalassothérapie	34

8.3 Étude Thermes Marins de Saint-Malo / IRBA / Université Paris Descartes	35
9. Conclusion	37
Références bibliographiques	37

Chapitre 3 Le marketing de la cosmétique marine, un océan de possible 39

Laëtitia TÊTEDOUX

1. Introduction	39
2. Le marketing de la couleur bleue	39
3. L'origine de la cosmétique marine : une histoire de médecine française	40
4. La mer, pour une cosmétique marine bienfaisante	41
5. Les algues, le super végétal pour la cosmétique	44
6. Une matière première inspirante pour la communication	46
7. Les algues, des structures étonnantes et vibrantes	47
8. Une promesse de voyage extraordinaire	49
9. Vers une beauté sauvage et naturelle	51
10. Conclusion	53
Références bibliographiques	53

Chapitre 4 Plongée sous-marine dans la cosmétique bio-inspirée 55

Nadia AMÉZIANE, Dounia DEMS, Laura MAGRO

1. Introduction	55
2. Le biomimétisme pour le secteur de la cosmétique	56
2.1 Un lien fort avec le vivant	56
2.2 Principales notions de biomimétisme et spécificités de la cosmétique	56
2.3 Les enjeux clés sous-jacents	59
3. La biodiversité marine	60
3.1 Biodiversité : définition	60
3.2 La biodiversité marine à toutes les échelles	60
3.3 L'océan, un milieu particulier	63
3.4 Les stratégies des organismes	63
4. La biodiversité marine inspire la cosmétique	64
4.1 Un modèle biologique, des fonctions cosmétiques	65
4.2 Un produit cosmétique, des solutions biologiques	67

4.3	Enjeux industriels et perspectives en biomimétisme marin	68
4.4	Quelques espèces extraordinaires pour inspirer les produits de demain !	69
5.	Conclusion	70
	Références bibliographiques	71

Chapitre 5 **Richesse et originalité des composés des macroalgues pour la cosmétique** 73

Philippe POTIN

1.	Introduction	73
2.	Un survol historique des algues dans la cosmétique marine depuis 70 ans	74
3.	Caractéristiques des algues marines	77
4.	Des algues de récolte comme sources d'ingrédients puis d'actifs	79
5.	L'algoculture pour mieux exploiter les actifs cosmétiques des algues	81
6.	Identifier les algues pour des aspects réglementaires mais aussi pour comprendre et protéger la disponibilité des extraits actifs	84
7.	Les biotechnologies enzymatiques pour de nouvelles fonctionnalités des extraits d'algues et des procédés plus verts pour la production d'actifs	86
8.	Conclusion	88
	Atlas	89
	Références bibliographiques	96

Chapitre 6 **Les biotechnologies au service des cultures de petites macroalgues rares pour la cosmétique** 101

Erwan LE GÉLÉBART, Julien FOUILLAND, Rémi LAVILLE, Thibault MARCHAND

1.	Introduction	101
2.	Biodiversité des macroalgues	101
2.1	Niches écologiques	102
2.2	L'accès à la biodiversité	102
3.	Les biotechnologies appliquées aux macroalgues : l'exemple de la Technologie Celebrity™	102
3.1	Contribution à la description de la biodiversité	103
3.2	Isolement de macroalgues rares issues d'un environnement complexe	104

3.3	Démonstration de la faisabilité biotechnologique	106
3.4	Montée en échelle des cultures et optimisation du process biotechnologique	106
4.	De la biotechnologie à l'obtention d'un ingrédient cosmétique	110
4.1	Évaluation des caractéristiques phytochimiques des biomasses	110
4.2	Orientation du métabolisme algal	111
4.3	Extraction des composés d'intérêt	112
4.4	Démonstration de l'activité biologique d'un actif bio-inspiré.....	113
5.	Conclusion	114
	Références bibliographiques	115

Chapitre 7 **Les microalgues, des ingrédients à fort potentiel pour l'industrie cosmétique** 117

Laurence COIFFARD, Céline COUTEAU, Anne HUMEAU

1.	Introduction	117
2.	Rappels généraux concernant les cosmétiques	119
3.	Intérêt des microalgues pour l'industrie cosmétique	120
3.1	Préambule	120
3.2	Les besoins en matière d'agents hydratants.....	121
3.3	Les besoins en matière d'actifs anti-âge	121
3.4	Autres besoins en matière d'actifs.....	122
4.	Les souches de microalgues utilisées actuellement dans le domaine cosmétique	122
4.1	La chlorelle (<i>Chlorella vulgaris</i>)	122
4.2	<i>Haematococcus pluvialis</i>	124
4.3	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	125
4.4	<i>Phormidium persicinum</i>	125
4.5	<i>Porphyridium</i> sp.	126
5.	Les microalgues qui pourraient permettre l'innovation	129
6.	Conclusion	130
	Références bibliographiques	131

Chapitre 8 **Halophytes de bord de mer Des plantes marines aux multiples bienfaits** 137

Delphine PIROT

1.	Introduction	137
2.	Caractéristiques des plantes de bord de mer	138
2.1	Notions d'halophytes.....	138

2.2 Généralités.....	138
2.3 Biotope des halophytes du littoral	140
2.4 Mécanismes de résistance aux sels.....	143
3. Composés d'intérêt et activités biologiques de 12 plantes de bord de mer	145
4. Des produits commercialisés en cosmétique	145
5. Conclusion	148
Atlas	149
Références bibliographiques	158

Chapitre 9 Les bactéries marines pour la production de biopolymères cosmétiques 167

Anthony COURTOIS, Bertrand THOLLAS, Marilyne FLAMBARD,
Pierre-Yves MORVAN, Romuald VALLÉE

1. Introduction	167
2. L'exceptionnelle biodiversité marine microscopique	167
3. Les biopolymères marins : de véritables molécules de vie	168
4. De la bactérie à l'industrialisation	169
4.1 Du laboratoire... ..	170
4.2 ... à l'industrialisation	171
5. Les potentialités des EPS marins en cosmétique	172
6. Conclusion	178
Références bibliographiques	179

Chapitre 10 Seul ou combiné, le collagène marin, un ingrédient précieux en cosmétique 181

Manon BUSCAGLIA, Stéphanie BORDENAVE-JUCHEREAU,
Valérie STIGER-POUVREAU, Fabienne GUÉRARD

1. Introduction	181
2. Description de la molécule de collagène	182
2.1 Structure, fonctions et synthèse au sein de l'organisme	182
2.2 Les sources actuelles.....	183
2.3 Les spécificités du collagène marin	184
3. Procédés d'obtention et de caractérisation du collagène.....	185
3.1 Extraction du collagène.....	185
3.2 Production de peptides de collagène.....	186

4. Propriétés connues du collagène et ses dérivés pour la cosmétique	186
4.1 Sous forme native.....	186
4.2 Sous forme hydrolysée	187
5. Amélioration des propriétés du collagène par association, encapsulation ou fonctionnalisation	188
5.1 Exemples de molécules associées sans interaction au collagène.....	188
5.2 Exemples de fonctionnalisation du collagène par des molécules actives	189
5.3 Exemples d'encapsulation	190
5.4 Vertus de ces associations.....	191
6. Exemples de produits commercialisés	191
6.1 Cosmétique.....	191
6.2 Nutricosmétique	191
7. Conclusion	192
Références bibliographiques	193

Chapitre 11 Les algues : source d'ingrédients texturants 195

Maud BENOIT-LE GÉLÉBART, Fabien CANIVET,
Jaïme ZAMORANO, Larissa BLANNO

1. Introduction	195
2. Des macroalgues aux agents de textures : contexte historique et connaissances actuelles	195
2.1 Histoire et applications ancestrales en cosmétique.....	195
2.2 Découverte des carraghénanes	197
2.3 Découverte des agars.....	198
2.4 Découverte des alginates.....	198
2.5 Polysaccharides algaux : structure et fonctionnalités.....	199
2.6 Hydrocolloïdes d'origine naturelle.....	200
2.7 Biodégradabilité et biosourcing.....	202
3. Alginates, carraghénanes et agars : production, structures et fonctionnalités	203
3.1 Matières premières et production des hydrocolloïdes.....	203
3.2 Structures des hydrocolloïdes : une signature marine	206
4. Applications des alginates, carraghénanes et agars en formulation cosmétique	210
4.1 Propriétés rhéologiques des polymères marins : portefeuille de textures.....	210
4.2 Formulations cosmétiques : illustrations en soins de peaux et cheveux.....	217

5. Conclusion et perspectives d'innovation en cosmétique	220
Références bibliographiques	223

Chapitre 12 Les ressources marines au service de la cosmétique solide 227

Sandrine LE GUICHARD, Fanny ACARD

1. Introduction	227
2. État des lieux des produits solides historiques	227
2.1 Les pionniers : les enveloppements d'algues, argiles marines et sels de bain.....	228
2.2 Transposition d'une propriété historiquement agroalimentaire des alginates : naissance du masque peel-off	233
2.3 Exploitation marketing de l'image des algues : des extraits aux inclusions de paillettes	238
3. Ressources marines : un potentiel en phase avec les nouvelles attentes du marché de la cosmétique solide	239
3.1 Ressources marines : des ingrédients naturels et responsables.....	239
3.2 Ressources marines : des ingrédients offrant des perspectives d'innovation	242
4. Conclusion	245
Références bibliographiques	245

Chapitre 13 Procédés d'extraction et de fractionnement écoresponsables de biomasse d'origine marine et applications en cosmétique

Gilles BEDOUX, Laëtitia BRÉHU,
Grégoire AUDO, Ludovic PAQUIN

1. Introduction	247
2. Bioraffinage et extraction assistée par enzymes de macroalgues	248
2.1 Contexte, enjeux et définitions	248
2.2 Applications sur trois macroalgues proliférantes bretonnes.....	249
2.3 Intégration de l'extraction assistée par enzyme-EAE dans le bioraffinage de macroalgues	250
3. Extraction à partir de solvants non conventionnels (liquides ioniques et solvants eutectiques)	251
3.1 Pourquoi s'intéresser aux solvants non traditionnels ?	251
3.2 Les liquides ioniques	251
3.3 Solvants eutectiques.....	253

4. Extraction et dépolymérisation de biopolymères marins en eau subcritique	255
4.1 L'eau subcritique.....	256
4.2 Applications de procédés employant l'eau subcritique	258
5. Fractionnement et concentration par Chromatographie de Partage Centrifuge	260
5.1 La Chromatographie de Partage Centrifuge (CPC)	260
5.2 Application à la purification d'acides aminés analogues de la mycosporine.....	263
6. Conclusion	264
Références bibliographiques	264

Chapitre 14 Des polyesters biodégradables d'origine marine pour des applications exfoliantes **269**

Stéphane BRUZAUD

1. Introduction	269
2. Les différents polyhydroxycanoates : relations structure chimique/morphologie/propriétés	270
3. Les microbilles exfoliantes dans les formulations cosmétiques : le projet BIOBILLES	272
3.1 Matériaux et procédés de fabrication	273
3.2 Caractéristiques morphologiques des microparticules	275
3.3 Propriétés mécaniques des microparticules	277
3.4 Stabilité en solution aqueuse des microparticules à base de PLA et de PHA	279
3.5 Biodégradabilité en milieu marin des microparticules à base de PLA et de PHA	280
4. Conclusion	282
Références bibliographiques	284

Chapitre 15 Aller plus loin dans les tests écotoxicologiques marins pour des cosmétiques plus sûrs : l'exemple des tests sur coraux **285**

Vincent BOURGETEAU, Guillaume BAKOUCH, Antoine COMBOT, Julien BERTIN

1. Introduction	285
2. Les tests écotoxicologiques sont des prédicteurs de risque de toxicité sur le milieu marin	287
2.1 Principales méthodes de tests écotoxicologiques sur la vie marine.....	287
2.2 Principaux tests écotoxicologiques sur la vie marine utilisés en cosmétique	287

2.3	Focus sur les tests sur poisson Zèbre (« Zebra fish »).....	288
2.4	Focus sur les tests sur microalgues.....	289
3.	Un nouveau référentiel de tests écotoxicologiques sur coraux permet d'évaluer plus précisément l'écotoxicité d'un produit sur le milieu marin	291
3.1	Les récifs coralliens et leurs bienfaits, une « oasis » méconnue et en danger	291
3.2	Les labels se multiplient mais aucun référentiel n'encadre l'écotoxicité sur coraux.....	291
3.3	Mesure avancée de l'écotoxicité des produits cosmétiques et des matériaux utilisés par l'homme aux abords du milieu marin	292
4.	Conclusion	296
	Références bibliographiques	297

Le potentiel des ressources marines se révèle chaque jour davantage, en particulier pour l'industrie cosmétique qui doit faire face à de nombreux challenges. Comment continuer à innover sans épuiser la biodiversité ? Comment prendre en compte les objectifs de lutte contre le changement climatique dans le développement des produits cosmétiques ? Et si la réponse venait des océans...

L'innovation technologique s'impose aussi dans le domaine marin ! Grâce aux nombreuses recherches académiques et privées réalisées ces dernières années, il est désormais possible de générer de la biomasse marine renouvelable dans des conditions contrôlées. En effet, la production industrielle de microalgues, la culture de bactéries marines ou encore celle de macroalgues en bioréacteurs à des stades primaires de leurs développements en sont des exemples patents...

Ce livre, issu de nombreuses collaborations, a pour objectif de donner une vision globale des valorisations passées, actuelles et à venir de la mer en cosmétique. Après avoir fait un point sur l'actualité réglementaire et toxicologique, l'ouvrage traite des connaissances les plus récentes sur les thématiques de la thalassothérapie, du biomimétisme marin, des actifs de macro- et microalgues, ainsi que de l'intérêt des ressources marines pour développer des galéniques liquides ou solides innovantes.

Les auteurs ont également eu à cœur d'exposer les caractéristiques et bienfaits du collagène marin, des plantes halophiles de bord de mer et de biopolymères issus de bactéries marines. Les procédés d'extraction et de fractionnement écoresponsables de biomasse d'origine marine et leur application en cosmétique sont également abordés, de même que les tests d'écotoxicité en environnement marin pour l'emploi de cosmétiques plus durables.

Le chapitre consacré au marketing de la cosmétique marine confirme que la cosmétique bleue s'impose ainsi, vague par vague, comme une solution inspirante qui sait faire ses preuves.

Au sein de Biotech Santé Bretagne, **Roland CONANEC** est Responsable du développement de la filière biotechnologies, du secteur cosmétique et des projets ingrédients et **Delphine PIROT** est Responsable de veille et chargée d'études. Ils ont coordonné cet ouvrage en s'entourant d'un grand nombre d'experts et de personnalités reconnues du secteur, pour inviter les lecteurs - enseignants chercheurs, responsable R&D et R&I, laboratoires et industriels - à découvrir l'incroyable richesse que renferme la mer.

**COSMETIC
VALLEY**
EDITIONS

Le savoir-faire de la filière parfumerie-cosmétique française est reconnu à travers le monde. Le développement de la recherche dans ce domaine contribue à l'évolution des sciences cosmétiques. Co-écrites par des enseignants chercheurs et des professionnels, les collections « Sciences » et « Management » permettent de capitaliser et de diffuser les connaissances. Elles se positionnent comme des références pour la formation des professionnels du secteur.