

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du
Littoral



**MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER**

OPTION : BIOTECHNOLOGIE MARINE

Thème :

**Recherche de quelques espèces algales de la côte algérienne
aux possibilités biotechnologiques**

Présenté par :

- M^{lle} AOUISSI Ghada
- M^{me} FOUJIL Nassima

Soutenu le 13/10/2021 devant le jury suivant :

Mr. MEZOUAR.K. Professeur à l'ENSSMAL.
M^{me} CHAOU.N. Maitre assistante A à l'ENSSMAL
M^{me} OUADAH.N. Maitre de conférences B à l'ENSSMAL
M^{me} OULD AHMED.N. Maitre de conférences B à l'ENSSMAL

Président
Examinatrice
Examinatrice
Promotrice

Promotion : 2020-2021

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du
Littoral



DOMAINE : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE
SPECIALITE : BIOTECHNOLOGIE MARINE

Thème :

**Recherche de quelques espèces algales de la côte algérienne
aux possibilités biotechnologiques**

Présenté par :

- M^{lle} AOUISSI Ghada
- M^{me} FOUJIL Nassima

Soutenu le 13/10/2021 devant le jury suivant :

Mr. MEZOUAR.K. Professeur à l'ENSSMAL
M^{me}CHAOU.N. Maitre assistante A à l'ENSSMAL
M^{me}OUADAH.N. Maitre de conférences B à l'ENSSMAL
M^{me} OULD AHMED.N. Maitre de conférences B à l'ENSSMAL

Président
Examinatrice
Examinatrice
Promotrice

Promotion : 2020-2021

REMERCIEMENTS

La réalisation d'un mémoire est une longue épreuve pas toujours facile...avant tout, on remercie notre dieu, Allah, le miséricordieux, l'unique, le puissant... pour sa protection et son guide.

Nous exprimons nos profonds remerciements au Docteur N. OULD AHMED, notre promotrice. Pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, ainsi pour l'aide compétente qu'elle nous a apportée, pour sa patience et son œil critique qui nous a été très précieux, pour structurer ce travail et améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire.

Nous voudrions exprimer notre entière reconnaissance à tous les membres de jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger notre travail, merci :

-Mr. MEZOUAR.K. d'avoir accepté de présider ce jury.

-M^{me}CHAOU.N. qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté d'examiner ce travail.

-M^{me}OUADAH.N. qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à l'ingénieur du laboratoire LBCM2.

Nos remerciements s'adressent également à toute l'équipe de la bibliothèque.

On tient aussi à dire un grand MERCI à toutes les personnes qui nous ont aidées dans ce travail de près ou de loin.

DEDICACES

Ghada

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui m'ont toujours soutenue et qui m'ont aidé avec leurs conseils et encouragements durant toutes mes années d'études.

À mes sœurs bien aimées Reghda et Nadjoua.

À mon petit frère Azem Mohammed Amine.

À tous mes amis qui m'ont encouragée pendant la durée de réalisation de ce travail.

À mon grand-père.

À l'ensemble des membres de ma famille.

À mon binôme Nassima et sa famille.

À tous les étudiants de 5^{ème} année biotechnologie marine.

À tous les étudiants de l'ENSSMAL.

DEDICACES

Nassima

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents, source de vie d'amour et d'affection, vous m'avez doté d'une éducation digne, votre amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allègues, et le fruit de votre soutien infailible, merci d'être toujours là pour moi.

À celui que j'aime beaucoup, qui m'a soutenu tout au long de la réalisation de ce travail de recherche mon mari sidali, merci pour ton amour, ton soutien et tes encouragements

À mes chères adorables sœurs : Ikram, Nesrine, Aya, et Meriem la petite et la grande

À mon binôme Ghada

À toute ma famille : voisines/ voisins, cousines /cousins, je vous dis merci infiniment.

LA LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Production mondiale de macro algues selon les données FAO, 2014.....	9
Figure 2 : Principaux pays producteurs d'algues dans le monde en 2014 selon les données FAO, 2014.....	10
Figure 3 : Production mondiale de macro algues (Données FAO, 2018)	10
Figure 4 : Principaux pays producteurs d'algues dans le monde en 2010 et en 2018 (FAO, 2018)	11
Figure 5 : Localisation cartographique des sites d'étude	19
Figure 6 : Représentation géographique du site 1 (Plage Al Djamila).....	20
Figure 7 : Photographie du site1 (Plage AL Djamila).....	20
Figure 8 : Représentation géographique du site de récolte (Plage l'ilot)	21
Figure 9 : Photographie du site 2 (Plage l'ilot)	21
Figure 10 : Représentation géographique du site de récolte (Plage la Vigie).....	22
Figure 11 : Photographie du site 3 (Plage la Vigie).....	22
Figure 12 : Représentation géographique du site de récolte (Plage Melbou)	23
Figure 13 : Photographie du site 4 (Plage Melbou)	23
Figure 14 : Observation des algues sous loupe	24
Figure 15 : Aspect général du thalle d' <i>Asparagopsis armata</i> vu à l'œil nu.....	29
Figure 16 : Détail du thalle d' <i>Asparagopsis armata</i> vu sous loupe (G.10x2)	29
Figure 17 : Aspect général du thalle de <i>Ceramium cilatum</i> vu à l'œil nu.....	31
Figure 18 : Détail du thalle et des cils de <i>Ceramium cilatum</i> vu en microscope(G.10x10).....	31
Figure 19 : Aspect général du thalle de <i>Ceramium tenuissimum</i> vu à l'œil nu.....	32
Figure 20 : Détail du thalle de <i>Ceramium tenuissimum</i> vu sous loupe (G.2x10).....	32
Figure 21 : Aspect général du thalle d' <i>Apoglossum ruscifolium</i> vu à l'œil nu.	33
Figure 22 : Détail du thalle d' <i>Apoglossum ruscifolium</i> vu sous loupe (G.10x10).....	34
Figure 23 : Aspect général du thalle de <i>Laurencia obtusa</i> vu à l'œil nu	34
Figure 24 : Détail du thalle de <i>Laurencia obtusa</i> vu sous loupe (G.2x10)	35
Figure 25 : Aspect général du thalle de <i>Griffithsia opuntoides</i> vu à l'œil nu	35
Figure 26 : Détail du thalle de <i>Griffithsia opuntoides</i> vu sous loupe (G.2x10).....	36
Figure 27 : Aspect général du thalle de <i>Corallina elongata</i> vu à l'œil nu	36
Figure 28 : Détail du thalle de <i>Corallina elongata</i> vu sous loupe(G.2x10).....	37
Figure 29 : Aspect général du thalle de <i>Corallina officinalis</i> vu à l'œil nu	37
Figure 30 : Détail du thalle de <i>Corallina officinalis</i> vu sous loupe (G.2x10).....	38
Figure 31 : Aspect général du thalle de <i>Jania longifurca</i> vu à l'œil nu	39
Figure 32 : Détail du thalle de <i>Jania longifurca</i> vu sous loupe (G.2x10).....	39
Figure 33 : Aspect général du thalle de <i>Jania corniculata</i> vu à l'œil nu	40
Figure 34 : Détail du thalle de <i>Jania corniculata</i> vu sous loupe (G.2x10).....	40
Figure 35 : Aspect général du thalle de <i>Gelidium latifolium</i> vu à l'œil nu	41
Figure 36 : Détail du thalle de <i>Gelidium latifolium</i> vu sous loupe (G.2x10).....	41
Figure 37 : Aspect général du thalle de <i>Gelidium sesquipedale</i> vu à l'œil nu	42
Figure 38 : Détail du thalle de <i>Gelidium sesquipedale</i> vu sous loupe (G.2x10).....	42
Figure 39 : Aspect général du thalle de <i>Gelidium corneum</i> vu à l'œil nu.....	43
Figure 40 : Détail du thalle de <i>Gelidium corneum</i> vu sous loupe (G.2x10).....	44
Figure 41 : Aspect général du thalle de <i>Chondrus crispus</i> vu à l'œil nu	45
Figure 42 : aspect général du thalle de <i>Gigartina acicularis</i> vu à l'œil nu.....	46
Figure 43 : Aspect générale d' <i>Hypnea musiformis</i> vu à l'œil nu.....	47
Figure 44 : Détail du thalle d' <i>Hypnea musiformis</i> vu sous loupe (G.2x10)	47
Figure 45 : Aspect général du thalle de <i>Plocamium cartilagineum</i> vu à l'œil nu.....	48

Figure 46 : Détail du thalle de <i>Plocamium cartilagineum</i> vu sous loupe (G.2x10).....	48
Figure 47 : Aspect général du thalle de <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> vu à l'œil nu.....	49
Figure 48 : Détail du thalle de <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> vu sous loupe (G.2x10).....	50
Figure 49 : Aspect général du thalle de <i>Grassilaria verucosa</i> vu à l'œil nu.....	50
Figure 50 : Détail du thalle de <i>Grassilaria verucosa</i> vu sous loupe (G.2x10).	51
Figure 51 : Aspect général du thalle de <i>Champia parvula</i> vu à l'œil nu	51
Figure 52 : Détail du thalle de <i>Champia parvula</i> vu sous loupe (G.2x10)	52
Figure 53 : Aspect général du thalle de <i>Dictyopteris polydioides</i> vu à l'œil nu.....	53
Figure 54 : Détail du thalle de <i>Dictyopteris polydioides</i> vu sous loupe (G.2x10).....	53
Figure 55 : Aspect général du thalle de <i>Dictyota dichotoma</i> vu à l'œil nu.....	54
Figure 56 : Détail du thalle de <i>Dictyota dichotoma</i> vu sous loupe (G.2x10).....	55
Figure 57 : Aspect général du thalle de <i>Dilophus spiralis</i> vu à l'œil nu.....	55
Figure 58 : Détail du thalle de <i>Dilophus spiralis</i> vu sous loupe (G.0, 7x10).....	56
Figure 59 : Aspect général du thalle de <i>Padina pavonica</i> vu à l'œil nu.	55
Figure 60 : Aspect général du thalle de <i>Taonia atomaria</i> vu à l'œil nu.....	56
Figure 61 : Détail du thalle de <i>Taonia atomaria</i> vu sous loupe (G.2x10)	57
Figure 62 : Aspect général du thalle de <i>Cystosera compresa</i> vu à l'œil nu.....	58
Figure 63 : Détail du thalle de <i>Cystosera compresa</i> vu sous loupe (G.2X10).....	59
Figure 64 : Aspect général du thalle de <i>Cystoseira tamariscifolia</i> vu à l'œil nu.....	59
Figure 65 : Détail du thalle de <i>Cystoseira tamariscifolia</i> vu sous loupe (G.2x10).....	60
Figure 66 : Aspect général du thalle de <i>Sargassum vulgare</i> vu à l'œil nu.....	61
Figure 67 : Détail de thalle et des aérocystes de <i>Sargassum vulgare</i> vu sous loupe (G.2x10).	62
Figure 68 : Aspect général du thalle de <i>Cladophora laetevirens</i> vu à l'œil nu.....	62
Figure 69 : Aspect général du thalle de <i>Codium bursa</i> vu à l'œil nu.....	64
Figure 70 : Aspect général du thalle de <i>Codium elongatum</i> vu à l'œil nu.....	65
Figure 71 : Aspect général du thalle de <i>Codium fragilis</i> vu à l'œil nu.	66
Figure 72 : Aspect général du thalle de <i>Codium tomentosum</i> vu à l'œil nu	67
Figure 73 : Aspect général du thalle de <i>Ulva intestinalis</i> vu à l'œil nu	68
Figure 74 : Aspect général du thalle de <i>Ulva lactuca</i> vu à l'œil nu	69
Figure 75 : Aspect général du thalle de <i>Ulva rigida</i> vu à l'œil nu.....	70

LA LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : les pigments des macroalgues (Géraldine et Céline, 2009).....	8
Tableau 02 : Algues autorisées pour l'alimentation humaine (CEVA, 2014)	87
Tableau 03 : La liste des macroalgues admises dans les compléments alimentaires (DGCCRF,2019).....	87

LA LISTE DES ABREVIATIONS

AG : acide gras.

AGS : d'acides gras saturés.

C : carbone.

C° : degrés Celsius.

CEVA : Centre d'étude et de valorisation des algues.

Cm : centimètre.

DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes.

DHA : acide docosahexaénoïque.

EPA : Acide eicosapentaénoïque.

FAO: Food and Agriculture Organization.

HIV : virus de l'immunodéficience humaine.

Km : Kilomètres.

M : mètre.

Mg : milligramme.

Mm : millimètre.

MS : matière sèche

RGO : reflux gastro-œsophagien.

UV : Ultra- violet.

ω3 : oméga trois.

PLAN GENERAL

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS	
1. Classification des algues.....	3
2. La composition des algues.....	4
3. Les algues des côtes algériennes	8
4. La production mondiale des algues.....	9
5. La culture des algues.....	11
6. Utilisation des algues.....	12
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	
1. Recherche des espèces à intérêt biotechnologique sur terrain.....	19
2. Présentation des sites explorés.....	20
3. Travail sur terrain.....	24
4. Etude au laboratoire.....	24
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	
1. Etude de la flore algale.....	25
2. La liste des espèces d'algues récoltées au niveau des sites.....	25
3. Mises en évidence des espèces à intérêt biotechnologique.....	29
CONCLUSION	72
BIBLIOGRAPHIE	73
ANNEXES	88

SOMMAIRE

SOMMAIRE

REMERCIEMENT

DEDICACES

LISTES DES FIGURES

LISTES DES TABLEAUX

LISTES DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1. Généralité sur les algues.....	3
Classification des algues	3
Rhodobiontes (algues rouges).....	4
Chromobiontes (algues brunes).....	4
Chlorobiontes (algues vertes).....	4
La composition des algues	4
L'eau.....	5
Les sucres ou les Phycocolloïdes	5
L'acide alginique.....	5
L'agar	5
Les carraghénanes	5
Les polysaccharides sulfatés.....	6
Les fucoïdanes ou fucanes.....	6
Les ulvanes.....	6
Les minéraux.....	6
Les protéines.....	6
Les vitamines.....	7
Les lipides.....	7
Les pigments.....	8
Les algues de la côte algérienne.....	8
La production mondiale des algues.....	9
La culture des algues.....	11
Utilisation des algues.....	12
Alimentation humaine.....	12
Alimentation animale.....	13

Agriculture	14
Chimie	15
Cosmétique.....	15
Pharmacologie.....	16
Epuration des eaux	17
Santé animale	17

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1 Recherche des espèces à intérêt biotechnologique sur terrain	19
2 Présentation des sites d'échantillonnage.....	20
3 Travail sur terrain.....	24
4 Etude au laboratoire	24
Tri des échantillons récoltés	24
identification des espèces d'algues récoltées.....	24

CHAPITRE III : RESULTAT ET DISCUSSION

1 Etude de la flore algale.....	25
2 La liste des espèces d'algues récoltées au niveau des sites.....	25
3 Mises en évidence des espèces a intérêt biotechnologique	29

CONCLUSION.....	72
------------------------	-----------

BIBLIOGRAPHIE.....	73
---------------------------	-----------

ANNEXES.....	88
---------------------	-----------

INTRODUCTION



INTRODUCTION

Les algues forment la principale végétation des mers et des océans, il existe environ 163566 espèces identifiées dans le monde (Guiry&Guiry, 2021). Elles sont regroupées essentiellement en quatre divisions: Cyanophyta, Rhodophyta, Phaeophyta et Chlorophyta.

Les algues constituent une part très importante de la biodiversité et l'une des bases principales des réseaux trophiques des eaux douces, saumâtres et marines. Diverses espèces sont utilisées dans l'alimentation humaine, l'agriculture et l'industrie.

Les algues constituent aussi une source potentiellement riche de métabolites bioactifs pour l'industrie pharmaceutique et pour le développement de médicaments (Naghraoui, 2014).

Parmi les biomolécules algales d'intérêt biotechnologique, on trouve des caroténoïdes, des fibres, des vitamines, et des minéraux, ainsi que des substances actives, telles que les protéines, les acides gras essentiels, les polysaccharides, et les poly phénols (Meenakshi *et al.*, 2011). Ces substances offrent un large éventail d'activités biologiques, notamment, les pouvoirs : anti-inflammatoires, antimicrobiens, anticancéreux, antiviral, anti-protazoaires, anticoagulants, antifongiques, antioxydants...etc.

En Algérie, les études biologiques, écologiques et systématiques des algues marines sont peu nombreuses. En effet, les premiers inventaires des algues marines benthiques de l'Algérie sont essentiellement connus par des travaux de Montagne (1838) et de Debray (1893 et 1897) (*in* Ould Ahmed) (1994 et 2015), à ces travaux s'ajoutent ceux de J. Feldmann (1931 et 1961) et G. Feldmann (1936 et 1949).

D'autres travaux plus récents ont été réalisés, et ont concerné essentiellement :

-L'étude taxonomique des algues de la région du Centre algérien par Seridi (1990 et 2007)

-L'étude taxonomique et phytosociologie liée au rejet thermique dans l'ouest d'Algérie par Ould Ahmed (1994).

-L'étude phytosociologique dans la région de Bousmail par Kadari-Meziane (1994).

-Une étude sur la flore algale marine des côtes algériennes par Ould Ahmed (2015).

Aujourd'hui nous dénombrons plus de 500 espèces d'algues marines sur les côtes algériennes (Ould Ahmed, 2015).

INTRODUCTION

L'utilisation des algues en Algérie reste peu connue, cependant quelques études expérimentales à l'échelle de laboratoire ont été réalisées comme celles de Chouiref et Fatnassi (2010), Sayah et Boukhari (2011), Rehailia et Hamidi Khodja (2020), ces travaux ont fait l'Object de mémoires de fin d'études à l'ENSSMAL. D'autres expérimentations ont été réalisées par Nemchi(2005) et Oucif (2018) hors de l'ENSSMAL.

Notre travail a pour objectif de contribuer à la connaissance des algues marines des côtes algériennes, par la recherche des espèces ayant un intérêt biotechnologique à savoir une utilisation médicinale, pharmaceutique, alimentation, cosmétique...etc.

C'est ainsi que nous avons réalisé une récolte d'algues et leurs identifications durant la saison printanière de l'année 2021 au niveau de quatre sites : Plage l'ilot, Plage El Djamila, Plage la Vigie et Plage Melbou.

Pour cette étude, le plan adopté est le suivant :

- Une première partie contenant des généralités sur les algues marines.
- Une deuxième partie qui concerne le matériel et méthodes utilisés.
- Une dernière partie consacrée à l'étude de la flore algale récoltée et la mise évidences des espèces a intérêt biotechnologique.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS**1. Généralités sur les algues**

Les algues sont des organismes aquatiques, chlorophylliens, photosynthétiques, qui ne possèdent ni tige, ni feuille, ni racine ni vaisseaux conducteurs, ni fleurs, d'où leur appellation de thallophytes. Ces végétaux vivent en milieu marin, en eau douce ou en milieu aérien humide.

Elles peuvent être libres ou fixées sur un support, leurs tailles varient de moins d'un micromètre (microphytes) ou bien supérieures ou égale à 2 micromètres (macrophytes).

Classification des algues

« Les algues constituent en réalité un vaste ensemble hétérogène d'embranchements très distincts les uns des autres et n'ayant entre eux que peu de caractères communs » (Feldmann, 1961).

Il existe quatre grands groupes d'algues qui diffèrent par leur couleur, Chaque groupe contient des classes, et chaque classe contient des centaines d'espèces.

La distinction entre ces différentes classes et ordres est faite selon la nature et la proportion de leurs pigments et aussi d'après des caractères d'ordre cytologique et biochimique ainsi que des différences de structure et de mode de reproduction.

À partir de ces critères de classification on distingue les Cyanobiontes (ou Cyanobactérie) couramment appelées algues bleues, les Rhodobiontes (algues rouges), les Chromobiontes (algues brunes) et les Chlorobiontes (algues vertes).

Rhodobiontes (algues rouges)

Les Rhodophytes ou algues rouges forment un groupe très diversifié. Ces algues doivent leur couleur à la présence de la phycoérythrine présente dans les plastes, est associée à d'autres pigments dont la chlorophylle a. La plupart de ces algues rouges sont pluricellulaires et marines, mais il existe quelques formes unicellulaires et quelques-unes qui vivent également en eau douce. Les algues rouges sont divisées en deux groupes : celui des Bangiophycées (qualifiées de primitives) et celui des floridéophycées (plus complexes). Elles se distinguent généralement par leur cycle de reproduction particulièrement complexe.

Chromobiontes (algues brunes)

La couleur brune de ces algues résulte de la dominance des pigments xanthophylles dont la fucoxanthine, qui masque les autres pigments (chlorophylle a et c, ainsi que le β -carotène). Elles possèdent toute une structure pluricellulaire, mais leur dimension varie depuis les éléments microscopiques jusqu'aux très grands spécimens.

Chlorobiontes (algues vertes)

Elles sont de formes très variées, uni-ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en Vert par les chlorophylles a et b, auxquelles sont associés des carotènes et des xanthophylles. La photosynthèse permet la formation d'amidon, comme pour les plantes supérieures, des algues vertes vivent en eau douce et en milieux marins, mais certaines espèces peuvent également se développer sur terre. Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale.

La composition des algues

La composition chimique des macroalgues marines varie suivant plusieurs facteurs : L'espèce, le stade de maturité, l'habitat naturel et les conditions environnementales (Kaimoussi *et al.*, 2004 ; Ortiz *et al.*, 2006).

Les algues se composent généralement de protéines, de minéraux, d'une faible quantité de lipides comparée au fort pourcentage de glucides, qui sont essentiellement sous forme de polysaccharides tels que les alginates, l'agar, les carraghénanes, les fucanes et les ulvanes (Julie, 2010), ainsi que des vitamines et des pigments.

L'eau

Elle représente 90 % de son poids. L'eau est surtout contenue dans la vacuole des cellules, on trouve aussi l'eau dans le cytoplasme et dans la paroi cellulaire ou son rôle est très important (Leclerc et Floch 'h, 2010).

Les sucres ou les Phycocolloïdes**L'acide alginique**

L'acide alginique est un polysaccharide colloïdal obtenu naturellement à partir des parois cellulaires des algues brunes (en particulier les laminaires) où il atteint des concentrations comprises entre 20% et 25% du poids sec de l'algue. Ses sels de Sodium, de calcium et de potassium sont appelés alginates et sont fréquemment utilisés dans l'industrie alimentaire comme épaississants et émulsifiants.[1]

L'agar

L'agar-agar est obtenu à partir de certains genres de Rhodobiontes telles que : *Gelidium*, *Gracilaria* et *Porphyra*. C'est un agent gélifiant thermoréversible qui reste stable à des températures relativement élevées (85°C). Ce produit est propriété qui est recherchée pour les substrats utilisés dans les cultures microbiologiques (McHugh, 2003).

L'agar –agar est également utilisé dans l'industrie agro-alimentaire en tant qu'agent épaississant et stabilisant pour les tartes, crèmes glacées et autres préparations. Il est également utilisé pour la fabrication de confiseries car il n'a pas de goût et le sucre augmente sa puissance gélifiante. C'est une alternative aux gélatines d'origine animale. (McHugh, 2003).

Les carraghénanes

Les carraghénanes sont extraits de la paroi des Rhodobiontes, ils sont particulièrement utilisés pour l'alimentation animale, la fabrication de produits laitiers pour leurs propriétés épaississantes, gélifiantes et stabilisantes. La reconstitution de viandes et particulièrement la fabrication de jambon qui nécessite l'adjonction de carraghénanes car ces agents permettent à la viande d'être plus tendre. Les carraghénanes sont également utilisés pour la fabrication des produits allégés.

Exemple : *Chondrus crispus* et *Mastocarpus stellatus* sont utilisées pour la production de carraghénanes (McHugh, 2003).

Les polysaccharides sulfatés

Les fucoïdanes ou fucanes

Les fucanes sont des polysaccharides présents uniquement chez les grandes algues brunes et chez certains invertébrés marins (œufs d'oursins, holothuries ou « concombres de mer »), les fucanes extraits des algues étant généralement plus actifs que ceux des invertébrés. Ils peuvent représenter jusqu'à 40 % du poids sec des parois cellulaires des algues brunes, au sein desquelles ils sont entremêlés avec la cellulose et les alginates (CEVA, 2005).

Les ulvanes

Les ulvanes sont des polysaccharides anioniques sulfatés solubles dans l'eau extraits d'algues vertes de type ulve ou entéromorphe, les ulvanes sont localisés au niveau de la cellule dans la paroi cellulaire. Elles sont également très intéressantes dans les domaines de la santé, de l'immunité, de la plasturgie et de la cosmétique. À condition de mettre d'abord au point l'outil, une enzyme "ulvanelyase", qui permettra d'extraire industriellement ces précieuses substances et de potentialiser leurs activités (Lahaye *et al.*, 1999).

Les minéraux

Les algues puisent dans la mer une richesse incomparable d'éléments minéraux très variés dont la teneur varie entre 8 et 40% (Mabeau et Fleurence, 1993 ; MacArtain *et al.*, 2007). Elles offrent d'abord une grande diversité de macroéléments comme le sodium, calcium, magnésium, potassium, chlore, soufre, phosphore, mais également oligoéléments tels que l'iode, le fer, le zinc, le cuivre, le sélénium, le molybdène, ainsi que bien d'autres oligoéléments comme le fluor, le manganèse, le bore, le nickel, le cobalt (Marfaig, 2004).

Les protéines

La teneur en protéines des algues marines est variable. Généralement, la fraction protéique la plus élevée est enregistrée chez les algues vertes et rouges (10-47% de matière sèche), alors qu'elle est généralement petite chez les algues brunes (5-24% de matière sèche) (Fleurence, 1999 ; Matanju *et al.*, 2008).

Les protéines trouvées dans les algues contiennent tous les acides aminés essentiels. La leucine, la valine et la méthionine sont les plus abondants chez *Palmaria palmata*, D'autres comme *Ulva sp.* contiennent 26 et 32% des acides aminés totaux, en acide aspartique et glutamique (Fleurence, 1999).

Une autre importante protéine active qui peut être extraite des macroalgues est la lectine, qui se lie aux carbohydrates et participe à différents processus biologiques tels que les communications intracellulaires. Les lectines possèdent également des activités antibactériennes, antivirales ou anti-inflammatoires (Chojnacka *et al.*, 2012).

Les vitamines

La composition vitaminique des macroalgues est intéressante car l'ensemble des vitamines est bien représenté par les groupes A, B1, B2, B6, B12, C, D, E, et K. De plus, des quantités significatives en provitamine A et en vitamines B1 et B2 sont rapportées chez les algues rouges, ainsi qu'en vitamines C et E chez les algues brunes et vertes (Person, 2010). Ces vitamines ont une signification nutritionnelle majeure pour la consommation humaine.

L'intérêt principal de la macro algue réside dans la présence de vitamine B12 dont les teneurs sont assez importantes, contrairement aux plantes terrestres qui en sont totalement dépourvues, certaines algues renferment autant de vitamines B12 que le foie. (Watanabe *et al.*, 1999).

Le contenu en vitamine C des algues brunes et vertes est important entre 500-3000 mg/kg de matière sèche. Cette vitamine présente une activité antioxydant, active l'absorption intestinale du fer et renforce le système immunitaire. Les algues sont également riches en vitamine E, notamment les fuciales (200 à 600 mg/kg MS) (Hortense, 2011 ; Lordan *et al.*, 2011).

Les lipides

La teneur lipidique chez les algues est très faible et varie de 1-5% (Person 2010).

Du point de vue qualitatif, les lipides algaux présentent une proportion en acide gras essentiels importante, qui sont les ω -3 polyinsaturés (acides α -linoléique, eicosapentaénoïque) à activité antioxydante. Ces acides gras protègent des maladies cardiovasculaires et cérébro-vasculaires et sont actifs contre les œdèmes, les inflammations et les érythèmes (Chouikhi, 2013).

Les algues vertes ont une teneur en acide oléique (C18 :1) et en acide α -linoléique (C18 :3 ω 3) (acides gras indispensables, non synthétisés par l'homme) beaucoup plus élevée que les végétaux supérieurs. Les algues rouges contiennent des taux élevés d'acides gras polyinsaturés à 20 carbones. L'acide eicosapentaénoïque (C20 :5 ω 3) constitue 50% des acides gras polyinsaturés chez les algues rouges *Porphyra* et *Palmaria palmata*. Quant aux algues brunes, elles ont une distribution en acides gras comparable à celle des algues rouges.

A ce jour, aucune étude n'a rapporté la présence d'acides gras transis désirables chez les macroalgues (Darcy, 1993).

Les pigments

Les pigments ont dès le début du 19ème siècle, constitué un critère important dans la classification des algues. Le rôle physiologique de ces molécules consiste à capter l'énergie lumineuse.

Les pigments diffèrent d'un groupe d'algues à un autre, voici un tableau qui représente les différents pigments présents chez les différents groupes des macro algues :

Tableau 1 : Les pigments des macroalgues(Géraldine et Céline, 2009).

Embranchement (règne)	Nom commun	Pigments
Rhodophytes	Algues rouges	Chlorophylle (a,b) Xanthophylles Carotène Phycocyanine c Phycoérythrine
Chlorophytes	Algues vertes	Chlorophylle (a,b) Xanthophylles Carotène
Chromophytes	Algues brunes	Chlorophylle (a,c) Carotène

Les algues de la côte algérienne

Les études biologiques, écologiques et systématiques des algues marines de la côte algérienne sont essentiellement connues par des travaux anciens et quelques autres plus récents.

Les premiers inventaires des algues marines benthiques de l'Algérie sont essentiellement dus aux travaux de Montagne (1838) et de Debray (1893 et 1897) (*in* OuldAhmed) (1994 et 2015), par la suite les recherches de J. Feldmann (1931et 1961) et G. Feldmann (1936 et 1949) sont venues confirmer leurs signalisations et constituent l'essentiel des connaissances récentes sur la flore algale.

Boudouresque en 1969, a contribué à la connaissance des algues marines d'Algérie, essentiellement les algues qui sont localisées à l'Est d'Alger.

Perret Boudouresque et Seridi (1989) ont établi un inventaire qui représente une compilation des travaux anciens.

D'autres travaux plus récents ont été réalisés et ont concerné :

- Une étude taxonomique dans la région du centre algérien par Seridi (1990 et 2007).
- Une étude taxonomique et phytosociologique liée au rejet thermique dans l'ouest d'Algérie (Golfe d'Arzew) par Ould Ahmed (1994).
- Une étude phytosociologie au niveau de la baie de Bou- Ismail par Kadari Meziane (1994).
- Une étude par Ould Ahmed et Meinesz (2007) sur une nouvelle espèce invasive introduite en Algérie (*Caulerpa racemosa*).
- Des études sur la flore algale de la côte algérienne par Ould Ahmed (2015) et Ould Ahmed *et al.*, (2013 et 2019).

Tous ces travaux ont pu recenser plus de 500 espèces d'algues au niveau des côtes algériennes.

La production mondiale des algues

La production mondiale des algues (FAO, 2014)

La production mondiale de macro-algues s'élève à peu près de 25 millions de tonnes en 2013 (FAO, 2014).

- 96 % de ce tonnage provient de la culture d'algues dans les pays d'Asie de l'Est et du Sud-est, et le reste provient d'Amérique du Sud, d'Afrique, d'Europe puis d'Océanie.

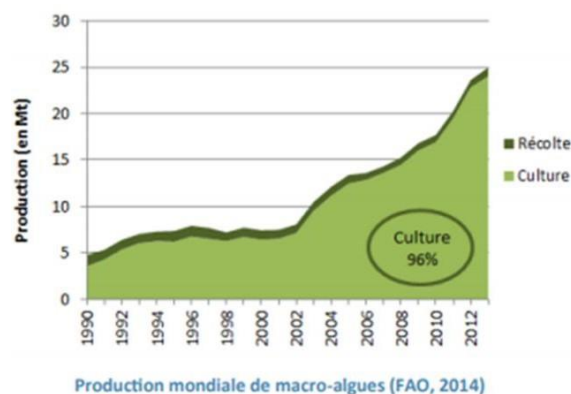


Figure 1 : Production mondiale de macro algues selon les données FAO, 2014.

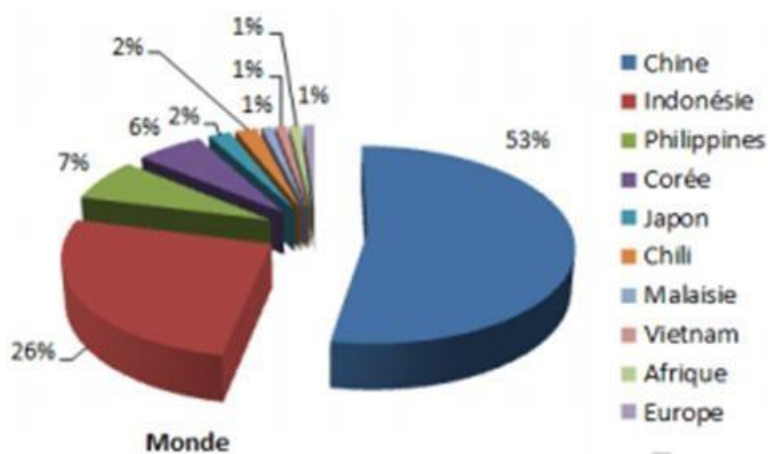


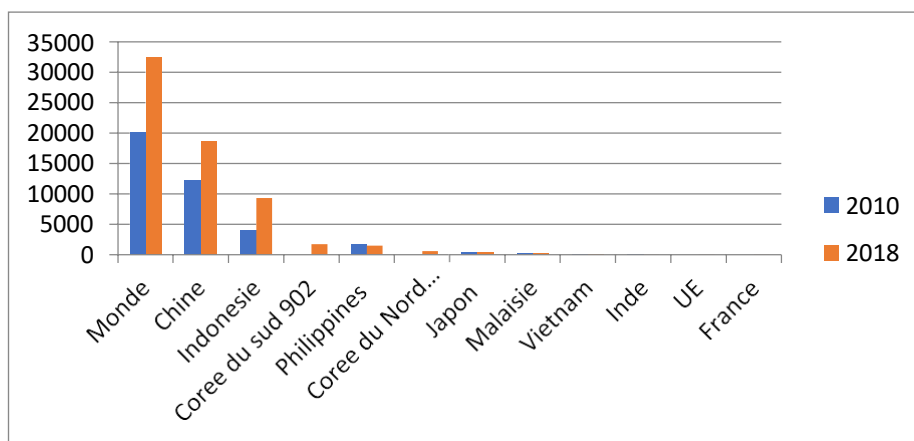
Figure 1: Principaux pays producteurs d'algues dans le monde en 2014 (FAO, 2014).

N.B. : pourcentages des productions totales des pays représentés sur les secteurs.

La production mondiale des algues (FAO, 2018)

La production mondiale de macro-algues s'élève à près de 32386 milliers de tonnes en 2018 (FAO, 2018).

- 95% de ce tonnage provient de la culture d'algues dans les pays d'Asie de l'Est et du Sud-est, et le reste provient d'Amérique du Sud, d'Afrique, d'Europe puis d'Océanie.



Sources. Eurostat. FAO

Figure 2: Production mondiale de macro algues (Données FAO, 2018).

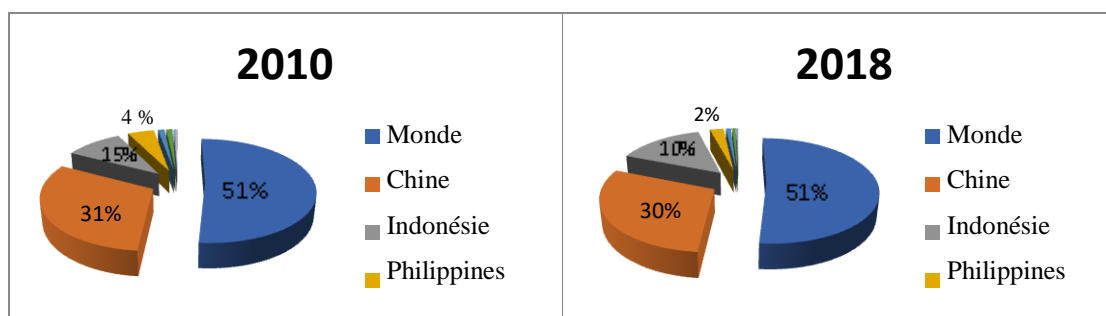


Figure 3: Principaux pays producteurs d'algues dans le monde en 2010 et en 2018 (FAO, 2018).

Au niveau mondial, l'algoculture totalise plus de 95 % des algues produites, dont la majorité se situe en Asie (données FAO « statistiques », 2014). La culture est basée sur la maîtrise du cycle de reproduction.

La culture des algues

La culture des algues est un secteur en plein essor, le but de cette activité aquacole est industriel et commercial. Les algues sont cultivées principalement pour produire aussi bien des aliments (pour la consommation humaine ou animale), des compléments alimentaires, des produits vétérinaires et pharmaceutiques, des cosmétiques, des matières bioplastiques, des fertilisants ou encore des sources d'énergies renouvelables (algocarburant, biogaz) ou en phytoremédiation. Des usages plus récents portent sur les nanobiotechnologies ou bien le génie génétique.[2]

La production de macro-algues représente 88 % de la production mondiale d'algues. Depuis le développement de l'algoculture pour beaucoup d'espèces d'intérêt commercial, elle est devenue largement plus importante que la cueillette : 14,8 millions de tonnes produites en 2005 contre 1,3 million de tonnes collectées. La quasi-totalité de ces cultures se fait en Asie (Ifremer, 2010).

En 2005, les algues brunes sont les macro-algues les plus cultivées (7,8 millions de tonnes), suivies des algues rouges (4,8 millions de tonnes). Les algues vertes ne représentent alors que 13 000 tonnes. L'essentiel de la production se fait en Asie (Ifremer, 2010).

Les algues brunes les plus cultivées sont *Saccharina japonica* (4,9 millions de tonnes par an) et *Undaria pinnatifida* (2,7 millions de tonnes par an). Parmi les algues rouges, les plus cultivées sont *Porphyra tenebra* (1,39 million de tonnes), *Euchema sp.* (1,38 million de tonnes) et *Gracilaria sp.* (1,03 million de tonnes) ;(Ifremer, 2010).

Utilisation des algues

Les algues ont beaucoup de potentiel dans les biotechnologies, l'utilisation de la biomasse algale a existé depuis les années 1920, en Californie, où il existait déjà une raffinerie d'algues brunes.[3]

Les algues contiennent des substances intéressantes que l'être humain peut extraire et utiliser dans plusieurs domaines.

Alimentation humaine

Les algues sont consommées en Asie depuis l'aube de l'humanité. En Occident, cette consommation directe d'algues est plus marginale et plus récente. Elles ont été récemment approuvées pour une consommation humaine (comme légumes et condiments), ouvrant ainsi de nouvelles opportunités pour l'industrie agro-alimentaire (Mabeau et Fleurence, 1993).

Ces macro-algues contiennent des protéines, lipides, vitamines et minéraux et constituent donc une source d'aliment précieuse (Sanchez-Machado, *et al.* 2004 ; Noziah et Ching, 2000).

Environ 75% de la production d'algues produites mondialement (8 millions de tonnes d'algues fraîches) est destinée à l'alimentation humaine directe. Cette habilitation des algues en alimentation s'est accompagnée de la mise en place d'une réglementation visant à assurer la sécurité du consommateur. A ce jour, 24 algues dont 3 microalgues sont utilisables. Parmi les macro-algues, on dénombre 8 algues brunes, 11 algues rouges et 2 algues vertes (Tableau 2) ; (CEVA, 2014).

Plusieurs algues sont utilisées pour produire des compléments alimentaires (tableau 3) ; (DGCCRF, 2019).

Quelques exemples d'algues utilisées dans le domaine de l'alimentation humaine :

- L'algue *Padina* possède une activité antioxydante naturelle justifiant son usage dans le domaine des compléments alimentaires, l'activité antioxydante peut également être liée à la richesse en polyphénols de l'algue. (Matsuka *et al.* 2003).
- Un effet prébiotique des alginates de *Sargassum wightii*, *Sargassum ilicifolium*, *Sargassum myriocystum* et de *Turbinaria ornata*, *Turbinaria decurrens* et *Turbinaria conoides* est décrit (Brault *et al.*, 2003).
- L'algue *Dictyopteris divaricata* est également une source potentielle intéressante d'acide gras (EPA/DHA : Fujimoto *et al.* 2004).

- Un brevet décrit également une application des algues *Sargassum sp*, *Turbinaria sp*, *Caulerpa sp*. Et *Hypnea sp*. En tant que substitut de sel constitué en majorité de chlorure de potassium KCl dans le cadre de régime sans sel (Dunuwila&Berglund, 2005).
- La macroalgue *Padina* montre par exemple un intérêt comme source de minéraux, et en particulier comme source de calcium (Gutierrez, 2002 ; Manivannan *et al.*, 2008 ; Haque *et al.*, 2009).
- *Sargassum* et *Turbinaria decurrens* montrent également une grande richesse en fucanes, un groupe de polysaccharides qui possèdent de nombreuses propriétés biologiques – antioxydant, anticoagulant, antiviral, anti-cancer – et qui peuvent être utilisés dans la formulation de compléments alimentaires (Holdt&Kraan, 2011).

Alimentation animale

Les macro- et microalgues sont également utilisées en alimentation animale. Autrefois, dans certaines régions côtières, la fraction protéique des algues peut être utilisée dans l'alimentation des animaux terrestres et aquacoles comme substitut aux tourteaux oléagineux et aux farines de poisson. Ainsi, entre 5 et 10% d'algues peuvent être utilisés dans la ration des volailles en remplacement des protéines traditionnelles ayant comme conséquence une amélioration de la coloration de la peau de l'animal et du jaune d'œuf (Spolaore *et al.* 2006).

Les algues peuvent intervenir comme compléments alimentaires en nutrition animale. Des effets prébiotiques, antioxydants, immunostimulants et autres leur sont reconnus et valorisés dans des aliments comme ceux pour les poules pondeuses, les jeunes lapins, ou dans les pierres de sels minéraux (iode...) pour bovins, ovins, caprins (Person *et al.*, 2011)

Aujourd'hui, la disponibilité de macro-algues pour animaux s'est accentuée avec la production de farines. Les macro-algues utilisées en alimentation comme *Ascophylum nodosum* et *Laminaria digitata* fraîchement coupées, sont broyées en fines particules et séchées. Leur analyse a montré qu'elles contenaient des quantités importantes de minéraux, oligoéléments et vitamines. Les oligo-éléments qui sont des éléments essentiels requis pour les mammifères à de petites quantités tels que le fer, le zinc, cobalt, chrome, molybdène, nickel, fluor et iode (Chouikhi, 2013).

Quelques exemples d'algues utilisées dans le domaine de l'alimentation animale :

- Les algues rouges *Asparagopsis taxiformis* et *Hypnea pannosa*, possèdent un usage en alimentation animale (Trono, 2001).

- *Padina* est riche en calcium qui peut être valorisée dans le domaine de l'élevage de mollusques perliers ou nacrifères. Des compléments à base de *Padina* permettraient d'accélérer le processus de formation des perles (Gutierrez, 2002 ; Gutierrez, 2004)
- L'algue *Padina* est décrite comme ayant un usage potentiel en alimentation aquacole (Harel, 2004).
- Un brevet décrit l'emploi de cette algue *Padina*, ainsi que de *Sargassum* ou de *Caulerpa* comme source de bromophénols dans la ration alimentaire d'animaux d'aquaculture pour améliorer la qualité organoleptique du produit (Chung *et al.* 2005).
- Richesse en fucanes pour *Sargassum* et *Turbinaria* (donnée CEVA), activité antioxydante pour *Padina*, *Sargassum*, *Turbinaria* et *Dictyopteris undulata* (Matsuka *et al.* 2003 ; Le Lann, 2006 ; Yazawa *et al.*, 2010)

Agriculture

Depuis longtemps les populations littorales fertilisaient leurs terres à l'aide macro-algues surtout avec les grandes algues brunes qui sont recueillies généralement au niveau des plages, puis lavées et coupées. Les effets des macro-algues comme fertilisants diffèrent selon l'algue utilisée. En général, ce n'est pas dû seulement aux composants chimiques de l'algue et à la valeur nutritionnelle de l'algue, mais aussi aux propriétés physiques des polysaccharides de l'algue lesquels aident à améliorer la structure du sol (Kim, 1970). L'emploi des fertilisants naturels devrait permettre une diminution de la quantité d'engrais chimiques et des traitements phytosanitaires classiques polluant le sol ou/et la récolte (Pérez, 1997).

Quelques exemples d'algues utilisées dans le domaine de l'agriculture :

- Les extraits de *Turbinaria ornata*, *Turbinaria decurrens* et *Dictyota dichotoma* montrent une activité insecticide (Saleh *et al.*, 1984)
- *Sargassum*, *Turbinaria decurrens* et *Hypnea pannosa* sont décrites comme « engrais » (Trono, 2001)
- Une activité antifongique vis-à-vis de champignons attaquant les végétaux a également été décrite sur des extraits de *Padina pavonica* (Omezzine *et al.* 2009)
- Les macroalgues *Padina* et *Asparagopsis taxiformis* améliorent la croissance et/ou la qualité du végétal (Wake *et al.*, 1990 ; Laszlo *et al.*, 1995 ; Bai *et al.*, 2011)

Chimie

Les algues constituent un immense réservoir de molécules originales, offrant des débouchés potentiels dans le domaine de la chimie

Quelques exemples d'algues utilisées dans le domaine de la chimie :

- L'algue rouge *Asparagopsis taxiformis* contient des acides acryliques halogénés (Woolard *et al.*, 1979).
- Les algues brunes *Dictyopteris* et *Dictyota* contiennent des terpènes qui sont une classe d'hydrocarbures (Cruz-Rivera & Hay, 2003), et une action antifouling à *Dictyota friabilis* et *Dictyota dichotoma* (Blunt *et al.*, 2008).
- Une action protectrice contre les UV est mise en évidence dans de nombreux extraits d'algues, en particulier chez les macroalgues *Padina boryana*, *Sargassum muticum* et *Turbina riaornata* en raison de leur teneur en fucoxanthines (Johnsen *et al.*, 2008).

Enfin, des algues ou extraits d'algues sont utilisés dans la préparation de soins capillaires, certains stimulants par exemple la repousse du cheveu et aussi utilisés dans un traitement pour les cheveux abîmés.

Cosmétique

Les algues sont un ingrédient clé de la réussite de la cosmétique marine. Les extraits de microalgues et de macroalgues sont de nature très diverse (ex. antioxydant, hydratant, fraction lipidique) et sont utilisés dans une gamme très large de produits cosmétiques en tant qu'agent hydratant.

D'une manière plus générale, certaines algues ou extraits d'algues trouvent une application dans des soins protecteurs favorisant le renforcement de la peau.

Quelques exemples d'algues utilisées dans le domaine cosmétique :

- L'emploi d'extraits de *Sargassum*, *Dictyota spinosum* et *Dictyopteris* comme agent éclaircissant de la peau (Kamei *et al.*, 1998).
- Un extrait méthanoïque de *Dictyota dichotoma* est utilisé dans des préparations cosmétiques comme promoteur de la synthèse de mélanine (Kamei *et al.*, 2004).
- Une action protectrice contre les UV est mise en évidence dans de nombreux extraits d'algues, en particulier chez les macroalgues *Padina boryana*, *Sargassum muticum* et *Turbina riaornata* en raison de leur teneur en fucoxanthines (Johnsen *et al.*, 2008)

- Un brevet décrit également l'emploi d'extrait de *Padina arborescens*, *Padina australis*, *Padina crassa*, *Padina japonica* ou *Padina minor* comme inhibiteur de la synthèse de mélanine pour des préparations cosmétiques (Kawasaki *et al.*, 2008).
- De nombreux principes actifs anti-âge sont extraits de macro- et de microalgues, on trouve des préparations cosmétique à base d'*Hypnea musciformis* (Donnée CEVA. 2011).

Enfin, des algues ou extraits d'algues sont utilisés dans la préparation de soins capillaires, certains stimulants par exemple la repousse du cheveu et aussi utilisés dans un traitement pour les cheveux abîmés.

Pharmacologie

De nombreux métabolites d'origine algale montrant une activité biologique intéressante pour des applications en médecine et en pharmacologie ont été isolés ces dernières années (Person *et al.*, 2011).

Certaines molécules montrent une activité antivirale, une action antibactérienne, une action antifongique, une action antiparasite, une action antivirale contre le virus herpès et le virus responsable de la grippe, Une activité d'immuno-stimulation (stimulation des défenses immunitaires).

Quelques exemples d'algues utilisées dans le domaine pharmaceutique :

- Deux brevets décrivent également l'emploi d'un extrait de *Sargassum* et plus particulièrement de *Sargassum fusiforme* pour le traitement d'affections virales à HIV ou herpès (Lee & Canki, 2010).
- Les extraits de *Dictyota caribea* et *Turbinaria turbinata* possèdent une action antiparasite in vitro vis-à-vis de *Trypano somacruzi*, parasite responsable de la *trypanos omiasis* (Leon Deniz *et al.*, 2009).
- Une action antimicrobienne est décrite chez les algues brunes *Sargassum cristaefolium* (Le Lann, 2006) *Turbinaria ornata* (Vijayabaskar & Shiyamala, 2011) et *Turbinaria decurrens* (Le Lann, 2006).

Épuration des eaux

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. Les eaux résiduaires des fermes aquicoles contiennent habituellement beaucoup de déchets qui peuvent rendre difficile la vie aquatique dans des eaux voisines ; les plantes marines peuvent souvent utiliser ces résidus comme nutriments, si bien qu'on a entrepris des essais de culture d'algues marines dans les zones voisines des fermes aquicoles. (Craggs *et al.*, 2011).

Les macroalgues et microalgues peuvent être efficacement utilisées dans le traitement et l'épuration des eaux usées, des déchets solides ou semi-solides (ex. lisiers et fumiers d'origine agricole, déchets et co-produits de l'industrie agroalimentaire) et des gaz industriels. Cet usage est connu sous le terme de bioremédiation ou plus précisément de phytoremédiation. Les algues jouent un rôle de dépolluant en absorbant les excès de nutriments, en captant les polluants et en fixant le CO₂ ou les oxydes d'azote NO_x et de soufre SO_x. (Craggs *et al.*, 2011).

Voici des exemples d'algues utilisées dans le domaine de l'épuration d'eau :

- L'algue *Sargassum natans* Absorbe les polluants comme le Cobalt (Kuyucak&Volesky, 1988).
- L'algue *Hypnea valentiae* absorbe les métaux lourds comme le nickel (Rajasimman&Murugaiyan, 2011).
- L'algue *Turbina ornata* absorbe les métaux lourds comme le chrome (Aravindhan *et al.*, 2004).
- L'algue *Padina sp* absorbe les métaux lourds comme le cadmium (Kaewsarn &Yu, 2001).

Santé animale

Une utilisation des algues est également rapportée en santé animale.

Voici des exemples d'algues utilisées dans le domaine de la santé animale :

- Les fucoïdanes de *Sargassum polycystum* ont une action antivirale vis-à-vis du virus du Syndrome des taches blanches qui touche les crevettes *Penaeus monodon*, Ces fucoïdanes de *Sargassum polycystum* inhibent aussi la croissance des bactéries *Vibrio Harveyi*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* (Chotigeat *et al.* 2004).
- Des extraits de l'algue rouge *Asparagopsis taxiformis* possèdent une action contre les pathogènes de la crevette *Penaeus monodon*, en particulier une action antibactérienne vis-à-vis de plusieurs souches de *Vibrio* (Manilal *et al.* 2009).
- Un extrait de *Padina pavonica* est décrit comme moyen de traitement de la dépression chez l'animal (Serrar & Gutierrez, 2010).

CHAPITRE II

MATERIEL ET METHODE

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**1. Recherche des espèces à intérêt biotechnologique sur terrain**

Selon les données de la littérature, beaucoup d'algues sont utilisées et valorisées, et qui sont susceptibles d'avoir un intérêt biotechnologique important.

Pour préciser les divers domaines d'utilisations des algues, nous avons tout d'abord réalisé une recherche bibliographique concernant les possibilités biotechnologiques des algues présentes en Algérie.

A cet effet, nous avons recherché ces espèces au niveau de quatre sites dont trois sites à l'Ouest d'Alger et un site à l'Est de la côte algérienne (Figure 5) :

- SITE 1 : Plage el Djamila, Ain Benian(La Madrague).
- SITE 2 : Plage l'ilot, AinBenian(La Madrague).
- SITE 3 : Plage la Vigie (RaisHamidou).
- SITE 4 : Plage Melbou (Bejaïa).

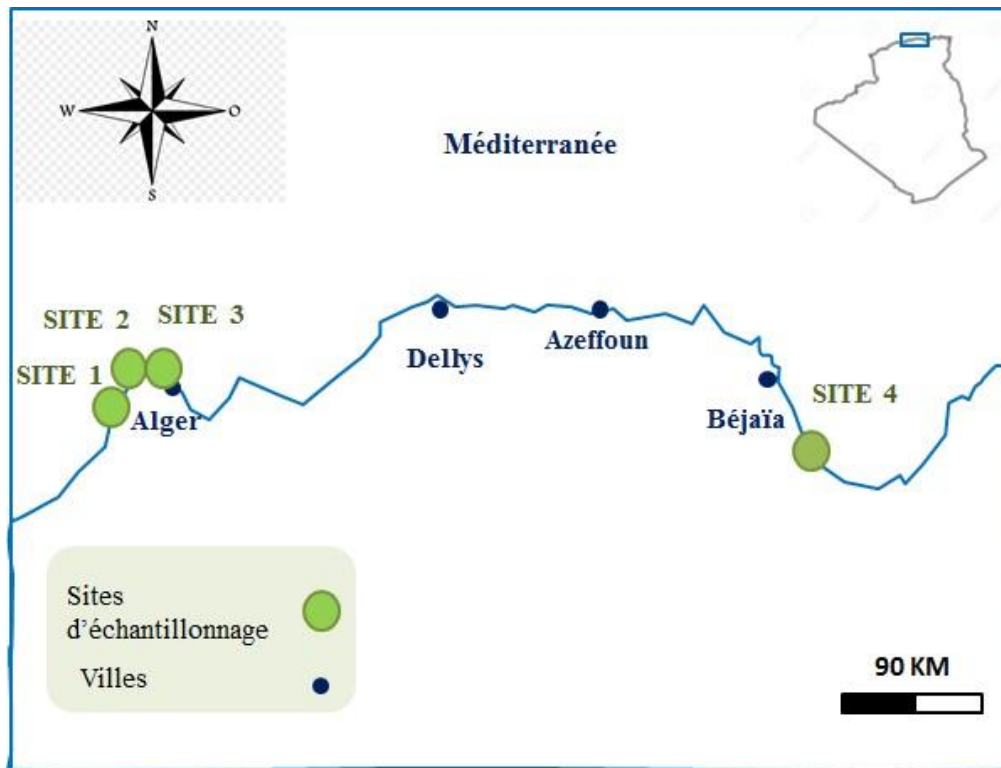


Figure5: Localisation cartographique des sites d'étude (Google earth, 2021)

2. Présentation des sites d'échantillonnage

Plage El Djamila

Cette station se trouve à 30 km à l'Ouest d'Alger, c'est une plage sableuse qui s'allonge sur une cote de 7 km, la ville est de 25 km, ses coordonnées géographiques Lambert sont : $36^{\circ}47'58.8''N$ $2^{\circ}54'00.6''E$ et 36.799678, 2.900174(Figure 6 ;Figure 7).



Figure 6 : Représentation géographique du site de récolte (Plage al Djamila) (Google earth, 2021)



Figure7: Photographie du site1 (Plage al Djamila)

Plage l'îlot

Plage de l'îlot se trouve à 20 kilomètres du centre de la ville d'Alger, la nature de cette plage est plus rocheuse que sableuse elle s'allonge sur une côte de 12 km, la distance entre la plage et le centre-ville est de 26 km, ses coordonnées géographiques Lambert sont : $36^{\circ}48'20.8''N$ $2^{\circ}54'20.1''E$ 36.805773, 2.905578.(Figure 8 ; Figure 9).

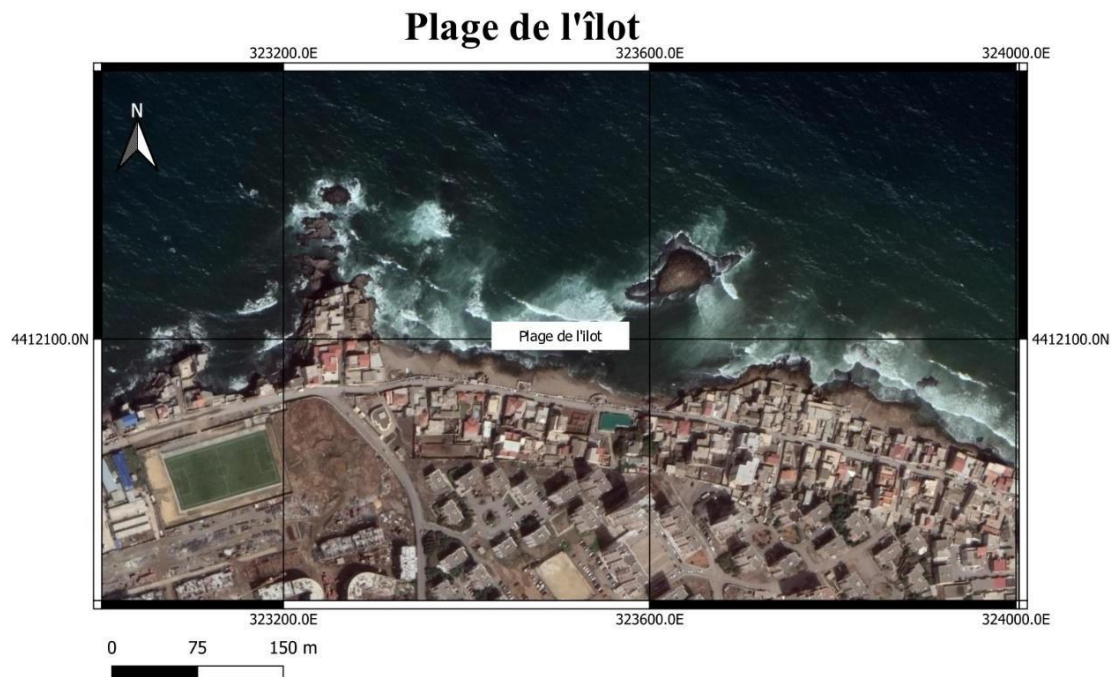


Figure 8: Représentation géographique du site de récolte (Plage l'îlot) (Google earth, 2021)



Figure 9 : Photographie du site 2 (Plage l'îlot)

Plage la Vigie

Plage de la Vigie (Rais Hamidou) est située à 11 km à l'Est de la wilaya d'Alger, elle s'allonge sur une côte de 7,2 Km, ayant les coordonnées géographiques sont : 136°48'44"N 3°01'21"E, et 3.0226314576707174 (Figure 10 ; Figure 11).

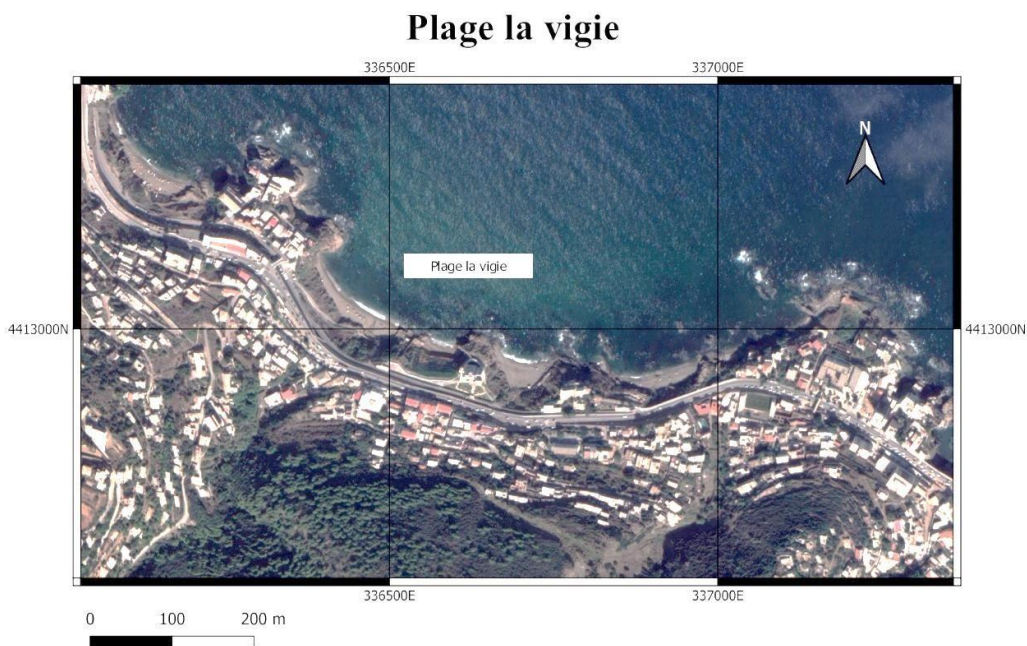


Figure 10 : Représentation géographique du site de récolte (Plage la Vigie) (Google earth, 2021)



Figure 5: Photographie du site 3 (Plage la Vigie)

Plage Melbou

Plage de Melbou est située à 40 km à l'Est de la wilaya de Bejaia elle s'allonge sur une côte de 500m, ayant les coordonnées géographiques sont : $36^{\circ}38'40.5''\text{N}$ $5^{\circ}22'09.7''\text{E}$ et 36.644579 , 5.369357 (Figure 12 ; Figure 13)

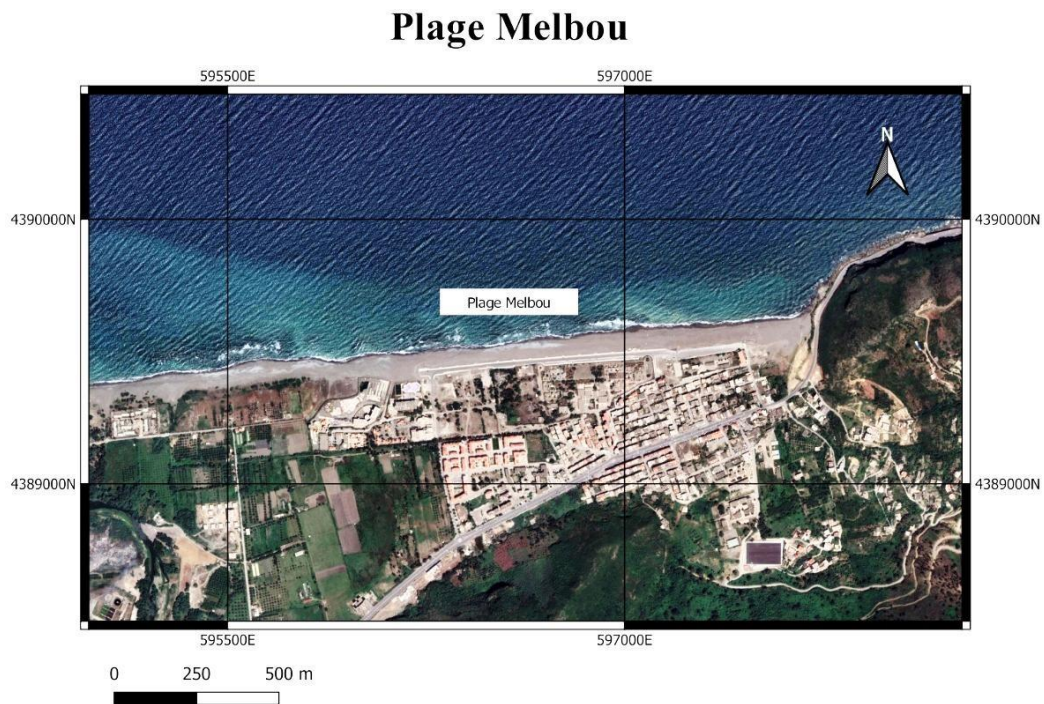


Figure 6: Représentation géographique du site de récolte (Plage Melbou) (Google earth, 2021)



Figure 7: Photographie du site 4 (Plage Melbou)

3. Travail sur terrain

Nous avons réalisé des récoltes dans différents sites : plage l'ilot (site 1), plage el Djamila (site 2), plage la Vigie (site 3), plage Melbou (site 4). La récolte a été réalisée à la saison printanière (Mai 2021), à des niveaux superficiels (0-0.6m) sur substrat rocheux.

Les échantillons récoltés ont été mis dans des seaux en plastique immergés d'eau de mer afin d'être étudiés au laboratoire.

4. Etude au laboratoire

Tri des échantillons récoltés

Une fois au laboratoire, les algues récoltées ont été classées selon leur couleur, en trois groupes systématiques :

- Les Rhodophytes (algues rouges)
- Les Chromophytes (algues brunes)
- Les Chlorophytes (algues vertes)

Ces espèces ont été conservées dans des bocaux en verre remplis d'eau de mer formolé à 5 %.

Identification des espèces d'algues récoltées

Chaque espèce a été observée sous loupe binoculaire (références : OPTECH) puis au microscope optique afin d'être identifiée (référence OPTIKA microscope ITALY)

La détermination des espèces d'algues nécessite une observation morphologique à l'œil nu, puis à l'aide d'une loupe binoculaire. Ainsi que des observations cytologiques au microscope optique (référence OPTIKA microscope ITALY) (figure 14).



Figure 8: Observation des algues sous loupe binoculaire

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS**1. Etude de la flore algale**

Nous avons identifié un total de 38 espèces qui sont utilisables dans différents domaines industriels, dont 21 Rhodobiontes, 9 Chromobiontes, 8 Chlorobiontes.

Les groupes systématiques sont présentés dans l'ordre évolutifs et les sous unités systématiques (ordre, famille, genre et espèce) dans l'ordre alphabétique.

2. La liste des espèces d'algues récoltée au niveau des sites**Les Rhodobiontes****Classe : Floridéophycées****Ordre : Bonnemaisoniales**

Asparagopsis armata (Harvey)

Ordre : Ceramiales**Famille : Ceramiacées**

Ceramium ciliatum (Ellis) Ducluzeau

Ceramium tenuissimum (Roth) J. Agardh

Famille : Delesseriacées

Apoglossum ruscifolium (Turner) J. Agardh

Famille : Rhodomelacées

Laurencia obtusa (Hudson) Lamouroux

Polysiphonia fucoides (Hudson) Greville

Famille : Wrangeliacées

Griffithsia opuntioides (J. Agardh)

Ordre : Corallinales**Famille : Corallinacées**

Corallina elongata (Ellis et Solader)

Corallina officinalis(Linnaeus)

Jania longifurca (Zanardini)

Jania corniculata (Linnaeus) J.V. Lamouroux

Ordre : Gelidiales**Famille : Gelidiacées**

Gelidium latifolium (Greville) Bornet et Thuret

Gelidium sesquipedale (Turn) Thuret

Gelidium corneum (Hudson) J.V. Lamouroux

Ordre: Gigartinales**Famille: Gigartinacées**

Chondrus crispus (Stackhouse)

Gigartina acicularis (Roth) Lamouroux

Hypnea musciformis (Wolfen) J.V.Lamouroux

Plocamium cartilagineum (Linnaeus) Dixon

Sphaerococcus coronopifolius (Good et Wood) C. Agardh

Ordre: Gracilariales**Famille: Gracilariacées**

Gracilaria verrucosa (Grev)

Ordre : Rhodymeniales**Famille : Champiacées**

Champia parvula (C. Agardh) Harvey

Les Chromobiontes

Classe : Phaeophycées

Ordre : Dictyotales

Famille : Dictyotacées

Dictyoptéris polypodioides (J.V.Lamouroux)

Dictyota dichotoma (Hudson)

Dilophus spiralis (Montagne) Hamel

Padina pavonica (Linné) Gaillon

Taonia atomaria (Woodward) J. Agardh

Ordre : Fucales

Famille : Fucacées

Cystoseira compressa (Esper) Gerloff et Nizamuddin

Cystoseira tamariscipholia (Hudson) Papenfuss.

Sargassum incisifolium (Turner) C. Agardh

Sargassum vulgare (C. Agardh)

Les Chlorobiontes

Classe : Chlorophycées

Ordre : Cladophorales

Famille : Cladophoracées

Cladophora laetevirens (Dillwyn) Kutzing

Ordre : Codiales

Famille : Codiacées

Codium bursa (Linnaeus) C. Agardh

Codium elongatum (C. Agardh)

Codium fragile (Suringar) Hariot

Codium tomentosum (Stackhouse)

Ordre : Ulvales

Famille : Ulvacées

Ulva intestinalis (Linnaeus)

Ulva lactuca (C. Agardh)

Ulva rigida (C. Agardh)

3. Mises en évidence des espèces à intérêt biotechnologique

Caractéristiques des espèces identifiées et leurs utilisations

Suite à nos observations et à une recherche bibliographique, nous avons pu décrire les espèces Identifiées et leur attribuer une utilisation possible.

Les Rhodobiontes

Asparagopsis armata(Harvey)

Description de l'algue

Cette algue est sous forme de touffe qui mesure environ 7cm de haut, d'une couleur rouge et caractérisées par ses rameaux en harpons.



Figure 15 : Aspect général du thalle d'*Asparagopsis armata* vu à l'œil nu

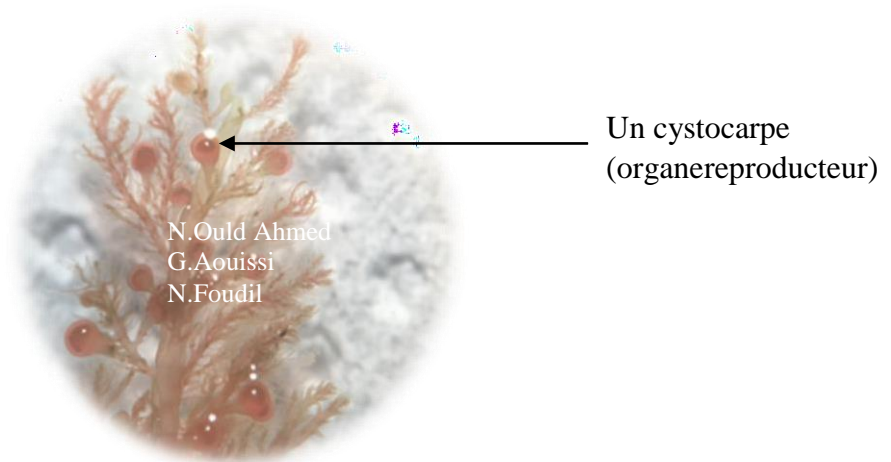


Figure 16 : Détail du thalle d'*Asparagopsis armata* vu sous loupe (G.10x2)

Utilisation

Cette algue est utilisée dans le domaine médical, elle est connue pour avoir des propriétés anticoagulantes ainsi qu'une activité significative sur la stimulation lymphocytaire (Delepine *et al.*, 1978).

Elle a une autre utilisation dans le domaine médicale (riche en iode), et en alimentation humaine. Des principes actifs, favorisant l'utilisation du silicium par l'organisme, sont extraits de cette algue, agent anti-inflammatoire et une activité antivirale, une activité d'immuno-stimulation (stimulation des défenses immunitaires) (CEVA, 2011). Elle possède aussi une action antifongique (Ballesteros *et al.*, 1992).

L'extraction d'*Asparagopsis armata* est utilisée comme conservateur dans les préparations cosmétiques. En effet, en raison de sa teneur composés organo-halogénés, cet extrait montre une activité biocide naturelle, ou encore dans l'industrie cosmétique pour ses qualités antibactériennes et fongicides, on la trouve dans plusieurs solutions aqueuses de traitement de peau comme l'acné et ainsi une action protectrice contre les UV (CEVA, 2011).

Distribution géographique

Manche : côte bretonne atlantique jusqu'au Maroc, méditerranée (Feldman 1939). Cette espèce est originaire d'Australie et de nouvelle Zélande (Adams, 1994).

Ceramium ciliatum (Ellis) Ducluzeau

Description de l'algue

Cette algue est sous forme de touffe rouge foncé à brun, rigide mais cassante, elle mesure environ une dizaine de centimètres. Les extrémités sont très fortement recourbées sous forme de pince. La cortication est limitée aux nœuds. Cette espèce est caractérisée par la présence des piquants.



Figure17 : Aspect général du thalle de *Ceramium ciliatum* vu à l'œil nu.

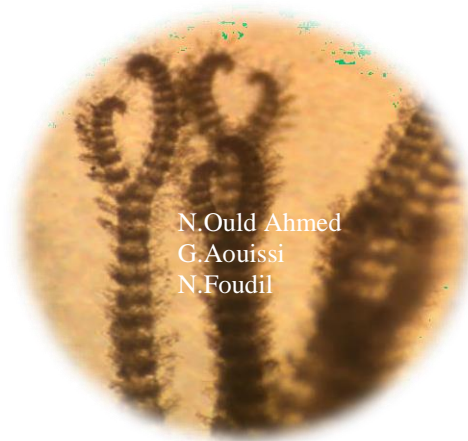


Figure 18 :Détail du thalle et des cils de *Ceramium ciliatum* vu au microscope (G.10x10)

Utilisation

Ceramium ciliatum est utilisée en industrie des agaroides (Chopin *et al.*, 1995). Elle a également une propriété anthelminthique (Adelon *et al.*, 2008).

Distribution géographique

Manche atlantique : depuis les cotes anglaise jusqu'au Maroc, Méditerranée (Gayral, 1966).

Ceramium tenuissimum(Roth)J. Agardh

Description de l'algue

Cette espèce est de couleur rouge foncé, elle mesure de 1,5 à 2cm de haut, Les extrémités sont légèrement recourbées et dépourvues de piquants. La cortication est continue et le thalle est complètement inerme.

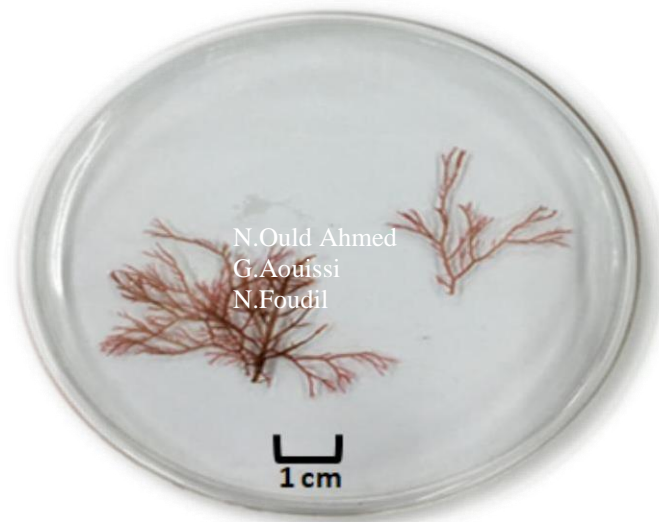


Figure19: Aspect général du thalle de *Ceramium tenuissimum* vu à l'œil nu.



Figure20 : Détail de la partie apicale du thalle de *Ceramium tenuissimum* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Ceramium tenuissimum est utilisé dans le domaine médical, cette algue possède une propriété anthelminthique (Adelon *et al.*,2008)

Distribution géographique

C'est une espèce méditerranéenne. Cependant, elle est signalée en Islande. (Guiry&Guiry, 2021).

Apoglossum ruscifolium (Turner) J. Agardh

Description de l'algue

Le thalle est de couleur rose-rouge, il mesure environ 6cm et il a un aspect lamellaire. Le disque basal a des ramifications ; elles sont pourvues d'une nervure centrale, leurs extrémités sont arrondies et matérialisées par une cellule initiale.

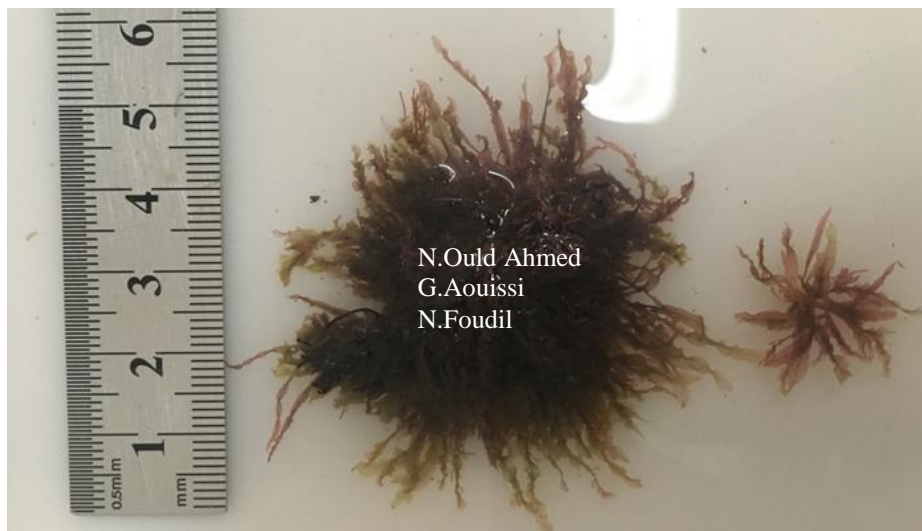


Figure 21 : Aspect général du thalle d'*Apoglossum ruscifolium* vu à l'œil nu.

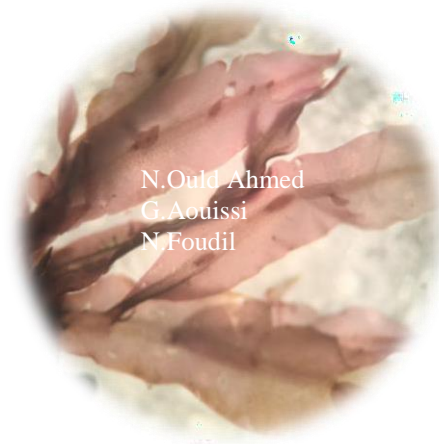


Figure22 : Détail du thalle d'*Apoglossum ruscifolium* vu sous loupe (G.10x10)

Utilisation

Les algues du genre *Apoglossum* ont des pouvoirs curatifs pour la tuberculose, l'arthrite, le rhumée la grippe, les infestations de vers (Stein et Borden, 1984).

Distribution géographique

Îles de l'Atlantique, Europe, Amérique du Nord, Îles des Caraïbes, Atlantique Ouest, Amérique du Sud et en Méditerranée (Guiry&Guiry, 2021).

Laurencia obtusa (hudson) Lamouroux

Description de l'algue

Le thalle de cette algue est de couleur verdâtre, sa taille varie entre 5 à 10 cm, il a un aspect gélatineux. Cette espèce se distingue par ses axes cylindriques et par une particularité cytologique (présente un corps de cerise).

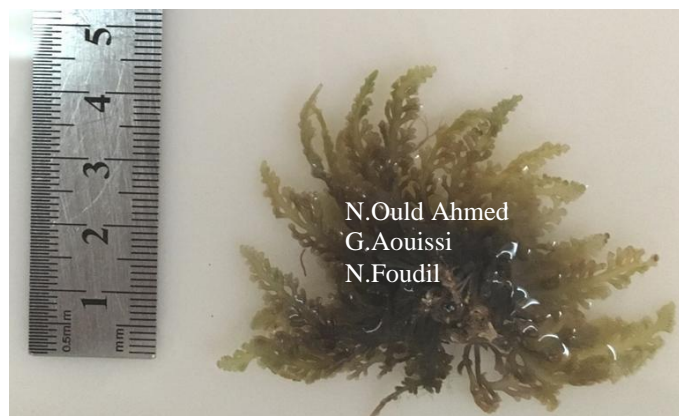


Figure23 : Aspect général du thalle de *Laurencia obtusa* vu à l'œil nu.



Figure24 : Détail du thalle de *Laurencia obtusa* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Laurencia obtusa a des propriétés antibiotiques, elle est utilisée dans le domaine médical et pharmaceutique. L'algue est aussi utilisée en agriculture comme engrais contre les araignées (Faller, 2011).

Distribution géographique

Manche. Atlantique : côtes d'Europe et Maroc. Méditerranée (Gayral, 1966).

Griffithsia opuntoides J. Agardh

Descriptif de l'algue

Le thalle est de couleur rouge et mesure environ 3cm, cette algue est sous forme d'une touffe qui est formée de plusieurs filaments dressés.

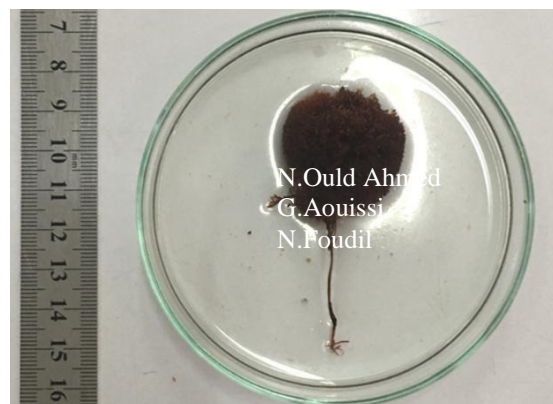


Figure25: Aspect général du thalle de *Griffithsia opuntoides* vu à l'œil nu.



Figure 26 : Détail de la partie apicale du thalle de *Griffithsia opuntoides* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Cette algue est utilisée pour l'extraction de la griffithsine qui est une protéine antivirale et antimicrobienne (Allain, 2009).

Distribution géographique

Îles de l'Atlantique, Europe, Atlantique Ouest, Amérique du Sud, Afrique : Algérie, Moyen-Orient, Asie du Sud-ouest (Guiry&Guiry, 2021).

Coralina elongata (Ellis et Solader)

Description de l'algue

Cette algue est de couleur rouge et elle mesure environ 5 cm, le thalle présente un aspect comprimé. La ramification est régulière et pennée. Les articles qui constituent le thalle sont presque aussi hauts que larges, sauf au niveau des ramifications où ils ont souvent une forme trapézoïde à oblongue.



Figure27: Aspect général du thalle de *Corallina elongata* vu à l'œil nu.



Figure28:Détail de la partie apicale du thalle de *Corallina elongata* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Cette algue est utilisée comme vermifuge dans la pharmacopée traditionnelle. Cependant cette espèce est aussi utilisée pour des propriétés propres (hypocholestérolémiantes, hypoglycémiantes, et anticoagulantes) dans la thérapeutique homéopathique. Elle a également des substances antimicrobiennes ont été signalées (Delepine *et al.*, 1987).

Distribution géographique

Méditerranée, Manche, Atlantique : depuis Brest jusqu'en Mauritanie (Gayral, 1966).

Corallina officinalis (Linnaeus)

Description de l'algue

Cette algue mesure environ 4cm de haut, sa couleur est plus claire que celle des autres corallines. Elle est fixée au substrat par un disque basal d'où naissent des frondes dressées formant des articles successifs à ramifications opposées et régulières.



Figure29: Aspect général du thalle de *Corallina officinalis* vu à l'œil nu.

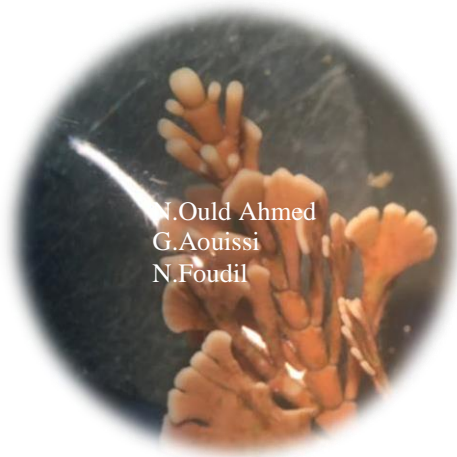


Figure30:Détail du thalle de *Corallina officinalis* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Les espèces de *C. officinalis* ont été utilisées comme antihelminthique (Lamouroux, 1824). Aussi dans la fabrication des fins médicales et en industrie pharmaceutique comme médicaments, à cause d'extraits de l'algue prétendument contenant un vermifuge efficace, ainsi pour ces propriétés laxatives (Hilson, 1977).

L'algue rouge *Corallina officinalis* est utilisée dans la thérapie homéopathique pour des propriétés propres (hypocholestérolémiantes, hypoglycémiantes, et anticoagulantes), Elle contient des substances antimicrobiennes (Lamare *et al.*, 2017).

Distribution géographique

Manche. Atlantique nord : jusqu'en Mauritanie. Méditerranée (Gayral, 1966).

Jania longifurca (Zanardini)**Description de l'algue**

Le thalle est de couleur rouge et il mesure environ 3cm de haut, il présente une ramification dichotomique, cette espèce ressemble à *Jania rubens* mais elle a un aspect plus robuste.

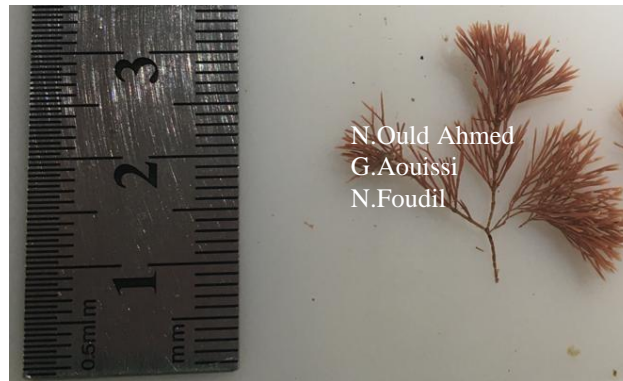


Figure31: Aspect général du thalle de *Jania longifurca* vu à l'œil nu.



Figure32:Détail du thalle de *Jania longifurca* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Cette algue est utilisée pour son action contre les pathogènes, elle possède une propriété antiparasitaire (donnée CEVA, 2014).

Distribution géographique

Atlantique nord-est, Méditerranée (Guiry&Guiry, 2021).

Jania corniculata (Linnaeus) J.V.Lamouroux

Description de l'algue

Le thalle de cette algue mesure environ 3 cm de haut, il est constitué d'axes dressés, ramifiés dichotomiquement et régulièrement. Les axes sont constitués d'articles plus longs que large, munis de cornicules qui est une caractéristique de l'espèce.



Figure33:Aspect général du thalle de *Jania corniculata* vu à l'œil nu.

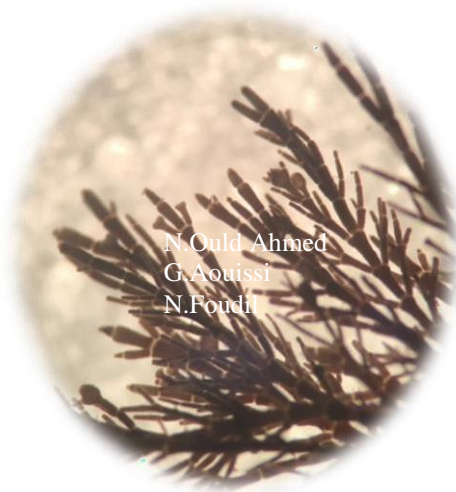


Figure34:Détail du thalle de *Jania corniculata* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

L'extrait de *Jania corniculata* est utilisé comme un soin anti-âge, elle possède des propriétés antioxydantes (Shanab, 2007).

Distribuions géographique

Europe, Afrique, Moyen-Orient, Iles du Pacifique, Océan Pacifique (Guiry&Guiry, 2021)

Gelidium latifolium (Greville) Bornet et Thuret

Description de l'algue

Le thalle de cette algue est de couleur pourpre et mesure environ 2 à 5 cm de haut, il est irrégulièrement ramifié, les rameaux sont généralement courts et forme ntpresque un angle droit avec l'axe principal. Les axes et les rameaux sont plat et larges, sauf à l'extrémité basale ou l'axe principal est cylindrique puis s'aplatit rapidement.



Figure35:Aspect général du thalle de *Gelidium latifolium* vu à l'œil nu.



Figure36:Détail du thalle de *Gelidium latifolium* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Gelidium est une Source potentiel pour l'extraction d'agar (Chopin *et al.*, 1995).

En agriculture, l'agar est utilisé pour conserver les semences et pour la culture cellulaire et tissulaire in vitro de certaines variétés de plantes et de microorganismes.

En pharmacie, l'agar est utilisé comme excipient, laxatif, mucoprotecteur, émulsifiant (pommades, suppositoires, liquides chirurgicaux), liant (fabrication des comprimés), et comme coupe-faim dans les produits diététiques. L'agar est aussi utilisé en dentisterie, sculpture et archéologie dans la fabrication d'empreintes et de moulages de haute précision. (Garneau et Collin, 1995).

Distribution géographique

Manche Atlantique : de puis les côtes anglaises jusqu'un Rio de Oro et en Méditerranéen (Gayral, 1966).

Gelidium sesquipedale (Turn) Thuret

Description de l'algue

Le thalle de *G. sesquipedale* est de couleur rouge à rouge brun, il a un aspect robuste et une consistance cartilagineuse. L'algue présente des frondes en touffes de taille de 3 à 5 cm de haut.

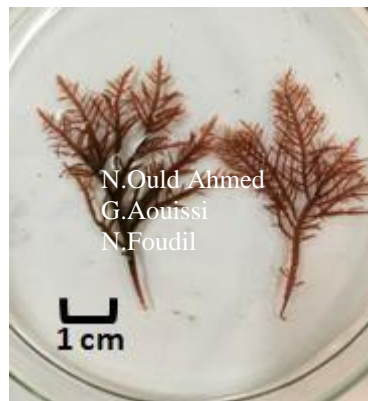


Figure37:Aspect général du thalle de *Gelidium sesquipedale* vu à l'œil nu.



Figure38:Détail du thalle de *Gelidium sesquipedale* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

L'espèce *Gelidium sesquipedale* est considérée comme excellente source de matière première, c'est une source d'agar, utilisée dans les préparations homéopathiques et comme additif alimentaire (Chopin *et al.*, 1995).

Les espèces d'algues rouges *Gelidium sesquipedale* sont caractérisées par une part importante d'acides gras saturés (Matos, *et al.*, 2019).

Distribution géographique

Sa distribution s'étend de la côte sud de la Grand -Bretagne (Torquay, Sidmouth, Penzance, Wenbury) aux côtes françaises de l'Atlantique, de la péninsule ibérique et Maroc et à la Méditerranée occidentale (Feldmann et Hamel, 1936).

Gelidium corneum (Hudson) J.V.Lamouroux

Description de l'algue

C'est une algue robuste de couleur rouge foncé, sa taille est de 9 à 10 cm de haut. Elle possède une fronde munie d'un axe étroit et souvent non ramifiée dans la partie inférieure. C'est une algue vivace, avec un type de construction modulaire, dans laquelle la fronde se développe à partir d'un système d'axes fixé au substrat par des rhizoïdes.



Figure 39: Aspect général du thalle de *Gelidium corneum* vu à l'œil nu.



N.Ould Ahmed
G.Aouissi
N.Foudil

Figure40:Détail du thalle de *Gelidium corneum* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Elle est utilisée principalement dans la production de l'agar-agar, un gélifiant utilisé comme additif alimentaire. Les agars sont très utilisés comme excipients dans l'industrie pharmaceutique pour leurs propriétés gélifiantes, Médicament contre le reflux gastro-œsophagien (RGO et dans les préparations homéopathiques (Chopin *et al.*, 1995).

Leur principal avantage réside dans leur absence de contaminants qui peuvent inhiber la croissance des micro-organismes, mais également dans leur transparence. Toutes ces qualités ont abouti à leur utilisation par les chercheurs pour l'élaboration des vaccins (Faller, 2011).

Distribution géographique

L'Atlantique Nord Est, des côtes du sud des Iles Britanniques à la Mauritanie (Cape Blanc). L'espèce est plus abondante sur le nord de l'Espagne et la côte basque française (Guiry&Guiry, 2021).

Chondrus crispus (stackhouse)**Description de l'algue**

C'est une algue rouge dont le thalle est de 4cm, elle se divise par dichotomie et de manière assez irrégulière sur la partie supérieure. Les lanières peuvent être soit aplaties et très larges, soit étroites et longilignes. Sa base est discoïde et sa texture est cartilagineuse. Sa couleur qui varie du rouge foncé à violacé, peut devenir partiellement verte dans les endroits exposés à la lumière.



Figure41: Aspect général du thalle de *Chondrus crispus* vu à l'œil nu.

Utilisation

L'algue rouge *Chondrus crispus* est riche en carraghénanes qui en plus d'être des antigènes forts, présentent une activité antivirale contre la grippe B, le virus des oreillons, l'herpès Simplex, le VIH. Ces carraghénanes, qui sont des polysaccharides sulfatés, présentent également des propriétés anticoagulantes, anti tumorales et immunomodulatrices. (Yasuhara, 2010 ; Faller, 2011).

Les carraghénanes ont d'abord été extraits de *Chondrus crispus*, qui est utilisé dans l'industrie pharmaceutique dans la composition d'un certain nombre de produits : sirops, lotions, pommades, laxatifs, traitements des affections ano-rectales (hémorroïdes), agents délitant des comprimés. Ils sont surtout utilisés cependant dans la thérapeutique des ulcères : en agissant comme antiacide et protecteur des parois stomacales et intestinales (Chopin *et al.*, 1995). L'espèce *Chondrus sp* a des propriétés : Hypotensives, Muco-protectrices digestives. (Faller, 2011).

Distribution géographique

Méditerranée, Atlantique, Manche et mer du Nord, Atlantique Nord-Ouest (Gayral, 1966).

Gigartina acicularis (Roth) Lamouroux

Description de l'algue

C'est un thalle cartilagineux de couleur rouge foncé et qui mesure de 2 à 3 cm de hauteur, il est formé d'axes cylindriques (plus ou moins comprimés) ramifiés en tous sens, avec des ramules toujours rétrécis aux extrémités et souvent recourbés.

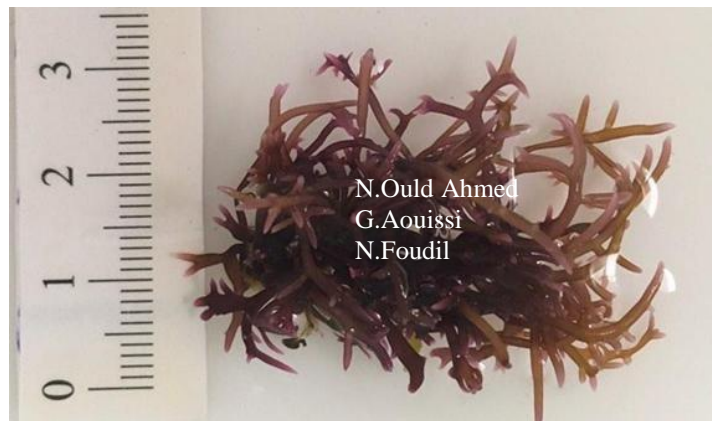


Figure42: Aspect général du thalle de *Gigartina acicularis* vu à l'œil nu.

Utilisation

Les espèces du genre *Gigartina* sont très fréquemment utilisées pour extraire les différents types de carraghénanes dans le monde. Des essais d'aquaculture ont été réalisés avec cette espèce qui présente un bon rendement en (Lambda) carraghénanes. Des substances antibiotiques et anticoagulantes, ainsi que de la vitamine C, ont été mises en évidence chez cette espèce.

Distribution géographique

Îles de l'Atlantique, Europe, Amérique du Nord, Îles des Caraïbes, Amérique du Sud, Afrique, Moyen-Orient, Asie du Sud-ouest, Asie du Sud-est Asie (Guiey&Guiry, 2021).

Hypnea musciformis (wolfen) J.V.Lamouroux**Description de l'algue**

Cette espèce est souvent de couleur verdâtre, sa couleur est variable selon son exposition à la lumière, elle mesure 10cm de hauteur, elle est formée d'axes très ramifiés, cylindriques et effilés au sommet. Les individus adultes ont des rameaux enroulés en crosse vers l'extrémité.



Figure 43: Aspect générale d'*Hypnea musciformis* vu à l'œil nu.



Figure 44: Détail du thalle d'*Hypnea musciformis* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Une des espèces présentant le plus de potentiel pour la Méditerranée, elle a différentes utilisations. Elle est déjà récoltée en divers pays pour en extraire l'hypnéane (carraghénane) et a fait l'objet de cultures expérimentales, elle est potentiellement utilisée en agriculture (grâce aux hormones de croissance signalées) ; (Reis, 2005).

Distribution géographique

En Méditerranée et en Atlantique (Guiry&Guiry, 2021).

Plocamium cartilagineum (Linnaeus) Dixon

Description de l'algue

Le thalle est de couleur rouge et mesure de 5 à 6 cm de haut. L'axe principal est ramifié, les ramifications sont alternes ; les ramules de dernier ordre sont disposées sur un seul côté. La base du thalle est cylindrique et vers l'apex le thalle s'aplatit.



Figure45: Aspect général du thalle de *Plocamium cartilagineum* vu à l'œil nu.



Figure46: Détail du thalle de *Plocamium cartilagineum* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Une activité antivirale des polysaccharides sulfatés issus de *Plocamium cartilagineum* contre les virus de l'herpès de type 1 et 2. Les extraits avaient une action antivirale lorsqu'ils étaient utilisés pendant la première heure suivant l'infection et inefficace au-delà. Cependant, il a été signalé une action inhibitrice in-vitro et in-vivo des polysaccharides extraits d'algues rouges sur les infections à flavivirus, tel que la dengue ou la fièvre jaune (Faller, 2011).

Distribution géographique

Îles de l'Atlantique, Europe, Amérique du Nord, Amérique du Sud, Afrique, Moyen-Orient, Asie du Sud-Ouest, Australie et Nouvelle-Zélande, Îles du Pacifique/Océan Pacifique, Îles subantarctiques (Guiry&Guiry, 2021).

Sphaerococcus coronopifolius (Good et Wood) C. Agardh

Description de l'algue

L'algue est de couleur rouge vif, sa consistance est cartilagineuse et charnue, finement divisée et atteignant 20-25cm de hauteur. Les axes principaux sont ramifiés et aplatis dans la partie supérieure.



Figure47:Aspect général du thalle de *Sphaerococcus coronopifolius* vu à l'œil nu.



Figure48: Détail du thalle de *Sphaerococcus coronopifolius* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Cette espèce est utilisée dans le domaine médical (Delepine *et al.*, 1987).

Sphaerococcus coronopifolius a révélé un potentiel antifongique élevé. Le pouvoir antifongique des extraits de *Sphaerococcus coronopifolius* était similaire à celui de l'amphotéricine B. *Asparogopsis armata* et *Sphaerococcus coronopifolius* se révèlent être des sources intéressantes de composé naturels aux propriétés antimicrobiennes. (Pinteus *et al.*, 2015)

Distribution géographique

En Méditerranée et en Atlantique dont manche, Mer Noire (Gayral, 1966).

Gracilaria verrucosa (Grev)

Description de l'algue

Le thalle est de couleur brune, sa taille est de 5 cm de haut, il a un aspect cartilagineux, filiforme, atteignant parfois une grande longueur. La base est un disque d'où partent des axes cylindriques, amincis aux extrémités et ramifiés régulièrement.



Figure49: Aspect général du thalle de *Gracilaria verrucosa* vu à l'œil nu.



Figure 50 : Détail du thalle de *Grassilaria verucosa* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Grassilaria verucosa permet la production d'agar de bonne qualité. Elle est utilisée dans l'alimentation au Japon associée à du poisson et du riz, en médecine, alimentation animale et en agriculture (Gayral, 1966).

Les polysaccharides extraits d'algue rouge *Gracilaria verrucosa* stimulent la phagocytose chez les souris in-vitro et in-vivo (Faller, 2011).

Distribution géographique

Manche. Atlantique : depuis la Scandinavie jusqu'au Rio de Oro. Méditerranée (Gayral, 1966).

Champia parvula (C. Agardh)

Description de l'algue

Cette algue est de couleur brune, elle mesure environ 10 cm de haut, le thalle a un aspect mou, gélatineux, très ramifié et densément emmêlé. Les axes sont segmentés avec des diaphragmes nodaux, les segments sont à peu près aussi larges que longs.

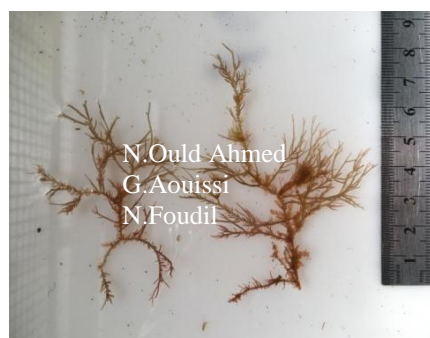


Figure 51: Aspect général du thalle de *Champia parvula* vu à l'œil nu.



Figure52:Détail de la partie apicale du thalle de *Champia parvula* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Cette espèce *C. parvula* est riche en nutriments. Des niveaux considérables de glucides, de protéines et d'acides aminés ont été signalés, bien que les lipides aient été présents en quantités limitées et puissent donc être un aliment de santé potentiel dans l'alimentation humaine et peuvent être utilisés dans l'industrie alimentaire comme source d'ingrédients alimentaires de haute qualité dans l'industrie alimentaire. (Murugesan, *et al.*, 2020).

Distribution géographique

Îles de l'Atlantique, Europe, Amérique du Nord, Amérique centrale, Amérique du Sud, Afrique, Îles de l'océan Indien, Asie du Sud-ouest, Asie du Sud-est, Asie, Australie et Nouvelle-Zélande, Îles du Pacifique, Océan Pacifique, Îles subantarctiques (Guiry&Guiry, 2021).

Les Chromobiontes

Dictyoptéris polydioides J.V.Lamouroux.

Description de l'algue

Le Thalle de cette espèce est de couleur brune, il mesure de 10 à 40cm de haut et il est formé d'une partie fixatrice discoïde et d'une lame irrégulièrement divisée, mince et molle, elle est parcourue par une nervure médiane nette et a une surface piquetée par des touffes de poils.



Figure 53 : Aspect général du thalle de *Dictyopteri spolydioides* vu à l'œil nu.

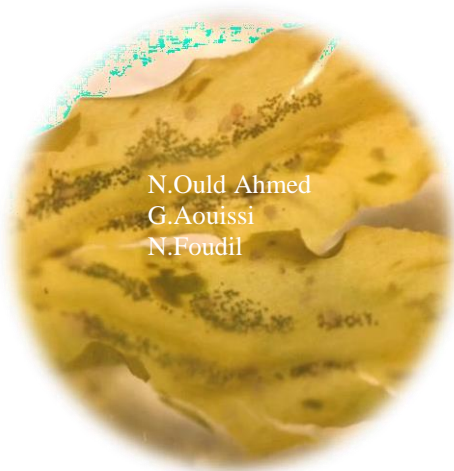


Figure54: Détail du thalle de *Dictyopteri spolydioides* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Cette algue est utilisée par les hawaïens dans l'alimentation. Elle serait employée en thérapeutique dans les cas d'affections pulmonaires et d'infection de la peau ou des muqueuses, ou infection des ganglions, Aussi utilisé en agriculture et c'est une source de phycocolloïdes (Gayral, 1966).

Elle est riche en antioxydants, on lui attribue également des propriétés anti-âges. Elle est également capable d'assouplir la peau en stimulant le collagène. On la retrouve dans des produits capillaires car elle permet de fortifier les cheveux et stimule leurs repousses (ALGOTHERM, 2021).

Distribution géographique

L'Atlantique nord, sur les côtes américaines et en Méditerranée (Guiry & Guiry, 2021)

Dictyota dichotoma (Hudson)

Description de l'algue

Le thalle mesure de 5 à 15cm de haut, il est fixe au substrat par des rhizoïdes. La ramification est régulièrement dichotome et en forme de lanières. L'extrémité des lanières est matérialisée par une cellule initiale assurant la croissance du thalle.



Figure55: Aspect général du thalle de *Dictyota dichotoma* vu à l'œil nu.

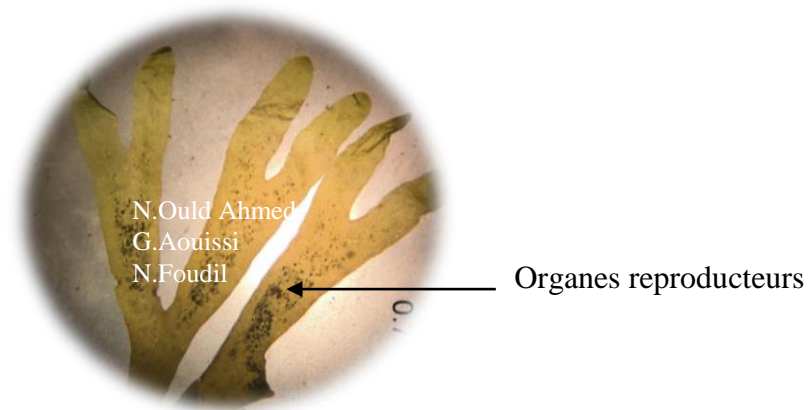


Figure56:Détail du thalle de *Dictyota dichotoma* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

L'extrait de *Dictyota* est utilisé comme agent éclaircissant de la peau (Kamei *et al.*, 1998). Un extrait méthanoïque de *Dictyota dichotoma* est utilisé dans des préparations cosmétiques comme promoteur de la synthèse de mélanine (Kamei *et al.*, 2004).

Distribution géographique

L'espèce est présente en manche, atlantique, jusqu'en Mauritanie et en méditerranée (Gayral, 1966).

Dilophus spiralis (Montagne) Hamel

Description de l'algue

Le thalle mesure de 5 à 6 cm, la ramification est irrégulière et pseudo dichotome. Les lames du thalle ont une largeur de 3 mm et sont légèrement torsadées. Les extrémités sont arrondies et plus larges que la base.

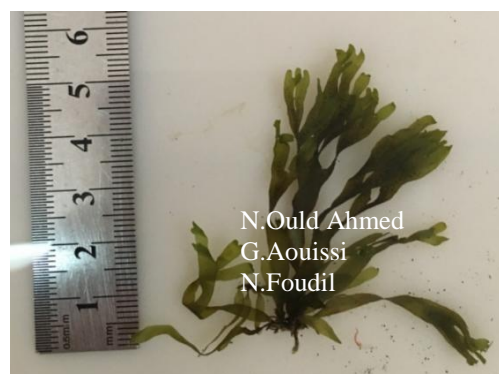


Figure57 : Aspect général du thalle de *Dilophus spiralis* vu à l'œil nu.



Figure 58:Détail du thalle de *Dilophus spiralis* vu sous loupe (G.0, 7x10)

Utilisation

Cette espèce est utilisée dans le domaine médicinal et pharmaceutique car elle possède des propriétés antibiotiques.

Distribution géographique

Manche, Atlantique nord jusqu'en Mauritanie, Méditerranée (Gayral, 1966).

Padina pavonica (Linné) Gaillon

Description de l'algue

L'algue *Padina* est de couleur brunâtre et mesure de 2 à 5 cm de haut, elle est en forme d'éventail, la surface du thalle est parcourue par une alternance de stries concentriques et de zone blanchâtre ; ces zones correspondent à un dépôt de calcaire. Le bord apical est enroulé, il correspond à la zone méristématique. La partie basale du thalle est effilée et cylindrique.

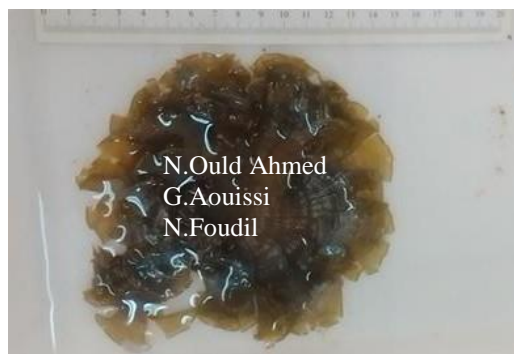


Figure59:Aspect général du thalle de *Padina pavonica* vu à l'œil nu.

Utilisation

La macroalgue *Padina* est utilisée comme source de minéraux, et en particulier comme source de calcium (Gutierrez, 2002 ; Manivannan *et al.*, 2008 ; Haque *et al.*, 2009).

Cette algue est utilisée dans le domaine pharmaceutique, elle possède une activité antifongique (Omezzine *et al.*, 2009). Elle a aussi une activité antioxydante naturelle justifiant son usage dans le domaine des compléments alimentaires (Matsuka *et al.*, 2003) (tableau 3).

Distribution géographique

Manche, Atlantique nord du sud de la grande Bretagne, jusqu'en Mauritanie et en Méditerranée (Gayral, 1966).

Taonia atomaria (Woodward) J. Agardh

Description de l'algue

Le thalle est de couleur brune jaunâtre, et il mesure de 8 à 11 cm de haut. Il est en forme de lame, étroite à la base, puis s'élargit vers l'apex. La ramification est irrégulière et très découpée à l'apex. La surface du thalle est parcourue de stries concentriques. Ces stries correspondent à la localisation des poils.



Figure60: Aspect général du thalle de *Taonia atomaria* vu à l'œil nu.



Figure61:Détail du thalle de *Taonia atomaria* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Cette algue contient des acides gras, des antioxydants et des acides phénoliques ce qui démontrent une application possible de cette macroalgue comme complément alimentaire, cette espèce peut être utilisée comme source de nourriture couteuse dans l'industrie alimentaire (CAF *et al* ,2015).

Distribution géographique

Manche, Atlantique nord jusqu'en Mauritanie et en Méditerranée (Gayral, 1966).

Cystoseira compressa (Esper) Gerloff et Nizamuddin**Description de l'algue**

Le thalle est de couleur brune et mesure 10cm de haut. La fixation au substrat se fait par l'intermédiaire d'un disque basal. La tige principale est courte et mesure 1 cm, le sommet de tige est lisse, non épineux, les tophules sont absents. La ramification est irrégulière, les rameaux sont aplatis.



Figure 62:Aspect général du thalle de *Cystoseira compressa* vu à l'œil nu.



Figure 63:Détail du thalle de *Cystoseira compressa* vu sous loupe(G.2X10)

Utilisation

Cette espèce est utilisée en industrie des phycocolloïdes (production d'alginate), l'algue a un statut d'espèce protégée en Méditerranée. Par conséquent elle ne devait pas faire objet d'utilisation.

Distribution géographique

Méditerranée, atlantique nord-est et atlantique nord-ouest.

Cystoseira tamariscifolia (Hudson) Papenfuss.

Description de l'algue

Le thalle est de couleur vert olivâtre qui mesure de 10 à 18cm, il est fixé par un disque basal et comprend un axe principal, cette dernière porte de nombreux rameaux secondaires plusieurs fois divisés que recouvrent de petits ramules épineux.



Figure 64: Aspect général du thalle de *Cystoseira tamariscifolia* vu à l'œil nu.

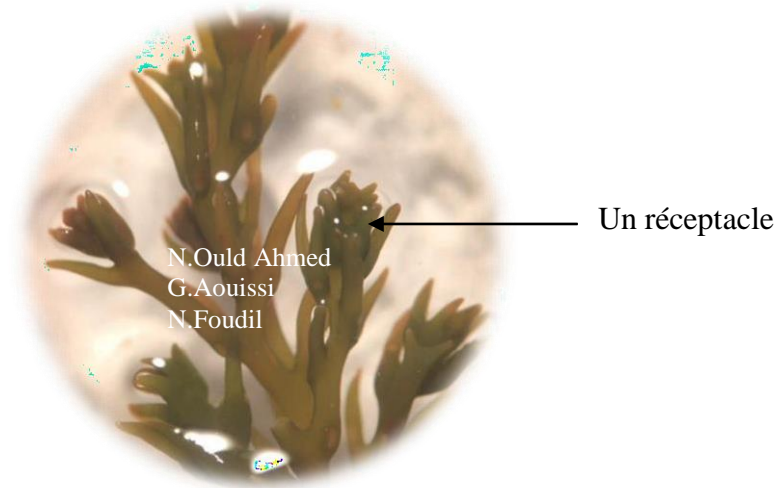


Figure 65:Détail du thalle de *Cystoseira tamariscifolia* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Le potentiel biologique du genre *Cystoseira* a été étudié et plusieurs activités ont été rapportées. Chimiquement, ce genre contient une grande variété de métabolites secondaires, tels que les terpénoïdes, les stéroïdes, les composés phénoliques. De plus, d'autres composants chimiques tels que, par exemple, des glucides, des triacylglycérols/acides gras, des pigments ainsi que des vitamines ont été identifiés. Cette algue a des propriétés pharmacologiques, comme par exemple des activités antioxydantes, anti-inflammatoires, cytotoxiques, anticancéreuses, antidiabétiques, mais aussi antibactériennes, antifongiques et antiparasitaires (Bruno De Sousa *et al.*, 2017)

Distribution géographique

En Méditerranée (Algérie), Manche, atlantique jusqu'en Mauritanie (Gayral, 1966).

Sargassum vulgare (C. Agardh)

Description de l'algue

Les thalles sont généralement de grande taille, ils atteignent 20 à 25 cm de hauteur. La base est fixée au substrat et constituée d'un axe dressé, la ramification est irrégulière et abondante, les rameaux portent des feuilles, de forme ovale et allongée.



Figure 66:Aspect général du thalle de *Sargassum vulgare* vu à l'œil nu.

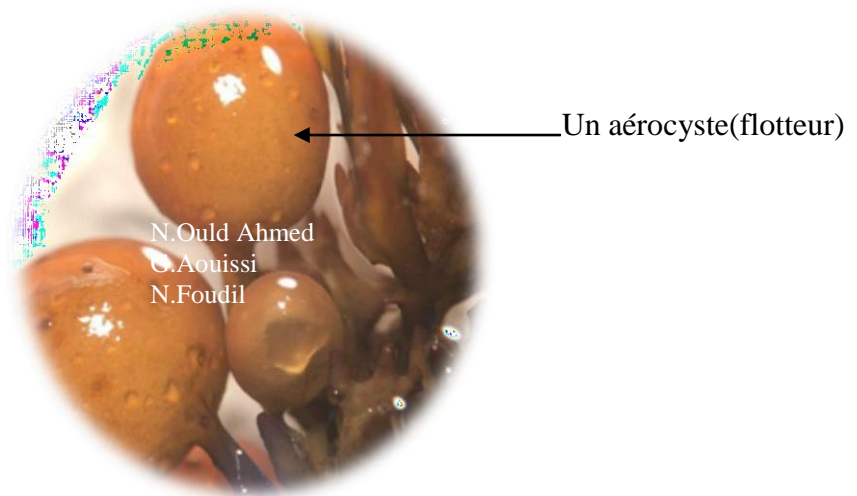


Figure 67:Détail de thalle et des aérocystes de *Sargassum vulgare* vu sous loupe (G.2x10)

Utilisation

Un brevet décrit également une application des algues *Sargassum sp*, en tant que substitut de sel constitué en majorité de chlorure de potassium KCl dans le cadre de régime sans sel (Dunuwila & Berglund, 2005).

Un brevet décrit l'emploi de cette algue *Sargassum* comme source de bromophénols dans la ration alimentaire d'animaux d'aquaculture pour améliorer la qualité organoleptique du produit (Chung *et al.* 2005).

Sargassum est riche en fucanes, et elle possède une activité antioxydante (Matsuka *et al.*, 2003 ; Le Lann, 2006 ; Yazawa *et al.*, 2010)

L'extrait de *Sargassum* est utilisé comme agent éclaircissant de la peau (Kamei *et al.*, 1998).

Distribution géographique

En Méditerranée, Caraïbes et en Indopacifique (eaux tempérées à chaudes) (Gayral, 1966).

Les Chlorobiontes

Cladophora laetevirens (Dillwyn) Kutzing

Description de l'algue

Le thalle est filamenteux et de couleur verte, sa taille est entre 3 à 4cm.les axe ont une organisation non acropète. La ramification est abondante et unilatérale, les rameaux sont insérés sur des cloisons obliques.



Figure 68:Aspect général du thalle de *Cladophora laetevirens* vu à l'œil nu.

Utilisation

Cette algue est intéressante pour sa forte concentration en cellulose, en protéines et en acide gras comme l'acide palmitique et l'acide linoléique avec des concentrations élevées (Elenkov *et al.*, 1996)

Distribution géographique

Manche, Mer du nord, Atlantique et en Méditerranée (Gayral, 1966).

Codium bursa (Linnaeus) C. Agardh

Description de l'algue

Le thalle mesure environ 5 cm de diamètre, son aspect est spongieux et en forme de boule creuse. Il est formé de filaments siphonnés, enchevêtrés au centre du thalle, ils sont terminés par des utricules perpendiculaires à la surface du thalle.

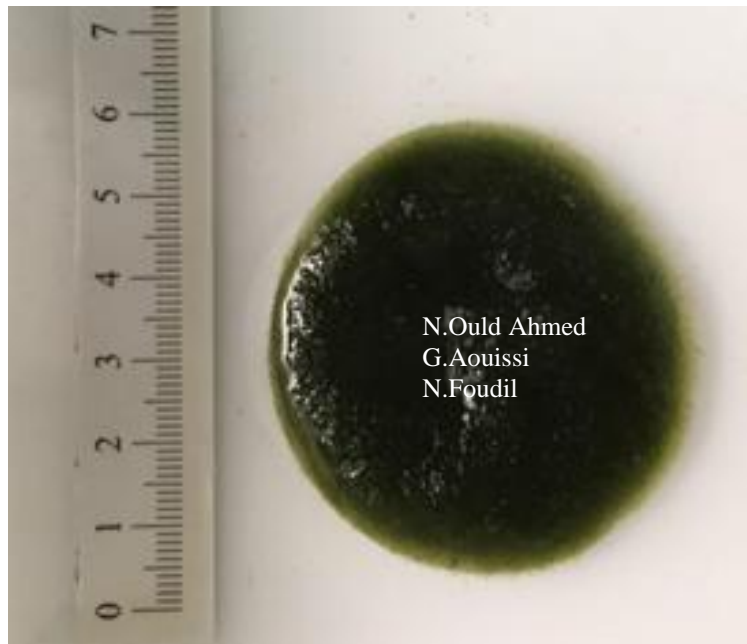


Figure69:Aspect général du thalle de *Codium bursa* vu à l'œil nu.

Utilisation

Cette algue est riche en acide gras tels que l'acide oléique, l'acide palmitique, l'acide linoléique et l'acide stéarique (Jerkovic *et al.*, 2019).

Distribution géographique

En Méditerranée et dans l'Atlantique Nord-Est, Manche et Mer du Nord françaises (Guiry&Guiry, 2021).

Codium elongatum (C.Agardh)**Description de l'algue**

C'est une algue de couleur vert foncé de grande taille elle mesure environ 30 cm, de consistance spongieuse. Les axes sont cylindriques mais un aplatissement bien net et un élargissement parfois important se produisent au niveau des bifurcations.

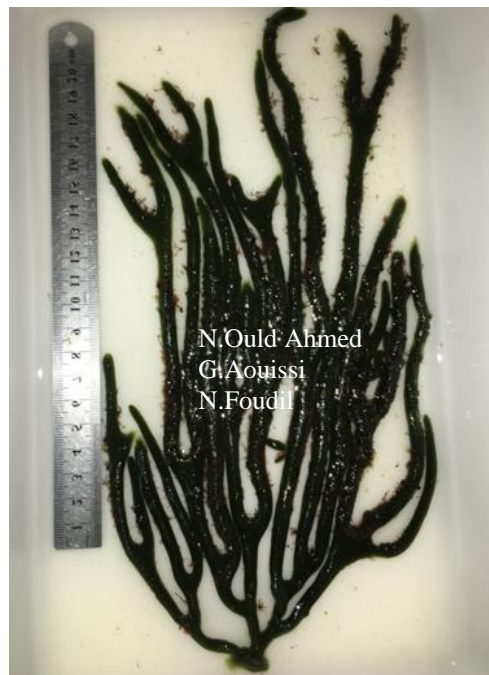


Figure 70: Aspect général du thalle de *Codium elongatum* vu à l'œil nu.

Utilisation

C. elongatum semble être un bon antioxydant naturel et un agent antimicrobien (Rankovic *et al.*, 2015)

Distribution géographique

Atlantique (côte basque), Méditerranée (Gayral, 1966).

Codium fragilus (Suringar) Hariot**Description de l'algue**

Le Thalle est de couleur vert foncé, dressé, il mesure de 5 à 7 cm de hauteur, il est fixé au substrat par une expansion basale, la ramification sub-dichome débute assez près de la base. Les branches sont cylindriques partout ou légèrement aplaties près de la base du thalle, s'effilant aux sommets.



Figure 71: Aspect général du thalle de *Codium fragilus* vu à l'œil nu.

Utilisation

Cette algue est utilisée pour l'alimentation humaine (en se référant aux habitudes japonaises), aussi que dans le domaine médical en raison de son action antibactérienne et antibiotique (Cherif *et al.*, 2010)

L'algue *Codium fragile* possède un polysaccharide, le xyloarabinogalactans, elle a également des propriétés anticoagulantes (Faller, 2011).

Distribution géographique

En Méditerranée ,Atlantique nord-est, sur les côtes atlantique et pacifiques d'Amérique du nord, Amérique du sud, Afrique, Asie, Australie et Antarctique (Guiry&Guiry, 2021).

Codium tomentosum (stackhouse)

Description de l'algue

Le thalle est de couleur verte et mesure 12 cm de haut, il se présente en forme de cordons, ramifiés dichotomiquement : il est formé de filaments siphonnés, enchevêtrés au centre du thalle et terminés par des utricules perpendiculaires.

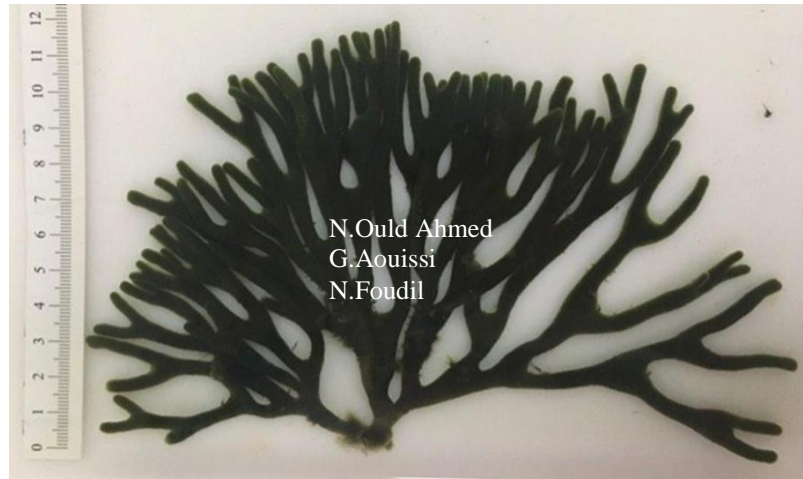


Figure72: Aspect général du thalle de *Codium tomentosum* vu à l'œil nu.

Utilisation

Cette algue est utilisée en cosmétologie, c'est un véritable réservoir d'eau et régulateur hydrique qui agit en fonction des marées afin de compenser les pertes d'eau, il permet d'hydrater profondément et durablement la peau (ALGOTHERM, 2021).

Distribution géographique

Méditerranée, atlantique nord-est, manche et mer nord française et en Indopacifique (Guiry&Guiry, 2021).

Ulva intestinalis (Linnaeus)**Description de l'algue**

C'est une algue de couleur verte dont le thalle a la forme d'un tube comprimé, elle mesure 6 cm, pour un diamètre de 1 à 2mm et qui varie peu, à bords droits et à extrémité obtuse, présentant quelques étranglements.



Figure73:Aspect général du thalle d'*Ulva intestinalis* vu à l'œil nu.

Utilisation

Cette espèce est utilisée en alimentation humaine (Gayral, 1966).

Répartition géographique

Manche, Atlantique jusqu'au Maroc, Méditerranée (Gayral, 1966).

Ulva lactuca (C. Agardh)**Description de l'algue**

C'est une algue verte dont la taille est très variable, généralement entre 20 et 50cm. Le thalle est aplati en lames minces vert foncé à vert clair, ces lames sont souples et fixées par un petit disque basal portant de nombreux rhizoïdes. La marge du thalle présente de nombreuses denticulations, irrégulièrement réparties.



Figure74:Aspect général du thalle d'*Ulva lactuca* vu à l'œil nu.

Utilisation

Cette espèce est utilisée dans divers pays pour l'alimentation : elle est riche en vitamines (en particulier, vitamine A) ;(Gayral, 1966).

Ulva lactuca pourrait facilement être cultivée pour la production de biomasse, elle est utilisée dans le domaine médical car elle est riche en vitamine C et B1, ainsi qu'elle a une activité antimicrobienne et antifongique. Ces dernières inhibent la croissance des bactéries Gram négatif *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae* et *Enterobacter aerogenes* et de la bactérie Gram positif *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*. (Villarreal-Gomez 2010 ; Chouikhi. 2013).

Distribution géographique

Arctique, océan Atlantique de l'arctique aux côtes américaines, en passant par les îles Caraïbes, Méditerranées, mer Noire, océan Pacifique : côtes américaines et îles d'Hawaï, côtes australiennes et neo-zélandaise, océan Indien : îles et Asie du sud-est antarctique(Guiry & Guiry, 2021).

Ulva rigida (C. Agardh)

Descriptif de l'algue

Le thalle mesure 6 cm de diamètre, il est en forme de lame, la marge de thalle présente de nombreuses denticulations, irrégulièrement réparties. La base du thalle est légèrement strippée.



Figure75:Aspect général du thalle d'*Ulva rigida* vu à l'œil nu.

Utilisation

Cette algue présente des activités anti-hypercholestérolémique, immunomodulatrice, antioxydante et antihyperglycémique (José, 2007 ; Celikler, 2009 ; Godard, 2009).

Elle pourrait aussi être utilisée dans le domaine cosmétique, par exemple pour la production de substances anti-âge et des écrans solaires grâce à leur qualité protectrice contre les rayons UV solaires (Pescheck, 2010).

Ulva rigida est communément utilisée pour la nutrition humaine sous forme d'une salade. (Silva, 2013). Cette espèce a prouvé son efficacité en tant que bio-filtre dans le traitement des effluents de mariculture (Silva, 2013).

Distribution géographique

Manche. Atlantique Nord, jusqu'au Maroc et en Méditerranée (Gayral, 1966).

CONCLUSION

CONCLUSION

Notre travail a essentiellement porté sur la recherche des espèces algales présentes sur la côte algérienne qui présentent des applications biotechnologiques, et qui peuvent avoir des substances d'intérêt biochimiques dans différents domaines industriels.

L'échantillonnage a été réalisé en mai 2021, au niveau de l'infralittoral supérieur (0-60cm) sur substrat rocheux, au niveau de quatre sites (Plage l'ilot à la Madrague, Plage Al Djamila à la madrague, Plage la Vigie à Rais Hamidou et la Plage Melbou à Bejaia).

Les résultats obtenus ont mis en évidence 38 espèces dont 21 Rhodobiontes (algues rouges), 9 Chromobiontes (algues brunes) et 8 Chlorobiontes (algues vertes).

Toutes ces algues ont des possibilités d'utilisation dans divers domaines médicaux, pharmaceutiques, cosmétiques, agroalimentaires, agronomiques...etc.

Citons comme exemple les Rhodophytes qui s'avèrent être plus intéressantes dans le domaine médical et pharmaceutique pour leurs richesses en propriétés antibiotiques, antifongiques, anti-inflammatoires, antioxydantes, antiparasitaires et antivirales.

Les Chromophytes sont surtout valorisées en cosmétologie, plusieurs laboratoires cosmétiques produisent des crèmes à bases d'algues brunes. Ces mêmes algues sont également utilisées dans le domaine pharmaceutique et médicale. Les Chlorophytes sont notamment intéressantes en alimentation humaine vu leur vertu en vitamines, telles que la vitamine A, B1, B2, B6, B12, C, D, E, et K, en minéraux (l'iode) et en acides gras (l'acide oléique, l'acide α -linoléique, l'acide eicosapentaénoïque...etc.).

Ces espèces sont représentées dans une liste selon leurs groupes et sous unités systématiques.

Chaque espèce est décrite en précisant sa distribution géographique et sa valorisation biotechnologique pour des éventuelles utilisations ultérieures en Algérie.

Cette étude, bien que préliminaire, montre que la côte algérienne recèle une diversité algale considérable qui peut être exploitable.

Il serait donc souhaitable que les scientifiques accordent plus d'intérêt à l'étude de la flore algale de la côte algérienne, aussi bien pour la préserver que pour l'exploiter, tout en assurant la durabilité de l'écosystème marin.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

-A-

- **Adelon N. P., Andral G., Béclard P. A. et al .(2008).**Dictionnaire de médecine, Volume 1,Béchet jeune, 1821.
- **Aravindhana R., MadhanB.,Raghava Rao J.(2004).**Recovery and reuse of chromium from tannery waste waters using *Turbinaria ivaris* seaweed. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, vol79(11), p.1251-1258.

-B-

- **Bai N.R., Christo R.M ., Kala T.C. (2011).**Effect of seaweed concentrate of *Padina pavonia* on the growth and yield of a pulse crop. Plant Archives, vol 11(1), p.117-120.
- **Ballesteros E., Martin D.,Uriz M.J. (1992).**Biological activity of extracts from some Mediterranean macrophytes. Botanica Marina, vol 35, p. 481-485. Bibliographie\Ballesteros et al 1992.pdf.
- **Benarous A. (2012).** Etude de la flore algale de la cote Est d'Alger (Boumérdes) :
- **Blunt J.W., Copp B.R., Hu W.P. et al. (2008).**Marine natural products. Nat. Prod. Rep., vol 25, p. 35-94. Bibliographie \Blunt et al 2008.
- **Boukherchoufa N ., Tebakh F. (2006).** Extraction et identification de certains pigments caroténoïdes à partir d'algues brunes. Mémoire d'ingénieur. Aquaculture. Alger : ENSSMAL. P.60.
- **Boullard B. (2001).** Plantes médicinales du monde. Croyances et réalités. Editions ESTEM. 2001. p21.
- **Brault D., Heyraud A., Lognone V ., Roussel M. (2003).** Methods for obtaining oligomannuronates et guluronates, products obtained and use there of. WO/2003/099870.

- **Bruno de Sousa, Carolina & Katkam ,et al . (2017).** Cystoseiraalgae (Fucaceae): Update on their chemical entities and biological activities. *Tetrahedron: Asymmetry*. 28. 10.1016/j.tetasy.2017.10.014.

-C-

- **Caf, Fatma & Yilmaz, Okkes & Durucan, Furkan & Sen Ozdemir, Nurgul.(2015).** Biochemical components of three marine macroalgae (*Padina pavonica*, *Ulva lactuca* and *Taonia atomaria*) from the Levantine seacoast of Antalya, Turkey. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 6. 401-411
- **Celikler S. TS, Vatan O., Ziyank-Ayvalik S., Yildiz G., Bilaloglu R. (2009).** Anti-hyperglycemic and antigenotoxic potential of *Ulva rigida* ethanolic extract in the experimental diabetes mellitus. *Food and Chemical Toxicology* 47 :1837–1840.
- **CEVA. (2005).** *Les fucanes-partie 1*, Centre d'étude et de valorisation des algues, France, Ifremer n° 70, p. 1, 3-6
- **CEVA. (2011).** La biodiversité algale aux services de développement économique de Mayotte, tome 1 : étude préliminaire, 125p.
- **CEVA. (2014).** Réglementation algues alimentaires, Synthèse CEVA. *Centre d'Etude et de Valorisation des Algues*. France.
- **Cherif W., El Bour M., Grignon-Dubois M., Boudabous A. (2010).** Étude du potentiel anti microfouling de deux codiaceae : *Codium fragile* et *Codium bursa*. Université de Bordeaux 1 (France), 3. Faculté des Sciences de Tunis. 3p.
- **Chojnacka K., Saeid A., Witkowska Z., Tuhy L. (2012).** Biologically Active Compounds in Seaweed Extracts the Prospects for the Application. *The Open Conference Proceedings Journal*, 3 :20-28.
- **Chopin, Thierry & Sharp, G. & Tamba, A., Sow, A. (1995).** Valorisation des algues pour les industries agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques.
- **Chotigeat W., Tongsupab S., Supamatayac K., Phongdaraa A. (2004).** Effect of Fucoïdan on Disease Resistance of Black Tiger Shrimp. *Aquaculture*, vol. 233, p. 23

- **Chouikhi A. (2013).** Potential applications of marine seaweeds and pharmacological activities of their metabolites: A review. *International Congress of the Populations & Animal Communities*:40.
- **Chung H.Y., Ang Jr. P.O., Woo Y.S.N., Ma W.C.J. (2005).** Additive composition for feeding aquaculture animals and feed containing the same. US20050011464.
- **Cox S., Abu- Ghannam N., Gupta S. (2010)** .An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds . *Intrnational Food Research Journal* . **17**: 205-220.
- **Craggs R.J., Sutherland D.C ., Campbell H. (2011).** Large-scale Demonstration of High Rate Algal Ponds with CO₂ addition for enhanced Waste water Treatment and Biofuel Production. In : Proceedings of the 4th Congress of the International Society for Applied Phycology, June 19-24 2011, Halifax, Canada.
- **Cruz-Rivera E ., Hay M.E. (2003).** Prey nutritional quality interacts with chemical defenses to affect consumer feeding and fitness. *Ecological Monographs*, vol. 73(3), p. 483-506.

-D-

- **Darcy V. (1993).** Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Taylor & Francis, 44, pp. S23-S35.
- **Delepine R. (1982).** Valorisation et utilisation des algues., Edit Ifremer., Brest : 211p
- **Delepine R., Boudouresque C.F. Frada-Orestano., Noilles C., MC et Asensi A.(1987).** Algues et autres végétaux marins. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Révision méditerranée et mer noire, zone de la pêche, volume I végétaux et invertébrés. FAO, Rome, 136p.
- **Données FAO. (2010).** Production mondiale des algues in act IFREMER.
- **Données FAO. (2014).** Production mondiale des algues. France : Ifremer, 120 p.
- **Données FAO.(2018).** Production mondiale des algues in act IFREMER.

- **Dunuwila D.D ., Berglund K.A. (2005).** Essentially sodium-free potassium salt derived from seaweed. US Patent 20050142219, issued June 30, 2005.

-E-

- **Elenkov I., Stefanov K., Alexandrova M., et al. (1996).** "Lipid Composition of Some Bulgarian Cladophora Species" , vol. 39, no. 1- 6, 79-82.

-F-

- **Faller H. (2011).** Les applications et la toxicité des algues marines :p 132.
- **Fatma & Yilmaz, Okkes&Durucan, Furkan& sen ozdemir, Nurgul. (2015).** Biochemical components of three marine macroalgae (*Padina pavonica*, *Ulva lactuca* and *Taonia atomaria*) from the levantine seacoast of antalya, Turkey. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 6 p.p. 401-411.
- **Feldmann J ., Feldmann G. (1939).** Rhodophycées. Addition a la flore des algues marines de l'Algérie. Fascicule 2. [En ligne]. [Consulté le 11 /5/2021], p. 319-321:
- **Feldmann J. (1961).** Note sur les Algues marines de la Galite. Rapp. P. V.Réun.Commiss. Internation. Explor. Sci. Mer médit., 16(2) : 503-508.
- **Feldmann, J. (1931).** Les algues de Cherchell. Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie, fascicule 2. p. 179-360.:bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/P0063_08/P0063_08_0441.
- **Feldmann, J. (1939).** Les algues marines de la cote des Albères, IV Rhodophycées (Bangiales, Gélidiales, Cryptonémiales). France : Laboratoire 1939.
- **Feldmann-Mazoyer G. (1936).** Un nouveau genre de Ceramiacées Callithamniella. Bull Aquicult. Pêche Castilione, Algérie. 2 : 91-101.
- **Feldmann-Mazoyer G. (1949).** Une nouvelle espèce de Chondria des côtes d'Algérie. Trav .Bota . dedia a René Mairs . Mém. hors-série. Soc. Mis : nat ..Ai r Nord . . Algeria . 2 : 95 -101 .

- **Fleurence F., Kaas R. (1999).** Les algues marines : une source méconnue de protéines végétales. *Equinoxe*, 56: 12-7- 78 .
- **Fujimoto K., Endo Y., Boku T., Yamada S., Furuhata K. (2004).** Brown alga-derived conjugated fatty acid, fatty acid isomerase, and method for producing conjugated fatty acid. JP2004107509, issued 04/08/2004.

-G-

- **Garneau E ., Collins J. (1995).** Valorisation De La Biomasse Végétale Par Les Produits Naturels, Ottawa (Ontario) Canada : Centre de recherches pour le développement international, P 340.
- **Gayral P. (1966).** Les algues des côtes françaises (Manche et Atlantique)., Edit Douane, Paris : 611p.
- **Gelaldine D et Cèline L. (2009).** Les algues le trésor de la mer.
- **Godard M. DK., Ventura E., Soteris G., Baccou J.C., Cristol J.P., Rouanet J.M.,(2009).** Polysaccharides from the green alga *Ulva rigida* improve the antioxidant status and prevent fatty streak lesions in the high cholesterol fed hamster, an animal model of nutritionally-induced atherosclerosis. *Food Chemistry* 115:176–180.
- **Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2021).** *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>.
- **Gutierrez G. (2002).** Compositions of *padina* algae or their extracts, and their applications in foodstuffs or for the culture of molluscs or arthropodes. EP1224871, issued 07/24/2002.
- **Gutierrez G. (2004).** Compositions of *Padina* algae or their extracts, and their pharmaceutical, food compositions, or use for the culture of molluscs or arthropodes. EP0655250B1, issued 03/03/2004, Haute école de sante ,Geneve ,1-6.

-H-

- **Haque K.M.F., Chy S.Y., Akter S., Wahab M.D.A ., Nath K.K. (2009).** Collection, identification and biochemical analyses of different seaweeds from Saint Martin's Island. *Bangladesh J. Agric. Res.*, vol .34(1), p. 59-65:

- **Harel M. (2004).** Feedsuitable for culturing rotifers, larval shrimp and marine filter feeders. WO/2004/043139, issued 05/27/2004.
- **Hellio C., Marechal J-P., Véron B., Bremer G., Clare A.S. & Le Gal Y. (2004).** seasonal variation of antifouling Activities of Marine Algae from the Brittany Coast (France). *Marine biotechnology*, **6**: p.p 67-82.
- **Hilson C. (1977).** Sea weeds : a color-coded, illustrated guide to common marine plants of the east coast of the United States. *Ed: Keystone books*: 12,138,139. polyidoms. London, Sherwood and co.; [etc., etc.].
- **Holdt S.L., Kraan S. (2011).** Bioactive compound in seaweed : functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, vol 23, p. 543-597. Bibliographie\Holdt&Kraan 2011.
- **Hortense F. (2011).** Les applications et la toxicité des algues marines. Thèse de Doctorat. Université de Limoges, France, 131p.

-J-

- **Jerković, I., Kranjac, M., Marijanović, Z., et al. (2019).** Chemical Diversity of *Codium bursa* (Olivi) C. Agardh Headspace Compounds, Volatiles, Fatty Acids and Insight into Its Antifungal Activity. *Molecules* (Basel, Switzerland), **24**(5), 842.
- **José M. L. RC, Jon A. A., Jesús L. (2007).** Immunomodulating activities of acid sulphated polysaccharides obtained from the seaweed *Ulva rigida* C. Agardh. *International Immunopharmacology* **7**: p.p 879–888.
- **Julie, P., Danielle, L., Daniel, M. (2010).** Algues, filières du futur Livre Turquoise. *adebioihech* : p. 163.

-K-

- **Kadari –Meziane Y. (1994).** Contribution à l'étude de la pollution sur la distribution spatio-temporelle des peuplements photobenthiques dans le baie de Bou-Ismaïl (Algérie), *thèse magister*, E.N.S, vieux Kouba, Alger : 1-226.

- **Kaewsarn P., Yu Q. (2001).** Cadmium (II) removal from aqueous solutions by pre-treated biomass of marine alga *Padina sp.* Environmental pollution, vol 112, p. 209-213.
- **Kaimoussi A., Mouzdahir A., Saih A. (2004).** variations saison nières des teneurs en métaux (Cd, Cu, Fe, Mn et Zn) chez l'algue *Ulva lactuca* prélevée au niveau de littoral de la ville d'El jadida (maroc), biologie et pathologie végétale/plant biology and pathology C.R. biologie 327, p.p. 361-369.
- **Kamei I., Torii K., Okano Y. (1998).** Melanogenesis inhibitor and skin whitening agent. JP10330219, issued 12/15/1998:
- **Kamei I., Torii K., Okano Y. (2004).** Melanin producing accelerator, and skin and hair preparation for external use containing the same. JP3604258, issued 10/08/2004:.
- **Kawasaki Y., Hori M., Yamamoto Y., Hiraki J. (2008).** Cosmetic composition containing polyorganosiloxane-containing epsilon-polylysine polymer, and polyhydric alcohol, and production thereof. EP1604647B1, issued 05/07/2008:
- **Kim, D.H. (1970) :** Economically important seaweeds in Chile-I/*Gracilaria*. Bot. Mar. 13, 140-162.
- **Kuyucak ., Volesky. (1988).** Biosorbents for recovery of metals from industrial solutions. Biotechnology Letters, vol 10(2), p. 137-142:

-L-

- **Lahaye, M., Alvarez-Cabal Cimadevilla, E., Kuhlenkamp, R., et al . (2004).** Chemical composition and ¹³C NMR spectroscopic characterisation of ulvans from *Ulva* (Ulvales, Chlorophyta). *Journal of Applied Phycology*, 11, 1-7.
- **Lamare V., Dupré C., Verlaque M. (2017).** in : DORIS, *Corallina officinalis/caespitosa Linnaeus* / R.H.Walker, J.Brodie & L.M.Irvine.
- **Lamouroux J.V.F. (1824).** Corallina; or, a classical arrangement of flexible coralline
- **Laszlo D., Gyoergy S ., Gyoergy M. (1995).** Method and nutritive composition for intensive bio-production of horticultural plants. EP0672642, issued 09/20/1995.

- **Le Lann K. (2006).** Connaissance chimiotaxonomique du genre *Turbinaria* et Etude des composés de défense de différentes espèces de *Sargassacées* des Iles Salomon (Pacifique Sud). Mémoire, Master Sciences de la Mer et du Littoral, Université de Bretagne Occidentale. 56 p.:
- **Leclerc V., Floc'h J-Y. (2010).** Les secrets des algues .EdQuae, 167p.
- **Lee ., Canki. (2010).** Methods and composition for the use of *Sargassum fusiforme* for the inhibition of HIV-1 infection. US 20100247564, issued 09/30/2010.
- **Leon-Deniz L.V., Dumonteuil E., Moo-Puc R., Freile-Pelegrin Y. (2009).** Antitrypanosomal in vitro activity of tropical marine algae extracts. *Pharmaceutical Biology*, vol 47(9), p. 864- 871.
- **Lordan S., Ross R.P ., Stanton C. (2011).** Marine bioactives as functional food ingredients : Potential to reduce the incidence of chronic diseases. *Marine Drugs*, **9**:1056-1100.

-M-

- **Mabeau S ., Fleurence J. (1993).** Seaweed in food products : Biochemical and nutritional aspects. *Trends Food Sci Tech.* **4**, 103-107.
- **Mabeau S., Fleurence J. (1993).** Seaweed in food products : Biochemical and nutritional aspects .*Food Science and Technology*, **4**(4):103-107
- **MacArtain P., Gill C.I.R., Brooks M., Campbell R. , Rowland I.R. (2007).** Nutritional value of edible seaweeds. *Nutrition Reviews*, **65**(12): p.p 535-543.
- **Manilal A., Sujith S., Seghal Kiran G., Selvin J., Shakir C., et al (2009).** Antimicrobial potential and seasonality of red algae collected from the southwest coast Tome 1 : Etude préliminaire - 88 - of India tested against shrimp, human and phytopathogens. *Annals of Microbiology*, vol 59(2), p. 207-219.
- **Manivannan K., Karthikai Devi G., Thirumaran G., Anantharaman P. (2008).** Mineral composition of marine macroalgae from Mandapam coastal regions, South east Coast of India. *American-Eurasian Journal of Botany*, vol 1(2), p. 58-67.

- **Marfaing H. (2004).** Les algues dans notre alimentation : Intérêt nutritionnel et utilisations. Revue de nutrition pratique. Dietecom Bretagne, CEVA. 1-9.
- **Matanjan P., Mohamed S., Mustapha N. M., Muhammad K., Ming C. H. (2008).** Antioxidant activities and phenolics content of eight species of seaweeds from north Borneo. *J. Appl. Phycol.* 20(4) : 367-373.
- **Matos, J. & Gomes, Ana & Cardoso, Carlos & Afonso, et al. (2020).** Commercial Red Seaweed in Portugal (*Gelidium sesquipedale* and *Pterocladia capillacea*, Florideophyceae): Going beyond a Single-Purpose Product Approach by Valorizing Bioactivity. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences.* 36. 10.1007/s41208-019-00181-z.
- **Matsuka S., Ninomiya M., Mitou N., Kawakubo A. (2003).** Natural antioxidant. JP3476870, issued 09/26/2003.
- **Matsumura S., Sumino Y., Matsui J. (1994).** Process for producing beta-carotene. EP0586255, issued 03/09/1994.
- **McHugh DJ. (2003).** A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries Technical Paper 441, Rome, 105 p.
- **Meenakshi S., Umayaparvathi S., Arumugam M., Balasubramanian T. (2011).** In vitro antioxidant properties and FIR analysis of two seaweeds of Gulf of Mannar. *Asian Pacific Journal Tropic Biomedecine.* 1:66-70
- **Murugesan S., Vinothkumar R., Kotteswari M., Shanthi N. (2020).** International Journal of Pharm Tech Research, 13(3): 186-191.

-N-

- **Naghraoui M. (2014).** Activités antioxydantes et antimicrobiennes de l'extrait brut et ses fractions de l'algue rouge *Corallina officinalis*, récoltée sur la côte ouest algérienne (plage de Madrid). Thèse de magister. Biologie. Tlemcen : Université Aboubekr Belkaid, Tlemcen, p. 76.

- **Nemchi F. (2005).** Modification physico-chimique des deux algues marines *ulva lactuca* et *Cystoseira stricta* en vue de l'élimination par adsorption du bleu de méthylène. Thèse de magister. Environnement et climatologie. Oran : université Oran1, p95.
- **Noziah, M.H.Ching ., C.Y. (2000).** Nutritional composition of edible seaweed. *Gracilariachanggi*. Food Chemistry. 68, 69-76. 264p.

-O-

- **Ould Ahmed N. (1994).** Etude des espèces phyto benthiques au voisinage de la centrale thermique de mer El Hadj (Golf d'Arzew). Mention particulière sur une espèce remarquable chlorophyte coulerpale ; *Caulerpa prolifera* Lamouroux. Thèse de magister. Ecologie. Alger : I.S.M.A.L.
- **Ould Ahmed N ., Meinesz.(2007).** Algae in the Mediterranean. First record of their vasive algae *caulerpa racemose* (Caulerpa, Chlorophyta) of the coast of Algeria. Vol. 28, n°3, p. 303-305.
- **Ould-Ahmed, N., Garreta, A.G., Siguán, M.A., & Bouguedoura, N.(2013).** Checklist of the benthic marine macroalgae from Algeria. I. Phaeophyceae. *Anales Del Jardin Botanico De Madrid*, 70, 136-143.
- **Ould Ahmed N. (2015).** Etude des algues des côtes algériennes : connaissance, Caractérisation, conservation et utilisation. Thèse de doctorat. Algologie. Alger :ENSA, 207 p.
- **Ould –Ahmed N., Gomez Garreta A.,Siguán, M.A.(2019).** Checklist of the benthic marine macroalgae from Algeria. II. Ulvophyceae. *Anales de Jardin Botanico de Madrid* 76(2) :e 087.
- **Oucif H. (2018).** Valorisation des algues de la côte Ouest algérienne : potentiel antioxydant et hormonal. Thèse de doctorat. Biotechnologie. Oran : université Oran 1, 190p.
- **Ortiz J., Romeroun N., Robertun P., et al. (2006).** Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea Antarctica*. Food Chem 99, 98-104

- **Omezzine F., Haouala R., El Ayeb A ., Boughanmi N. (2009).** Allelopathic and antifungal potentialities of *Padina pavonica* (L.) extract. Journal of Plant Breeding and Crop Science, vol 14, p. 94-203.

-P-

- **Perret-Boudouresque M., Seridi H. (1989).** Inventaire des algues marines benthiques d'Algérie .N°2. Marseille : G.I.S Podonie Publi. 117 p.
- **Person J., Mathieu D., Sassi J.F., Lecurieux-Belfond L., et al . (2011).**Livre Turquoise. Algues, filières du futur. Editions Adebiotech, Romainville, 161 p.
- **Person J.(2010).** Algues, filières du futur. Edit Adebiotech, 163p.
- **Pescheck F. BK ., Bilger W.(2010).** Screening of ultraviolet A and ultraviolet B radiation in marine green macroalgae(chlorophyta). J Phycol46: 444–455.
- **Perez R. (1997).** Ces Algues qui nous entourent : conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisation, culture. Paris : Ifremer, 272p.
- **Perret-Boudouresque M ., Seridi H. (1989).** Inventaire des algues marines benthiques d'Algérie. G.I.S Podonie Publi. Marseille. France : 117p.
- **Pinteus S, Alves C, Monteiro H, Araújo E, Horta A, Pedrosa R. (2015)** *Asparagopsis armata* and *Sphaerococcus coronopifolius* as a natural source of antimicrobial compounds. World J Microbiol Biotechnol. Mar;31(3):445-51. doi: 10.1007/s11274-015-1797-2. Epub 2015 Jan 15. PMID: 25588525.

-R-

- **Rajasimman et Murugaiyan. (2011).** Sorption of Nickel by *Hypnea* Valentiae: Application of Response Surface Methodology. World Academy of Science, Engineering and Technology, p. 7-12.

- **Rankovića B., Kosanića M., Stanojković T. (2015).** Marine macroalgae with antioxidant, antimicrobial and cytotoxic potential. Institute of Oncology and Radiology of Serbia, Pasterova 14, 11000 Belgrade, SERBIA, 10p.
- **Rehlija I., Hamidi Khodja. (2020).** contribution à l'élaboration d'un complément alimentaire algale destine à l'amélioration de la pigmentation des poissons d'élevage. Mémoire d'ingénieur.. Aquaculture. Alger : ENSSMAL, p. 81.
- **Reis, Renata Perpetuo et al. (2006).** Potencial para maricultura da carragenófito *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamour. (Gigartinales - Rhodophyta) na Ilha da Marambaia, Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Acta Botanica Brasilica [online]. 2006, v. 20, n. 4 [Acessado 22 Outubro 2021], p.p. 763-769.

-S-

- **Saleh M.A., Abdel-Moein N.M., Ibrahim N.A. (1984).** Insect antifeeding azulened erivative from the brownalga *Dictyota dichotoma*. J. Agric. Food Chem vol 32(6), p. 1432-1434.
- **Sanchez-Machado D.I., López-Cervantes J., López-Hernandez J ., Paseiro-Losada P. (2004).** Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. Food Chem, 85, 439-444.
- **Sayah A ., Boukhari T. (2011).** Etude de la flore algale de la région Ouest d'Alger : Taxonomie et Valorisation. Mémoire d'ingénieur. Aquaculture. Alger : ENSSMAL, p. 81.
- **Seridi H. (1990).** Etude des algues marines benthiques de la région d'Alger. Thèse de magister. Algologie. Alger : USTHB,
- **Seridi H. (2007).** Étude de la flore algale de l'Algérie. Etude phytosociologique des peuplements algaux photophiles de l'infralittoral supérieur de substrat dur. Thèse Doctorat d'état en Sciences Biologiques. U.S.T.H.B., Alger, 174p.
- **Serrar M ., Gutiérrez G. (2010).** Therapeutic compositions designed for treating depression. EP2198874A1, issued 06/23/2010.

- **Shanab S.M.M. (2007).**Antioxidant and Antibiotic Activities of Some Seaweeds (Egyptian Isolates). International journal of agriculture and biology, vol 9(2), p. 220-225. http://www.fspublishers.org/ijab/past-issues/IJABVOL_9_NO_2/3.pdf.
- **Silva M. VL, Almeida A.P., Kijjoo A. (2013).** The Marine Macroalgae of the Genus *Ulva*: Chemistry, Biological Activities and Potential Applications. Oceanography 1.
- **Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A. (2006).** Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering, vol 101(2), p. 87-96.
- **Seo M, Choi H M, (2013).** *Grateloupia lanceolata* (Okamura) Kawaguchi, the edible seaweed, inhibits lipid accumulation and reactive oxygen species production during differentiation in 3T3-L1 cells. Phytother Res. 2013 May;27(5):655-63. doi: 10.1002/ptr.4765. E pub 2012 Jun 29. PMID: 22744935.

-T-

- **Taboda M.C., Millan R., Miguez M.I. (2012).** Nutritional value of the marine algae wakame (*Undaria pinnatifida*) and nori (*Porphyra purpurea*) as food supplements. *Journal of applied phycology* .25 :1271-1276.
- **Trono G.C.Jr. (2001).** Seaweeds. In : Carpenter, K.E. and V.H. Niem (eds.), The Living Marine Resources of the Western Central Pacific, Vol. 1. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. FAO, Rome. 686 p.

-V-

- **Vijayabaskar., Shiyamala. (2011).**Antibacterial Activities of Brown Marine Algae (*Sargassum wightii* and *Turbinaria ivari*) from the Gulf of Mannar Biosphere Reserve. Advances in Biological Research, vol 5(2), p. 99-102.
- **Villarreal-Gomez L., Soria I., Guerra G., Ayala N. (2010).** Antibacterial and anticancer activity of seaweeds and bacteria associated with their surface. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*45:267-275.
- **Vinothkumar & Subbiah, Murugesan R., Sivamurugan, Vajiravelu. (2019).** VITAMIN CONTENT OF MARINE RED ALGA CHAMPPIA PARVULA. Asian

- Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. 207-209. 10.22159/ajpcr.2019.v12i10.35134.

-W-

- **Wake H., Ono M., Hishinuma K., Umetsu H ., Matsunaga T., (1990).** Method for promoting regeneration of plant. JP02195828, issued 08/08/02/1990.
- **Watanabe F., Takenaka S ., Katsura H., Masumder S.A ., Abe K., Tamura Y., Nakano Y . (1999).** Dried Green and Purple Lavers (Nori Contain Substantial Amounts of Biologically Active Vitamin B [HYPERLINK "https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf981065c"](https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf981065c)- Journal of agricultural- ACS Publications.
- **Woolard F.X., Moore R.E ., Roller P.P. (1979).** Halogenated acetic and acrylic acids from the red alga *Asparagopsis staxiformis*. Phytochemistry, vol 18(4), p. 617-620.

-Y-

- **Yasuhara BL. (2010).** Marine compounds and their antiviral activity. Antiviral research 86:231-240.
- **Yazawa K., Koyama T et Hirose T. (2010).** NO (Nitrogen Monoxide) production inhibitor. JP2010100598, issued 05/06/2010.

Les sites WEB :

- [1] : **Aquaportail. (2007).** [en ligne]. [consulté le : 10/06/2021], disponible sur le web : <https://www.aquaportail.com/definition-475-acide-alginique.html>
- [2] : **Algoculture.(2021).**[en ligne].[consulté le 10/06/2021], disponible sur le web : <https://algaiconsulting.emonsite.com/pages/algoculture.html>
- [3] : **Potin. P. (2012).** [en ligne]. [consulté le : 15/06/2021], disponible sur le web : https://lentreprise.lexpress.fr/high-tech-innovation/les-algues-ont-beaucoup-de-potentiel-dans-les-biotechnologies_1522229.html
- **ALGOTHERM. (2021).**[en ligne].[consulté le 02/08/2021], disponible sur le web : <https://www.algotherm.com/alguier/>
- **Allain P.(2009).**.[en ligne].[consulté le 15/07/2021], disponible sur le web : <http://www.Pharmacorama.com>
- **DGCCRF.(2019) .**[en ligne].[consulté le 20/07/2021], disponible sur le web : https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/dgccrf/securite/produits_alimentaires/Complement_alimentaire/CA_ListeAlgues_Janvier2019.pdf
- **Ifremer. (2010).** [en ligne]. [consulté le 3 septembre 2021], disponible sur le web : <http://aquaculture.ifremer.fr/les-Filieres/Filiere-Algues/Presentation>

ANNEXES

Annexes

Tableau 02 : Algues autorisées pour l'alimentation humaine (CEVA, 2014).

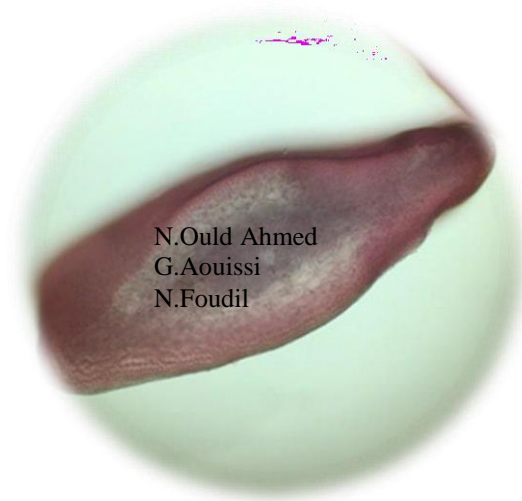
Nom scientifique	Nom commun
Algues brunes - <i>Ascophyllum nodosum</i> - <i>Fucus vesiculosus</i> + <i>serratus</i> - <i>Himantia liaelongata</i> - <i>Undaria pinnatifida</i> - <i>Laminaria digitata</i> - <i>Laminaria saccharina</i> - <i>Laminaria japonica</i> - <i>Alaria esculenta</i>	Spaghetti de mer Wakame Kombu Kombu Royal Kombu Atlantic wakame
Algues rouges - <i>Palmaria palmata</i> - <i>Porphyra umbilicalis</i> - <i>Porphyra tenera</i> - <i>Porphyra yezoensis</i> - <i>Porphyra dioica</i> - <i>Porphyra purpurea</i> - <i>Porphyra laciniata</i> - <i>Porphyra leucostica</i> - <i>Chondrus crispus</i> - <i>Gracilaria verrucosa</i> - <i>Lithothamnium calcareum</i>	Dulse Nori " " " " " " Pioca, lichen Ogonori Mäerl
Algues vertes - <i>Ulva</i> sp. - <i>Enteromorpha</i> sp.	Laitue de mer Aonori

Tableau 03 : La liste des macroalgues admises dans les compléments alimentaires (DGCCRF, 2019)

Nom botanique	Famille	Nom vernaculaire
<i>Alaria esculenta</i>	Alariaceae	Wakamé irlandais
<i>Aspidium helminthochariton</i>	Rhodomélacées	Mousse de Corse
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Fucaceae	Ascophylle neuve
<i>Chondrus crispus</i>	Gigartinaceae	varech, mousses d'Irlande
<i>Corallina officinalis</i>	Corallinaceae	
<i>Durvillea antarctica</i>	Durvillaeaceae	
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Ulvaceae	
<i>ErythroGLOSSUM laciniatum</i>	Bangiaceae	nori, porphyre
<i>Euclima adenticulatum</i>	Solieriaceae	
<i>Euclima horridum</i>	Solieriaceae	
<i>Euclima aspinosum</i>	Solieriaceae	
<i>Fucus serratus</i>	Fucaceae	Varech denté
<i>Fucus vesiculosus</i>	Fucaceae	Fucus, varech vésiculeux

ANNEXES

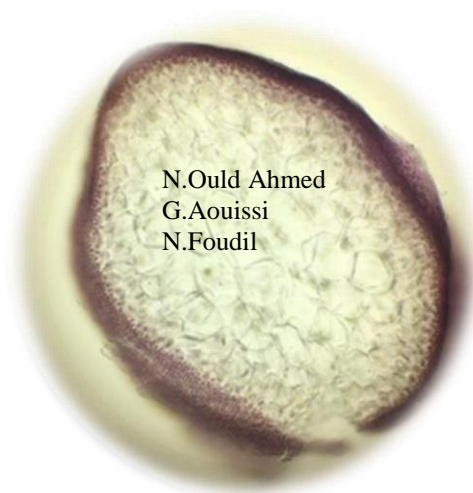
<i>Gelidium amansii</i>	Gelidiaceae	
<i>Gelidium corneum</i>	Gelidiaceae	
<i>Gelidium sesquipedale</i>	Gelidiaceae	
<i>Gracilaria gracilis</i>	Gracilariaceae	
<i>Gracilaria opsislongissima</i>	Gracilariaceae	
<i>Laminaria digitata</i>	Laminariaceae	Laminairedigitée,kombu
<i>Laminaria hyperborea</i>	Laminariaceae	Laminairehyperboréale, goemonrouge
<i>Laminaria japonica</i>	Laminariaceae	Laminaire,kombu
<i>Laminaria latissima</i>	Laminariaceae	Komburoyal
<i>Laminaria palmata</i>	Laminariaceae	
<i>Padin apavonica</i>	Dictyotaceae	
<i>Palmaria palmata</i>	Palmariaceae	rhodyméniepalmé,dulce
<i>Porphyra dioica</i>	Bangiaceae	Nori,porphyre
<i>Porphyra palmata</i>	Bangiaceae	Nori,porphyre
<i>Porphyra purpurea</i>	Bangiaceae	Nori,porphyre
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Bangiaceae	Nori,porphyre
<i>Sargassum fusiforme</i>	Sargassaceae	hijiki,hiziki
<i>Ulva lactuca.</i>	Ulvaceae	Laituedemer



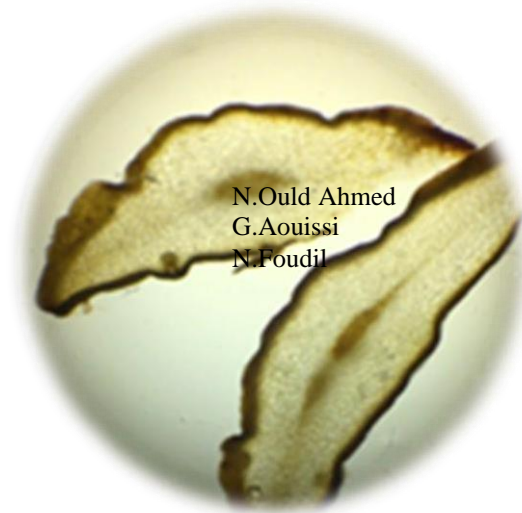
Coupe transversale de *Plocamium cartilagineum* vu sous microscope optique (G. 10x10)



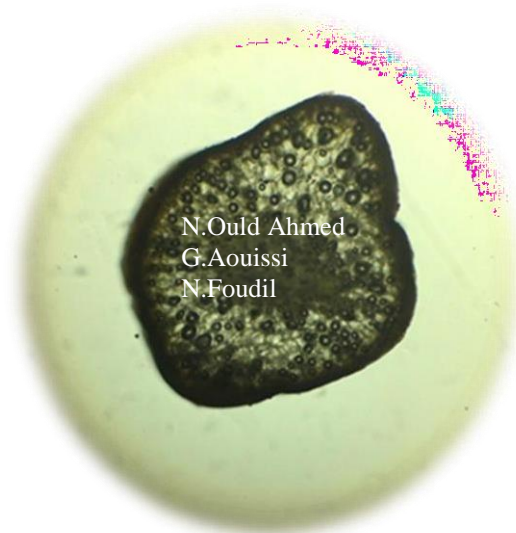
Coupe transversale du *Sphaerococcus coronopifolius* vu sous microscope (G.10x10)



Coupe transversale de *Grassilaria verucosa* vu sous microscope (G.10x10)



Coupe transversale de *Cystosera compressa* vu sous microscope (G.10x10)



Coupe transversale de *Cystoseira tamariscifolia* vu sous microscope (G.10x10)

Résumé

Le présent travail a pour objectifs de réaliser une recherche afin de préciser des possibilités biotechnologiques pour quelques espèces d'algues récoltées de la côte algérienne.

La récolte des algues aux niveaux des quatre sites d'échantillonnage, montre une bonne richesse algale, avec 38 espèces identifiées appartenant aux trois groupes d'algues : Rhodobiontes, Chromobiontes et Chlorobiontes.

Les résultats de cette recherche montrent que toutes ces algues ont des possibilités d'utilisations dans divers domaines comme en alimentation humaine et animale, en médecine, en pharmacologie, en cosmétologie, en agronomie...etc.

Une liste floristique est établie, ainsi que chaque espèce est décrite en précisant sa distribution géographique et sa valorisation biotechnologique pour des éventuelles utilisations ultérieures en Algérie.

Mots clé : Algue, Côte algérienne, Biotechnologie, Valorisation, Utilisation.

Summary

The present work aims to carry out research in order to specify the biotechnological possibilities for some species of algae that were harvested on the Algerian coast.

The seaweed harvesting at the four sampling sites shows a good algal richness, with 38 identified species belonging to the three groups of algae : Rhodobionts, Chromobionts and Chlorobionts.

The results of this research show that all these algae have possibilities of use in various fields such as human and animal food, medicine, pharmacology, cosmetology, agronomy...etc.

A floristic list is established, as well as each species is described by specifying its geographical distribution and its biotechnological valuation for possible future use in Algeria.

Keywords : Algae, Algerian coast, Biotechnology, Valuation, Use.

ملخص

يهدف العمل المنفذ إلى إجراء بحوث من أجل التحديد الإمكانات البيوتكنولوجية لبعض أنواع الطحالب التي تم جمعها من الساحل الجزائري

يظهر جمع الطحالب في مواقع أخذ العينات الأربعة ثراءً جيداً للطحالب ، حيث تم تحديد 38 نوعاً تنتمي إلى المجموعات الثلاث من الطحالب: الطحالب الحمراء، الطحالب البنية والطحالب الخضراء.

تظهر نتائج هذا البحث أن كل هذه الطحالب لها إمكانات للاستخدام في مختلف المجالات مثل الغذاء البشري والحيواني ، والطب ، وعلم الأدوية ، وعلم التجميل ، والهندسة الزراعية ، إلخ

في مجال . تم وضع قائمة لأنواع الطحالب التي تم جمعها، كما تم وصف كل نوع من خلال تحديد توزيعه الجغرافي واستعمالاته البيوتكنولوجيا لاستخدامه مستقبلاً في الجزائر.

كلمات البحث : الطحالب ، الساحل الجزائري ، التكنولوجيا الحيوية ، التقييم ، الاستخدام.

