



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire Salhi Ahmed - Naàma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité : Microbiologie Appliquée
Mémoire de Fin de Cycle en Vue de l'Obtention du Diplôme

MASTER

***Gelidium sesquipedale* : analyses
physiques, microbiologiques et
fermentation**

Présenté par :

AMOKRANE Sabah et MAHAMMEDI Zakarya

Soutenu le : 23 septembre 2020

Devant le jury :

M ^r Mahdad Moustafa Yassine	MAA	Président
M ^r Kibdani Mohammed	MCB	Examineur
M ^r Seddiki Sidi Mohammed LAHBIB	MCA	Promoteur

2019 - 2020

Remerciements

Notre vif remerciement et notre profonde gratitude s'adressent à Notre Promoteur M.SEDDIKI MOHAMMED, MCA, qui a accepté de nous encadrer, nous le remercions infiniment pour sa grande patience, ses encouragements, son aide et ses conseils judicieux durant la réalisation du présent travail.

Nous remercions également Mr Mahdad Yacine, MAA, pour avoir accepté de nous honorer par sa présence comme président de jury

Nos remerciements s'adressent aussi à Mr Kebdani, MCB, pour accepter d'examiner ce travail et pour son aide.

Enfin, on ne saurait pas oublier d'exprimer toutes nos sympathies à l'ensemble du personnel de laboratoire de Biologie.

Nous tenons sincèrement à remercier toutes les personnes qui par leurs conseils, leur collaboration ou leur soutien moral et leur amitié, ont contribué à la réalisation et à l'achèvement de ce travail qui marque un événement inoubliable.

On remercie aussi toute l'équipe pédagogique de l'université, pour tous leurs efforts consacré pour nous garantir une excellente formation

Dédicace

Je dédie cet événement marquant de ma vie à mes chères parents pour leur soutien et amour qu'ils me porte depuis mon enfance que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices Puisse Dieu le plus grand vous accorder santé, bonheur et longue vie

A mes chères frères qui m'ont assisté dans les moments difficiles Je vous suis énormément reconnaissant pour votre amabilité, votre générosité et votre aide précieuse Que Dieu le plus puissant vous protège et vous garde

A mes amis et mes camarades pour leur profonde amitié et les moments agréables que nous avons passé ensemble Ce travail sera l'expression de mon respect et mon affection pour vous

A mon binôme Sabah qui m'a prêté main forte pour réaliser ce mémoire je te remercie énormément pour ta collaboration et tous les efforts consacré .

À toutes les personnes qui ont participé a l'élaboration de ce travail et à tous ceux que j'ai omis de citer

Liste des figures

Figure1 : structure des chlorophylles (Ruiz, 2005).....	3
Figure2 : structure des phycobilines (Ruiz, 2005).....	4
Figure3 : cycle de vie des algues rouges (Freshwater, 2000).....	14
Figure4 : présentation de <i>Gelidium sesquipedales</i>	16
Figure5 : distribution géographique de <i>Gelidium sesquipedale</i> (Guiry, 2011).....	17
Figure6 : processus de traitement de <i>Gelidium sesquipedale</i> (Ouhssine, 2006).....	19
Figure7 : récolte du thalle de <i>Gelidium sesquipedale</i>	21
Figure8 : tri et nettoyage des thalles de <i>Gelidium sesquipedale</i>	22
Figure9 : protocole de recherche des gerles du lait de vache cru.....	23
Figure10 : équipement électronique pour titrage, pH.....	24
Figure11 : analyse microbiologique de <i>Gelidium sesquipedale</i>	26
Figure12 : séchage et broyage de <i>Gelidium sesquipedale</i>	27

Liste des tableaux

Tableau1 : caractéristiques des principales lignées d’algues (Reviere, 2002).....	5
Tableau2 : production mondiale d’algues marines (FAO, 2010).....	10
Tableau3 : composition chimique de Gelidium sesquipedale (Ouhssine, 2006).....	19
Tableau4 : analyse microbiologique du lait cru de vache.....	27
Tableau5 : pH et des souche lactiques après culture sur milieu MRS liquide à 30°c avec un pH initial de6,4 pendant 48 heures et 5jours.....	28

Résumé

Les algues rouges sont des algues pluricellulaires, dont *Gelidium sesquipedale* qui fait l'objet d'intérêt économique, écologique, technologique et joue un rôle très important dans l'écosystème.

La présente étude concerne la valorisation de *Gelidium sesquipedale* par une caractérisation physicochimique et microbiologique avant et après fermentation lactique, par la mise en œuvre de deux bactéries lactiques sélectionnées selon leur pouvoir acidifiant et antibactérien. Pour se faire, nous avons récolté des thalles de *Gelidium sesquipedale* de la plage de Sidi Mejdoub, Mostaganem.

Ce travail a pour but de démontrer que *Gelidium sesquipedale* peut être exploité industriellement pour la fabrication de compost biologique ainsi que pour l'amélioration du forage utilisé pour l'alimentation des vache laitières

Abstract

Red algae are multicellular, as *Gelidium sesquipedale* which is the subject of economic, ecological and technological interest and plays a very important role in the ecosystem.

The present study concerns the valorization of *Gelidium sesquipedale* by a physicochemical and microbiological characterization before and after lactic fermentation, by the implementation of two lactic bacteria selected thanks to their acidifying, fermentative and antibacterial power. To do this, we collected thalli of *Gelidium sesquipedale* from sidi majdoub-Mostaganem beach.

This work aims to demonstrate that *Gelidium sesquipedale* can be exploited industrially for manufacturing of organic compound as well as for the manufacture of boring used for feeding dairy cows.

المخلص

الطحالب الحمراء هي طحالب متعددة الخلايا بما في ذلك *Gelidium susquipedale* وهو موضوع اهتمام اقتصادي وبيئي وتكنولوجي ويلعب دورًا مهمًا للغاية في النظام البيئي.

تتعلق هذه الدراسة بالتقييم *Gelidium sesquipedale* من خلال وصف فيزيائي-كيميائي وميكروبيولوجي قبل التخمير اللبني ، عن طريق تنفيذ نوعين من البكتيريا اللبنية المختارة بفضل قوتها الحمضية والتخميرية والمضادة للبكتيريا. للقيام بذلك ، قمنا بتجميع *Gelidium sesquipedale* من شاطئ سيدي مجدوب مستغانم.

الغرض من هذا العمل هو إثبات أن *Gelidium sesquipedale* يمكن استغلاله للتصنيع مركب عضوي 100٪ وكذلك لمعالجة الأغذية المستخدمة في تغذية أبقار الألبان.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Généralités sur les algues marines	
1. Définition	2
2. Bases de classification	2
2.1.Pigmentation	2
a) Chlorophylle	2
b) Phycobiliprotéine	3
c) Rôle de la pigmentation	4
2.2.Polysaccharides de réserve	4
2.3.Polysaccharides pariétaux	5
3. Grands groupes d'algues marines	5
3.1.Algues vertes (chlorophycées)	6
3.2.Algues brunes (phéophycées)	6
3.3.Algues rouges (rhodophycées)	6
4. Facteurs de répartition des algues	7
5. Caractéristiques nutritionnelles des algues	7
5.1.Fractions minérales	7
5.2.Polysaccharides	7
5.3.Protéines	8
5.4.Lipides	8
5.5.Vitamines	9
5.6.Polyphénols	9
5.7.Mycosporines-like Amino-Acides (MAA)	9
5.8.Régulateurs de croissance	9
6. Production mondiale d'algues marines	10
7. Domaines d'applications des algues marines	11
7.1.Alimentation humaine	11
7.2.Fourage	11
7.3.Engrais	11
7.4.Traitement des eaux usées	11

7.5. Domaine pharmaceutique et médical	12
7.6. Agents antiviraux	12
Chapitre II : Fermentation lactique de <i>Gelidium sesquipedale</i>	
1. Définition des algues rouges	13
2. Habitat et diversité	13
3. Reproduction	13
4. Description de <i>Gelidium sesquipedale</i>	15
4.1. Classification	15
4.2. Caractéristique morphologiques	15
4.3. Ecologie	16
4.4. Répartition géographique	16
5. Fermentation lactique de <i>Gelidium sesquipedale</i>	17
5.1. Fermentation	17
5.2. Fermentation lactique	17
a) Fermentation homolactique	18
b) Fermentation hétérolactique	18
c) Germes en cause	18
5.3. Fermentation lactique de <i>Gelidium sesquipedale</i>	18
a) Choix de l'agent de fermentation	20
b) Déroulement de la fermentation	20
Matériel et méthodes	
1. Préparation de la matière première du compost	21
1.1. Préparation du site	21
1.2. Récolte des algues	21
1.3. Nettoyage et identification	21
1.4. Analyse quantitative	22
1.5. Analyse microbiologique	22
1.6. Traitement des algues	23
2. Choix de l'agent de fermentation	23
2.1. Prélèvement	23
2.2. Analyse microbiologique du lait	23
2.3. Isolement des <i>Lactobacillus</i>	25
2.4. Mesure de pH et d'acidité	25

Résultats et discussion	26
1. Préparation de la matière première du compost	26
1.1. Analyse quantitative	26
1.2. Analyse microbiologique	27
2. Choix de l'agent de fermentation	27
2.1. Analyse microbiologique du lait cru de vache	27
2.2. isolement des lactobacillus	27
Conclusion	29

Introduction

Les macro-algues marines constituent l'une des composants de l'écosystème côtier et sont d'une importance écologique fondamentale en tant que producteurs primaires. Sur le total des macro-algues marines, les algues rouges regroupent le plus grand nombre d'espèces, environ 6000, suivies par les algues brunes puis vertes avec 1700 et 1200 espèces, respectivement (**Reddy et al., 2010 ; Hays, 2011**). Utilisées depuis des millénaires par les populations littorales pour leurs valeurs nutritives, les algues rouges attirent actuellement un regard particulier pour la recherche de nouvelles substances d'intérêt biotechnologiques (**Ruiz, 2005**). Ces algues constituent alors un enjeu industriel et économique.

L'agriculture biologique est un système de production qui veille à la préservation et la protection de la santé, à l'agrosystème, y compris la biodiversité, ainsi qu'aux cycles biologique et activités biologiques du sol. Les macro-algues, particulièrement les algues rouges, sont utilisées comme fertilisant dans le domaine agricole depuis longtemps. Ainsi, les recherches ont montré que ces algues sont capables de fournir une solution naturelle aux problèmes de déficiences des sols en éléments minéraux et en hormones de croissances indispensables pour le développement des plantes terrestres (**Hussain et Boney, 1969 ; Jennings, 1969**).

L'étude de l'effet des déchets de l'algue traités sur la croissance des plantes est réalisée par épandage de trois quantités différentes, (10t/ha, 20t/ha, 40t/ha) dans des bassins d'une superficie de 0.1256 m² comparés avec un témoin traité uniquement avec de l'eau. L'ensemble a été ensemencé par des graines de Maïs, et arrosé chaque 15 jours. Les résultats obtenus montrent que, plus la quantité d'algue ajoutée augmente, plus le développement des différentes parties de la plante (la longueur, le diamètre des tiges, et le nombre des feuilles) augmente. Il en va de même pour le rendement en graines de maïs, il est de 16.32 t/ha, 9.55 t/ha et 4.74 t/ha, respectivement pour 40 t/ha 20 t/ha et 10 t/ha. Pour sa part, le témoin a un rendement de 2.54 t/ha (**Ouhssine et al., 2007**).

Gelidium sesquipedale est une algue rouge appartenant à l'ordre des *Gelideales* et la famille des *Gelidiacées*. Elle contient une source non négligeable de protéines, d'acides aminés, de macro-éléments, d'oligo-éléments, de substance organique, de vitamines et de minéraux (**Faraj, 1978**).

Dans ce travail, nous cherchons à déterminer, dans un premier temps, la qualité du compost issu de la fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale* par une caractérisation physico-chimique et microbiologique. Dans un deuxième temps, tester ce compost sur les cultures de fève et de soja dans la perspective de leur utilisation généralisée.

1. Définition

Les algues, ou pyrophytes (du terme *Phukos*: algue et *Phuton*: plantes), sont des thallophytes chlorophylliens. Elles sont typiquement des organismes aquatiques; d'un point de vue écologique, elles constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire.

Pour réaliser la photosynthèse, les algues sont tributaires de la lumière. Or celle-ci est absorbée par l'eau et, à quelques mètres de profondeurs, l'éclairement devient insuffisant pour assurer une assimilation composant les parties du a la respiration (**Roland et all, 2008**).

2. Bases de classification

De nombreux critères écologiques, physiologiques et biochimiques interviennent dans la phylogénie des algues; ceux-ci sont basés sur leurs compositions pigmentaires, leurs polysaccharides de réserve et leurs caractéristiques structurales. Il s'agit des structures cellulaires, du mode de nutrition, de l'habitat et la nature et de la localisation des pigments. Selon leurs caractéristiques macroscopique et microscopique, les algues peuvent être classées en une dizaine d'embranchements (**Reviere, 2002**)

2.1. Pigmentation

Dès le début du 19^{ème} siècle, les pigments ont constitué un critère important dans la classification des algues. Le rôle physiologique de ces molécules et de capter l'énergie lumineuse. Les plastes sont tantôt vertes (chlorophytes) tantôt jaune ou brunes (chromophytes) ou encore rouges (Rhodophytes) (**Dufour, 1813**).

a) Chlorophylles

Les chlorophylles sont des macrocycles tetropyrroliques métallés par du magnésium et substitués par une chaîne phytyle (**Figure1**). Ces molécules, impliquées dans les processus d'oxydoréduction photochimique des milieux biologiques, assurent la collecte énergétique des photons et le transfert d'énergie permettant ainsi la synthèse des molécules organiques. Toutes les algues possèdent de la chlorophylle « a », mais certains phylums se distinguent par la présence de chlorophylle « b » ou « d » (**Ruiz, 2005**).

Généralités sur les algues marines

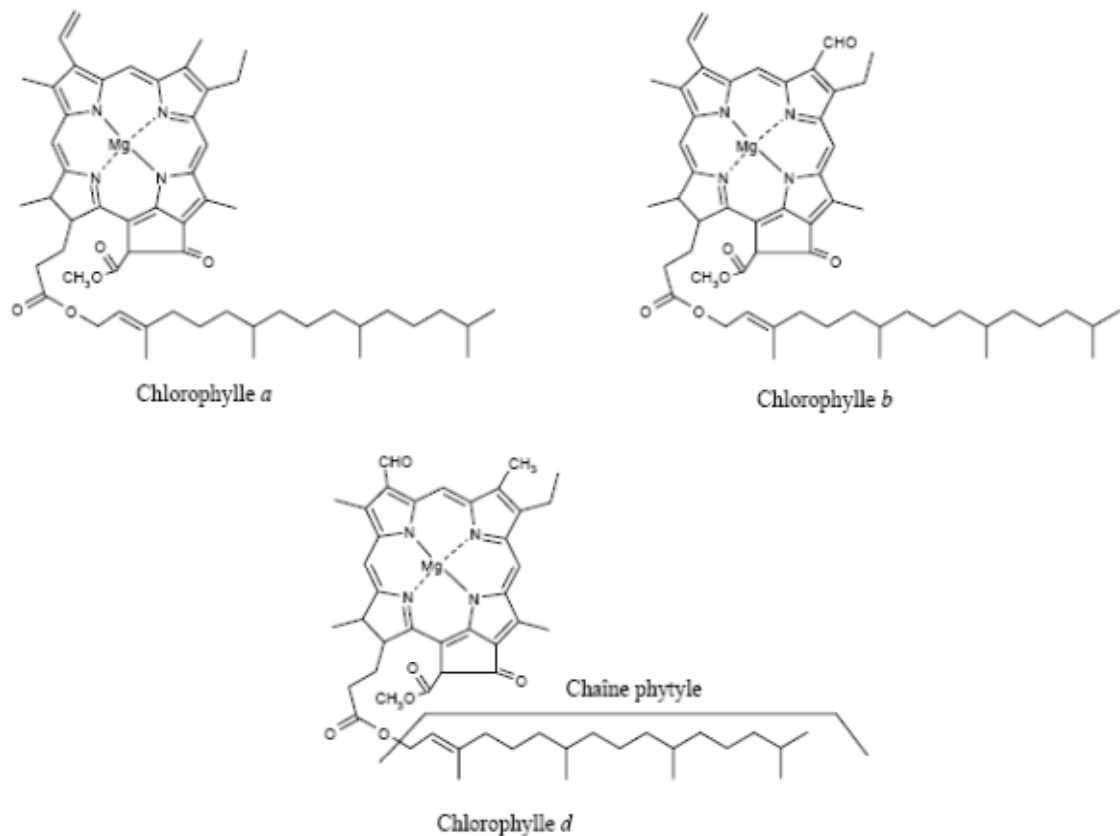


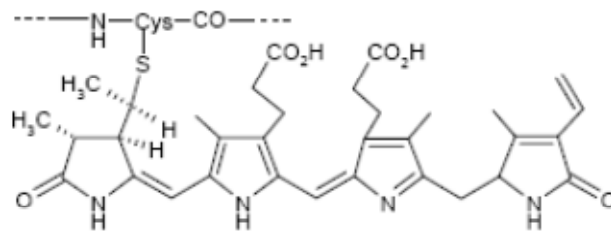
Figure1: Structure des chlorophylles (Ruiz, 2005).

b) Phycobiliprotéines

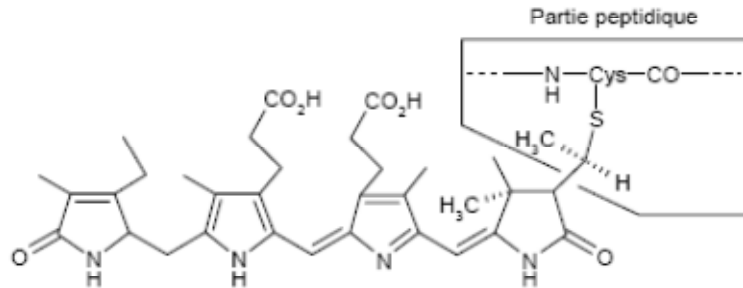
Les phycobiliprotéines sont des molécules hydrosolubles comportant une partie protéique liée de façon covalente à des chromophores ou belines (**Figure 2**). Ces derniers sont composés de groupe tetraphyloriques non cycliques. Trois familles de phycobiliprotéines sont distinguées, les phycoérythrine (rouges), les phycocianine (bleus) et les allophycocianine (bleu turquoise) dont les chromophores sont les phycoérythrobinlines phycocianobiline et phyconobiline, respectivement. Ces pigments peuvent exister dans la même espèce, mais la phycoérythrine domine chez les rhodophycées (**Jhan et al., 1984**).

Généralités sur les algues marines

Phycoérythrobiline liée à un peptide (couleur rouge)



Phycocyanobiline liée à un peptide (couleur bleue)



Phycounrobiline liée à un peptide (couleur bleue turquoise)

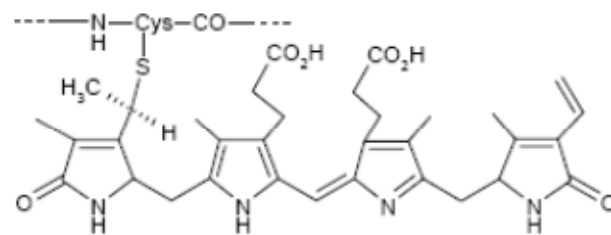


Figure2 : structure des phycobilines (Ruiz, 2005).

c) Rôle fonctionnel de la pigmentation

Les pigments sont des complexes multi-protéiques et pigmentaires capable d'intercepter les photons de longueurs d'ondes variables; leur présence confèrent aux algues des propriétés particulières tel que la captation de l'énergie lumineuse qui s'effectue au niveau d'antenne collectrices (Ruiz, 2005).

a. Polysaccharides de réserve

Les polysaccharides sont des polymères de glucoses qui résultent du mécanisme photosynthétique. Ce sont des molécules de glucanes dont deux familles se distinguent; les polysaccharides de réserve et les polysaccharides pariétaux. Les glucanes de réserve sont solubles en solution dans une vacuole ou insolubles formant des grains observable au

Généralités sur les algues marines

microscope. Les glucanes sont composés de molécules de D. glucose liées en α -1, 4 (catégorie des amidons) ou en β 1,3 (catégorie des laminarines) (Ruiz, 2005).

b. Polysaccharides pariétaux

La classification des grandes familles d'algues repose également sur la nature chimique des colloïdes qu'elles produisent à la périphérie de leurs cellules (MC Candless, 1978)

La paroi des algues diffère significativement de celles des autres organismes végétaux par son organisation et sa composition. C'est une structure bi-phasique composée d'une phase fibrillaire cristalline squelettique et une phase matricielle complexes (Neil et al., 1984). Sur la base de leurs caractères chimiques, une classification des principales lignées d'algues est résumée dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Caractéristiques des principales lignées d'algues (Reviere, 2002)

Embranchements	Types de chlorophylles	Caractéristiques phycobiliprotéines	Polysaccharides de réserve
<i>Bacillariophyta</i>	A,c	-	Chrysolaminarance
<i>Chlorophyta</i>	A ;b	-	Amidon intraplastidol
<i>Chrysophyta</i>	A,c	-	Chrysolaminarance
<i>Cryptophyta</i>	a,c	PE	Amidon intraplastidol
<i>Cyanophyta</i>	A	PC,PE	Glycogène
<i>Dinophyta</i>	A,c	-	Amidon cytoplasmique
<i>Euglenophyta</i>	A,b	-	Pramylo cytoplasmique
<i>Pheophyta</i>	A,c	-	Laminarine, mannitol
<i>Rhodophyta</i>	A,d	PC, PE, APC	Amidon Floridéen
<i>Xanthophyta</i>	A,c	-	Chrysolaminarance

PC :Phycocianine

PE :Phycoérythrine

ACP :Allophycocianine

3. Grands groupes d'algues marines :

Les algues peuvent être classées en une dizaine d'embranchements selon des critères basés sur leur composition pigmentaire, leurs polysaccharides de réserve ou leur caractéristique

Généralités sur les algues marines

structurale (**Ruiz, 2005**). Un des critères de classification des macroalgues est leur pigmentation, qui permet de définir trois grands groupes d'algues :

a. Algues vertes (Chlorophycées)

Ce sont des algues d'un vert franc, aux chloroplastes pariétaux porteurs de paranoïdes et élaborant de l'amidon. Elles ont des membranes cellulose avec une couche peptidique externe. Le thalle est unicellulaire dans une grande partie de chlorophycées filamenteuse dans les autres foliacés ou massifs il est plus évolué (**Person, 2010**).

b. Algues brunes (Phéophycées)

Ces algues sont de couleur brune ou olivâtre renfermant des plastes pariétaux bruns (pheoplastes) plus souvent discoïdes ou bilobées. Les plastes renferment des quantités notable de pigments caroténoïdes. Les produits du métabolisme dissous dans les vacuoles sont de la laminarine et du mannitol. Il y a souvent des lipides mais jamais d'amidons. Les parois cellulaires, pauvres en cellulose sont surtout formées de fuccidine et d'alginate. Les cellules reproductrices sont généralement flagellés (zoides) à 2 flagelles inégaux (**Paul, 2006**).

c. Algues rouges (Rhodophycées)

L'originalité physiologique des rhodophycées réside dans la présence de pigments hétéroproteiques à noyaux pyrroliques dépourvu de métal. Les algues brunes ne produisent pas l'amidon proprement dit mais un glucide de plus faible poids moléculaire analogues ou glycogène, appelé (amidon Floridien) qui se colore en brun et non en bleu par l'iode. Beaucoup de rhodophycées vivent en épiphytes sur d'autres algues certains sont liées à une espèce-support déterminée et pénètrent souvent le thalle de l'hôte par des filaments et peuvent être considéré comme hémiparasites. Quelques-unes sont dépourvues de pigments assimilateurs et réellement parasites. La reproduction ne fait jamais intervenir d'éléments flagellés, la fécondation est comparable à une oogamie dans laquelle les gamètes mâles sont dépourvus de mobilité et transportés passivement sur une partie réceptrice de l'oogone, le trichogyne (**Paul, 2006**).

4. Facteurs de répartition des algues

Les algues sont liées à l'eau et peuvent dès lors s'installer dans tous les types d'habitats suffisamment humides et éclairés. On peut les retrouver dans les eaux douces, dans l'eau de mer et sur le sol humide. Les algues étant photosynthétique, elles sont dépendantes de la lumière et nécessitent d'être fixées à un substrat; par conséquent la texture, le degré de cohésion et la nature chimique du substrat ont une importance sur la répartition des algues (Schaeter, 2009).

5. Caractéristiques nutritionnelles des algues

Les algues ont des potentialités nutritionnelles très riches; leur composition chimique varie suivant l'espèce, le stade de maturité, l'habitat naturel et les conditions environnementales. La présence de fraction minérale variée et abondante constitue un apport important en macro-éléments. Il y a également des protéines équilibrées en acides aminés en quantité non négligeables, des vitamines, des acides gras poly-insaturés et enfin des fibres ayant des structures variées (kaimoussi et al., 2004 ; Ortiz et al.,2006).

5.1.Fraction minérale

Les algues puisent dans la mer une richesse incomparable d'éléments minéraux, jusqu'à 40% (Macarlain et al,2007 ; Mabeau and Fleurence, 1993). Celle-ci se constitue d'une grande diversité de macro-éléments (Na, Ca, Mg, Cl, S, P) et d'oligo-éléments I, Fe, Zn, Cu, Se, le Mo ainsi que F, Mn, B, Ni Co.

Par ailleurs, les les quantités en matière minérale totale chez les trois phylla d'algues (brunes vertes et rouges) sont équivalentes (Marfaing, 2004).

5.2. Polysaccharides

Les algues constituent une source importante de polysaccharides (33 à 61%) ayant des structures variées et originales; elles sont différentes des fibres des végétaux terrestres. D'un

Généralités sur les algues marines

point de vue nutritionnelle, la majorité des polysaccharides des algues ne sont pas digestibles; excepté pour l'amidon chez les algues vertes et le floridoside (C₉H₁₈O₈) chez les algues rouges (**Masfaing, 2004**). Selon ce même auteur, on peut trouver une faible fraction cellulosique chez les trois phylla.

D'une manière générale, la nature des polysaccharides solubles est variable en fonction de phylum considéré. Les polysaccharides solubles des algues rouges sont les agars, les carraghénanes et les xylènes; chez les algues brunes sont les luminaires alginates et furanes; alors que les ulvanes sont retrouvés chez les algues vertes (**Zitouni, 2015**).

5.3. Protéines

La teneur en protéines des algues marines varie fortement entre les espèces et dépend des saisons et des conditions environnementales. En effet, les contenus protéiques élevés sont observés durant la période de fin d'hiver et de printemps (**Dawczynski et al., 2007; De Oliveira et al., 2009**). Généralement, la fraction protéique des algues brunes est de 3 à 15 % de la matière sèche. Celle des algues vertes et rouges varie de 10 à 47% de la matière sèche. Les teneurs protéiques élevées sont enregistrés chez les algues rouges (**Florence, 1999**).

5.4. Lipides

La teneur lipidique est très faible, elle varie de 1 à 3% de la matière sèche. Les acides gras insaturés sont prédominants (**Darcy-Vrillon, 1993**).

Les algues vertes dont la composition en acide gras est plus proche de celle des végétaux, sont riches en acide oléique (C18 :1) et en acide α -linoléique (α -C 18 : 3) (**Zitouni, 2015**).

Les algues rouges contiennent des taux élevés d'acides gras poly-insaturés à 20 carbones. L'acide eicosapentanoïque (EPA) en constitue 50% chez *Porphyra sp*, *T. Palmaria palmata* (**Marfaig, 2004**).

5.5. Vitamines

La composition des algues est très intéressante malgré les grandes variations saisonnières. Les principales vitamines sont la vitamine B12, Vitamine C et la Vitamine E (**Marfaig, 2004**).

Les proportions vitaminiques chez les trois groupes d'algues ne sont pas significativement différentes. Celles-ci varient selon l'état du développement annuel des algues, le lieu de développement et de la saison **Schiewer (1970)**.

5.6. Polyphénols

Certaines algues marines contiennent des phlorotamines, des polyphénols qui constituent un groupe de molécules très hétérogène. Ceu-ci fournissent une grande variété d'activités biologiques. Les teneurs les plus élevées sont retrouvées chez les algues brunes, elles varient de 3 à 15% de leurs poids sec (**Merfaing, 2004**).

5.7. Mycosporine-like Amino-Acides (MAA)

Les algues ont développé différents stratégies de protection contre les rayons ultraviolets. Ces organismes synthétisent des composés hydrosolubles appelés Mycosporine-like Amino-Acide qui (<400Da), conjugués à une grande variété de substitués azotés d'acides aminés. Les Mycosporine-like Amino-Acide présentent une activité antioxydante et antiproliférative et sont présente en quantités variable chez les différentes algues (**Yuan et al., 2005 ; Singh et al., 2008; Cornish et Garbary, 2010**).

5.8. Régulateurs de croissance végétale

Les composés bioactif des algues ont des vertus bénéfiques aux hommes et aux animaux. Les algues sont aussi une source riche en substance stimulatrices ou hormones de croissance végétale, tels que les cytokinines, auxines, gibbérelines, acide abscissique, éthylène, bétaine et polyamines (**Crouch et Van Staden, 1993 ; Chojnacka et al., 2012**). Ces substances sont retrouvés chez les algues vertes, brunes et rouges (**Hamid et al., 2015**).

Généralités sur les algues marines

6. Production mondiale des algues marines:

La quantité de macroalgues annuellement transformées dans le monde est de plus de 15.8 millions de tonnes (Poids frais), soit 23% de toute la production aquacole; elle présentait une valeur marchande de 7.4 milliards de dollars US en 2008. La culture a bénéficié d'une expansion cohérente en production depuis 1970 avec un taux de croissance annuel moyen de 7.7%; approximativement 220 espèces sont cultivés. Les producteurs principaux sont la Chine, L'Indonésie et les Philippines, qui, eux seuls, totalisent 4/5 de la production mondiale. Cette production est majoritairement destiné à l'alimentation humaine directe (76.1%), à l'extraction des métabolites (11.2%) et à l'alimentation animale et l'agriculture (FAO, 2010). Dans les pays asiatiques, les algues constituent un produit très pris grâce à ces propriétés organoleptiques. Au Japon, la consommation annuelle est de 1,6 KG de poids sec d'algue par habitant (Fleurence, 1999).

Tableau2 : Production mondiale d'algues marines (FAO, 2010)

Région	Pays	Quantité Tonne / Poids frais (%)
Asie de l'Est et du Sud-West	Chine	9922400 (62,8%)
	Indonésie	2164600 (13,7%)
	Philippine	1674800 (10,6%)
	République de Corée	932200 (5,9%)
	Japon	458200 (2,9%)
	RPD-Corée	442400 (2,8%)
Amérique latine	Chili	21700 (0,14%)
Afrique	Tanzanie, Madagascar, Afrique du sud	14700 (0,093%)
Europe	Russie, France, Espagne	864

7. Domaines d'applications des algues marines

Il existe plusieurs domaines économiques qui font appel aux algues. Celles-ci présentent une source nutritionnelle et un produit à valeur montante, surtout en Asie où elles sont utilisées directement comme aliments, ou indirectement par l'industrie de phycocolloïdes (agars et alginates). Les algues sont utilisées en agriculture comme engrais et fourrage, dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique et dans le textile (**Chopin, 1997**).

7.1. Alimentation humaine

L'algue en alimentation fait partie du quotidien de l'homme; mais utilisée aussi pour ses propriétés technologiques depuis le début des années soixante. Agar, alginate et carraghénanes sont ainsi devenus des ingrédients incontournables de l'industrie agroalimentaire (**Marfaing, 2004**).

Les algues rouges sont la source d'agar et de l'agarose. Les genres *Gelidium*, *Gracilaria*, *Acanthoptelis* et *Pterocladia* sont les principaux producteurs de ces matériaux. Le mucilage extrait à chaud de ces algues donne de la poudre d'agar-agar (**Choikhi, 2013**).

7.2. Fourrage

Les algues font partie de la liste positive non exhaustive des matières premières pour l'alimentation des animaux. Les algues ont été utilisées traditionnellement en alimentation animale pendant des centaines d'années. Leur utilisation actuelle reste cependant marginale du fait de leur coût relativement élevé (**Dominique, 2005**).

7.3. Engrais

L'usage des algues comme engrais remonte au XIXe siècle. Les habitants des côtes ont été les premiers utilisateurs, ils récupéraient les débris d'algues brunes laissés par les tempêtes et les enfouissaient dans la terre. Les algues, avec leur forte teneur en fibres, jouent un rôle de conditionneur du sol et aident à garder l'humidité. De plus, les minéraux d'algues constituent une source d'oligoéléments utiles (**FAO, 2014**).

7.4. Traitement des eaux usées

Il existe un usage potentiel des algues marines pour le traitement des eaux usées. Par exemple, certaines algues sont capables d'absorber les ions de métaux lourds tels que le zinc et le cadmium des eaux polluées (**FAO, 2014**).

7.5. Domaine pharmaceutique et médical

Plusieurs composés chimiques isolés des macroalgues sont biologiquement actifs dont certains possèdent une activité pharmacologique efficace (**Rorrer et Cheney, 2004**).

7.6. Agents antiviraux

On a signalé que des extraits de plusieurs algues marines avaient une activité antivirale, mais les tests effectués *in vitro* et *in vivo* restent cependant à approuver chez l'être humain (**FAO, 2014**).

Fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale*

1. Définition des algues rouges

Les algues rouges sont des organismes eucaryotes non flagellés ayant de l'amidon floïdén comme réserve énergétique. Elles contiennent de la chlorophylle et des pigments surnuméraires appelés phycobiliprotéines. Ce sont ces derniers qui donnent à ces algues leur couleur rouge (Guiry, 2013, Collen et al., 2014).

2. Habitat et diversité

La majorité des algues rouges sont marines. Les Rhodophycées d'eau douce sont peu nombreuses et se rencontrent dans les eaux courantes et peu minéralisées, on en recense une vingtaine de genres réparties en 150 espèces environ (Sheath, 1984).

Les Rhodophycées sont majoritairement benthiques (Chrétiennot, 1990). Généralement fixées sur les rochers, elles peuvent être épiphytes, endophytes (*Schmitziella endophloea*) ou parasites d'autres algues (*Polysiphonia lanosa*). Grâce à leurs pigments surnuméraires, phycoérythrine en particulier, ces algues peuvent absorber dans le vert et vivre jusqu'à 250 m de profondeur (Littler et al., 1985).

3. Reproduction :

La plupart des algues rouges renferment trois phases de génération dans leur cycle de vie (figure 3). Ce cycle comporte une alternance de générations entre deux formes multicellulaires distinctes de la même espèce; une haploïde, le gamétophyte, produisant des gamètes et une diploïde, le sporophyte, produisant des spores (Raven, 2003).

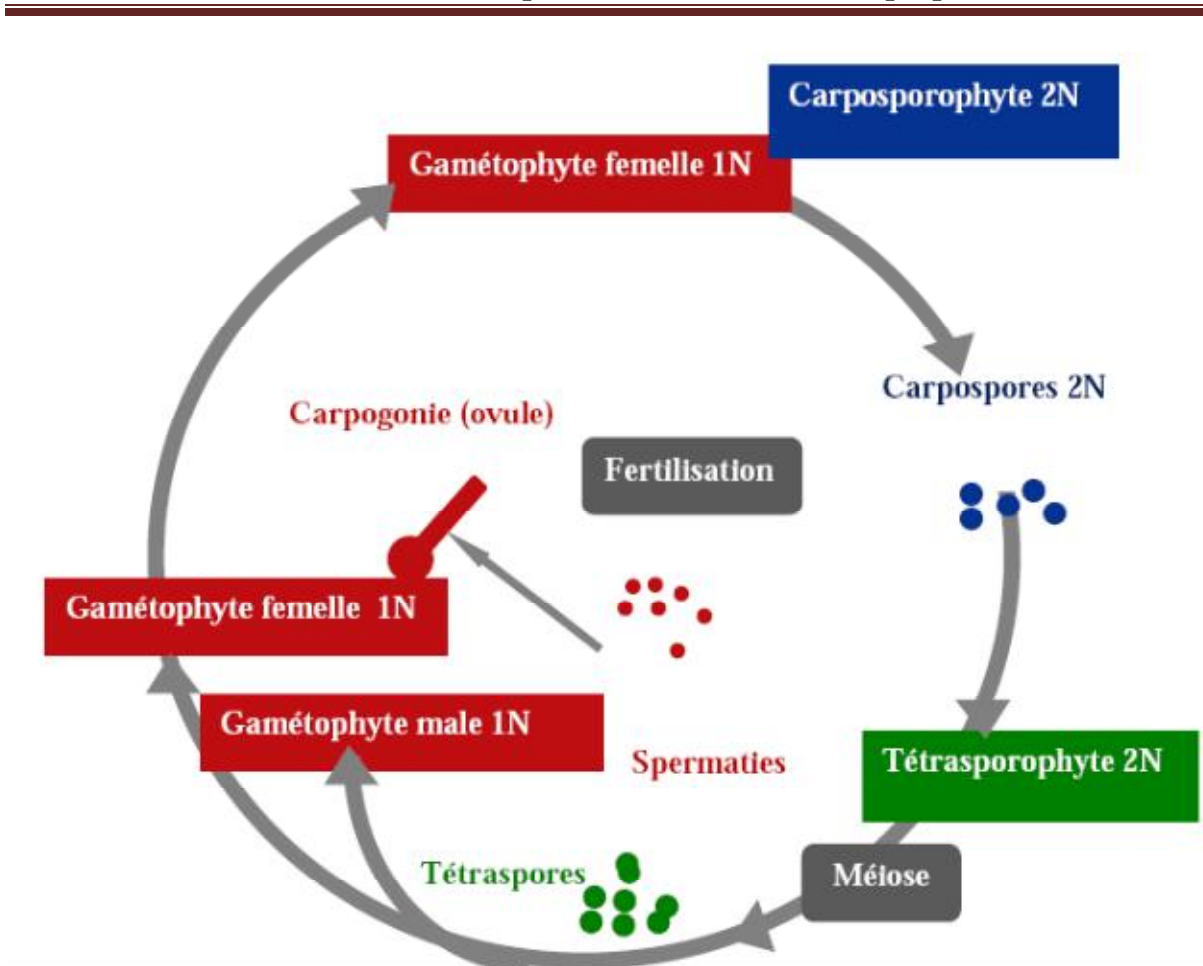


Figure 3: Cycle de vie triphasique des algues rouges de la famille *Florideophyceae* (Freshwater, 2000)

La plante diploïde sporophyte forme des tétraspores haploïdes par méiose; la cellule qui a réalisé la méiose et qui contient les tétraspores s'appelle un tétrasporyte. Une fois libérées, les tétraspores se fixent et forment des plantes haploïdes, des gamétophytes mâles et femelles (Lauret *et al*, 2011). Seul le gamétophyte mâle (spermatanges) libère des gamètes (spermatis) non mobiles; ceux-ci sont transportés vers les gamètes femelles par les mouvements de l'eau. Le gamète femelle, le carpogone, développe une protubérance, le trichogyne, destiné à recevoir les spermatis. Quand une spermatis arrive au contact d'un trichogyne, les deux cellules fusionnent. Le noyau mâle migre alors dans le trichogyne jusqu'au noyau femelle et s'y unit (Raven, 2003). Le zygote qui en résulte forme un tissu diploïde le carposporophyte, qui reste fixé sur le gamétophyte femelle. On appelle cystocarpe l'ensemble du carposporophyte et son enveloppe protectrice. Le carposporophyte libère des spores diploïdes (carpospores 2n) qui germeront en tétrasporytes et qui produiront des tétraspores, elles se fixent à leur tour à un support et se développent

Fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale*

en gamétophytes, ce qui clôture le cycle de développement (Lauret et al., 2011).

4. Description de *Gelidium sesquipedale*

4.1. Classification

Regne :	Végétal
Embranchement :	<i>Rhodophyta</i>
Sous-embranchement :	<i>Rhodophytina</i>
Classe :	<i>Floridiophyceae</i>
Sous-classe:	<i>Rhodomeniophycideae</i>
Ordre :	<i>Gelideales</i>
Famille :	<i>Gelidiaceae</i>
Genre :	<i>Gelidium</i>
Espèce :	<i>sesquipedale</i>

4.2. Caractéristiques morphologiques

Le thalle de *Gelidium sesquipedale*, rouge à rouge brun, a un aspect robuste et une consistance cartilagineuse (**figure 4**). Il est constitué de frondes, de taille variant entre 10 à 40 cm, regroupées en touffes et s'élevant à partir de filaments rampants (stolons ou rhizoïdes) qui assurent la fixation de l'algue au substrat. La fronde est constituée d'un ensemble d'axes principaux à croissance illimitée, porteurs de ramifications latérales à croissance limitée, ce qui donne au thalle une forme pyramidale. La largeur des axes varie entre 0,2 et 0,5 mm (Mouradi et al., 2006).

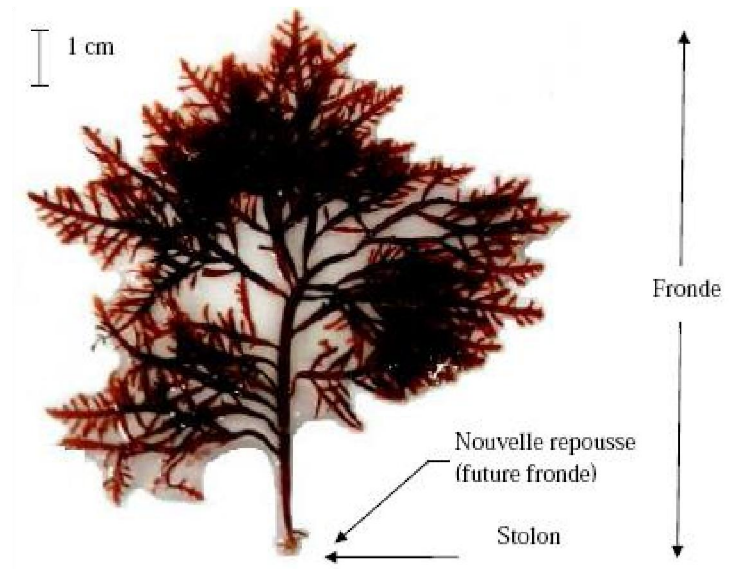


Figure 4 : présentation de *Gelidium sesquipedales*

4.3.Écologie

Gelidium sesquipedale est une espèce sciaphile (**Riadi, 1998**), elle peut être blanchie par la forte intensité lumineuse dans les latitudes tropicales (**FAO, 2003**). Elle se fixe sur les roches battues de la zone médiolittorale inférieure et infralittorale (**Ouhssine et al., 2006**). Les zones les plus denses se trouvent généralement entre 1 et 5 mètres, des profondeurs fortement agitées. A des profondeurs plus importantes, les peuplements colonisent principalement la partie supérieure des crêtes rocheuses, zones soumises aux plus fortes turbulences (**Cail-Milly and Prouzet, 2000; Ouhssine et al., 2006**). Les espèces du genre *Gelidium* se développent mieux en général à température comprise entre 15 et 20 °C, mais peuvent tolérer des températures plus élevées. Elles peuvent survivre dans des conditions pauvres en nutriments, certaines espèces s'adaptent à la diminution ou à l'élévation de salinité (**FAO, 2003**).

4.4.Répartition géographique

Gelidium sesquipedale est une espèce originaire de l'Atlantique boréal (**Riadi, 1998**). Cette espèce est observée le long des côtes atlantiques européennes (**Le Duff et al., 1999**), (**Guerra-Garcia et al., 2010 ; Guinda et al., 2011 ; Diez et al., 2012**), (**Carvalho, 2010; Pereira et Velde, 2010**). De plus, elle est aussi retrouvée au détroit de Gibraltar, au Maroc ainsi que les Açores, les îles Canaries et îles de Cap-

Fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale*

Vert (**figure 5**). Quant à la mer méditerranéenne, *G. sesquipedale* s'y est naturalisée par le biais du détroit de Gibraltar, elle a été signalée au Maroc, en Corse, en Italie, en Mauritanie et en Algérie (Gayal, 1958; Grimes et al., 2003; Ouhssine et al., 2006; Guiry et Guiry, 2011).



Figure5 : Distribution géographique de *Gelidium sesquipedale* (Guiry, 2011)

5. Fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale*

5.1. fermentation

Les voies fermentaires sont nommées d'après l'acide organique ou l'alcool majoritairement produit par le microorganisme concerné. La fermentation la plus commune est celle lactique où le pyruvate est réduit en lactate. Elle est retrouvée chez les bactéries lactiques et quelques moisissures aquatiques et dans le muscle squelettique animal. Deux groupes de fermentation lactique sont distingués, les organismes à fermentation homolactique, utilisant la voie D'Emden-Meyerhof et réduisant tout le pyruvate en lactate et les organismes à fermentation hétérolactique, produisant des quantités importantes de substances autres que le lactate (Prescot et al., 2013).

5.2. Fermentation lactique

La production des ferments lactiques est fondée sur la technique de la "culture pure" initialement élaborée par Robert Koch. Actuellement, c'est une préparation comprenant un

Fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale*

grand nombre de micro-organismes (une seule espèce ou plusieurs), qui est ajouté au lait pour produire un aliment fermenté en accélérant et en orientant son processus de fermentation (Leroy et De Vuyst, 2004; Yildiz, 2010).

a) Fermentation homolactique

Les bactéries lactiques entrent dans la glycolyse pour dégrader le glucose selon différentes étapes pour aboutir au pyruvate. Celui-ci est ensuite réduit majoritairement en acide lactique. Dans certaines conditions, les bactéries lactiques produisent également de l'acide formique, l'acide acétique et de l'éthanol (Mozzi et al., 2010).

b) Fermentation hétérolactique

Les bactéries hétérofermentaires produisent l'acide lactique, l'éthanol et le CO₂ à partir du glucose. Les principaux groupes de bactéries présentant ce type de métabolisme sont les *Leuconostoc* et certains *Lactobacillus* (Hadeif, 2012).

c) Germes en cause

Les bactéries lactiques appartiennent au phylum des firmicutes, elles sont produites comme ferments commerciaux, sous forme de cultures pures ou en mélange de *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* (Novel, 1993).

5.3. Fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale*

Gelidium sesquipedale renferme une quantité non négligée de protéines, d'acides aminés ainsi que des oligoéléments et des substances organiques (Tableau 3).

Fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale*

Tableau 3 : Composition chimique de *Gelidium sesquipedale* (ouhssine et al., 2006).

Composition	%
Humidité	11.93
Matière organique	38.44
Carbone organique	22.30
Azote total	3.61
Phosphore total	6.86
Potassium total	42.30

La fermentation biologique contrôlée de cette algue permet d'obtenir un produit utilisable (**figure 6**) comme compost ou comme aliment de bétail (**Ennouali et al., 2006**).

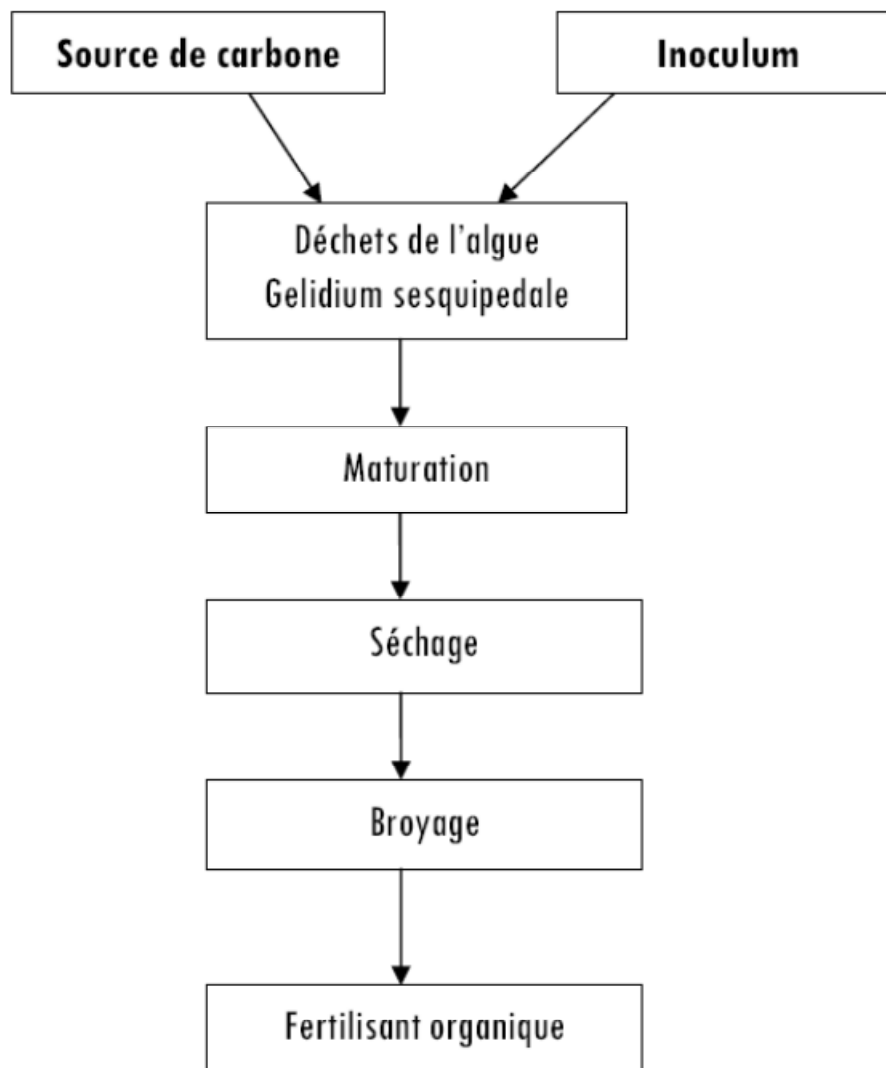


Figure 6 : Processus de traitement de *Gelidium sesquipedale* par fermentation (**Ouhssine et al., 2007**).

Fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale*

a) Choix de l'agent de fermentation

Le choix des agents de fermentation est basé sur leur pouvoir acidifiant, fermentaire et antibactérien.

b) Déroulement de la fermentation

Les algues sont traités avec 20 % d'une source de carbone et du ferment lactique. L'incubation est effectuée à température ambiante, l'agitation est assurée manuellement pour éviter le dépôt de la source de carbone.

Matériel et méthodes

1. Préparation de la matière première du compost

1.1. Préparation du site :

Les thalles de *Gelidium sesquipedale* ont été récoltés en mois de Janvier 2020 a trois reprises avec un décalage d'une semaine entre chaque échantillon et le précédent, à une profondeur de 0,5 à 1m. La récolte a été effectuée sur la côte rocheuse de la plage Sid Majdoub, située à la région de kharouba, sur le littoral de la ville de Mostaganem.

La plage de Sid Majdoub (position GPS: 35° 58' 00.36''N et 0°05' 29.07''E) a été choisie pour son accessibilité ainsi que la présence de l'espèce étudiée tout au long de l'année.

1.2. Récolte des algues

Durant le mois de Janvier, les spécimens d'Algues ont été prélevés à la main et conservés dans des bacs en plastiques remplis d'eau de mer jusqu'à leur traitement au laboratoire (**figure7**).



Figure 7: Récolte du thalle de *Gelidium sesquipedale*

1.3. Nettoyage et Identification des Algues :

Après l'élimination des débris, les petits crustacés et d'autres Algues (**figure8**). Les Thalles de *Gelidium sesquipedale* sont rincée à l'eau du robinet et nettoyés complètement des épiphytes. La confirmation du genre et de l'espèce pour les besoins de la pêche (**fisher et al, 1987**) et le site Algabase (www.algabase.com).



Figure 8: Tri et nettoyage des thalles de *Gelidium sesquipedale* récoltés

1.4. Analyse quantitative

Une analyse quantitative a été réalisée sur *G. sesquipedale* qui consiste à :

- ✚ La longueur de la fronde en cm : la longueur totale de la fronde du thalle a été mesurée à l'aide d'une règle plate de la base à l'extrémité apicale.
- ✚ Le poids de la fronde en g : chaque thalle a été pesé à l'aide d'une balance de précision.
- ✚ Le nombre totale des ramifications et compté pour chaque thalle.

1.5. Analyse microbiologique

- ✚ Le milieu utilisé pour le dénombrement des staphylocoques est le milieu Chapman. L'incubation se fait à 37°C et la culture après 48h.
- ✚ Les coliformes totaux sont dénombrés sur DCL (Désoxycolate Citrate Lactose Agar) après incubation de 24 heures à 37°C.
- ✚ Les levures sont dénombrées sur milieu PDA (Pomme de terre Dextrose Agar) après incubation de 48 heures à 30°C.

1.6. Traitement des algues

Les algues ont été lavées avec de l'eau distillée. Après l'élimination de ce dernier, elles sont pressées et séchées à 50°C pendant 48 heures, broyées puis pesées (**Freile-Pelegrin, 1999**).

2. Choix de l'agent de fermentation

Le choix de l'agent de fermentation est basé sur le pouvoir acidifiant fermentaire et antibactérien de la souche. Pour se faire nous devons déterminer le pH et l'acidité des souches pures isolées de bactéries lactiques et de levures isolées du lait de vache crus.

2.1. Prélèvement

Les échantillons analysés sont des laits crus entiers de petit mélange (cinq échantillons de la même femelle). Le lait a été prélevé dans des flacons stériles en verre puis transporté rapidement à température ambiante à l'obscurité jusqu'au laboratoire (**Labioui et al., 2009**).

2.2. Analyse microbiologique du lait

D'après **Belarbi (2011)** Pour chaque prélèvement, 10 ml d'échantillon à analyser ont été ajoutés dans un Erlenmeyer à 90 ml d'eau physiologique stérile. On obtient ainsi une dilution mère de 10^{-1} à partir de laquelle on réalise des dilutions décimales jusqu'à 10^{-7} (**figure 9**).

- ✚ La flore mésophile aérobie totale (FMAT), est dénombrée sur gélose PCA incubée 24 heures à 30°C.
- ✚ Les coliformes sont recherchés sur gélose lactosée et citratée au désoxycolate (DCL) incubée 24 heures à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux.

Matériel et méthodes

- Les streptocoques fécaux sont dénombrés sur l'azide de sodium après incubation 48 heures à 37°C.
- Les staphylocoques sont dénombrés sur la gélose de Baird Parker additionnée au jaune d'œuf et au tellurite de potassium et incubée 48 heures à 37°C.
- Les levures sont dénombrées sur la gélose PDA (Pomme de terre Dextrose Agar) incubée à 30°C pendant 48h.

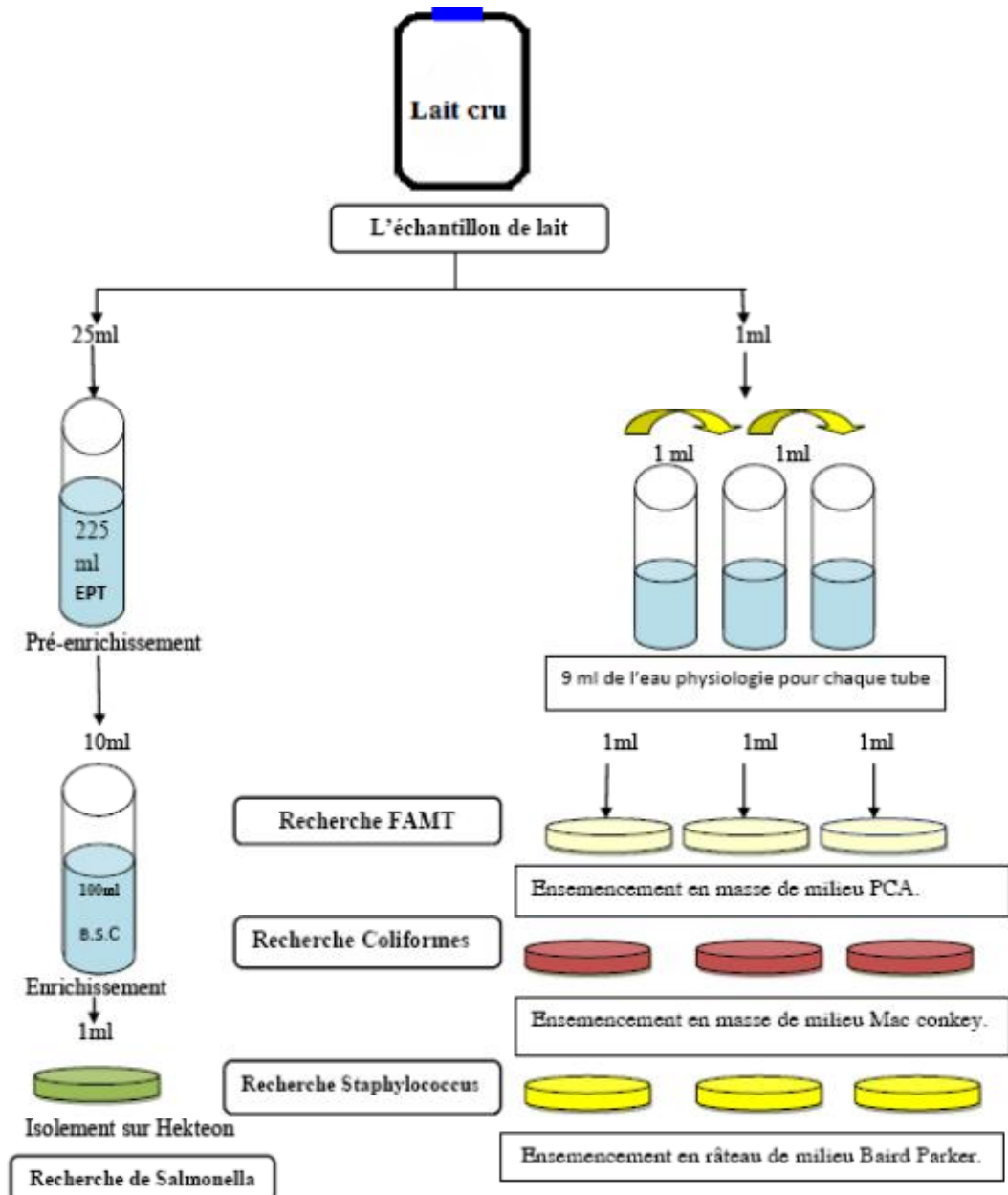


Figure 9: Protocole de la recherche des germes du lait de vache cru

2.3. Isolement des *Lactobacillus*

Matériel et méthodes

Après répartition et coagulation de l'échantillon du lait qui est réparti en 2 tubes le premier tube est incubé à 30 C et le deuxième a 45 C, Des dilutions décimales (10^{-1} à 10^{-9}) de la suspension mère sont réalisées à l'aide de milieu de dilution (peptone-sel) et 1ml de chaque dilution est ensemencé dans la masse du milieu gélosé MRS puis incubé à 30°C pendant 48h (les souches sont considérées pures après quatre repiquages successifs)(Bahri,2005).

2.4.Mesure du pH et d'acidité

A l'aide d'un titrateur (**figure10**), le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre, les valeurs sont prises directement dans un milieu de culture liquide ce qui nécessite le transfert des souches purifiées sur milieu MRS liquide, le pH est fixé au départ à 6,4 (ouhssine,2006).



Figure 10: Équipement électronique pour titrage, pH.....

Résultats et discussion

1. Préparation de la matière première du compost

1.1. Analyse quantitative

L'analyse quantitative a été effectuée sur des thalles de *Gelidium sesquipedale* prélevés durant le mois de Janvier, au cours du quel la croissance du thalle est au maximum.

- ✓ La longueur du thalle varie en moyenne entre 4,86 et 7,62 cm.
- ✓ Le poids moyen du thalle varie entre 0,54 et 0,65 g
- ✓ Le nombre moyen des ramifications du thalle varie entre 20 et 46.

1.2. Analyse microbiologique

Étant donné que l'analyse microbiologique n'a montrée aucune présence de germes pathogènes (**figure 11**), nous avons procédé au séchage puis au broyage des thalles (**figure 12**).

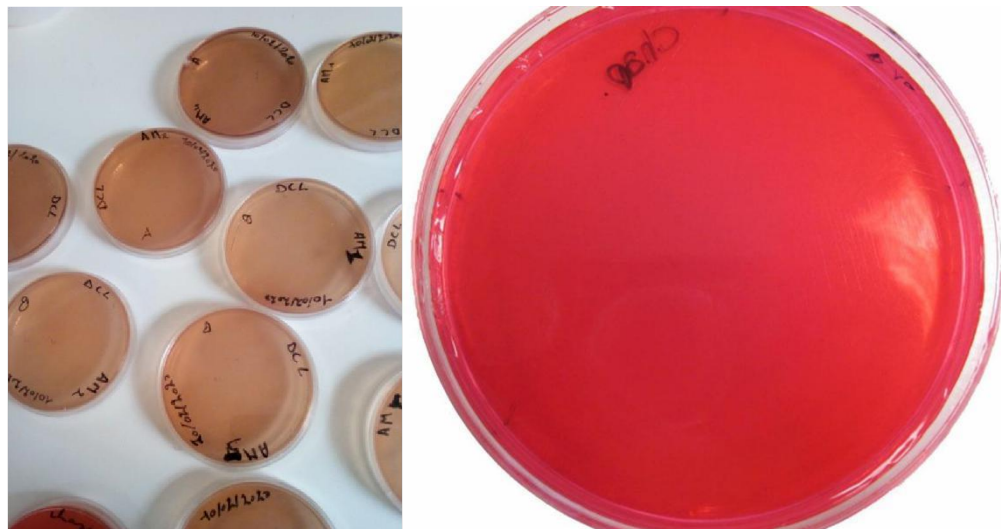


Figure 11: Analyse microbiologique de *Gelidium sesquipedale*

Le poids de la matière sèche de *G. sesquipedale* a diminué après séchage et broyage et, est passé de 3,250 Kg à 2,638 Kg. Nous avons pu obtenir 0.812 Kg de matière sèche à partir de 1Kg d'algue.



Figure 12 : séchage et broyage de *Gelidium sesquipedale*

2. Choix des agents de fermentation

2.1. Analyse microbiologique du lait cru de vache

L'analyse microbiologique du lait montre une charge abondante en microorganismes différents, staphylocoques, streptocoques et coliformes (**Tableau 4**). Cependant, les levures sont peu nombreuses.

Tableau4 : Analyse microbiologique du lait cru de vache

Microorganismes	Charge microbienne (UFC)
Staphylocoques	2.10^7
Streptocoques	4.10^5
Coliformes	1.10^6
levures	80

2.2. Isolement des *Lactobacillus*

L'isolement des souches à partir du lait, sur gélose MRS puis sur MRS liquide, a abouti à huit souches de bactéries lactiques ayant toute un pouvoir acidifiant (**tableau 5**). Les souches L7 et L8 se singularisent par leur rapidité à diminuer le pH du milieu de culture. Ce dernier passe de 6.4 à 3.90 puis à 3.09 pour la souche L7. Pour L8, le pH passe de 6.4 à 4.13 puis à 3.20 après 5 jours d'incubation.

Résultats et discussion

Tableau 5: pH des souches lactiques après culture sur milieu MRS liquide à 30°C avec un pH initial de 6,4 pendant 48 heures et 5 jours.

Souches		pH après 48h	PH après 5 jours
L1	<i>Lactobacillus</i>	4.72	3,30
L2	<i>Lactobacillus</i>	5.72	4,16
L3	<i>Lactobacillus</i>	4.6	3,63
L4	<i>Lactobacillus</i>	5.5	4,23
L5	<i>Lactobacillus</i>	5.04	4,01
L6	<i>Lactobacillus</i>	4.68	3,37
L7	<i>Lactobacillus</i>	3.9	3,09
L8	<i>Lactobacillus</i>	4.13	3.24

Conclusion

Cette étude a permis d'étudier les potentialités naturelles de la Rhodophycée *Gelidium sesquipedale* de la côte Ouest Algérienne, il en ressort :

- ✚ Le rendement en matière sèche après séchage et broyage est équivalent à 0,812g/Kg.
- ✚ Huit souches de bactéries lactiques dont deux d'entre elles (L7, L8) se démarquent par leur pouvoir à diminuer le pH du milieu.

Cependant les résultats présentés constituent des données préliminaires. Tenant compte de l'intérêt pratiques des algues en général, il nous semble intéressant d'approfondir ce travail par :

- ✚ Caractérisation physicochimique et microbiologique de *Gelidium sesquipedale* avant et après fermentation.
- ✚ Réalisation d'une fermentation lactique de *Gelidium sesquipedale* dans le but de d'obtenir un compost 100% biologique à tester sur les sols alcalins.
- ✚ Tester le compost sur la croissance du fraisier et des légumineuses.
- ✚ Rechercher des facteurs qui peuvent influencer la croissance de cette algue.
- ✚ Mettre en évidence une algoculture de l'espèce *Gelidium sesquipedale*.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Bahri D., 2005. Isolement de la flore lactique à partir d'un lait de vache destiné à la fabrication du camembert. Thèse de Master en biologie, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 47p.
2. Belarbi F., 2011. Isolement des souches de bactéries lactiques productrices des métabolites antibactériennes. Thèse de magistère, Université ES Senia-Oran. 88p.
3. Cail-Milly N. et Prouzet P., 2000. Pêche basque et Sud-landaise Ressources, Flottille, économie, commercialisation. Quae, 124p.
4. Candless MC, E.L. . The importance of cell wall constituents in alga taxonomy. In: Irvine D.E.G. Price JA, (Eds). Modern approaches to taxonomy of red and brown algae, Academic press, London. 1978, 63-85.
5. Chrétiennot-Dinet T.J., 1990. Atlas du phytoplancton marine vol3 : Chlorarachnophycée, Chlorophycées. Chlorophycées Cryptophycée, Englenophycées, Eustiglanophycées, Prasimophycées, Prymnésiopycées, Rhodophycées, Tribopycées. Edition de CNRS, Paris.
6. Chojnacka K., Saeid A., Witkowska Z., et Tuhy L., 2012. Biologically Active compounds in seaweeds Extracts- The prospects for the application. The open conference proceedings journal. 3, 20-28.
7. Collén J., Comish ML., Creag J., Ficko-Blean E., Hervé C., Krueger-Ladfield SA., Leblanc C., Miche G., Potin P., Tonont., et al., 2014. *Ondruscrispus-A present and Historical mode Organism for Dead seaweed. Advances in Botanical Research. Elsevier, 53-89p.*
8. Chopin T., 1997. Marine biodiversity monitoring. Protocol for monitoring of seaweeds Environment Canad. Ecological monitoring and assessment network. Ottawa, 40P.

Références bibliographiques

9. Cornish M.L., et Garbary D.J.,2010. *Antyoxydants from macroalgae: potential applications in human health and nutrition. Algae.25(4),155-121.*
10. Chouikhi A., 2013. Les applications potentielles des macroalgues marines et les activités pharmacologiques de leurs métabolites. Revue.USTHB-4th International congress of the populations and animal Communities-Dynamics et biodiversité et aquatique Ecosystems”CIPCA4” IAGH88 (Bechar)ALgeria.
11. Crouch I.J, et Von StaderJ., 1993. *Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products:Plant Growth regulators.13,21-29.*
12. Darcy-vrillon, B 1993.*Nutritional aspects of the developing use of macroalgae for the human food industry. Int-J. food. SCI Nrtr.44, 23-39.*
13. Dawczynski C., Shubert R., Jahreis G., 2007. *Amino acids, Fatty acids, and dietary fibres in edible seaweed products. Food Chem.103,891-899.*
14. Dawret M., Oheins J. Deruler V., et Longier T.,2011. *Guide de reconnaissance et de surveillance des macrophytes des lagunes de lange doc –Roussillon. Reseau de suivi logonaive..infreneur, capralmax, agence de l’eau RM et C région longwedoc-Raussillon.148p.*
15. De Oliveira M.N, PonteFreitasA.L.,Urano Carvalho A.F Tarares sampaie T.M.,Farias D.F, Alves Teixeira D.L., Gouveira S.T., Gromes Pereira J.,and De Castro Catanho de sena M.M.,2009.. *Nutritive and non- nutritive attributes of washed-up seaweeds from the coast of Ceará. Brazil. Food Chem.115,254-259.*
16. Dominique B., Dominique D., Patrick D., Marie-Christine., 2005. *Algue et alimentation animale, Algorythme.3.*
17. FAO.2010.www.FAO.org/doc Rep/013/il820e.01.
18. FAO., 2014. *La situation mondiale des peches et de laquaculture. SOFIA.144-115-116.*

Références bibliographiques

19. Faraj A.,1978. Contribution à l'études qualitatives des protines de l'agrophyte *Gelidium sesquipedale*. Thèse de doctorat 3ème cycle. SCP.Rabat, 129p.
20. Fischer W., Schreider M., et Bauchot M.L., 1987. Guide FAO d'identification des espèces par les besoins de la pêche, Méditerranée et Mer Noire-Zone de pêche 37, Volume1 : Végétaux et Invertébrés.
21. Florence J., 1999. Seaweeds proteins: Biochemical Nutritional aspects and potential uses. Trends food SCI tech.10;25-28.
22. Freile-Pelegrin Y., Roberdo D. et Serviere-Zaragoza E., 1999. *Gelidium robustum* agar quality characteristics from exploited beds and seasonal ty form unexploited bed Southern Baja California Mexico. Hydrobiologia, 398/399; 501-507.
23. Garbapn-Lardiere S., 2004. Etude structural des polysaccharides parietaux de l'algae rouge.
24. Gayral P., 1958. Algae de la côte atlantique Marocaine. Société des sciences naturelles et physiques du Maroc.
25. Guiry M.D., in Guiry M.D. et Guiry G.M., 2011. Lagaebase. Worl-wide electronic publication, National university of Ireland, Galways. <http://www.algaebase.org>.
26. Guiry W.,2013. In : MD. Guiry (kds). Algae-base. Galxay: world-wide electronic publication. National University of Irland.<http://www.algaebase.org>
27. Grimes S0, Z., Bakalem A. et al.,2003. Biodiversité marine et littoral Algérien. Université d'ES Senia-Oran.322p.
28. Hamid N.,MaQ.,Boalam S.,LieuT., Teny Z., Balbas J.,et Robertson J.,2015. Chapter 8-seaweeds miner constituents. In : troy D.J., Seaweeds sustainability, food and non-food applications. Academic Press, San Diego, 1993-242.

Références bibliographiques

29. Hayes M., 2011. Marine Bioactive compounds: Sources, Characterisation and applications. Springer. 219.
30. Hussain A. et Boney A.D., 1969. Isolation of kinting substances from *Laminaria digitata*, *Nature (London)* 223:504-505p.
31. Jennings R.C., 1969. Cytokinin-like endogenous growth regulators in the algae *Ecklonia* (Phaeophyta) and *Hypnea* (Rhodophyta), *Aust. J. Biol. Sci.* 22:621-627p.
32. Jhan W., Steinbeiss J., and Zetsche K., 1984. Light intensity adaptation of phytylproteins content of the red alga *Ferphydium plantas*, 161:536-539.
33. Kaimoussi A., Monzadahir A., Saih A., 2004. Variations saisonnières des teneurs en métaux (Cd, Cu, Fe, Mn et Zn) chez l'algue *Ulva lactuca* prélevée au niveau de littoral de ville d'El Jadida (Maroc). (Maroc). *Compte rendu. Biologies* 327, 361-369.
34. Lamouroux, J.V.F. Essai sur les genres de la famille des Thalassiophytes non-articulés. In : Dufour C. (Lds) *Animal du Muséum d'histoire naturelle*, Paris, 1813.
35. Litter I.I., Litter D.S., Blair S. Met Newris J.I., 1985. Deepest known plant life discovered on an uncharted seamount. *Science*. 227, 57-59.
36. Lopez-Mosquera M.E., and Paros P., 1997. Effect of seaweed on potatoes yields and soil chemistry. *Biological Agriculture and horticulture*, 14, 199-206p.
37. Marbeau S., Florence J., 1993. Seaweeds in food products Biochemical and nutritional aspects, *trends food. Sci tech* 4., 103-107.
38. Marfaing H., 2004. Les algues dans notre alimentation: intérêt nutritionnel et utilisation pratique *Dietecom Bretagne*. CEVN. 1-9.

Références bibliographiques

39. Neil mc.,M. dARVILa.G. , Fry SC.,and Albershein P, 1984. Structure andfonction of the primary cell walls of plants. Ann.Rev., BIOCHEM 53/625-663.
40. Ortiz J.,Romero N.,Robertp., Araya J., Lopez-Hernandez J., Bozzo C., Navarret E., Osorio A., and Rios A.,2006. Doetary fiber aminoacids, fattyacids and tocopherol contents of the edibles seaweeds Ultra lactuca and Durvillaea antracta. Food chem.99, 98-104.
41. Ouhssine k., Ouhssine M., El Yachioui M., 2006. . Caractérisation chimique etmicrobiologique des dechets de Gelidium sesquipedale avant etapès fermentation. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 145, 31-40.
42. Ouhssine K., Ouhssine M., El Yachioui M., 2007. L'application des déchets de Gelidium sesquipedale dans la culture du Maïs. Afrique Science, 03, 259-270.
43. Paul O., 2006.
44. Person J., 2010. livreturquoise: algue, filière du future. Adebiotech-Romainville, 163p.
45. Praud A., 1994. Isolement caracterisation structurale analyse de nouveaux métabolites d'algues méditerranéennes appartenant au genre cytaseira et l yngbiya. Thèse de doctorat. Sein.Spectro. phystochémiestructurale.univo.aix-Marseille, France, 186
46. Prescott, Willy, Sherwood, Woolverton, 2013. Microbiologie. De oeck, 04, 1184.
47. Roland J.C., El Maarouf-Bouteaux H., Bouteaux F., Atlasdebiologie végétale « Organisation desplantes sans fleurs, algues et champignons ». dunod, 07, Paris, 154p.