

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique



Université de Jijel

Faculté des Sciences Exactes et Sciences  
de la Nature et de La vie

Département de Biologie Moléculaire  
et Cellulaire

جامعة جيجل

كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية

*Mémoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplôme  
Des Etudes Supérieures en Biologie*

Option : Microbiologie

Intitulé



**Utilisation des algues et leurs extraits  
comme additifs alimentaires**

Présenté devant le jury:

Examineur : M<sup>me</sup> Abbas

Encadreur : M<sup>elle</sup> Keramane Badria



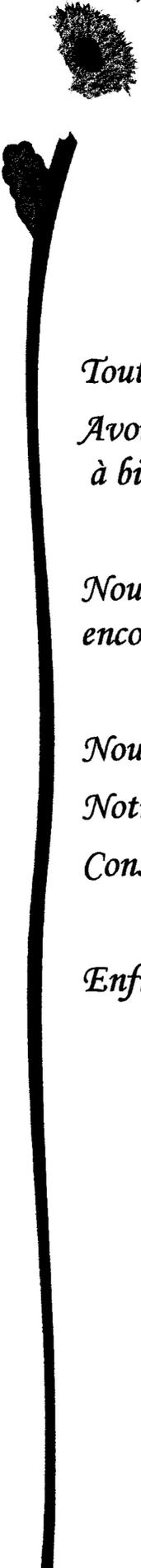
Présenté par :

**Cherifi Soumia**

**Bekkouche Nedjoua**



*Année Universitaire : 2011- 2012*



# Remerciements



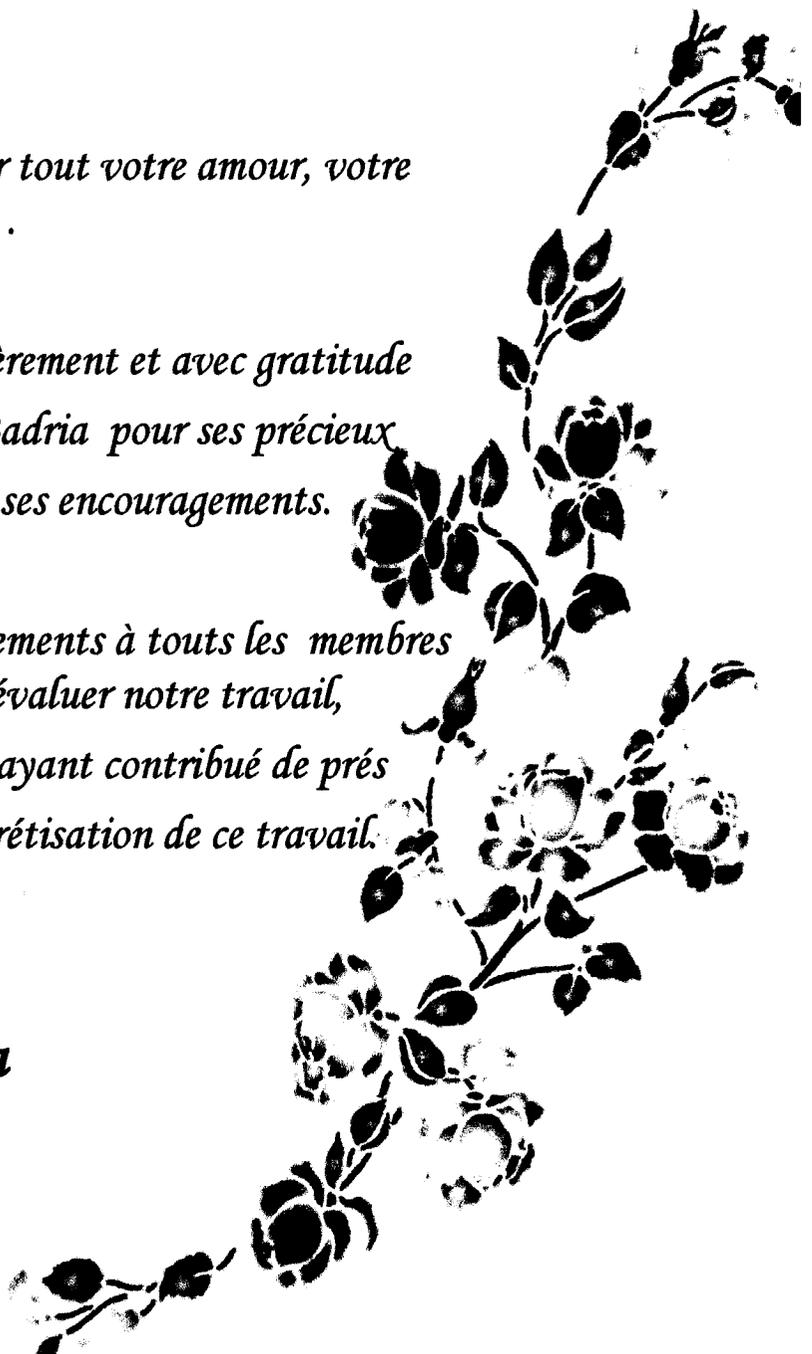
*Tout d'abord nous remercions dieu le tout puissant de nous  
Avoir donné la force la patience et le courage nécessaires pour mener  
à bien ce travail*

*Nous remercions nos parents, pour tout votre amour, votre  
encouragement, et votre soutien ...*

*Nous tenons à remercier particulièrement et avec gratitude  
Notre encadreur M<sup>lle</sup> Keramane Badria pour ses précieux  
Conseils, ses apports appréciés et ses encouragements.*

*Enfin nous adressons nos remerciements à tous les membres  
des jurys qui ont accepté d'évaluer notre travail,  
et toute personne ayant contribué de près  
ou loin à la concrétisation de ce travail.*

*Soumia, Nedjoua*



# Sommaire

Introduction

## CHAPITRE I : Généralité sur les algues

I.1 Définition.....	1
I. 2 Classification des algues.....	1
I.2.1 Les microalgues .....	1
a. Bacillariophycées (diatomées) .....	1
b. Chrysophycées (algues dorées).....	2
c. Cyanophycées (algues bleu-vert) .....	2
I.2.2 Les macroalgues.....	2
a. Chlorophycées (algues vertes) .....	2
b. Phéophyceés (algues brunes) .....	3
c. Rhodophycées (Algues rouges).....	4
I.3 Composition chimique des d'algues .....	6
I.3.1 Les polyphénols.....	6
a) Tannins .....	6
b) Les phlorotannins .....	7
c) Les lignanes .....	8
d) Polyphénols halogénés.....	8
e) Flavonoïdes.....	8
I.3.2 Les polysaccharides .....	8
a. Les alginates.....	9
b. Les carraghénanes .....	9
c. Les agars .....	9
d. Les ulvanes.....	9
e. Les fucoïdanes .....	10

## CHAPITRE II : Les activités biologiques des extraits d'algue.

II .1 Extraction des composés bioactifs des algues .....	11
II.1.1 Extraction des polysaccharides .....	12
a. L'extraction des agars .....	12
b. L'extraction des alginates.....	12
c. L'extraction des carraghénanes .....	13

II.1.2 Extraction des lipides (les stérols).....	14
II.1.3 Extraction des polyphénols .....	15
II.2 L'activité antioxydante des extraits d'algues .....	16
II.3 L'activité antimicrobienne des extraits d'algues.....	17
II.3.1 L'activité antibactérienne .....	17
a. Action des acides phénoliques .....	17
b. Flavonoïdes.....	18
c. Tannins .....	19
II.3.2 L'activité antifongique .....	19
II.4 L'activité anticancéreuse des extraits d'algues .....	19
II.5 L'activité antivirale des extraits d'algues .....	20

### **CHAPITRE III : Utilisation des algues.**

III.1 Les domaines d'utilisation des algues actuellement .....	21
III.1.1 Utilisation des algues dans l'alimentation humaine .....	21
III.1.2 Utilisation des algues dans le domaine de la santé et en pharmaceutique .....	21
III.1.3 Utilisation des algues en cosmétique .....	22
III.1.4 Utilisation des algues dans l'agriculture .....	22
a. Engrais .....	22
b. Alimentation animale .....	23
III.1.5 Utilisation des algues dans l'industrie.....	23
III.2 Les additifs alimentaires.....	24
III.2.1 L'acide alginique (E400) et les alginates (E401 à E405).....	25
III.2.2 L'agar-agar (E406).....	25
III.2.3 Les carraghénanes (E407).....	25
III.3 Potentiel d'ajout des extraits d'algues comme additifs alimentaires pour leurs Bioactivités.....	27
III.3.1 L'ajout à l'alimentation comme un antioxydant.....	27
III.3.2 L'ajout à l'alimentation comme un agent antimicrobien.....	27
III.3.3 L'ajout à la nourriture comme une source de fibre alimentaire.....	28
III.3.4 L'ajout à la nourriture comme une source d'iode alimentaire .....	28

Conclusion

## Liste des abréviations :

**Cm** : centimètre

**Kcl** : clore de potassium

**°C** : degré

**g** : gramme

**KOH** : hydroxyde de potassium

**CaCl<sub>2</sub>**: Chlorure de calcium

**NaOH**: hydroxyde de sodium

**h**: heure

**OH**: hydroxyde

**H<sub>2</sub>O**: eau

**ml**: millilitre

**min**: minute

**ADN**: Acide désoxyribonucléique

**EGCg**: Epigallocatechine gallate

**SARM**: *Staphylococcus aureus* résistant à la méthiciline

**ATP**: Adénosine tri-phosphate

**GyrB**: Sous unité B de l'AND gyrase

**NADPH**: Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate

**VIH**: Virus de l'immunodéficience humaine

**µg/Kg**: microgramme par kilogramme

**mg/Kg**: milligramme par kilogramme

**ERO** : espèces réactives de l'oxygène

## Liste des figures :

<b>Figure1</b> : Images d'algues vertes.....	<b>3</b>
<b>Figure 2</b> : Image d'algue brune.....	<b>4</b>
<b>Figure 3</b> : Image d'algue rouge.....	<b>5</b>
<b>Figure 4</b> : Méthode d'extraction des carraghénanes utilisés dans l'industrie. ....	<b>13</b>
<b>Figure 5</b> : Exemple d'extraction des composés phénoliques. ....	<b>16</b>
<b>Figure 6</b> : Agar-agar et carraghénanes. ....	<b>26</b>

## **Liste des tableaux :**

<b>Tableau I :</b> Liste de certaines algues marines alimentaire .....	<b>5</b>
<b>Tableau II :</b> Liste de certaines algues marines exploitées commercialement et les hydrocolloïdes correspondants .....	<b>24</b>
<b>Tableau III :</b> Utilisations actuelles des carraghénanes .....	<b>26</b>

**CHAPITRE I :**  
**Généralité sur les algues**

## **Introduction :**

Les algues sont les végétaux terrestres les plus anciens dont on dénombre plus de 25000 variétés. Elles sont récoltées dans les milieux aquatiques d'eau douce ou saline et se classent en différentes catégories selon leurs pigments. **(Demoulain G & leymergie C, 2009)**

Elles sont consommées depuis la nuit des temps en Asie (les premières traces d'utilisation alimentaires des algues remontent au 4ème siècle au Japon), exploitées dans la médecine chinoise traditionnelle, utilisées dès le Moyen-âge par certaines populations littorales d'Europe et d'Amérique, les macro-algues sont aujourd'hui principalement utilisées comme aliment humain au niveau mondial. Les macro-algues sont utilisées dans la production de denrées alimentaires, aliments pour animaux, cosmétiques et produits pharmaceutiques. **(Person J., 2010)**

Les algues comestibles sont riches en composés bioactifs, fibres alimentaires, protéines, minéraux, vitamines, composés phytochimiques et des acides gras polyinsaturés. Les algues rouges, brunes et vertes ont des propriétés thérapeutiques pour la santé et la gestion des maladies, telles que l'activité anticancéreuse, antioxydante, antivirales, antifongiques et des propriétés antibactériennes. **(Mohamed R et al, 2009)**

L'utilisation d'antioxydants est un moyen efficace pour minimiser ou prévenir l'oxydation des lipides des produits alimentaires et retarder la formation des produits toxiques, pour le maintien de la qualité nutritionnelle et pour prolonger la durée de vie des aliments. **(Shilpi G & Abu Ghannam N, 2011)**

Les antioxydants les plus largement utilisés sont synthétiques: propylgallate (PG), le butylhydroxyanisole (BHA), le butylhydroxytoluène (BHT) et le tert-butylhydroquinone (TBHQ) **(Sreenivasan et al, 2007)**. Cependant, ils sont soupçonnés d'être responsables des dommages du foie et de la cancérogenèse. **(Cho et al, 2007)**

Ainsi, un intérêt renouvelé pour les produits d'origine naturelle semble être stimulé par des préoccupations de sécurité alimentaire actuelle qui nécessite le développement de nouvelles alternatives. Les extraits d'algues contenant des antioxydants naturels phénoliques sont largement étudiés afin d'être utilisés comme additifs alimentaires en remplacement des produits chimiques pour améliorer la stabilité, la qualité intrinsèque et la valeur nutritionnelle des aliments. **(Shilpi G & Abu Ghannam N, 2011)**

Dans ce contexte le but de ce travail est de faire une synthèse bibliographique sur l'utilisation des algues et leurs extraits comme additifs alimentaires.

### I.1 Définition :

Les algues sont des plantes sans feuilles, tiges ou racines, elles sont simplement constituées d'un thalle. Elles peuvent être unicellulaires (algues microscopiques) ou pluricellulaires (algues supérieures). (Anning et al, 1982).

Ce sont des végétaux beaucoup moins connus que les plantes terrestres, et beaucoup plus difficiles à appréhender. Ce sont des organismes chlorophylliens qui occupent en grande partie les milieux aquatiques, en particulier marins et sous-marins (Person J., 2010).

Les algues fournissent une excellente source de composés bioactifs tels que des antioxydants, des fibres alimentaires, acides gras, des vitamines et des minéraux. (Cox S et al, 2012).

Les algues marines sont exploitées principalement pour la production industrielle de phycocolloïdes tels que l'agar-agar, l'alginate et carraghénane tant dans l'alimentation que dans l'agriculture, la médecine et toutes les formes d'industrie, mais ne sont pas assez considérés pour leurs aspects sanitaires. (Rajasulochana P et al, 2009).

L'utilisation des algues marines dans l'alimentation humaine fait partie du style de vie de plusieurs pays d'extrême orient et du pacifique, notamment au Japon où des études épidémiologiques ont mis en évidence une incidence plus faible des cancers du sein, du côlon et de la prostate liée à la consommation régulière d'algues. (Omar et al, 2009).

### I. 2 Classification des algues :

Les algues sont classées sur la base de leur organisation cellulaire et les pigments qu'elles contiennent. Il existe deux types d'algues :

#### I.2.1 Les microalgues :

##### a. Bacillariophycées (diatomées) :

Les bacillariophyta sont des algues unicellulaires ou coloniales, quelquefois filamenteuses, à plastes bruns ou jaunes contenant de la chlorophylle a et c du  $\beta$  carotène et plusieurs xanthophylles. Elles sont caractérisées par leurs parois cellulaires imprégnées de silice formant une logette bivalve appelée frustule. Celui-ci a l'aspect d'une boîte surmontée d'un couvercle, les deux valves sont ornementées de stries, pores, aiguillons, épines qui ont un grand rôle dans la systématique de ces organismes. (Anonyme 2).

**b. Chrysophycées (algues dorées):**

Grand groupe d'algues eucaryotes, trouvées principalement dans l'eau douce. A l'origine, elles ont été prises pour inclure toutes les formes exceptées les diatomées et les algues brunes multicellulaires, mais depuis elles ont été divisées en divers groupes basés sur la pigmentation et la structure cellulaire. Pour beaucoup de chrysophytes, les parois des cellules sont composées de cellulose avec de grandes quantités de silice. Autrefois classées parmi les plantes, elles contiennent les pigments photosynthétiques de chlorophylle *a* et *c*. Dans certaines circonstances, elles se reproduisent de manière sexuée, mais la forme courante de la reproduction est la division cellulaire. (Isabelle C., 2010).

**c. Cyanophycées (algues bleu-vert) :**

Ce sont des algues photosynthétiques qui se développent dans l'eau (utilisent la lumière du soleil pour créer la nourriture). Les cyanobactéries vivent dans les écosystèmes terrestres, frais, eau saumâtre ou marine. Ils sont généralement trop petits pour être vus, mais parfois peuvent former des colonies visibles. Les cyanobactéries ont été trouvées parmi les plus anciens fossiles de la terre. Les cyanobactéries ont été liées à des maladies humaines et animales dans le monde entier. (Carmichael & Falconer, 1993).

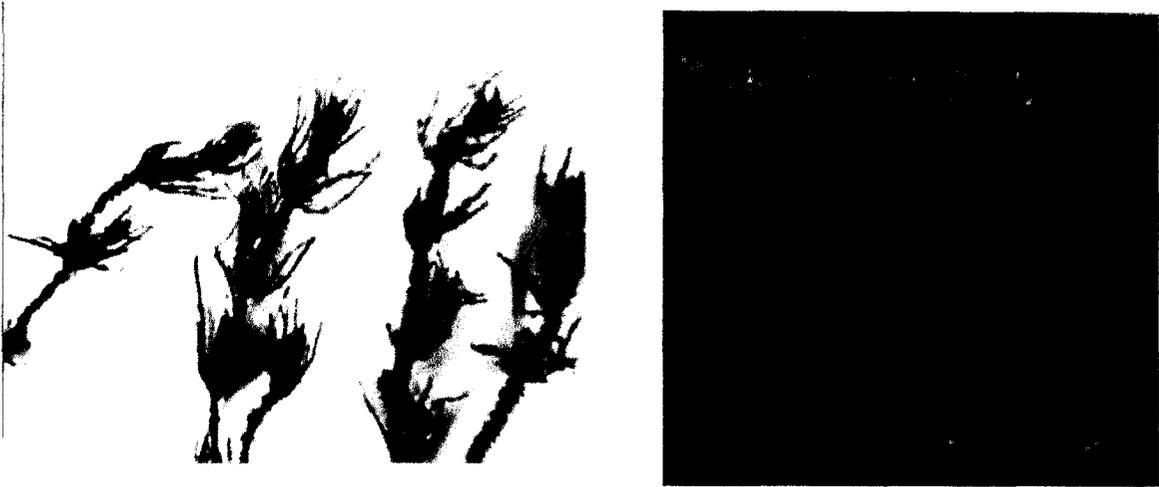
**I.2.2 Les macroalgues :**

Le terme de macro-algues n'a en fait aucune valeur taxonomique et si on doit poser une définition, il s'agit d'un terme générique qui englobe tous les organismes aquatiques photosynthétiques multicellulaires à l'exception des plantes terrestres (plantes vertes ou embryophytes). Parmi les macroalgues il existe des macroalgues utilisées dans la production de denrées alimentaires appelées les algues comestibles, on distingue trois groupes. (Person J., 2010).

**a. Chlorophycées (algues vertes) :**

Les chlorophytes ou algues vertes, forment une classe extrêmement variée. Elles se développent dans les eaux douce et les eaux salées, elles possèdent les chlorophylles *a* et *b* ainsi que des caroténoïdes spécifiques, et portent des spores qui sont des organes reproducteurs, mais nombre d'entre elles peuvent aussi se reproduire par la division cellulaire. (Raven, 2007).

Les images suivantes représentent certains genres des algues vertes.



**a: *Chara***

**b : *Euglena***

**Figure1 : Images d'algues vertes. (Huynh & Serediak, 2006).**

A titre d'exemple nous citons quelques genres :

- Cladophora
- Ulva
- Chlamydomonas

➤ ***Ulva* :**

L'*Ulva* est une algue verte, qui se présente sous la forme d'une lame très mince. Elle vie sur les rochés de littoral et parfois dans les mares, elle possède une taille d'environ 25cm. Cette algue appelée la laitue de mère se reproduit toute l'année avec un maximum de développement en été. (Raven, 2007).

**b. Phéophyceés (algues brunes) :**

Les phéophyceés sont des algues brunes toujours filamenteuses ou thalloïdes, jamais unicellulaires. Elles sont surtout marines et ne sont représentées en eaux douces que par cinq genres et cinq à six espèces rares. Elles possèdent des plastes bruns contenant des chlorophylles a et c, du  $\beta$  carotène et des xanthophylles (surtout de la fucoxanthine et de la diatoxanthine). Elles ne produisent jamais d'amidon et les matières de réserve consistent en laminarine et en mannitol. (Anonyme 2).

L'image suivante représente une espèce d'algue brune.



*Laminaria digitata.* (Anonyme 4)

Figure 2 : Image d'algue brune

A titre d'exemple nous citons quelques genres :

-*Sargassum*

-*Ectocarpus*

-*Macrocystis*

➤ *Ectocarpus* :

*Ectocarpus* est une algue brune composé de filaments simples ramifiés. L'espèce *E.siliculosus* montre des sporanges uniloculaire et pluriloculaire, développé sur des sporophytes. La méiose se déroule dans les sporanges uniloculaires et donne des zoospores haploïdes. On trouve *Ectocarpus* dans les eaux et les estuaires peu profonds du monde entier. (Raven, 2007).

c. Rhodophycées (Algues rouges):

Ce Sont des algues annuelles de 3500 espèces, dont les plus consommées sont les algues dulse, nori ou carraghénanes. Elles ne contiennent que de la chlorophylle a et d'autres pigments. Elles sont principalement marines et pour la plupart pluricellulaires. (Demoulin & leymergie, 2009).

L'image suivante représente une espèce d'algue rouge.



Figure 3 : Image d'algue rouge : *Chondrus crispus.* (Anonyme 4)

A titre d'exemple nous citons quelques genres :

-*Gracilaria*

-*lithothamnium*

- *Porphyra*

➤ ***Porphyra* :**

Elle est connue par de nombreux noms d'après les régions, tels que laver ou *nori*, et il existe environ 100 espèces. Ce genre a été cultivé intensivement dans de nombreux pays asiatiques et est utilisé pour envelopper le riz et le poisson. (Mohammad R et al, 2009).

Le tableau suivant représente certaines algues marines alimentaires:

**Tableau I:** Liste de certaines algues marines alimentaires. (Burtin P., 2003).

Nom scientifique	Nom commun	Classe
<i>Chondrus crispus</i>	Pioca	Floridophyceae
<i>Porphyra</i> spp	Nori /laver/zicai	Bangiophyceae
<i>Palamaria palamaria</i>	Dulse	floridophyceae
<i>Callophyllis variegata</i>	Carola	floridophyceae
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	Limu kohu	floridophyceae
<i>Gigartina</i> spp	Botelhas	floridophyceae
<i>Gracilaria coronopifolia</i>	Limu manauea	floridophyceae
<i>Gracilaria parvisipora</i>	Ogo	floridophyceae
<i>Gracilaria verucosa</i>	Ogonori	floridophyceae
<i>Sargassum echinocarpum</i>	Limo kala	Pheophyceae
<i>Laminaria</i> spp	Kombu	Pheophyceae
<i>Alaria esculenta</i>	Oniwakamé	Pheophyceae
<i>Codium edule</i>	Limu wawal'iole	Bryopsidophyceae
<i>Ulva fasciata</i>	Limu palahalaha	Ulvophyceae
<i>Caulerpa lentillifera</i>	Limu Eka	Charophyceae
<i>Monostroma nitidum</i>	Aonori	Ulvophyceae

### **I.3 Composition chimique des algues :**

Les algues sont adaptées pour des applications d'alimentation humaine et animale, en Chine, au Japon, aux États-Unis, en France et au Chili, les algues sont récoltées pour être inclus dans une grande variété de plats. La composition chimique des algues n'est pas aussi bien connue que celle des plantes terrestres mais ils sont connus pour être riches en glucides, protéines et minéraux ainsi que des composés bioactifs comme les polyphénols et les polysaccharides. (Shilpi G & Abu Ghannam N, 2011).

#### **I.3.1 Les polyphénols:**

Les polyphénols sont largement distribués dans les plantes et ils agissent comme piègeurs de radicaux libres, des agents antimicrobiens et anticancéreux. Les plantes marines telles que les algues et les herbiers contiennent également des quantités élevées de polyphénols tels que les acides phénoliques, flavonoïdes, anthocyanes, la lignine, les tannins, la catéchine, l'épicatéchine, épigallocatechine, et l'acide gallique. Ces composés polyphénoliques ont montré de nombreuses bioactivités bénéfiques pour la santé, comme antioxydante, anticancéreuse, antivirales, anti-inflammatoire, et une capacité à inhiber l'agrégation plaquettaire humaine. (Boopathy & Kathiresan, 2010).

##### **a) Les Tannins :**

Le terme « tannins » a été utilisé à l'origine pour décrire des substances végétales capables de transformer des peaux d'animaux en cuirs (Rahim & Kassim, 2008).

Aujourd'hui, le terme est largement utilisé pour décrire un sous-groupe de composés phénoliques qui sont produits sous forme de métabolites secondaires, par une multitude d'espèces végétales diversifiées. Leur poids moléculaire est de plus de 500 Daltons, ils sont solubles dans l'eau avec la capacité de précipiter les protéines (Koivikko et al, 2008).

Les tannins sont généralement divisés en trois groupes chimiques distincts en fonction de leurs structures: les tannins hydrolysables, les tannins condensés et le troisième, groupe le moins connu, représenté par les phlorotannins (Balasundram et al, 2006).

➤ **Tannins hydrolysables :**

Les tannins hydrolysables sont des esters d'un sucre (généralement le glucose) ou d'un polyol et d'un acide phénol (**Derbel & Ghedira, 2005**). Ces métabolites peuvent se condenser, par oxydation, à d'autres molécules galloyl hexahydroxydiphénique formant ainsi des polymères de haut poids moléculaire (**Bravo, 1998**). Comme leur nom l'indique, ces tannins sont facilement hydrolysés par les acides, les alcalins, l'eau chaude et par l'action enzymatique, ce qui donne l'alcool polyhydrique et l'acide phénylcarboxylique (**Bennick, 2002**).

Selon la nature de ce dernier, les tannins hydrolysables peuvent être subdivisés en gallotannins, qui sont dérivées à partir de l'acide gallique, ou ellagitannins, qui sont issus de l'acide hexahydroxydiphénique (**Rahim & Kassim, 2008**).

Le plus connu des tannins hydrolysables est l'acide tannique, qui est un gallotannin composé d'une molécule de glucose pentagalloyl estérifié avec cinq unités d'acide gallique (**Bravo, 1998**).

➤ **Tannins condensés :**

Les tannins condensés ou proanthocyanidines sont des oligomères ou des polymères dont l'unité est un flavan-3-ol (catéchine et épicatechine). La condensation oxydative se produit entre le carbone C-4 de l'hétérocycle et les carbones C-6 ou C-8 des unités adjacentes (**Rahim & Kassim, 2008**). L'hydrolyse des tannins condensés par chauffage dans l'acide produit des anthocyanes (**Vermerris & Nicholson, 2006**). Les tannins condensés les plus fréquemment décrits ont un poids moléculaire d'environ 5000Da, bien que, des polymères à poids moléculaire supérieur à 30,000 Da ont été décrits (**Bennick, 2002**).

**b) Les phlorotannins :**

Les phlorotannins (polyphénols d'algues brunes) sont des composés polyphénolique trouvés exclusivement dans les algues brunes. Les Phlorotannins, un sous-groupe de tanins, sont entièrement produit par une polymérisation d'unités de phloroglucinol. (**Wijesinghe & Jeon, 2011**)

**c) Les lignanes :**

Le terme lignane a été introduit pour décrire un groupe de dimères de phénylpropanoïdes dans lesquels les unités phénylpropanes sont liées par le carbone central (C8) de chaque chaîne propyle. L'hydrolyse des composés similaires aux lignanes liés aux glucosides secoiridoides sont à l'origine de ces deux composés phénoliques. (Brenes et *al*, 2000).

**d) Polyphénols halogénés :**

Les composés bromés, simples et complexes sont retrouvés dans l'environnement marin (Hassenklover & Bickmeyer, 2006), les algues produisant ces composés sont : les algues rouges qui sont de grands producteurs des composés halogéniques, les plus courants sont les haloterpènes suivie par les mono et les oligobromophénols, les algues marines vertes quant à elles sont connues pour leur productions de composés similaires à ceux des algues rouges. (Maschek & Baker, 2008).

**e) Flavonoïdes :**

Le terme «flavonoïdes» est généralement utilisé pour décrire une très large gamme de produits naturels (Marais et *al*, 2006) formés dans les plantes à partir des acides aminés aromatiques, la phénylalanine et la tyrosine, et du malonate. (Pietta, 2000). Les flavonoïdes constituent un groupe de plus de 6000 composés (Erlund, 2004) qui comprennent un squelette de carbone C6-C3-C6, ou plus précisément une fonction phenylbenzopyrane, ils se composent de deux cycles benzéniques, qui sont reliés par un cycle pyrane contenant de l'oxygène. (Marais et *al*, 2006).

**I.3.2 Les polysaccharides :**

Les polysaccharides ou glycanes sont un groupe de composés chimiques formés des constituants les plus communs de monosaccharide comme le D-glucose, D-fructose, le D-galactose. Le L-galactose, le D-mannose, le L-arabinose, le D-xylose sont aussi fréquemment présents. Les polysaccharides d'origine algale comprennent les alginates, agar-agar et les carraghénanes. (Boopathy & kathiresan, 2010).

**a. Les alginates :**

Ce sont des composés colloïdaux hydrophiles naturels, polysaccharides obtenus à partir d'algues brunes. Constituants majoritaires des algues (teneur de 15 à 45% du poids sec), ils y jouent un rôle Structural. Ce sont des polymères composés d'un enchaînement de deux sucres, sa composition chimique varie selon les diverses espèces d'algues. (Thanh-Sang *et al*, 2011).

**b. Les carraghénanes :**

Ce Sont des polysaccharides extraits des algues rouges. (Manfred & Moll, 2007). Des polymères à chaînes linéaires ayant tous pour monomère le galactose plus ou moins sulfaté. Il existe au moins deux types de carraghénanes :

- une fraction soluble en présence de KCl, ne donnant jamais de gel, qui sont nommé lambda-carraghénane.

- une fraction insoluble à froid en présence de KCl, soluble à chaud, et donnant en refroidissant un gel doux agréable au palais : le kappa-carraghénane.

Les travaux dans ce domaine ont permis d'identifier un troisième type de carraghénane, l'iotacarraghénane, agissant comme le kappa-carraghénane, mais donnant des gels plus élastiques. (Person J., 2010).

**c. Les agars :**

L'extrait naturel d'agar-agar, issu de la paroi cellulaire de certaines espèces d'algues rouges (rhodophycées). Se composent de deux polysaccharides : l'agarose et l'agaropectine. L'agarose est un homopolymère neutre d'agarobioses, unité disaccharidique. L'agaropectine contient à la fois des unités d'agarobiose pures et des unités d'agarobiose substituées par des groupes sulfates, méthyl, pyruvate... La qualité des agars dépend de la teneur en agarose, plus elle est élevée et meilleurs seront les gels. (Manfred & Moll, 2007).

**d. Les ulvanes :**

Les ulvanes sont des polysaccharides anioniques sulfatés et carboxylés solubles dans l'eau, extraits de la paroi d'algues vertes appartenant à la famille des Ulvales. Il a été rapporté qu'ils présentaient une teneur allant de 8 à 30% du poids sec des algues. (Person J., 2010).

**a. Les fucoïdanes :**

Ce sont des polysaccharides sulfatés contenus dans les parois cellulaires des algues brunes. (Raven, 2007). Ils agissent sur la régulation de l'hydratation et du stress osmotique au sein des cellules algales. Composés principalement d'une répétition d'unités de fucoses sulfatés, ils peuvent aussi contenir d'autres sucres neutres et de l'acide uronique éventuellement acétylé. (Person J., 2010).



**CHAPITRE II :**  
**Les activités biologique des**  
**extraits d'algues**

L'extraction des composés bioactifs à partir des algues est nécessaire pour les obtenir en grande concentration afin d'évaluer leur action antioxydante, antimicrobienne, anticancéreuse, antivirale ainsi que d'autres activités à découvrir.

## II .1 Extraction des composés bioactifs des algues :

L'extraction est utilisée pour libérer les composants solubles de la matrice des algues et pour obtenir des molécules d'intérêt concentrées et isolées (les polyphénols et les polysaccharides qui sont utilisés comme des agents antioxydants, antimicrobiens, comme source de fibres alimentaires et source d'iode). Elle est réalisée par le biais de plusieurs étapes bien spécifiques à chacune de ces molécules, l'étape commune à pratiquement toutes les extractions est le séchage : les algues sont laissées à sécher, éventuellement sous abris, au soleil avec le vent comme auxiliaire. La teneur en eau est alors réduite de 80 à 30% environ. Les algues peuvent être hachées ou broyées à l'état humide ou sec. **(Person J., 2010).**

Au niveau de l'étape d'extraction, il y a plusieurs techniques :

### ➤ L'extraction solide/liquide à l'aide de solvants :

Après analyse des extraits obtenus, l'acétone et l'acétate d'éthyle sont les solvants ayant présenté les meilleurs rendements d'extraction. L'extraction solide-liquide permet d'extraire la majorité des composés phénoliques en 30 minutes, et ce, en grande quantité. **(Fabienne G., 2011)**

### ➤ L'extraction par les enzymes :

Les enzymes convertissent les matériaux insolubles dans l'eau en matériaux solubles dans l'eau, cette méthode ne peut s'adapter aux produits chimiques toxiques. L'utilisation d'enzymes permet aussi d'améliorer les rendements d'extraction de composés d'intérêt, en rendant plus facile la déstructuration des parois des algues et le fractionnement des extraits. **(Wijesinghe & Jeon, 2011).**

### ➤ L'extraction à l'eau :

L'eau est le solvant de choix, qui va permettre d'extraire des molécules comme les colloïdes (alginates, carraghénanes, ulvanes, amidon), les minéraux, alors que les mélanges hydroalcooliques eux servent à extraire les polyphénols. **(Person J., 2010).**

### II.1.1 Extraction des polysaccharides :

Les polysaccharides sulfatés pourraient être de très importants ingrédients fonctionnels dans diverses applications industrielles. L'extraction est influencée par la nature chimique du composant, le procédé d'extraction utilisé et la présence des substances qui interfèrent. La teneur en polysaccharides des algues varie selon les espèces. En général, ces polysaccharides ont été extraits à l'aide d'eau ou des solvants organiques aqueux. Cependant, la paroi cellulaire se compose de polymères complexes, il n'est pas facile d'extraire des polysaccharides actifs en utilisant un solvant d'extraction. (Wijesinghe & Jeon, 2011)

#### ❖ Exemples d'extraction des polysaccharides les plus connus :

Les polysaccharides extraits d'algues (carraghénanes, alginates et agar-agar) sont connus depuis longtemps pour leurs propriétés épaississantes et gélifiantes et constituent une famille importante d'additifs alimentaires. (Raven, 2007).

##### a. L'extraction des agars :

Selon le procédé traditionnel, on hache l'algue séchée et on l'ébouillante dans l'eau additionnée d'un acide (acide acétique ou acide sulfurique dilué). Le liquide chaud est ensuite filtré pour éliminer les morceaux d'algues hachées restants, puis neutralisé par un agent alcalin tel que le bicarbonate de sodium. (Sri I et al, 1994).

Une gelée se forme lorsque la température s'abaisse au dessous de 40°C. Pour débarrasser cette gelée de son arrière-goût d'algue et de sa légère coloration, on la congèle, puis on la dégèle et on la déshydrate. On effectue cette opération à deux ou trois reprises pour purifier progressivement l'agarose. (Person J., 2010).

##### b. L'extraction des alginates :

L'algue est coupée et nettoyée après la récolte. Puis elle est mise à macérer dans un acide minéral dilué pour être déminéralisée. L'alginate contenu dans l'algue est ainsi transformé en acide alginique, insoluble, et, en même temps, certains constituants indésirables sont éliminés (fucoïdane, mannitol, sels minéraux...). Les algues déminéralisées sont broyées en présence d'un alcalin ou d'un sel alcalin afin de neutraliser l'acide alginique et de solubiliser celui-ci sous forme de sel correspondant à l'alcalin utilisé. Les composés insolubles sont éliminés par filtration, flottation ou décantation. L'alginate est extrait et traité. Il est précipité, pressé, lavé et essoré, puis

neutralisé, séché et moulu à la granulométrie désirée. On obtient alors différents sels aux propriétés bien précises : les alginates de métaux alcalins (sodium, potassium, magnésium...) sont solubles dans l'eau tandis que l'acide alginique et son dérivé calcique (calcium, aluminium, fer...) y sont pratiquement insolubles. (Person J., 2010).

### c. L'extraction des carraghénanes :

On opère différemment selon la pureté du carraghénane que l'on souhaite obtenir. Pour parvenir à du carraghénane pur, il faut passer par l'extraction dite fine. Mais, il est possible d'effectuer un simple traitement à la potasse pour aboutir à un carraghénane semi-raffiné, qui est aussi autorisé comme additif alimentaire au même titre que le carraghénane raffiné. Le schéma de la figure explique la méthode fine utilisée dans l'industrie pour extraire les carraghénanes. (Sri I et al, 1994).

Le schéma de la figure 4 explique la méthode fine utilisée dans l'industrie pour extraire les carraghénanes.

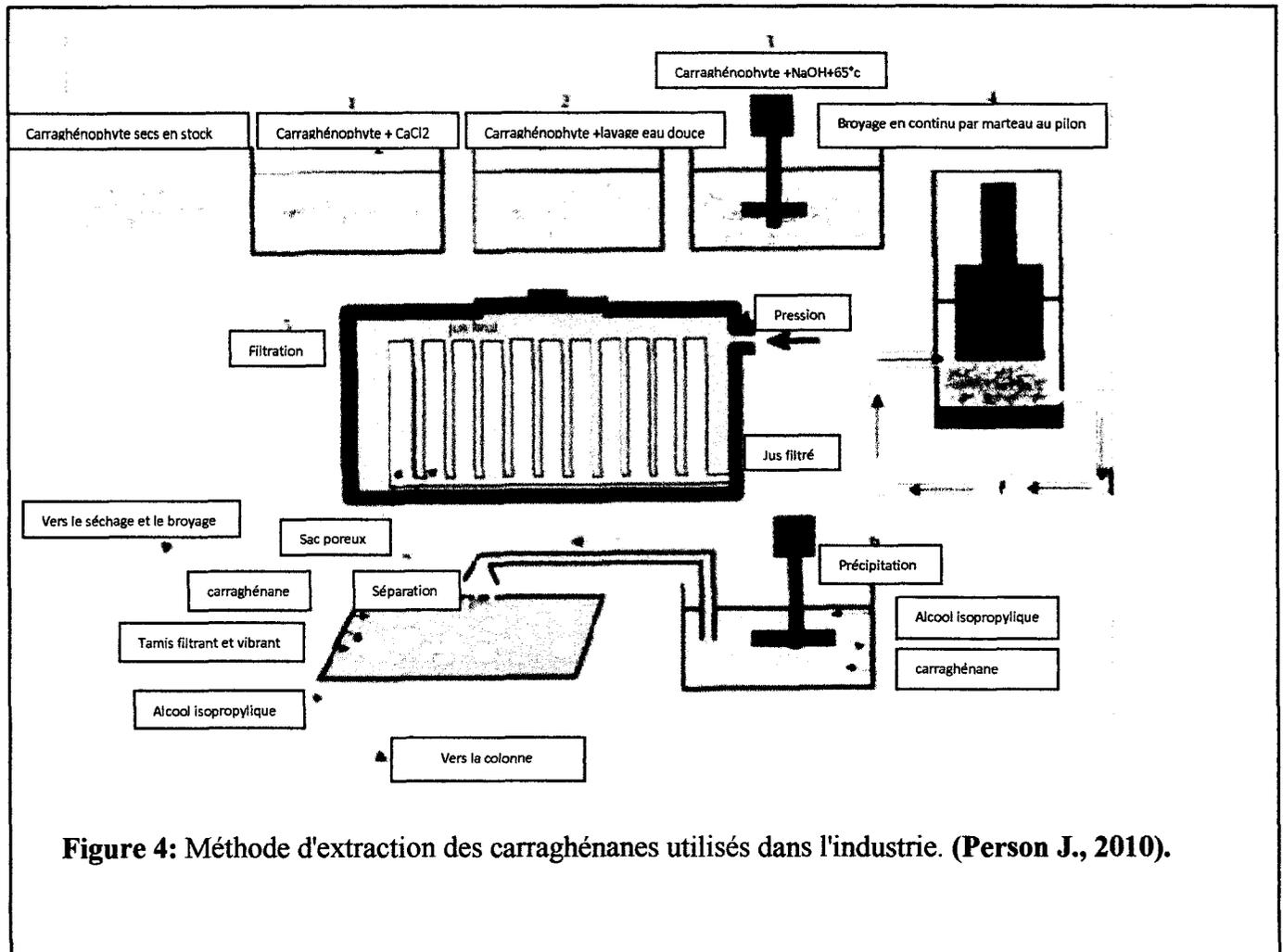


Figure 4: Méthode d'extraction des carraghénanes utilisés dans l'industrie. (Person J., 2010).

Le carraghénophyte, surtout s'il est sec depuis longtemps, est mis à tremper (stade 1) dans une solution de chlorure de calcium et agité vigoureusement pour le débarrasser du sable, des coquillages, des larves, des épiphytes et autres impuretés. Le calcium pénètre dans les tissus et fixe le carraghénane dans les parois cellulaires de manière à ce qu'il n'y ait pas de perte lors des divers rinçages (stade 2). Pendant cette réhydratation, il est souhaitable de pratiquer, sur un échantillon représentatif de la biomasse à traiter, une extraction préliminaire de manière à définir les valeurs des paramètres à faire jouer pour aboutir au meilleur rendement. Les thalles sont alors immergés (stade 3) pendant 2 heures dans une solution alcaline (NaOH, 1 N) à 65 °C, à raison de 100 l/kg de tissu sec. Les végétaux se désagrègent progressivement en un magma coloré sous l'impulsion d'un marteau-pilon (stade 4). Les carraghénanes se dissolvent sous la forme de sels de sodium. . (Person J., 2010).

Il faut veiller à ce que le milieu reste toujours basique, ces colloïdes ayant une forte tendance à se dépolymériser en milieu acide lorsque la température est élevée. Il est très difficile de séparer la phase liquide contenant les carraghénanes du reste. (Person J., 2010).

La filtration s'effectue (stade 5) dans un cylindre maintenu sous pression et à chaud. En principe, le liquide jaunâtre obtenu contient 2 g de carraghénanes pour 98 g d'eau. Le problème consiste à récupérer ces 2 g. Le liquide est versé, par jets, dans une cuve contenant de l'alcool isopropylique (stade 6). Les carraghénanes flocculent en amas spongieux blanchâtres tandis que les pales d'une grande hélice brassent le tout. Un autre procédé de précipitation du kappacarraghénane utilise l'interaction spécifique avec les sels de potassium. Dans ce cas, on n'utilise pas de solvant organique tel que l'isopropanol. (Person J., 2010).

L'opération terminée, une puissante pompe aspire la suspension « précipité de carraghénanesalcool » pour la déposer sur un crible métallique vibrant horizontalement (stade 7) ; ce dernier retient les amas spongieux et laisse passer l'alcool. Enfin pour un dernier rinçage, les carraghénanes sont aspergés avec de l'alcool isopropylique pur. (Person J., 2010).

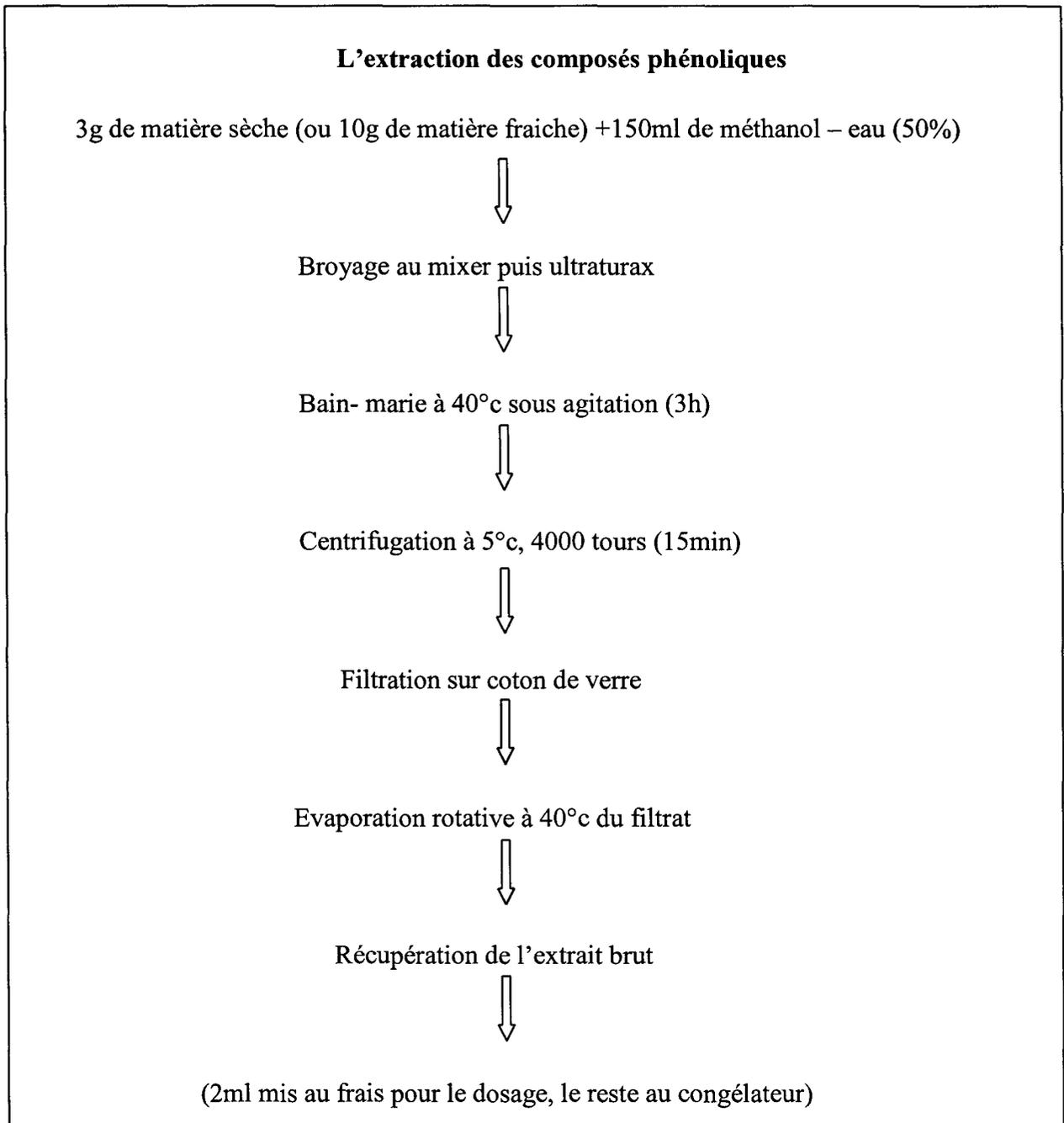
### **II.1.2 Extraction des lipides (les stérols) :**

Les stérols sont obtenus à partir de la fraction lipidique totale par extraction du végétal à l'aide de solvants. Les solvants "verts" comme le mélange Ethanol/ eau - 80/20, sont moins coûteux, moins toxiques et plus respectueux de l'environnement que les solvants classiques (hexane, acétone). Les stérols sont ensuite isolés de la fraction lipidique totale par voie chimique (saponification) ou par voie enzymatique (lipases). Les rendements de l'hydrolyse enzymatique, de 3 à 6%, sont très supérieurs à ceux de la saponification, de 1 à 2%. (Person J., 2010).

### **II.1.3 Extraction des polyphénols :**

L'utilisation de solvants organiques tels que l'éthanol ou le méthanol est la méthode commune pour l'extraction des composés phénoliques à partir de matières végétales. En outre, les mélanges aqueux des solvants organiques particuliers permettent d'améliorer l'extraction. Mais, certains polyphénols végétaux semblent être torsadés ensemble avec des polysaccharides de la paroi cellulaire par l'intermédiaire d'étanches liaisons hydrophiles et hydrophobes. Cependant, la distribution des polyphénols n'est pas homogène à l'intérieur des tissus. Par conséquent, la libération de ces composés polyphénoliques peut être améliorée par des enzymes qui dégradent les polysaccharides pariétaux. Toutefois, les composés phénoliques qui existent dans les plantes ne sont pas toujours associés avec les parois des cellules végétales. **(Wijesinghe & Jeon, 2011).**

La figure 5 représente un exemple de procédé d'extraction de composés phénoliques :



**Figure 5:** exemple d'extraction des composés phénoliques (Marie Ihuillery, 2006).

## II.2 L'activité antioxydante des extraits d'algues :

Les antioxydants sont des métabolites secondaires qui empêchent l'oxydation en transformant des radicaux libres ou des radicaux peroxy en non-radicaux (par don d'électrons et d'hydrogène),

des métaux de transition chélatants, et dissolution des composés de peroxydation générées. . (Shilpi G & Abu Ghannam N, 2011).

Les radicaux libres sont responsables du vieillissement cellulaire, ainsi que de diverses maladies humaines, une étude montre que les substances antioxydants qui piègent les radicaux libres jouent un rôle important dans la prévention contre ces maladies. (Ismail & Hong, 2002).

Les radicaux libres peuvent cependant jouer un rôle physiologique important comme dans la phagocytose des bactéries par les macrophages. (Pincemail et al, 2002).

Le contenu total de polyphénols et la capacité antioxydante varie selon les espèces, mais généralement, les algues vertes ont une capacité plus grande sur les radicaux libres (propriétés de piégeage), suivi par les algues brunes, puis les algues rouges. (Mohamed R., 2009).

### **Mode d'action :**

Les activités chimiques des polyphénols en termes de leurs propriétés réductrices prédisent leur potentiel pour une action antioxydante qui est due aux cycles des composés polyphénoliques et leur capacité à piéger les ERO, à donner des atomes d'hydrogène ou d'électrons, à chélater les ions métalliques et à moduler l'activité des enzymes. L'efficacité antioxydative des polyphénols dépend de leur structure chimique. (Rice-Evans et al, 1997).

## **II.3 L'activité antimicrobienne des extraits d'algues :**

Les composés phénoliques sont des précurseurs des polymères structurels, ils servent de molécules de signalisation ou fonctionnent comme agents antimicrobiens (les phytoanticipines et les phytoalexines). (Hammerschmidt R., 2005).

### **II.3.1 L'activité antibactérienne :**

Les recherches effectuées sur les extraits d'algues marines ce sont étalées sur de nombreuses espèces, la plupart de ces espèces ce sont révélés actives sur les bactéries, cette activité antibactérienne concerne aussi bien les Gram positif que les Gram négatif. (Kumar & Rengasamy, 2008)

#### **a. Action des acides phénoliques :**

L'action des phénols sur les microorganismes est liée au (x) site (s) et au nombre de groupements hydroxyles. En effet, l'augmentation d'hydroxylation augmente leur toxicité. En

outre, les phénols les plus oxydés sont plus inhibiteurs. Les mécanismes responsables de leur toxicité comprennent une inhibition d'enzymes par les composés oxydés, par réaction de groupements sulfhydryles ou par des interactions non spécifiques avec des protéines. (Cowan M., 1999).

Les phénylpropanoïdes développent leur action contre les bactéries à travers l'interaction avec la membrane cellulaire, cette activité est due au caractère hydrophobe des hydrocarbures cycliques, ce qui leur permet d'interagir avec les membranes cellulaires et de s'accumuler dans la bicouche lipidique des bactéries. Cette interaction provoque la fluidification de la membrane et son expansion, ce qui entraîne une diminution du gradient ionique transmembranaire. (Calsamiglia et al, 2007).

#### **b. Action des flavonoïdes :**

Les flavonoïdes sont synthétisés par les plantes en réponse aux infections microbiennes (Lopez-Lazaro, 2009). Il a été montré *in vitro*, que ce sont des substances antimicrobiennes efficaces contre une large gamme de microorganismes. (Ullah & Khan, 2008).

L'action des flavonoïdes sur la cellule bactérienne est pléiotropique, c'est à dire qu'un même composé peut agir sur différentes cibles. Les flavonoïdes peuvent cibler la paroi bactérienne, la membrane cytoplasmique, inhiber la synthèse de l'ADN et interférer avec des voies métaboliques. (Cushnie & Lamb, 2005).

Les catéchines s'intercalent entre les phospholipides membranaires et provoquent une réduction de la fluidité de la membrane, générant une inhibition de certaines fonctions membranaires. Ces composés sont aussi connus pour leur capacité à potentialiser les effets de certains antibiotiques. L'EGCg inhibe la pompe d'efflux T et (K) impliquée dans la résistance des souches de *S. aureus* aux tétracyclines ce qui restaure leur sensibilité. Il peut aussi agir en synergie avec les pénicillines et moduler la résistance de *Staphylococcus aureus* résistants à la méthicilline (SARM). Comme il inhibe la pénicillinase conduisant à la restauration de l'activité de la pénicilline. (Saidani K., 2010)

La synthèse de l'ADN peut être inhibée par certains flavonoïdes. La quercétine inhibe la topoisomérase II (ADN gyrase) d'*E. coli* en se liant à la sous unité GyrB. Le site de fixation de l'ATP et de la quercétine est chevauchant, il en résulte une inhibition de son activité ATPasique. La galangine (flavonol), un analogue structural de la 4-quinolone semble également avoir la topoisomérase IV comme cible. (Cushnie & Lamb, 2005)

Les flavonoïdes interfèrent avec la voie de biosynthèse des acides gras, l'EGCg inhibe de façon compétitive les enzymes bactériennes de synthèse des acides gras Fab G et Fab I (bacterial fatty acid synthase) par liaison au site de fixation du cofacteur NAD(P)H, comme il inhibe aussi le complexe déjà formé; le FabG-NADPH. (Zhang & Rock, 2004).

### c. Action des tannins :

La toxicité des tannins pour les microorganismes peut être liée à leur propriété astringente qui peut induire une complexation avec les enzymes ou les substrats, à leur action sur les membranes des microorganismes et à leur capacité à complexer les ions métalliques. (Akiyama et al, 2001).

L'intégrité et la fonction de la membrane plasmique peuvent être affectées par les tannins, à des concentrations sub-inhibitrices d'acide tannique la respiration de *vibrio fulvus* est inhibée. Les tannins possèdent un effet bactéricide sur *helicobacter pylori*, cet effet est dû à leur agrégation avec la membrane cytoplasmique. (Funatogawa et al, 2004).

### II.3.2 L'activité antifongique :

Etant donné la grande capacité des flavonoïdes à inhiber la germination des spores des pathogènes de plantes, ils ont été proposés pour une utilisation contre les agents pathogènes fongiques de l'homme. (Harborne & Williams, 2000).

Le flavanone prénylée isolé à partir de l'arbuste *Eysenhardtia texana* possède une activité contre les agents pathogènes opportunistes *Candida albicans*. (Wacher et al, 1999).

### II.4 L'activité anticancéreuse des extraits d'algues :

Le cancer est une maladie redoutable humaine, augmentant avec le changement de style de vie, la nutrition, et le réchauffement climatique. Les algues sont des sources importantes de protéines, iode, vitamines et minéraux et, par conséquent, leurs métabolites ont donné des résultats prometteurs contre le cancer. (Boopathy & kathiresan, 2010).

Au cours de ces dernières années, il a été rapporté que le fucose sulfaté riche polysaccharides isolés à partir d'algues brunes ont montré une activité anticancéreuse, qui est l'une des activités les plus importantes d'algues biologiques. (Wijesinghe & Jeon, 2011).

Les algues comestibles comme *Palmaria palmata* est avéré antioxydant efficace, capable d'inhiber la prolifération des cellules cancéreuses. (Boopathy & kathiresan, 2010).

## II.5 L'activité antivirale des extraits d'algues :

L'extrait d'algues brunes (le fucoïdane) exerce de puissantes propriétés antivirales à l'égard de virus comme le VIH ou le virus de l'herpès, son mécanisme d'action n'est pas celui d'un agent directement virucide. Il semble plutôt bloquer les récepteurs des cellules à la surface de l'hôte que le virus utilise normalement pour pénétrer à l'intérieur de la cellule. Le fucoïdane inhibe également l'enzyme transcriptase reverse que le VIH utilise pour se copier lui-même dans le génome de la cellule hôte. (Hennequart et al, 2004).

Les extraits de deux espèces d'algues marine, *Simplese constantinea* et *Farowila molis*, ont été testés expérimentalement pour leur activité antivirale sur des cultures cellulaires de tissus de souris infecté. Le traitement de ces cellules d'embryon de souris fibroblastique avec l'extrait avant inoculation par le virus est efficace dans l'inhibition de la réplication du virus de l'herpès simplexe de type 1 et type 2, et du virus de la vaccine. L'administration prophylactique de ces extraits sont efficace dans la réduction de la mort des animaux inoculés par la voie intrapéritonéale, intracérébrale ou intranasale avec le virus de l'herpès simplex type 2, lorsque le traitement est lancé après l'inoculation virale à un autre site que celui de l'inoculation virale, aucun effet significatif sur la mortalité n'a été observée, et la préparation n'a pas également été efficace chez la souris inoculé par voie intrapéritonéale. (Richards et al, 1978).

**CHAPITRE III :**  
**Utilisation des algues**

L'algue est avant tout un légume au niveau mondial, les trois quart des macro-algues produites sont consommées en alimentation humaine directe, comme ingrédient omniprésent dans la cuisine traditionnelle asiatique. Les usages industriels des macro-algues sont beaucoup plus connus en Europe et en Amérique du Nord : industrie des colloïdes, d'autres usages et applications plus traditionnels y sont aussi présents : agriculture, cosmétique... (Person J., 2010).

Les végétaux marins sont omniprésents dans notre quotidien, sous forme entière ou fractionnée, les utilisations des algues sont diverses et variées. Outre les usages alimentaires, elles prennent une place croissante dans l'agriculture (alimentation du bétail, engrais organique), dans l'industrie pharmaceutique (enrobage des médicaments, propriétés amincissantes...) ainsi que dans des domaines tels que la cosmétologie (savon, crème, dentifrice), les produits de nettoyage, les industries textiles... (Marfaing & Lelart, 2007).

L'utilisation et l'exploitation des algues marines ne sont pas toujours très connues du grand public alors qu'on les utilise quotidiennement de plus un intérêt croissant pour les produits d'origine naturelle découle des préoccupations de sécurité alimentaire actuelle qui nécessite le développement de nouvelles alternatives. Les extraits d'algues contenant des antioxydants naturels sont largement étudiés afin d'être utilisés comme additifs alimentaires en remplacement au produits chimiques pour améliorer la stabilité, la qualité intrinsèque et la valeur nutritionnelle des aliments. (Shilpi G & Abu Ghannam N, 2011).

### **III.1 Domaines d'utilisation des algues actuellement :**

#### **III.1.1 Utilisation des algues dans l'alimentation humaine :**

Les macro-algues se retrouvent dans différents secteurs en alimentation humaine, qui représente 75% de la production mondiale. Utilisées quotidiennement en salades, dans des soupes, sous forme de condiments ou de légumes. La valeur nutritionnelle des macro-algues peut s'expliquer en grande partie par la présence conjointe de 3 grandes catégories de composants (fibres, minéraux et protéines), mais également par des métabolites présentant des propriétés antioxydantes et anti-radicalaires tels que les caroténoïdes, les polyphénols, les vitamines ou les acides gras polyinsaturés. (Person J., 2010).

#### **III.1.2 Utilisation des algues dans le domaine de la santé et en pharmaceutique :**

Les molécules les plus utilisées commercialement dans ce secteur restent celles décrites et utilisées dans l'industrie alimentaire, alginate, carraghénane, agar. Les alginates sont

largement utilisés dans l'industrie pharmaceutique en raison de leur capacité de chélation et de leur capacité à former une solution très visqueuse. On les retrouve dans les pâtes pour empreintes dentaires, comme antiacides pour les brûlures d'estomac ou les reflux gastriques. Les agars interviennent dans le domaine médical et pharmaceutique pour produire des agents gonflants, des laxatifs, des suppositoires, des gélules, des comprimés et des anticoagulants. Ils sont également utilisés dans la fabrication des milieux de culture biologique, et en biologie moléculaire. Les carraghénanes présentent, quant à eux, plusieurs possibilités d'utilisation comme produits pharmaceutiques : anti tumoraux, antiviraux, anticoagulants, des activités d'immunomodulation sont également été explorées. (Stacy K., 2007).

### **III.1.3 Utilisation des algues en cosmétique :**

En cosmétique, l'algue est utilisée comme un agent épaississant et liant ainsi qu'entant qu'antioxydant. (Anonyme 3) Certaines algues sont utilisées dans les soins de la peau, protection solaire et produits de soins capillaires. (Anders C et al, 2007).

La mousse d'Irlande et le carraghénane (deux formes populaires d'algues) contiennent des protéines, des vitamines A, du sucre, de l'amidon, de la vitamine B, du fer, du sodium, du phosphore, du magnésium, du cuivre et du calcium. Ils sont tous utiles comme sources pour les soins de la peau. (Anonyme 3).

### **III.1.4 Utilisation des algues dans l'agriculture :**

#### **a. Engrais :**

Historiquement et traditionnellement, les macro-algues sont utilisées comme engrais dans Le monde entier au niveau des régions côtières. Les "laisses de mer" sont épandues sur les champs. Leur teneur en minéraux permet d'améliorer la composition minérale des sols appauvris et leur richesse en colloïdes d'accroître la capacité de rétention d'eau des sols, de fixer les limons et de réduire l'érosion des terres arables. Les macro-algues brunes entrent aussi dans la formulation de supports de culture (terreaux enrichis) et d'engrais sous forme de farines ou d'extraits liquides. Après l'extraction des molécules d'intérêt ou des hydrates de carbone des algues, la plupart des nutriments sont encore présents dans les restes de la biomasse. Riche en éléments nutritifs, cette biomasse résiduelle présente un marché potentiel de valorisation comme bio-fertilisant. (Naegelé & Naegelé, 1967).

**b. Alimentation animale :****❖ Nutrition :**

Les algues sont aujourd'hui des ingrédients introduits dans l'alimentation animale pour plusieurs applications. On les retrouve dans la formulation des aliments sous forme de farines. Elles peuvent aussi intervenir comme compléments alimentaires en nutrition animale. Au niveau de l'industrie des colloïdes, les carraghénanes sont utilisés dans les aliments pour animaux de compagnie comme épaississants ou stabilisateurs de suspension. Les alginates eux interviennent pour donner une forme aux granules. (Mohammad R et al, 2009).

**❖ Aquaculture :**

Les macro-algues présentent aussi des applications en aquaculture. La récolte actuelle des populations naturelles ne peut pas soutenir cela, et les éleveurs doivent se tourner vers la production de leurs propres algues fourrages par algoculture. Il est aussi possible de préparer, par digestion enzymatique de macro-algues entières, des aliments adaptés à l'alimentation des proies utilisées pour nourrir les alevins. Les extraits d'algues vertes sont utilisables en tant que facteurs d'appétence pour formuler des aliments pour saumons dans lesquels l'huile de poisson est remplacée par une huile végétale. Certains extraits d'algues ont aussi des propriétés immunostimulantes vis-à-vis de différentes espèces d'aquaculture. (Person J., 2010).

**III.1.5 Utilisation des algues dans l'industrie :**

Si les algues sont utilisées à l'état naturel comme produit final pour l'alimentation et l'agriculture, c'est surtout leurs dérivés qui constituent les principaux produits industriels, ce sont les alginates, l'agar-agar et les carraghénanes, qui sont des polysaccharides absents dans les plantes terrestres. (Person J., 2010).

La forte affinité de ces polysaccharides à l'eau, les a qualifiés d'hydrocolloïdes. Ils sont extraits de différentes macroalgues rouges et brunes. Ces hydrocolloïdes jouent un rôle important comme agents gélifiants, épaississants, texturants, stabilisants et émulsifiants. (Naegelé & Naegelé, 1967).

Le tableau suivant représente la liste de certaines algues marines exploitées commercialement et les hydrocolloïdes correspondants :

**Tableau II:** Liste de certaines algues marines exploitées commercialement et les hydrocolloïdes correspondants. (Barsanti & Gualtieri, 2006).

Nom scientifique	Classe	Hydrocolloïde
<i>Gracilaria chilensis</i>	Floridophyceae	Agar
<i>Ahnfeltia plicata</i>	Floridophyceae	Agar/Carraghénanes
<i>Gelidium linguatum</i>	Floridophyceae	Agar
<i>Pterocladia spp.</i>	Floridophyceae	Agar
<i>Hypnea spp.</i>	Floridophyceae	Agar
<i>Chondrus crispus</i>	Floridophyceae	Carraghénanes
<i>Gigartina skottsbergii</i>	Floridophyceae	Carraghénanes
<i>Gigartina canaliculata</i>	Floridophyceae	Carraghénanes
<i>Mazzaella laminaroides</i>	Floridophyceae	Carraghénanes
<i>Sarcothalia crispata</i>	Floridophyceae	Carraghénanes
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Floridophyceae	Carraghénanes
<i>Eucheuma denticulatum</i>	Floridophyceae	Carraghénanes
<i>Iridaea spp.</i>	Floridophyceae	Carraghénanes
<i>Laminaria hyperborea</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Laminaria digitata</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Laminaria japonica</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Laminaria saccharina</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Durvillea potatorum</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Ecklonia spp.</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Lessonia nigrescens</i>	Phaeophyceae	Alginate
<i>Lessonia trabiculata</i>	Phaeophyceae	Alginate

### III.2 Les additifs alimentaires :

Il y a plus de 40 ans que l'industrie agro-alimentaire a découvert les propriétés physico-chimiques des algues. Les algues, ajoutées aux aliments vont permettre de donner aux préparations de la consistance par la formation d'un gel dont elles sont une source importante. Ce pouvoir gélifiant est 7 à 8 fois plus élevé que la gélatine animale. Les algues sont aussi utilisées pour leurs qualités d'épaississants, capables d'augmenter la viscosité des préparations industrielles ainsi que de stabilisants pour maintenir la qualité des denrées en les conservant de manière optimale ou en intensifiant leurs couleurs. Trois algues sont principalement

transformées et constituent 40% du marché des gélifiants et des épaississants. **(Demoulin G & leymergie C, 2009)**

### **III.2.1 L'acide alginique (E400) et les alginates (E401 à E405) :**

Ils sont issus d'algues brunes et sont utilisés comme épaississants. L'acide alginique est insoluble dans l'eau mais s'hydrate jusqu'à cent fois son volume initial. Ils sont particulièrement employés dans la fabrication des sauces, mayonnaises ou assaisonnements. Dans les boissons, les crèmes glacées ou les produits laitiers, ils jouent un rôle de stabilisant. **(Anonyme 1).**

### **III.2.2 L'agar-agar (E406) :**

L'agar-agar est un extrait d'algues rouges. Il a pour propriété une fois réduit en poudre, de devenir un excellent gélifiant végétal. L'agar-agar est aussi employé comme gélifiant dans les desserts, les confitures et les glaces. C'est aussi un épaississant pour les sauces, les soupes ou les purées. Utilisé dans l'industrie alimentaire et dans les ménages, il a l'avantage d'être stable à la chaleur, en supportant des traitements au-delà de 100 degrés (ce qui permet la stérilisation sans dégradation) et de goût neutre. **(Anonyme 1).**

### **III.2.3 Les carraghénanes (E407) :**

Ils sont aussi extraits d'algues rouges à grande viscosité. Ils possèdent des qualités de stabilisateur et d'épaississant surtout avec le lait avec lequel ils ont une réactivité spécifique. Cela a permis à l'industrie alimentaire, la production de tous les dérivés de produits laitiers, gâteaux ou glaces auxquels ils apportent plus d'onctuosité. **(Demoulin G & leymergie C, 2009).**

Le tableau suivant représente l'utilisation actuelles des carraghénane k,?et ?

**Tableau III** : Utilisations actuelles des carraghénanes  $\kappa$ ,  $\iota$  et  $\lambda$ . (Demoulin G & leymergie C, 2009)

Composé	Effet	Application
<b><math>\kappa</math>-carraghénane</b>	Gélifiant	Lait chocolaté Glaces et crèmes dessert Conserve de viande Nourriture pour animaux Gels désodorisants d'atmosphère Immobilisation d'enzymes Cultures in vitro
<b><math>\iota</math>-carraghénane</b>	Gélifiant	Desserts Sauces Glaces et crèmes glacées Cosmétiques
<b><math>\lambda</math>-carraghénane</b>	Épaississant	Desserts Sauces Dentifrice Cosmétiques

La figure 6 représente certains polysaccharides



**Figure 6** : Agar-agar et carraghénanes. (Demoulin G & leymergie C, 2009).

### III.3 Potentiel d'ajout des extraits d'algues comme additif alimentaire pour leurs bioactivités :

L'ajout d'algues ou de leurs extraits aux produits alimentaires en remplacement aux produits actuellement ajoutés permettra de réduire l'utilisation de conservateurs chimiques, ce qui satisfera la demande des consommateurs pour les produits verts. En outre, la situation actuelle et les projections futures dans les effets fonctionnels d'algues en tant que moyen d'améliorer la teneur en fibres et réduire la teneur en sel des aliments produits, qui seront d'une grande importance pour l'industrie. (Shilpi G & Abu Ghannam N, 2011).

#### III.3.1 L'ajout à l'alimentation comme un antioxydant :

Les algues ou leurs extraits ont des propriétés fonctionnelles et peuvent être ajoutés aux aliments afin de tirer profit de ces propriétés importantes. En règle générale, des études ont rapportés l'utilisation des algues comme *Enteromorpha*, *Himantalia elongata*, *U. Pinnati fi da* et *Porphyra umbilicalis* ajoutés aux produits carnés. (Cofrades et al, 2008).

En Inde, *Enteromorpha* qui est une algue verte, est utilisée comme ingrédient dans la préparation de *Pakoda*, une collation commune traditionnelle. (Mamatha et al, 2007).

Les effets de pigment caroténoïde, fucoxanthine (à partir de *U. da pinnati fi*) sur les lipides peroxydation et la couleur de la viande de poulet dans le stockage réfrigéré avant et après la cuisson. (Sasaki et al, 2008).

#### III.3.2 L'ajout à l'alimentation comme un agent antimicrobien :

Bien que les études antimicrobiennes des extraits de plusieurs algues ont été signalés, les cas où des extraits sont effectivement ajoutés aux produits alimentaires en tant que moyen d'améliorer la sécurité ne sont pas beaucoup disponibles. Certains études sont disponibles, dans lesquels qui rapportent que l'ajout d'extrait d'algues a donné lieu à une réduction des maladies causées chez certains animaux marins utilisés pour la consommation humaine. (Kanjana et al, 2011).

L'effet des extraits de l'algue rouge *Gracilaria fisheri* peuvent être utilisés comme une alternative possible pour la prévention et le traitement de la vibriose crevettes causé par *Vibrio harveyi*. En effet Les extraits de l'algue ont montré une activité antimicrobienne contre une souche virulente de *V. harveyi* avec une puissance équivalente à la norfloxacine antibiotique. En outre, *Penaeus monodon* (un type de crevettes juvéniles) injectés avec l'extrait d'algue ont montré une augmentation significative du nombre total d'hémocytes. (Kumaran et al. 2010).

### III.3.3 L'ajout à la nourriture comme une source de fibre alimentaire :

Il est temps que les consommateurs prennent conscience de la relation entre la santé et l'alimentation, la teneur élevée en fibres et en éléments minéraux des algues, leur utilisation comme moyen d'améliorer la teneur en fibres et réduire le sel contenu dans de nombreux produits alimentaires. (López-López *et al*, 2009).

Le meilleur exemple de ces aliments pourrait être de la viande et les produits carnés qui sont une source de grande valeur en protéines et en vitamines, mais pauvre en fibres et contiennent un excès de sodium qui peut être nocif pour la santé humaine. Ainsi, l'ajout des algues, comme ingrédient fonctionnel, peut aider à surmonter les problèmes technologiques associés aux produits à base de viande pauvre en sel, y compris les matières grasses. En outre, des efforts sont également menés pour tirer parti des avantages des algues en les ajoutant à divers autres produits alimentaires. (Goñi *et al*, 2000).

L'ajout d'algues améliore les propriétés de diminution de l'eau et de la graisse, l'augmentation de la dureté des produits cuits et réduit l'élasticité et la cohésion. (Cofrades *et al*, 2008) .

### III.3.4 L'ajout à la nourriture comme une source d'iode alimentaire :

La carence en iode dans le corps humain est le résultat de faibles niveaux d'iode dans la terre, les plantes et les animaux qui servent comme principales sources alimentaires.

Les algues sont la meilleure source naturelle d'iode il a été prouvé que leur consommation aide à répondre aux besoins quotidiens de l'iode dans le régime alimentaire. (Kolb *et al*, 2004) .

Les végétariens ne consomment que des fruits de mer et du lait et sont donc des sujets à risque de faibles apports en iode à moins qu'ils mangent des algues ou prennent des suppléments. (Phillips, 2005) .

Les algues comestibles contiennent des niveaux d'iode entre 4300 et 2660000 ug / kg. Kombu séché (*L. Japonica*) présente une teneur en iode d'environ 2700 mg / kg. Les pays d'Asie comme le Japon, la Corée et la Chine ont régulièrement utilisé les légumes de la mer depuis l'antiquité. L'habituelle consommation d'une alimentation riche en algues, dans ces pays, a été liée à l'incidence extrêmement faible de cancer du sein en raison de la forte disponibilité d'iode dans le régime alimentaire. (Lee *et al*, 1994) .

Des études ont rapportés une augmentation remarquable dans la teneur en iode dans le lait maternel d'origine japonaise. (Muramatsu *et al*, 1983) .

## **Conclusion :**

Les algues sont une source riche en antioxydants naturels et antimicrobiens, l'addition de ces extraits naturels améliore non seulement la qualité du produit alimentaire, mais peuvent même améliorer leur sécurité à des doses élevées.

Les algues représentent une source précieuse de nouveaux composés. La diversité biochimique des algues et leur richesse en nouvelles entités chimiques est une source exploitable pour la découverte de nouveaux métabolites fonctionnels plus efficace. Les composés bioactifs sont obtenus à partir d'algues différentes, chacune présentant une structure biochimique et affichant une grande variété d'effets biologiques sur des cibles spécifiques.

L'ajout d'algues et leurs extraits à des aliments mènent à une amélioration des propriétés antioxydantes, antibactérienne, nutritionnelle...

Les algues sont riches en oligoéléments comme l'iode, le calcium, le magnésium, le phosphore, le potassium, le sodium et le fer. Certaines espèces d'algues sont utilisées pour l'alimentation humaine, soit directement comme légume, soit sous forme de compléments alimentaires, soit sous forme d'additifs.

Les applications des macro-algues se sont étendues depuis quelques années aux domaines de la cosmétologie, de la pharmacologie et plus généralement comme additifs alimentaires en raison de leur richesse en composés bioactifs. L'obtention de nouvelles variétés et souches de macro-algues doit être un objectif majeur des futurs projets de développement de l'agro-alimentaire.

## Références bibliographiques:

**Akiyama H., Fujii K., Yamazaki O., Oono T. and Iwatsuki T, (2001).** Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Antimicrobial chemotherapy*, 4: 48.

**Amin Ismail & Tan Siew Hong, (2002).** Antioxidant Activity of Selected Commercial Seaweeds. *Faculty of Medicine and Health Sciences Universiti Putra Malaysia*. 8(2): 167-177.

**Anders S Carlsson, Jan B van Beilen, Ralf Möller and David Clayton, (2007).** Micro-and macro algae utility for industrial applications. *CPL press science publishers*, 82: 87-491.

**Anning Toulement, Claude Rives, (1982).** Sous lamer (faune et flore) Hatier. Paris, 29- 37.

**Anonyme 1:Laurent Dabouineau.** Un autre regard sur les algues marines. *journal Rale d'eau*, 118 : 1-4.

**Anonyme 2 : ILTIS A, (1980).** Les algues : Biogéographie et taxonomie des algues de la zone soudano-sahélienne et Cameroun, 11- 12.

**Anonyme3: (2002).** *Journal of agricultural food chemistry*, 840-845.

**Anonyme 4: (2009),** Histoire d'algues .*entretiens science et éthique*.

**Balasundram N., Sundram K. and Samman S, (2006).** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99: 191-203.

**Barsanti L. Gualtieri P, (2006).** Algae: Anatomy, biochemistry and biotechnology. Ed. *CRC press Taylor & Francis group*. Boca Raton, London and New York, P: 320.

**Bennick A, (2002).** Interaction of plant polyphenols with salivary proteins. *Crit Rev Oral Biol Med*, 13 (2):184-196.

**Bravo L, (1998).** Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56 (11): 31 7-333.

**Brenes M., Hidalgo F.J., García A., Ríos J.J., García P., Zamora R. and Garrido A, (2000).** Pinoresinol and 1-acetoxypinoresinol two new phenolic compounds identified in olive oil. *Journal of American Oil Chemists Society*, 715-720.

**Burtin P, (2003).** Nutritional value of seaweeds. *Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry*, 2 (4): 498-503.

**Calsamiglia S., Busquet I.M., Cardozo P.W., Castillejos L. and Ferret A, (2007).** Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal Dairy Science*, **90**: 2580-2595.

**Carmichael, Falconer IR, (1993).** Algal Toxins in Seafood and Drinking Water. *London: Academic Press*, 187-209.

**Cho S.H., Kang S.E., Cho J., Kim A., Park S., Hong Y. and Ahn D. (2007).** The Antioxidant Properties of Brown Seaweed (*Sargassum siliquastrum*) extracts. *Journal of Medicinal Food*, **10** (3): 479-485.

**Cofrades, S., López-López, I., Solas, M. T., Bravo, L., & Jiménez-Colmenero, F, (2008).** Influence of different types and proportions of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. *Meat Science*, **79**: 767-776.

**Cowan M.M, (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *American Society for Microbiology*, **12** (4): 12-14.

**Cushnie T.P.T. and Lamb A.J, (2005).** Antimicrobial activity of flavonoïds. *International Journal of Antimicrobial Agents*, **26**: 343-356.

**Demoulin Géraldine, Leymergie Céline , (2009).** Les algues, le trésor de la mer. Haute école de santé Genève, 1-7.

**Derbel S. et Ghedira K, (2005).** Phytothérapie et nutrition: Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie*, (1): 28-34.

**Erlund I. (2004),** Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. *Nutrition Research*, **24**: 851-874.

**Fabienne Guérard, (2011).** info bio Industrie. Québec, P: 4.

**Funatogawa K., Hayshi S., Shimomura H., Yoshida T., Hatano T., Ito H. and Hirai Y, (2004).** Antibacterial activity of hydrolysable tannins derived from medicinal plant against *Helicobacter pylori*. *Microbiol, Immunol*, **48** (4) : 251-261.

**Goñi, I., Valdivieso, L., & Garcia-Alonso, A, (2000).** Nori seaweed consumption modifies glycemic response in healthy volunteers. *Nutrition Research*, 20: 1367-1375.

**Hammerschmidt R. (2005).** Phenols and plant-pathogen interactions: The saga continues. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 66: 77-78.

**Harbone JB, Williams I, (2000).** Advances in flavonoid research since. *phytochemistry. international journal of antimicrobial agent*, 26: 343-356.

**Hassenklover T. and Bickmeyer U, (2006).** The marine secondary metabolites 2, 4-dibromophenol and 2,4,6-tribromophenol differentially modulate voltage dependent ion currents in neuroendocrine (PC12) cells. *Aquatic Toxicology*, 79: 384-390.

**Hennequart F., O'connel E ., spence J and Tuohy MG, (2004).** Brown macroalgae. *Aqua feeds : Formulation and Beyond*, 1 : 4-18.

**Huynh, M., Serediak N, (2006).** Identification des algues Guide de terrain. *Agriculture et Agroalimentaire Canada*, 40

**Isabelle Cantin, (2010).**La production de biodiesel à partir des microalgues ayant un métabolisme hétérotrophe. *Centre universitaire de formation en environnement*, 11.

**Kanjana, K., Radtanatip, T., Asumvongpatana, S., Withyachumnarnkul, B., & Wongprasert, K, (2011).** Solvent extracts of the red seaweed *Gracilaria fisheri* prevent *Vibrio harveyi* infections in the black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Fish & Shellfish Immunology*, 30: 389-396.

**Koivikko R., Lopenen J., Eränen J.K. and Jormalainen V, (2008).** Variation of phlorotannins among three populations of *Fucus vesiculosus* as revealed by HPLC and colorimetric quantification. *Journal of Chemical Ecology*, 34: 57-64.

**Kolb, N., Vallorani, L., Milanovic, N., & Stocchi, V, (2004).** Evaluation of marine algae wakame (*Undaria pinnatifida*) and kombu (*Laminaria digitata japonica*) as food supplements. *Food Technology and Biotechnology*, 42: 57-61.

**Kumar C.S., Sarada D.V.L. and Rengasamy R. (2008).** Seaweed extracts control the leaf spot disease of the medicinal plant *Gymnema sylvestre*. *Indian Journal of Science and Technology*, 1 (3): 1-5.

**Kumaran, S., Deivasigamani, B., Alagappan, K., Sakthivel, M., & Karthikeyan. R, (2010).** Antibiotic resistant *Escherichia coli* strains from seafood and its susceptibility to seaweed extracts. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3: 977-981.

**Lee, S. M., Lewis, J., Buss, D. H., Holcombe, G. D., & Lawrence, P. R, (1994).** Iodine in British foods and diets. *British Journal of Nutrition*, 72: 435-446.

**Lopez-Lazaro M, (2009).** Distribution and biological activities of the flavonoids luteolin. *Mini-reviews in Medicinal Chemistry*, 9: 31-59.

**López-López, I., Bastida, S., Ruiz-Capillas, C., Bravo, L., Larrea, M. T., Sánchez-Muniz, F., et al, (2009).** Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds. *Meat Science*, 83: 492-498.

**Mamatha, B. S., Namitha, K. K., Senthil, A., Smitha, J., & Ravishankar, G. A, (2007).** Studies on use of *Enteromorpha* in snack food. *Food Chemistry*, 101: 1707-1713.

**Manfred et Nicole Moll, (1998).** Additifs alimentaire et auxiliaires technologiques. Dunod, paris, 110-117

**Marais J.P.J., Deavours B., Dixon R.A. and Ferreira D, (2006).** The Stereochemistry of Flavonoïds *In* The science of flavonoïds. Ed. *BS/DH*. USA, P: 1-46.

**Marfaing H et Lerat Y, (2007).** Des ressources marines : les algues ont-elles une places en nutrition ? *phytothérapie*, 5(1) : 2-5

**Marie lhuillery, (2006).** Variation interspécifique des composés phénoliques chez des Sargasses des îles salomon et test de leur activité antibactérienne. Thèse de mastère de l'université occidentale, 20.

**Maschek J.A. and Baker B.J, (2008).** The chemistry of algal secondary metabolism *In* Algal chemical ecology. Ed. *Birmingham*. USA: 322.

- Mohammad R. Hasan, Rina Chakrabarti, (2009).** Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture. *Food and agriculture organization of the united nations Rome*, 6.
- Muramatsu, Y., Sumiya, M., & Ohmono, Y, (1983).** Stable iodine contents in human milk related to dietary algae consumption. *Hoken Butsuri*, 18: 113-117.
- Naegelé E. et Naegelé A, (1967).** Les algues. Ed. *Presses universitaire de France Paris*, 127.
- Omar A. Al-Amoudi a, Hawazin H. Mutawie a, Asmita V. Patel , Gerald Blunden, (2009).** Chemical composition and antioxidant activities of Jeddah corniche algae, Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23-29.
- Person Julie, (2010).** Algues, filières du futur . Adebitech, Romainville, 55-94.
- Phillips, F, (2005).** Vegetarian nutrition. *Nutrition Bulletin*, 30 : 13-167.
- Pietta P.G, (2000).** Flavonoïds as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63: 1035-1042.
- Pincemail J., Bonjean K.,Cayeux K. et Defraigne J.O,(2002).**Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante. *Journal : nutrition clinique et métabolisme*, 16 : 233-239.
- Rahim A.A. and Kassim J, (2008).** Recent development of vegetal tannins in corrosion protection of iron and steel. *Recent Patents on Materials Science*, 1: 223-231.
- Rajasulochana P., Dhamotharan R., Krishnamoorthy P., Murugesan S, (2009).** Antibacterial Activity of the Extracts of Marine Red and Brown Algae. *Journal of American Science*, 5(3): 20-25.
- Raven, Evert,Eichhorn, (2007).** Biologie végétale. De Boeck & Larcier, Bruxelles, 296- 304.
- Rice-Evans C.A., Miller N.G. and Paganga G, (1997).** Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant science*, 2 (4): 152-159.
- Richards J.T., Earl R., Lowell K., Glasgow A., Overall J.C.JR, (1978).** Antiviral activity of extracts from marine algae. *Intimicrobial agents*, 14: 24-30.
- Sabrina Cox, Shilpi Gupta, Nissreen Abu-Ghannam, (2012).** Effect of different rehydration temperatures on the moisture, content of phenolic compounds, antioxidant capacity and textural properties of edible Irish brown seaweed. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2008-2007

**Saidani Karima, (2010).** Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne et de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de quatre algues marines: *Cystoseira tamariscifolia*, *Padina pavonica*, *Rhodomela confervoides* et *Ulva lactuca* de la cote de Béjaia.thèse de magistère, P: 74 (26)

**Sasaki, K., Ishihara, K., Oyamada, C., Sato, A., Fukushi, A., Arakane, T., et al, (2008).** Effects of fucoxanthin addition to ground chicken breast meat on lipid and colour stability during chilled storage, before and after cooking. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences*, 21: 1067-1072.

**Shilpi Gupta, Nissreen Abu-Ghannam, (2011).** Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 600-609.

**Sithranga Boopathy N. et Kathiresan K, (2010).** Les médicaments anticancéreux à partir de la flore marine. *Journal of Clinical Oncology* , 214186 : 18.

**Sreenivasan S., Ibrahim D. and Kassim M.J.N.M. (2007).** Free radical Scavenging Activity and Total Phenolic Compounds of *Gracilaria Changii*. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1 (3): 115-117.

**Sri Istinii, Masao Ohno and Hirozo KusuNose, (1994).** Methods of Analysis for Agar, Carrageenan and Alginate in Seaweed. *Bull. Mar. Sci. Fish. Kochi Univ*, 14: 49-55.

**Stacy Kish, CSREES , (2007) .** Algae Opens Door To Producing Healthier Food. *National Research Initiative (NRI)*, P: 22.

**Suhaila Mohamed,Siti Nadia Hashim and Hafeedza AbdulRahman, (2012).** Seaweeds: A Sustainable functional food for complementary and alternative therapy. *Trends in Food Science & Technology*, 23: 83-96.

**Thanh-Sang Voa, Dai-Hung Ngoa, Se-Kwon Kim, (2011).** Marine algae as a potential pharmaceutical source for anti-allergic therapeutics. *Process Biochemistry*, 47 : 386–394

**Ullah M.F. and Khan M.W, (2008).** Food as medicine: Potential therapeutic tendencies of plant derived polyphenolic Compounds. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 9: 187-196.

**Vermerris W. and Nicholson R, (2006).** Phenolic compound biochemistry. Ed. *Springer*. USA, P: 267.

**Wacher GA., Hoffmann JJ., Furbacher T., Blake ME., Timmermann BN, (1999).** antibacterial and antifungal flavanones from *Eysenhardtia texana*. *Phytochemistry*, 52: 1469-1471.

**WJJP Wijesinghe, You-Jin Jeon, (2011).** Enzyme-assisted extraction (EAE) of bioactive components: A useful approach for recovery of industrially important metabolites from seaweeds. *Fitoterapia*, 690- 756.

**Wang, T., Jónsdóttir, R., Kristinsson, H. G., Thorkelsson, G., Jacobsen, C., Hamaguchi, P. Y, (2010).** Inhibition of haemoglobin-mediated lipid oxidation in washed cod muscle and cod protein isolates by *Fucus vesiculosus* extract and fractions. *Food Chemistry*, 123: 321-330.

**Zhang Y.M. and Rock C.O, (2004).** Evaluation of epigallocatechin gallate and related plant polyphenols as inhibitors of the FabG and FabI reductases of bacterial type II fatty-acid synthase. *The Journal of Biological Chemistry*, 279 (30): 30994-31001.

**Présenté par: Cherifi Soumia**  
**Bekkouche Nedjoud**

**Encadreur : Keramane. B.**

**Examineur : Abbas .A .**

**Date de soutenance : 27-06-2012**

**Thème :**

**Utilisation des algues et leurs extraits comme additifs alimentaires.**

**Nature du diplôme**

**Des Etudes Supérieures en Biologie**

### **Résumé :**

La tendance vers l'utilisation d'extraits "verts" naturels dans divers aliments et boissons dans l'industrie alimentaire gagne du terrain. Les algues marines étant une source riche en composés bioactifs ayant des propriétés nutraceutiques précieuses, peuvent être utilisées comme ingrédient alimentaire pour compléter les composés fonctionnels. L'ajout d'algues ou de leurs extraits aux produits alimentaires permettra de réduire l'utilisation de conservateurs chimiques, qui remplira l'industrie ainsi que la demande des consommateurs pour les produits verts. De plus les effets fonctionnels des algues en tant que moyen d'améliorer la teneur en fibres et réduire la teneur en sel des aliments conforteront la situation actuelle et les projections futures.

**Mots clé :** les algues, composés bioactifs, les extraits d'algues, additifs alimentaires.

### **Abstract:**

The trend towards the use of natural "green" extracts in various foods and beverages in the food industry is gaining ground. Marine algae as a source rich in bioactive compounds with valuable nutraceutical properties, can be used as a food ingredient to complete functional compounds. The addition of algae or their extracts for food products will reduce the use of chemical preservatives, which will complete the industry and the consumer demand for green products. Furthermore the functional effects of algae as a means to improve fiber content and reduce the salt content of foods will reinforce the current situation and future projections.

**Key words:** algae, bioactive compounds, algae extracts, food additives.

### **ملخص:**

الميل نحو استخدام المستخلصات الطبيعية "الخضراء" في مختلف الأطعمة والمشروبات وفي صناعة الأغذية. يمكن استخدام الطحالب البحرية كمصدر غني بالمركبات الحيوية النشطة مع خصائص غذائية قيمة، كأحد المكونات الغذائية لإكمال المجمعات الوظيفية. إضافة الطحالب أو مستخلصاتها للمنتجات الغذائية سوف تحد من استخدام المواد الكيميائية الحافظة، التي سوف تلبى متطلبات الصناعة والمستهلكين على المنتجات الخضراء. علاوة على ذلك ستعزز التأثيرات الوظيفية للطحالب محتوى الألياف وتقلل محتوى الملح من الأطعمة في الوضع الحالي والتوقعات المستقبلية.