

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

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



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

D'Ingénieur en Sciences de la Mer

Option : Biotechnologie marine

**Caractérisation d'algues marines pour une utilisation en biotechnologie**

Présenté par :

MORSLI Kheira

ZENNOUD Assia

Soutenu le 21 /10 / 2021 devant le jury composé de :

M.MEZOUAR K.	Professeur (ENSSMAL)	Président
Mme OUADAH N.	Maître de conférences B (ENSSMAL)	Examinatrice
Mme CHAOU N.	Maître assistante A ENSSMAL)	Examinatrice
Mme OUAFI L.	Docteur (ENSSMAL)	Promotrice
Mme OULD AHMED N.	Maître de conférences B (ENSSMAL)	Co-Promotrice

Année universitaire 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

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



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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Hydrobiologie marine et continental

Spécialité : Biotechnologie marine

**Caractérisation d'algues marines pour une utilisation en biotechnologie**

Présenté par :

MORSLI Kheira

ZENNOUD Assia

Soutenu le 21 /10 / 2021 devant le jury composé de :

M.MEZOUAR K.	Professeur (ENSSMAL)	Président
Mme OUADAH N.	Maître de conférences B (ENSSMAL)	Examinatrice
Mme CHAOU N.	Maître assistante A ENSSMAL)	Examinatrice
Mme OUAFI L.	Docteur (ENSSMAL)	Promotrice
Mme OULD AHMED N.	Maître de conférences B (ENSSMAL)	Co-Promotrice

Année universitaire : 2020/2021

## **Remerciements**

*Avant tout, nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné le courage,*

*La force, la volonté et la patience de réaliser ce travail.*

*Nous tenons à exprimer notre reconnaissance, notre haute considération et notre profond respect à notre promotrice, **Mme OUAJI L.** qui nous a guidées et encouragées tout au long de ce travail, également pour sa gentillesse, sa disponibilité et sa patience.*

*Nous tenons également à remercier **Mme OULD AHMED.** D'avoir été notre Co promotrice durant ce travail. On la remercie pour son suivi et ses conseils judicieux.*

*Nous tenons à témoigner toute notre gratitude à **M. MEZOUAR K.** qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de mémoire.*

*Nous sommes également très reconnaissantes à **Mme OUADAH N.** Et **Mme CHAOU N.** pour l'honneur qu'ils nous ont accordé en acceptant de juger notre travail et pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce dernier.*

*Nos sincères remerciements s'adressent également à **Mme GUERROUMI H** l'ingénieur du laboratoire de biochimie marine de l'ENSSMAL pour sa précieuse aide.*

*Enfin merci à nos familles et à nos proches pour leur soutien continu durant nos longues études.*

## **Dédicace**

*Dédicace Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ce qui m'est chers,*

### **A LA MEMOIRE DE MON PERE**

*Ce travail est dédié à mon père, décédé il y a longtemps, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études.*

*Que dieu lui fasse miséricorde et fasse de sa place le paradis*

### **A MA TRÈS CHÈRE MÈRE**

*La femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse*

*Je t'aime de tout mon cœur*

*A mes chers frères **Aïssa Mohamed Abd el Kader Ahmed Amine El hadj***

*A mes chères sœurs **Yamina Halima***

*A mon cher binôme **Assia***

*A mes chères amies **Nadjet Nesrine Mami Maroua***

*A la personne qui est spécial pour moi **Lotfi***

*A mes cousins et cousines.*

*A tous ceux que j'aurais oublié de citer mais qui existent au fond de mon cœur et de ma pensée.*

## *Dédicaces*

*Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce mémoire à mes chers, respectueux et magnifique parents **ZENNOUD Larbi** et **ZENNOUD Djamilá**, aucun dédicace ne serait exprimer mon amour, mon respect et ma considération pour toutes vos sacrifices.*

*Vous avez fait le possible et l'impossible pour moi, ma réussite c'est pour vous premièrement et pour moi.*

*Merci ma belle-mère, merci papa je ne serai comment exprimer mon éternelle gratitude et ma reconnaissance pour votre amour, soutien, patience et vos précieux conseils et prières pour toute votre assistance et présence dans ma vie.*

*Grand plaisir et remerciement*

*A mes grands frères **TOUNSI AISSA** et **ZENNOUD HOULARI** vous êtes les meilleurs, vous êtes toujours avec moi tous le temps vous avez fait beaucoup de choses j'ai les jamais oublié toute ma vie je vous souhaite que de bonheur.*

*Merci à vous :*

*Ma belle-sœur **NADJET**, tu es toujours ma force positive, merci **HABIBA** ma deuxième sœur qui me donne l'espoir et l'encouragement.*

*A mes petit frère **SALIM** et **FETHI***

*A mes chers amis **KHEIRA** et **NESRINE** pour les merveilleux moments passés ensemble*

*Ainsi qu'à tout le reste membre de ma famille*

## **Table des matières**

### **Liste des tableaux**

### **Liste des abréviations**

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Chapitre I : Généralités</b>	
I. Les algues.....	05
I.1.Généralité sur les algues.....	05
I.2.Classification.....	05
I.2.1.Les algues rouges (Rhodophycées).....	06
I.2.2.Les algues vertes (chlorophycées).....	06
I.2.3. Les algues brunes (Phéophycées).....	06
I.2.4. Les algues bleues (Cyanobactéries).....	06
I.3.Conditions de vie des algues.....	07
I.3.1.La lumière.....	07
I.3.2. La température.....	07
I.3.3.La salinité.....	07
I.3.4.Le mouvement d'eau.....	07
I.3.5.Le substrat.....	07
I.4.Définition d'un thalle.....	08
I.4.1.Les différents types de thalles.....	08
I.4.1.1Archéthalle.....	08
I.4.1.2Nématothalle .....	08
I.4.1.3Cladomothalle .....	08
I.5.Reproduction.....	09
I.6. Composition chimique des algues .....	09
I.7.La biotechnologie marine.....	10
I.7.1. Utilisations des algues en biotechnologie.....	10
II. Les polyphénols.....	11



## Liste des tableaux

### Chapitre III : résultats et discussion

<b>Tableau III.1:</b> La concentration du polyphénol dans les 5 échantillons.....	36
<b>Tableau.III.2 :</b> le taux de polyphénol en fonction de l'espèce algue.....	37
<b>Tableau.III.3 :</b> les résultats statistiques obtenus par l'analyse ANOVA one way.....	38
<b>Tableau.III.4:</b> Détermination de DO d'acide galique .....	55

## Listes des figures

### Chapitre I : Généralités

<b>Figure I.1 :</b> Structure du noyau phénol.....	12
<b>Figure I.2 :</b> Squelette de base des flavonoïdes.....	13
<b>Figure I.3 :</b> Structure chimique d'un tanin condensé.....	14
<b>Figure I.4 :</b> Propriétés des polyphénols.....	15

### Chapitre II : matériel et méthodes

<b>Figure II.1 :</b> Localisation du site de récolte (el Djamila Ain benian) Google earth 2021..	17
<b>Figure II.2 :</b> Lavage de l'algue avec l'eau de robinet.....	18
<b>Figure II.3 :</b> Séchage des algues à l'air libre.....	19
<b>Figure II.4 :</b> Broyage des algues.....	19
<b>Figure II .5 :</b> Tamisage de la poudre.....	19
<b>Figure II.6 :</b> La filtration des échantillons.....	20
<b>Figure II.7:</b> La gamme d'étalonnage d'acide gallique.....	21
<b>Figure II.8 :</b> L'incubation du 20 échantillons.....	22
<b>Figure II 9 :</b> 5 capsules avant de peser la poudre d'algues.....	23

### Chapitre III : résultats et discussion

<b>Figure III.1 :</b> Aspect général du thalle de <i>Jania rubens</i> observé à l'œil nu.....	25
<b>Figure III.2 :</b> Thalle de <i>Jania rubens</i> vu à la loupe G 4*10.....	26
<b>Figure III. 3 :</b> Détail du thalle de <i>Jania rubens</i> vu au microscope optique G10 *10.....	26
<b>Figure III.4 :</b> Aspect du thalle de <i>Cutleria multifida</i> observé à l'œil nu.....	27
<b>Figure III.5 :</b> Détail de la partie apicale du thalle de <i>Cutleria multifida</i> observé au microscope optique G40*10.....	27
<b>Figure III.6 :</b> Aspect du thalle de <i>Sargassum vulgare</i> vu à l'œil nu.....	28
<b>Figure III.7 :</b> Coupe transversale d'une feuille <i>Sargassum vulgare</i> de observé au microscope optique G100*10.....	28
<b>Figure III.8 :</b> Aspect général de <i>Codium fragile</i> vu à l'œil nu.....	29

<b>Figure III.9</b> : Détail des utricules de <i>Codium fragile</i> observé au microscope optique G10*10...	29
<b>Figure III. 10</b> : Aspect général de <i>Ulva rigida</i> vu à l'œil nu.....	30
<b>Figure III.11</b> : coupe transversale d' <i>Ulva rigida</i> observé au microscope optique G100*10.....	30
<b>Figure III.12</b> : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	36
<b>Figure III .13</b> : Histogramme représente le rendement d'extraction de différentes algues par décoction.....	37
<b>Figure III.14.</b> le taux des polyphénols en fonction d'espèce .....	38
<b>Figure III.15.</b> Histogramme représente la teneur en eau de chaque espèce.....	39

#### Liste des abréviations

**C** : carbone

**UV** : ultra- violet

**Km** : kilo mètre

**Cm** : centimètre

**B1** : Sargassum vulgare

**B2** : Cutleria multifida

**V1** : Ulva lactuca

**V2** : Codium fragile

**R** : Jania rubens

**V/ V** : volume de l'eau/volume de solvant

**Tr/min** : tour par minute

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : le carbonate de sodium

**Nm** : nanomètre

**FAO** : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

**ENSSMAL** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la mer et l'aménagement du Littoral

**ANOVA**: Analysis of variance

# Introduction

### INTRODUCTION

Les algues marines sont utilisées par les populations côtières depuis des milliers d'années en raison de leur haute valeur nutritionnelle. Ce qui est prouvé par l'existence de composés minéraux riches et divers qui constituent un apport important d'un grand nombre d'éléments et oligo-éléments, composés phénoliques, et une grande quantité de protéines et d'acides aminés. Elles contiennent également des vitamines telles que la vitamine B12 qui est absente chez les autres végétaux. En outre, Les algues sont caractérisées par leur faible teneur en lipides et sont des espèces riches en acides gras polyinsaturés.

Les algues suscitent aujourd'hui un intérêt majeur de développement économique. Ainsi, la masse monétaire brassée chaque année par l'industrie algale est croissante et estimée entre 5,5 et 6 milliards de dollars (MC HUGH., 2003).

Au fil des années, une attention particulière a été accordée à la découverte de nouvelles substances ayant une importance biotechnologique. Par conséquent, sur le marché pharmaceutique et cosmétique, 30 % des substances actives sont élaborées à partir de produits naturelles, dont 10 % sont isolées à partir des macroalgues. (MC HUGH., 2003).

L'utilisation des algues à des fins thérapeutiques est loin d'être un phénomène nouveau. Ainsi, des milliers de molécules ont été identifiées : des polysaccharides, des lipides et même de petits métabolites de nature terpénique (RAVI et *al.*, 1982 ;FLEURY et *al.*, 1994) ou phénolique (DESLANDES et *al.*, 2000).

Un certain nombre de travaux sur les algues de la côte algérienne ont été réalisés (J FELDMANN ., 1931-1961,G FELDMANN.,1931-1942 in OULD AHMED.,2015, SERIDI., 1990, SERIDI., 2007, KEDARI-MEZIENE .,1994, OULD AHMED., 1994, OULD AHMED.,2014 et OULD AHMED et *al.*, 2019) .

C'est dans cette optique que s'inscrit l'objectif de notre travail qui vise à valoriser la flore algale en Algérie. A cet effet, nous avons choisi cinq espèces d'algues récoltées à l'ouest d'Alger (Ain Benian) au printemps 2021.

Ces algues ont fait l'objet d'une étude systématique et biologique, puis une étude chimique pour l'extraction des polyphénols.

## Introduction

---

Notre travail comprend trois chapitres :

- le premier est consacré aux données bibliographiques concernant les algues d'une manière générale et leurs utilisations.
- Le deuxième chapitre comporte les matériels et méthodes d'études.
- Dans le troisième chapitre, les résultats sont exposés et discutés en les comparant à ceux publiés dans la littérature scientifique.
- L'étude s'achève par une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus et éventuellement des perspectives d'avenir.

# Généralités

## I. Les algues

### I.1. Généralité sur les algues

Les Algues sont des Thallophytes chlorophylliens (JEAN-CLAUDE et *al.*, 2008). Ce sont des organismes photosynthétiques que l'on trouve dans les milieux aquatiques d'eau douce ou marine (GARON-LARDIERE., 2004) dont l'appareil végétatif relativement simple est appelé thalle. Celui-ci contient une structure à sa base (rhizoïdes, crampons, disques...) permettant l'ancrage de l'algue sur un support : une roche (algues épilithes), une plante (algues épiphytes), ou un animal (algues épibiontes). Certaines algues peuvent même se fixer sur le sable (ZITOUNI., 2015). Leur taille varie du micromètre à plusieurs dizaines de mètres pour certaines algues. Près de 30 000 espèces d'algues ont été répertoriées jusqu'ici (FALLER., 2011).

Les algues peuvent néanmoins être classées en une dizaine d'Embranchements selon des critères basés sur leurs compositions pigmentaires, leurs polysaccharides de réserve ou leurs caractéristiques structurales (NIL., 2011). Depuis les années 1830, on a classé les algues en groupes principaux basés sur leur couleur (rouge, verte, brune) indiquant la présence d'un pigment accessoire impliqué dans la photosynthèse pouvant masquer le vert de la chlorophylle (GERALD., 2015).

### I.2. Classification

Les algues sont très diversifiées et constituent un ensemble hétérogène dans la mesure où elles n'appartiennent pas toutes à une même voie d'évolution mais à des groupes phylogénétiques très différents (CABIOC'H., 1992).

Cette diversification est illustrée par les variations importantes dans leur physiologie et métabolisme, reflet d'une grande diversité génétique. (FLOC'H., 2010)

De ce fait, On peut distinguer les eucaryotes unicellulaires ou multicellulaires à pigmentation rouge par rapport aux algues rouges, à pigmentation jaune par rapport aux algues brunes, les algues vertes à pigmentation verte, et les procaryotes, les bactéries bleues appelées cyanobactéries. Seuls 3 pigments donnent leur couleur aux algues : la chlorophylle, les caroténoïdes et les phycobiliprotéines. (FLOC'H., 2010 ; GARON-LARDIERE ., 2004) .

### I.2.1. Les algues rouges (Rhodophycées)

La couleur de ces algues est due à la présence de plastes roses, qui contiennent le pigment rouge phycoérythrine. La plupart de ces algues rouges sont multicellulaires et marines. Les algues rouges se divisent en deux groupes : les Bangiophycées et les Floridéophycées (plus complexes). Ils sont généralement connus pour leurs cycles de reproduction particulièrement complexes. (GARON-LARDIERE., 2004).

### I.2.2. Les algues vertes (chlorophycées)

Les algues vertes ou ulvophycées sont un ensemble d'algues dont les pigments essentiels à la photosynthèse sont les chlorophylles a et b. Les plastes de ces algues sont colorés en vert par ces pigments. Elles sont présentes en majorité dans les eaux douces et dans les mers et les océans. Cependant quelques espèces peuvent se retrouver sur terre (GARON-LARDIERE., 2004; LAPLACE., 2015).

### 1.2.3. Les algues brunes (Phéophycées)

La couleur brune de ces algues résulte de la dominance du pigment xanthophylle, la fucoxanthine, qui masque les autres pigments (chlorophylle a et c, ainsi que le bêta-carotène). Toutes les algues de ce groupe possèdent une structure pluricellulaire, mais leurs dimensions varient depuis les éléments microscopiques jusqu'aux très grands spécimens. La grande majorité des algues brunes sont marines (ZITOUNI., 2015).

### 1.2.4. Les algues bleues (Cyanobactéries)

Ces organismes unicellulaires ou pluricellulaires, ont longtemps été inclus dans les algues et nommés algues bleues en raison, en particulier, de leur habitat aquatique et de leur coloration bleu-vert. Il est actuellement admis que leur ultrastructure de type procaryote, indique une parenté certaine avec les bactéries, justifiant le terme de cyanobactéries qui leur est désormais appliqué. Ce sont des organismes formés de cellules ou de filaments microscopiques, mais qui se développent souvent simultanément pour constituer soit des colonies visibles à l'œil nu, soit des populations très importantes formant des « fleurs d'eau » exploitées depuis longtemps dans certaines régions (Spirulines du Tchad et du Mexique) ( HIRECHE ET LALAMI., 2016).

### I.3. Conditions de vie des algues

#### I.3.1. La lumière

La quantité et la qualité de l'algue dépend de la pénétration de la lumière dans les masses d'eau. Elle peut favoriser ou freiner son développement. Les algues détiennent des pigments différents selon les espèces. Ces derniers, interviennent dans la capture de la lumière. Les algues ne font pas toutes le même usage des radiations lumineuses : certaines recherchent beaucoup de lumière et d'autres peu (KARDACHE et *al.*, 2016).

#### I.3.2. La température

Elle agit sur le système métabolique et reproducteur de l'algue. Les variations de température peuvent même agir sur la dispersion ou la régression des peuplements (KARDACHE et *al.*, 2016).

#### I.3.3. La salinité

La salinité agit de deux façons sur l'algue: soit par dissolution du sel dans l'eau, soit par la concentration du sel dans l'eau. Ces modifications temporaires ou permanentes peuvent incommoder la vie de l'algue. Les zones à salinité variable limitent l'adaptation des algues.

Cette instabilité intervient sur le métabolisme, le perturbe à tel point parfois qu'elle entraîne une élimination des espèces. Seules les algues vertes réussissent à s'adapter (KARDACHE ET KHOUALDI, 2016).

#### I.3.4. Le mouvement d'eau

Les vagues, les courants et les marées créent une agitation de l'eau de laquelle dépendent les réactions des algues. Ainsi, chaque espèce supporte différemment ces facteurs hydrodynamiques. Ceux-là agissent donc sur la composition des peuplements d'algues (KARDACHE et *al.*, 2016).

#### I.3.5. Le substrat

Les algues n'ont pas de racines et ne peuvent donc tirer aucune nourriture de leur support. Les éléments nutritifs viennent du milieu qui les baigne. Néanmoins, le substrat ou support joue un rôle par sa nature et ses caractéristiques et déterminera l'espèce qui viendra s'y fixer. Les roches calcaires par exemple, sont envahies par les algues perforantes microscopiques, ce qui leur

confère une coloration spécifique. A l'inverse, certaines autres espèces fuiront les substrats calcaires. (KARDACHE et *al.*, 2016).

En outre, le support peut être en eau profonde ou peu profonde comme sur les rochers, les constructions portuaires, les bouées ou les coques de bateaux. Elles peuvent aussi se développer sur un organisme vivant animal ou végétal (KARDACHE et *al.*, 2016).

### 1.4. Définition d'un thalle

Un thalle est un appareil végétatif ne possédant ni feuilles, ni tiges, ni racines. Les végétaux à thalles étaient précédemment rassemblés dans les " Thallophytes " regroupant des végétaux autrefois dits inférieurs (algues, champignons, lichens, mousses...). (AMIROUCHE et *al.*, 2009).

#### I.4.1. Les différents types de thalles

**L'Archéthalle :** Chez ce type de thalle toutes les cellules ont le même rôle. On distingue :

- Les Cellules uniques libres (exemples: *Chlamydomonas*, *Closterium*)
- Les Petites colonies de cellules (*Pandorina*). Ou toutes les cellules du groupe ont la même structure et sont maintenues ensemble par une enveloppe mucilagineuse commune.
- Les thalles filamenteux pourvus d'une seule file de cellules, qui peut former soit un filament non ramifié (*Spirogyra*, *Ulotrix*) ou filaments ramifiés prostrés et/ou érigé (nombreuses Ulotrichales). (AMIROUCHE et *al.*, 2009).

**Nématothalle :** Ce thalle possède une spécialisation dont une zone de croissance

- Le thalle tubulaire (Enteromorpha), les filaments se sont associés pour former une structure en tube creux avec une seule couche de cellule à la périphérie du tube
- Le thalle foliacé (Ulva), il dérive du thalle filamenteux par juxtaposition de filaments pour former une lame repliée sur elle-même. Le thalle est ainsi formé de deux couches de cellules pressées les unes contre les autres (AMIROUCHE et *al.*, 2009).

#### Cladomothalle

- Le cladome est une organisation structurale comprenant un axe dressé à croissance indéfinie et des ramifications latérales à croissance définie: les pleuridies. La diversité extrême des thalles à cladome permet de rencontrer des formes très proches de celles de certaines cormophytes. (AMIROUCHE et *al.*, 2009).

### I.5. La reproduction

La reproduction chez les algues est extrêmement diversifiée et montre des types originaux. On peut distinguer la multiplication végétative (fragmentation de thalle, bouturage, etc.) et la reproduction au sens strict qui associe souvent une reproduction sexuée (faisant intervenir des gamètes) et une reproduction asexuée (faisant intervenir des spores). Le cycle de vie, correspond à l'enchaînement des différentes générations nécessaires pour retrouver un individu semblable à l'individu de départ et peut faire intervenir 1, 2 ou 3 générations successives (ce dernier cas ne se rencontre que chez les Rhodophytes et les champignons). (DELEPLINE *et al.*, 1987)

### I.6. Composition chimique des algues

Les algues marines ont une grande valeur biologique due à leurs richesses en:

- Fibres: de 33 à 61% (LAHAYE., 1991).
- Calcium: les algues sont une source abondante de calcium qui peut aller jusqu'à 34% de la matière sèche (FRESTEDTET *et al.*, 2008).
- Vitamines B12 à des teneurs assez importantes, contrairement aux plantes terrestres (WATANABE *et al.*, 1999).
- Iode: la teneur en iode des algues brunes est exceptionnelle et peut atteindre jusqu'à 14296 mg/kg de matière sèche (MARO *et al.*, 1999).
- Protéines: Les phycobilliprotéines sont les principaux pigments des algues rouges (phycoérythrine) et bleues (Phycocyanines). Elles possèdent des propriétés antioxydantes utilisées dans le traitement de certains cancers et maladies inflammatoires liées au stress oxydatif (GONZALEZ *et al.*, 1999 ; PADULA ET BOITEUX., 1999 ; REMIREZ *et al.*, 1999).
- Polyphénols: appelés phlorotannins chez les algues, ils sont présents surtout dans les phéophycées et montrent une activité antioxydantes dans les tests *in vitro* (SHIBATA *et al.*, 2008).
- Caroténoïdes: sont des puissants antioxydants. Les algues brunes en sont riches en plus des fucoxanthine,  $\beta$ -carotène et violaxanthine. De nombreuses études ont montré l'activité

antioxydant des caroténoïdes et leurs effets préventifs contre les pathologies liées au stress oxydatif (YAN *et al.*, 1999).

### I.7. Les biotechnologies marines

Les biotechnologies marines (ou biotechnologies bleues), c'est à dire l'utilisation des bioressources marines en tant que cibles ou sources d'applications biotechnologiques, constituent un domaine qui recèle un énorme potentiel pour l'innovation et la croissance économique. Dans un contexte de changement climatique et de pression croissante sur les ressources naturelles, les biotechnologies marines connaissent actuellement un regain d'intérêt grâce d'une part aux progrès méthodologiques dans le domaine des bioprocédés et d'autre part à l'avancée majeure des connaissances sur la biodiversité marine accompagnée de la révolution dite « omique ». Les ressources biologiques marines constituent en effet une matière première durable pour une exploitation dans divers domaines d'application tels que la nutrition, la santé, l'agriculture, l'aquaculture, l'énergie, l'environnement et les produits cosmétiques (CATHERINE *et al.*, 2015).

#### I.7.1. Utilisations des algues en biotechnologie

Il existe plusieurs domaines économiques qui font appel à des algues ou. Elles présentent actuellement une source nutritionnelle et un produit à valeur montante, surtout en Asie où elles sont utilisées directement comme aliments, ou indirectement dans l'industrie des phycocolloïdes (agars et alginate). Elles sont utilisées en agriculture comme engrais et fourrage, dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique, dans le textile, et dans bien d'autres domaines (KARDACHE *et al.*, 2016).

Les algues sont largement reconnues comme source de métabolites à intérêt pharmacologique et thérapeutique, car elles renferment des molécules actives à propriétés antioxydantes, anticancéreuses, anti-âge, cytoprotectrices, immunomodulatrices, anti-inflammatoires, anticoagulantes, antibactériennes, antidiabétiques, antifongiques, antipaludiques, antiplaquettaires, anti-protazoaires, antituberculeuses et antivirales. (TABOADA., 2012 ; CHOUIKHI., 2013).

Ces différentes activités sont dues à la présence de composés phénoliques, de caroténoïdes, de tanins, d'acide alginique, de polysaccharides sulfatés, de vitamines, d'acides gras polyinsaturés, de fucoxanthines, d'alcoïdes, de phycobilliprotéines, ....

Plusieurs études ont été réalisées in vitro et in vivo pour montrer ces activités comme l'effet des fucoxanthines (famille des caroténoïdes) extraites des algues brunes telle que *l'Undaria pinnatifida*, *Laminaria japonica*, *Laminaria religiosa* et *Petalonia binghamiae*. (HARPER., 2001). Ces dernières ont montré un pouvoir antioxydant et anti-cancéreux, inhibant des cellules de neuroblastome et des cellules cancéreuses du côlon. (FUNAHASHI ., 2001)

Les algues rouges telle que *Kappaphycus striatum*, *Chondrus crispus*, *Gigartina pistillata* présentent une activité antivirale contre la grippe B, le virus des oreillons, l'herpès Simplex. Ces carraghénanes, qui sont des polysaccharides sulfatés, présentent également des propriétés anticoagulantes, antitumorales et immunomodulatrices. (YASUHARA., 2010 ; FALLER., 2011)

Parmi les propriétés des chlorophycées, on citera une activité antimicrobienne et antifongique chez *Ulva lactuca*. Cette dernière inhibe la croissance des bactéries Gram négatif *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae* et *Enterobacter aerogenes* et de la bactérie Gram positif *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*. (CHOUIKHI., 2013; VILLARREAL-GOMEZ., 2010)

L'une des applications récentes des algues vertes est leur utilisation comme système d'expression de protéines recombinantes à but thérapeutique. Dans le domaine de la cosmétique, les algues sont largement utilisées pour leurs propriétés texturantes en particulier les carraghénanes. Les algues sont aussi susceptibles d'être utilisées en tant que principe actif pour des gels tonifiants et gommants, des crèmes antirides de massage, ou de protection solaire. Où Les molécules algaires actives sont alors l'acide alginique, les phlorotannins, les fucoïdanes et les fucoxanthines. (PEREZ., 1997 ; FALLER., 2011)

## II. Les polyphénols

Les polyphénols, dénommés aussi composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire (MOMPON et al., 1996). Leurs fonctions ne sont pas strictement indispensables à la vie du végétal, cependant ces substances jouent un rôle majeur dans les interactions de la plante avec son environnement (RICHTER., 1993), contribuant ainsi à la survie de l'organisme dans son écosystème. (MARTIN et al., 2002). Le terme « phénol » englobe approximativement 10 000 composés naturels identifiés (DRUZYNSKA et al., 2007). L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau phénolique à 6 carbones (figure I.1), auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle (OH) libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester ou hétéroside (BRUNETON., 1999).

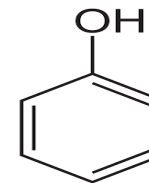


Figure I.1 : Structure du noyau phénol

Les composés phénoliques des végétaux sont issus de deux grandes voies d'élaboration de cycles aromatiques, la voie shikimate (également responsable de la synthèse des acides aminés Phe et Tyr) et la voie polyacétate, qui consiste en la condensation de molécules d'acétylcoenzyme A (GUIGNARD., 2000). Cette biosynthèse a permis la formation d'une grande diversité de molécules qui sont spécifiques d'une espèce de plante, d'un organe, d'un tissu particulier (BRUNETON., 2008).

### II.1. Classification des polyphénols

La classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. (CLIFFORD., 1999). On peut distinguer deux catégories : les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes (D'ARCHIVIO et al., 2007).

#### II.1.1. Polyphénols simples

##### II.1.1.1 Acides phénoliques

Ce sont des composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ils sont représentés par deux sous-classes μ les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque et de l'acide hydroxycinnamique (BRUNETON., 2008).

- Dérivés de l'acide hydroxybenzoïque (C6-C1)

Ces acides sont très communs aussi bien sous forme libre que sous forme combinée à l'état d'esters ou hétérosides (SKERGET et al., 2005). Cette catégorie est abondante dans les végétaux et les aliments, notamment les épices, les fraises, certains fruits rouges et l'oignon dans lesquels les concentrations peuvent atteindre plusieurs dizaines de milligrammes par kilogramme de fruits frais (MANACH et al., 2004).

- Dérivés de l'acide hydroxycinnamique (C6-C3)

Ces composés ont une distribution très large. Rarement libres, ils sont souvent estérifiés (SKERGET et *al.*, 2005). Et peuvent également être amidifiés ou combinés avec des sucres (O-acylglucosides, Oarylglucosides) ou des polyols tels que l'acide qu'inique (BRUNETON ., 2008).

### II.1.1.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés possédant un squelette de base à quinze atomes de carbone, constitués de deux noyaux aromatiques et d'un hétérocycle central de type pyrane, formant une structure C6-C3-C6 (Figure.I.2)

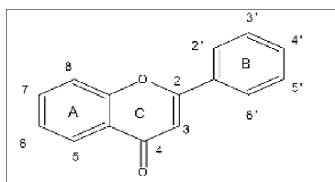


Figure I.2 : Squelette de base des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des pigments végétaux, ils sont capables d'exercer en plus des propriétés antioxydantes, des propriétés anti-inflammatoires, anti-allergiques et anti-ulcérogènes. Certains flavonoïdes ont également montré un potentiel d'agent vasodilatateur. Ils ont été surnommés les «modificateurs naturels des réponses biologiques» (BRUNETON., 1993).

### II.1.1.3. Alcools phénoliques

Un alcool phénolique est un composé organique possédant au moins un alcool aliphatique et un hydroxyle phénolique. Le tyrosol (4-hydroxyphényléthanol) et L'hydroxytyrosol (3,4-dihydroxyphényléthanol) sont les principales molécules de cette classe. Ces composés sont très abondants dans l'olive (fruit et feuille), libres ou associés à l'acide élénolique (MICOL V et *al.*, 2005).

## II.1.2. Polyphénols complexes (tanins)

### II.1.2.1. Tanins

Les tanins représentent une classe très importante de polyphénols localisés dans les vacuoles (AGUILERA-CARBO et *al.*, 2008). Historiquement, le terme « tanin » regroupait des composés polyphénoliques caractérisés par leurs propriétés de combinaison aux protéines (PARIS ., 1981). D'où leur capacité à tanner le cuir. Sur le plan structural, les tanins sont divisés en deux groupes, tanins hydrolysables et tanins condensés (LINDEN et *al.*, 1994). Ils sont différents à la fois par leur réactivité chimique et par leur composition (HASLAM., 1989).

- **les tanins hydrolysables:** ce sont des esters de glucose et d'acide gallique (Guignard., 2000). Ils sont d'abord caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par l'hydrolyse chimique (enzymatique). Ils libèrent alors une partie non phénolique (souvent du glucose) et une partie phénolique qui peut être soit de l'acide gallique, soit un dimère de ce même acide, l'acide élлагique (GUIGNARD., 2000).

- **les tanins condensés:** ce sont des oligomères ou des polymères de flavane-3-ol dérivés de la catéchine ou de ses nombreux isomères (figure I.3) (HARBORNE., 1980; AWIKA et *al.*, 2004). Ils ont la propriété de coaguler les protéines du derme, d'où leur utilisation dans le tannage des peaux (GUIGNARD., 2000)

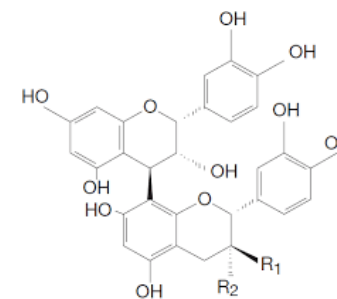
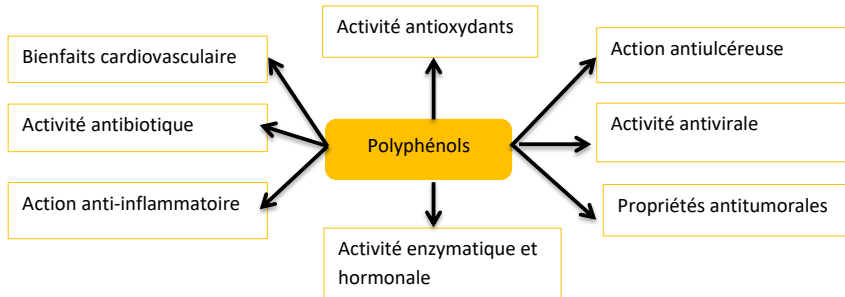


Figure I.3 : Structure chimique d'un tanin condensé

Les tanins ont un très grand pouvoir antibactérien, antiviral, anti-inflammatoire et une activité antimutagène. Les tanins sont utilisées dans les cas de rhume, de maux de gorge, de problèmes de sécrétions trop importantes, d'infections internes ou externes, de blessures, de coupures et dans les brûlures (BRUNETON., 1993).

**I.2. Propriétés bénéfiques des polyphénols**

Les polyphénols sont naturellement présents dans notre alimentation sous différentes formes, Parmi les nombreuses propriétés bénéfiques présentées par les polyphénols (figure 4), on retrouve l'activité antioxydant. Les antioxydants sont des molécules capables d'interagir sans danger avec les radicaux libres et de mettre fin à la réaction en chaîne avant que les cellules ne soient endommagées. (UTHURRY., 2011)



**Figure I.4 :** Propriétés des polyphénols (CARINE., 2012)

Les polyphénols fournissent aux cellules de notre organisme une protection contre les méfaits causés par le vieillissement ou l'exposition prolongée à des éléments tels que les infections, les rayons UV du soleil, la pollution ou la fumée de cigarette. (CARINE., 2012)

# Matériel et méthodes

## 1. travail sur terrain

### 1.1. Présentation du site de récolte (Plage La madrague El Djamila- Ain benian)



**Figure II.1** : localisation du site de récolte (el Djamila Ain benian) Google earth 2021

C'est une baie relativement fermée se situant à une trentaine de kilomètre à l'Ouest d'Alger et ayant presque 6Km de cote. Elle représente le quart oriental de la baie de Bou Ismail.

Il s'agit d'une cote sableuse basse dont le rivage est orienté Sud-Ouest-Nord Est, limitée du coté Est par le Rass Acrata et de la côte Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj.

Ses coordonnées géographiques sont :

2°53'42.792 "Est et 36°48'5.796" ; Rass Acrata. 2°50'54.744"Est et 36°45'43.092" ; Port de Sidi Fredj. 1.2.

#### La zone d'étude :

Le port d'El Djamila (ex la Madrague) est implanté à 30Km à l'Ouest d'Alger, dans la côte Est de la baie d'El Djamila, elle appartient administrativement a la commune d'Ain Benian dans la wilaya d'Alger.

## 1.2. La récolte des algues :

Cinq échantillons d'algue ont été récoltés sur des rochers submergés entre 0et 50 cm de profondeur pendant le mois de mai 2021 à Ain benian (Plage La madrague El Djamila). Celle –ci se répartit en trois groupes : deux algues brunes (chromophytes B1\_B2), deux algues vertes (V1\_V2 chlorophytes) et une algue rouge (Rhodophytes R).

## 2. Travail au laboratoire

### 2.1 Etude de la flore algale

La détermination des différents espèces récoltées a été faite par l'observation à l'œil nu, puis avec une loupe binoculaire (référence : OPTECH) et enfin à l'aide d'un microscope optique (référence : OPTIKA @ microscope ITALY). Nous avons réalisé des observations morphologiques et des coupes cytologiques en utilisant une lame bistouri pour l'identification spécifique de chaque espèce.

Pour l'identification de nos algues, nous avons utilisé un certain nombre de clés d'identification telles que : DELEPINE *et al.*, 1987, BOUDOURESQUE *et al.*, 1992 et 2006, SERIDI., 1990, BALLESTEROS., 2012 et OULD AHMED ., 1994 et 2015. Pour chaque espèce, nous avons donné la nomenclature actuelle et sa position taxonomique récente (GUIRY *et al.*, 2021).

### Préparation du matériel végétal

Les échantillons destinées à l'étude biochimique sont triés manuellement au laboratoire afin d'éliminer les épiphytes et les parasites. Puis lavés abondamment à l'eau de robinet (figure II.2) les échantillons ont été étalés sur du papier journal dans un endroit frais et aéré avec changement quotidien du journal pendant une durée de 20 jours pour qu'ils sèchent. (Figure II.3).



**Figure II.2** : lavage de l'algue avec l'eau de robinet



**Figure II.3 :** séchage des algues à l'air libre

Les échantillons d'algues sont hachés grossièrement puis broyés finement à l'aide d'un moulin à café (figure II.4). La poudre obtenue est passée au tamis (figure II.5) et conservée dans des flacons opaques pour servir aux différentes analyses.



**Figure II.4 :** broyage des algues



**Figure II.5 :** tamisage de la poudre

## 2.2. Etude biochimique

### 2.2.1. Détermination du taux de polyphénols

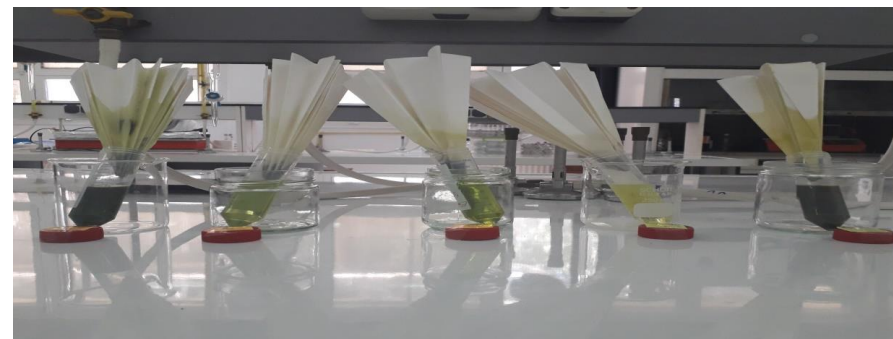
#### 2.2.1.1 .Mode opératoire et extraction

##### Extraction par décoction :

L'extraction des polyphénols par décoction a été effectuée selon le protocole décrit par CHAVANE *et al.*, 2001:

1 g de la poudre d'algue (B1, B2, V1, V2 et R) sont ajoutés à 40 ml de solvant d'extraction (éthanol, acétone, méthanol et eau). Chaque mélange est porté à ébullition dans un bain Marie durant 30 min puis filtré sur un papier filtre (figure II.6), et centrifugés à 4000 tr/min pendant 20 min. Ils sont ensuite conservés à 4 °C jusqu'à utilisation. (MAHMOUDI *et al.*, 2012)

##### Le dosage des polyphénols totaux



**Figure II.6 :** la filtration des échantillons

##### Principe :

Dans le but de déterminer la teneur en polyphénols totaux de nos échantillons, un dosage par la méthode spectrophotométrique de Folin-Ciocalteu a été effectué. C'est un test largement pratiqué dans les laboratoires de recherche.

Ce dosage est fondé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Folin - Cicalteu et une solution jaune acide contenant un complexe polymérique d'ions (hétéro polyacides). En milieu alcalin, le réactif de Folin - Cicalteu oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéro polyacides d'où la formation d'un complexe bleu (DAELS ., 1999).

Avant de passer à la détermination de la teneur en polyphénols totaux nous avons établi une courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme standard.

### La gamme d'étalonnage :

Préparation d'acide Gallique :

2mg d'Acide Gallique + 10 ml éthanol.

On dilue la solution standardisé d'acide Gallique de manière à avoir les Concentrations suivante :

2/1/0.5/0.25/0.12/0.06/0.03/0.01 mg/ml (figure II.7)

- On prendre 0.5ml de chacune de ces solutions dans 5ml d'eau distillé.
- On ajoute 1ml de Réactif de Folin dilué 10 fois (1ml de folin /9ml d'eau) et on laisse reposer.
- On ajoute ensuite 0.8 ml de la solution saturée de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 7.5% (7.5 g /100 ml)
- La couleur bleu commence à apparaître. Après 2h du Temps.
- On mesure l'absorbance de ces solutions avec un spectrophotomètre UV à 765nm.

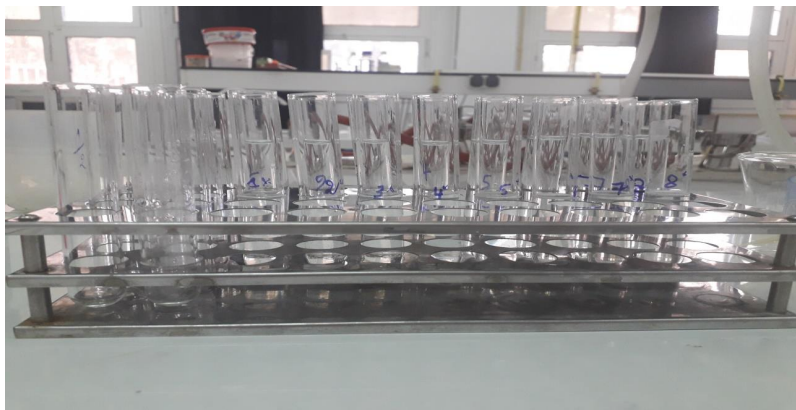


Figure II.7: la gamme d'étalonnage d'acide gallique

### Mode opératoire du dosage des polyphénols

Dans un 20 tube à essai on introduit :

- 0.2 ml d'extrait et on ajoute 5 ml d'eau.

- On ajoute 1 ml du réactif de Folin- Ciocalteu fraîchement préparé (10 fois dilué :1ml de folin / 9ml d'eau).

-On ajoute 0.8 ml de la solution de Na<sub>2</sub>Co<sub>3</sub> à 7.5% (7.5g dans 100 ml).

- L'ensemble est incubé à une température ambiante pendant deux heures (figure II.8).

- La lecture est effectuée contre un blanc sans extrait à l'aide d'un spectrophotomètre à 765nm.

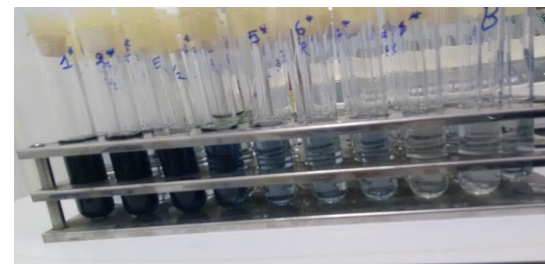


Figure II.8 : l'incubation du 20 échantillons

### 4. Analyses statistiques

Les résultats ont été exprimés en moyenne  $\pm$  écart-type (SD) à l'aide du logiciel Graph padPrism

8. Les analyses statistiques ont été effectuées par analyse de variance à un seul critère de classification (ANOVA One-way). La variable est les espèces (V1 / V2/ B1/ B2/ R), le facteur de variabilité est le solvant (Ethanol, Méthanol, Acétone et l'eau).

Le test de Tukey a été réalisé et la différence significative a été détectée à  $p < 0,05$ .

# Résultats et discussion

## I. Identification des algues récoltées

L'identification des échantillons récoltés a permis de distinguer cinq espèces d'algues dont une Rhodophytes (algue rouge), deux Ochrophytes (algues brunes) et deux Chlorophytes (algues vertes) :

- *Jania rubens* R
- *Cutleria multifida* B2
- *Sargassum vulgare* B1
- *Codium fragile* V2
- *Ulva rigida* V1

**I.1.Systématique** : les cinq espèces sont données selon la nouvelle classification (GUIRY ET GUIRY ., 2021)

### I.1.1. *Jania rubens*

Embranchement : Rhodophytes

Classe : Florideophyceae

Sous classe : Corallinophycidae

Ordre : Corallinales

Famille : Corallinaceae

Genre : *Jania*

Espèce : *Jania rubens* (Linnaeus) Lamouroux



**Figure III.1** : Aspect général du thalle de *Jania rubens* observé à l'œil nu



**Figure.III.2 :** Thalle de *Jania rubens* observé à la loupe (G4x10)



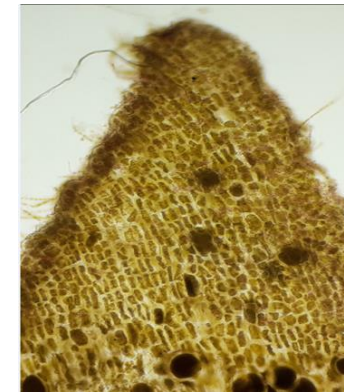
**Figure.III.3 :** Détail du thalle de *Jania rubens* observé au microscope optique

### I.1.2. *Cutleria multifida*

Embranchement: Ochrophytes  
 Classe Phéophycées (Fucophycées)  
 Ordre: Tilopteridales  
 Famille : Cutlériacées  
 Genre: Cutleria  
 Espèce: *Cutleria multifida* (Turner) Greville



**Figure III.4 :** Aspect du thalle de *Cutleria multifida* observé à l'œil nu



**Figure III.5 :** Détail de la partie apicale du thalle de *Cutleria multifida* observé au microscope optique (G 40x10)

### I.1.3. *Sargassum vulgare*

Embranchement: Ochrophytes  
 Classe : Phéophycées (Fucophycées)  
 Ordre: Fucales  
 Famille : Sargassacées  
 Genre: Sargassum  
 Espèce : *Sargassum vulgare* C.Agardh



Figure III.6 : Aspect du thalle de *Sargassum vulgare* observé à l'œil nu



Figure III.7 : Coupe transversale d'une feuille de *Sargassum vulgare* observé au microscope optique (G100x10)

**I.1.4. *Codium fragile***

Embranchement :	Chlorophyta
Classe :	Ulvophyceae
Ordre :	Bryopsidales
Famille :	Codiaceae
Genre :	Codium
Espèce :	<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot



Figure III.8 : Aspect général de *Codium fragile* observé à l'œil nu

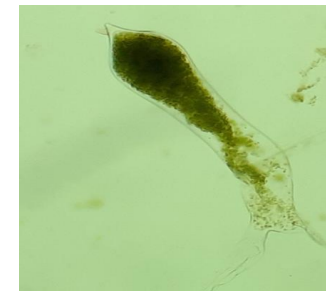


Figure III.9 : Détails des utricules de *Codium fragile* observé au microscope optique (G10x10)

**I.1.5. *Ulva rigida***

Phylum :	Chlorophyta
Embranchement :	Chlorophycophyta
Classe :	Ulvophyceae
Ordre :	Ulvales
Famille :	Ulvacées
Genre :	Ulva
Espèce :	<i>Ulva rigida</i> C .Agardh



**Figure III.10 :** Aspect général d'*Ulva rigida* observé à l'œil nu



**Figure III.11 :** Coupe transversale de l'algue *Ulva rigida* observé au microscope optique (G100x10)

**I.3.description, biologie, écologie, utilisation et distribution géographique des espèces récoltées**

**I.2.1. *Jania rubens***

**Description**

*Jania rubens* est une espèce calcifiée constituée de touffes d'individus dressés sur une croûte basale commune, pouvant atteindre une taille de 2 à 5 cm. Le thalle est de couleur rose claire, formé de filaments cylindrique, dressés, à ramification dichotome, diminuant souvent de diamètre de la base à l'extrémité et présentant un aspect corymbiforme (derniers rameaux terminés en pointe) ; les articles sont cylindriques et allongés ; ils sont de 3 à 6 fois plus longs que larges (Figure III.1).

**Biologie**

Cette algue vivace dont le thalle persiste en totalité pendant la mauvaise saison. Le cycle de développement de cette algue est complexe trigénétiq ue : les thalles sexués portent à la fois des conceptacles mâles (en forme de fuseaux aux extrémités des filaments) et de conceptacles femelles (en forme de cryptes), il existe aussi un troisième type de conceptacles, les conceptacles à tétra sporocystes (BOUDOURESQUE et al., 2006)

**Ecologie**

Elle se trouve généralement à l'état d'épiphyte sur diverses algues (*Cystoseira*, *Halopteris*, *Halopitys*, *Digenea*, etc...) .c'est une espèce photophile qui vit sur les roches éclairés dans l'étage infralittoral (proche de la surface jusqu'à 20 m), en mode calme (GARCIA-GOMEZ., 2015).

**Utilisation**

*Jania rubens* est souvent dénommée comme « corail végétal » utilisée dans la fabrication de crèmes dont le but est d'assouplir la peau, l'hydrater. Les laboratoires de cosmétiques ont en effet constaté que le corail réagissait exactement comme notre épiderme.

En fait, l'action du *Jania rubens* est probablement due à la présence de carbonate de calcium qui agit sur la peau comme un abrasif doux. L'utilisation du calcaire dans les dentifrices a le même but. (FEUGAS MARIE-PIERRE., 2007)

### Distribution géographique

Cette espèce trouve dans la mer Baltique, l'Atlantique et l'océan Indien ainsi que dans la mer méditerranée (GARCIA-GOMEZ., 2015).

*Jania rubens* est présente en Algérie aux Iles Habibas, Ain tagourait, Anse de kouali, Boussmail, Sidi Fredj, Ain benian, Gouraya et Taza (OULD AHMED ., 2015).

### I.2.2. *cutleria multifida*

#### Description

Le thalle de cette espèce est très découpé et lacinié, quelque fois très étroit sur toute sa longueur. Il peut atteindre 50 à 60 cm, quelque fois cunéiforme et large se terminant par des extrémités laciniés et fines. L'ensemble rappelle souvent l'aspect d'un *Dictyota* ou d'un *Taonia*, mais s'en distingue par son épaisseur nettement plus grande et sa consistance ferme, cartilagineuse et cassante à l'état frais. La fixation du thalle se fait par un disque basal (Figure III.4).

#### Ecologie

C'est une algue annuelle, infralittorale, fréquente sur fonds de coquilles, se récolte facilement en épave. (BOUDOURESQUE et al., 2006).

#### Utilisation

L'extrait de cette algue a un certain niveau d'antioxydant, activités antimicrobiennes et anticancéreuses in vitro. L'identification des composés actifs de ces espèces d'algues conduiront à leur évaluation dans potentiel commercial considérable en médecine, la production alimentaire et l'industrie cosmétique. (BRANISLAV et al., 2015)

### Distribution géographique

Elle se rencontre dans l'Atlantique nord-est (de l'Arctique au Maroc), et en Méditerranée. (BOUDOURESQUE et al., 2006).

En Algérie on la rencontre a Ain Tagourait, Kouali, Bou-Ismaïl, Sidi Fredj, Ain Benian ; Boumerdes, Gouraya et Taza (OULD AHMED et al ., 2013).

### I.2.3. *Sargassum vulgare*

#### Description

Cette algue est coriace, de couleur brun clair à foncé, qui mesure en moyen cinquantaine de cm de longueur ,la taille de notre échantillon est de 45 cm, ramifiés, a nombreux rameaux qui portent des ramification ressemblant à des feuilles ,porte des vésicules sphériques ou flotteur (Figure III.6).

#### Biologie

Cette algue est autotrophe, avec un cycle de développement monogénétique (BOUDOURESQUE et al ., 2006).

#### Ecologie

Elle colonise les substrats durs de l'étage infralittoral supérieur (DELEPLINE et al ., 1987)

#### Utilisation

Peut-être utilisée : en médecine, comme source de phycocolloïdes, (en raison de ses propriétés vermifuges) et en alimentation humaine (à cause de ses propriétés épaississantes, gélifiantes et stabilisantes.) (DELEPLINE et al ., 1987)

### Distribution géographique

Elle se trouve dans les zones tempérées à chaudes et tropicales de l'Atlantique, dans l'ensemble de la Méditerranée et dans la mer Noire. Elle est originaire du Pacifique (GARCIA –GOMEZ., 2015)

En Algérie on la rencontre a Ain Tagourait, Kouali, Bou-Ismaïl, Sidi Fredj, Ain Benian ; Boumerdes, Gouraya et Taza (OULD AHMED et al ., 2013).

### I.2.4. *Codium fragile*

#### Description

Thalle formé de cordons cylindriques, ramifiés dichotomiquement, à consistance "fragile" caractéristique, de couleur verte plus ou moins foncée (Figure.III.8). Les filaments sont abondants dans la medulla ; le cortex est constitué par les utricules avec mucron apical (Figure.III.9) . Le thalle de cette algue pouvant atteindre une taille de 30 cm.

### Biologie

Cette espèce est photophile se rencontre dans l'étage infralittoral supérieur, depuis la surface jusqu'à 10 m de profondeur. *Codium fragile* est très présent dans les étangs littoraux et peut continuer à vivre et se multiplier même arraché de son substrat. On le rencontre souvent, noirci, dans les laisses de mer (LAMARE., 2008).

### Ecologie

*Codium fragile* est considéré comme hautement invasif. Cette espèce originaire du Pacifique a été introduite dans nombre de mers chaudes et froides (LAMARE., 2008).

### Distribution géographique

En Europe, elle s'est d'abord répandue en Méditerranée (côtes espagnoles et françaises, Corse incluse, dans l'Adriatique et la partie européenne de la Turquie), puis dans l'Atlantique Nord-Est, de la Scandinavie au golfe de Gascogne et aux Canaries. Son introduction en Méditerranée date des années 1940.

Elle est aussi présente sur les côtes atlantiques et pacifiques d'Amérique du Nord (Alaska, Colombie Britannique, du golfe du Saint-Laurent à la Caroline du Nord) où elle s'installe dans les biotopes des laminaires, en Guadeloupe, en Amérique du Sud (Chili, Argentine), Afrique (Namibie), Asie, Australie et Antarctique. (LAMARE.,2008).

En Algérie on la rencontre à Ain Tagourait, Kouali, Bou-Ismaïl, Sidi Fredj, Ain Benian ; Boumerdes, Gouraya et Taza (OULD AHMED et al ., 2013).

### Utilisation

Cette espèce est utilisée dans l'alimentation humaine (en se référant aux habitudes japonaises) et celle des volailles (essais réalisés en France).

Elle peut également être utilisée dans le domaine médicale en raison de son action antibactérienne et antibiotique (DELEPLINE et al ., 1987).

### I.2.5. *Ulva rigida*

#### Description

*Ulva rigida* appelé laitue de mer. Elle se distingue par un thalle foliacé mince, fixé au substrat par un petit disque formé de nombreux rhizoïdes, sa taille varie de quelques centimètres carrés à plusieurs décimètres carrés(Figure.III.10).

#### Biologie

C'est une espèce pérenne, abondante au printemps et en hiver. Le cycle reproductif est digénétique. Les gamétophytes engendrent des gamètes biflagellés anisogames et les sporophytes des spores quadri flagellées, (SERIDI., 1990).

#### Ecologie

C'est une espèce qui vit dans les eaux peu profonds au niveau de l'étages médiolittoral et infralittoral supérieur, elle se trouve en abondance dans les zones bien illuminées et riches en sels nutritifs (LAURET et al ., 2011).

#### Distribution géographique

Elle se trouve généralement dans l'Atlantique Est, de la Scandinavie et l'Islande aux Canaries, dans l'Atlantique Ouest, en Méditerranée, en mer Noire, et dans l'océan Pacifiques (GARCIA-GOMEZ ., 2015)

Cette espèce est présente en Algérie à Bordj El Kiffan , El Marsa , Sidi-Fredj, Ain Benian Surcouf ;Boumerdès, Boudouaou ;Tipaza, Bouharoun , Bousmail, Anse de Kouali, Ain Tagourait , Cherchell ; Oran ;Mers el Hadjadj , Iles Habibas, Arzew (OULD AHMED et al ., 2019)

#### Utilisation

Elle peut être utilisée dans l'alimentation humaine sous forme de salade, et aussi dans l'alimentation animale. Elle peut également être exploitée dans le domaine médical en raison de la présence des vitamines C et B1 et des substances antimicrobiennes. Sa culture (par aquaculture) est facilement réalisable pour la production de biomasse (DELEPLINE et al ., 1987).

II. Détermination du taux de polyphénols

II.1. Droite d'étalonnage de l'acide gallique

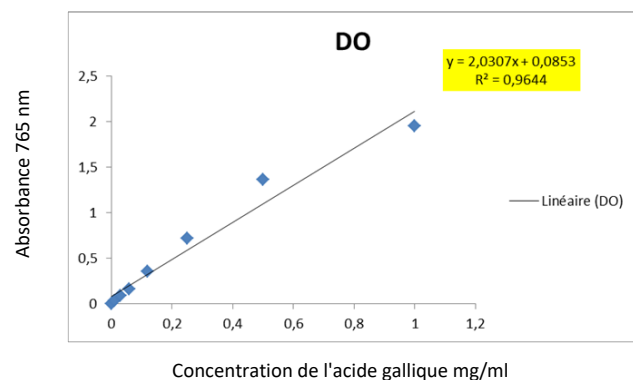


Figure III.12 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

II.2. Rendement en polyphénols totaux:

Tableau III.1: Résultats du dosage des polyphénols dans les 5 échantillons

Les espèces	Les solvants	L'absorbance à 765 nm	Teneur en PT (mg éq AG/g PS) 1g	Teneur en PT (mg éq AG/g PS) 100g
<i>Ulva rigida</i>	Ethanol	0.024	0.01	1
	Acétone	0.019	0.009	0.9
	Méthanol (70%)	0.164	0.055	5.5
	Eau	0.2	0.07	7
<i>Codium fragile</i>	Ethanol	0.73	0.25	25
	Acétone	0.052	0.01	1
	Méthanol (70%)	0.057	0.011	1.1
	Eau	0.069	0.018	1.8
<i>Sargassum vulgare</i>	Ethanol	0.06	0.012	1.2
	Acétone	0.013	0.007	0.7
	Méthanol (70%)	0.133	0.04	4
	Eau	0.203	0.07	7
<i>Cutleria multifida</i>	Ethanol	0.15	0.05	5
	Acétone	0.108	0.03	3
	Méthanol (70%)	0.153	0.048	4.8
	Eau	0.001	0	0
<i>Jania rubens</i>	Ethanol	0.009	0	0
	Acétone	0.009	0	0
	Méthanol (70%)	0.026	0.0012	0.12
	Eau	0.072	0.019	1.9

AG : acide gallique, éq AG : équivalent d'acide gallique, PS : poids sec

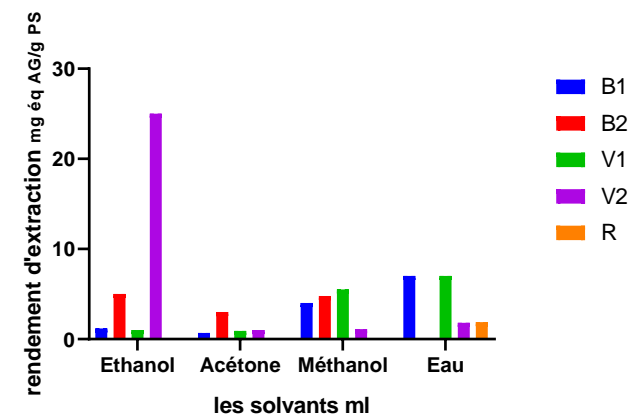


Figure III.13. Histogramme représentant le rendement d'extraction des différentes algues par décoction

Il ressort à travers l'observation des rendements d'extraction que le méthanol (70%) donne le meilleur rendement d'extraction soit une moyenne de 3.104 mg éq AG/g PS, alors que l'acétone affiche le plus faible rendement avec une moyenne de 1.12 mg éq AG/g PS.

L'eau distillée est considérée comme un bon solvant pour l'isolement des composés phénoliques.

Les résultats obtenus ont montré que les teneurs en polyphénols totaux varient en fonction du solvant utilisé.

Tableau.III.2 : le taux de polyphénol en fonction de l'espèce algue

Les espèces / Les solvants	<i>Sargassum vulgare</i>	<i>Cutleria multifida</i>	<i>Ulva rigida</i>	<i>Codium fragile</i>	<i>Jania rubens</i>
Ethanol	1.2	5	1	25	0
Acétone	0.7	3	0.9	1	0
Méthanol(70%)	4	4.8	5.5	1.1	0.12
Eau	7	0	7	1.8	1.9
Les moyenns (mg éq AG/g PS)	3.225	3.2	3.6	7.225	0.505

## Résultats et discussion

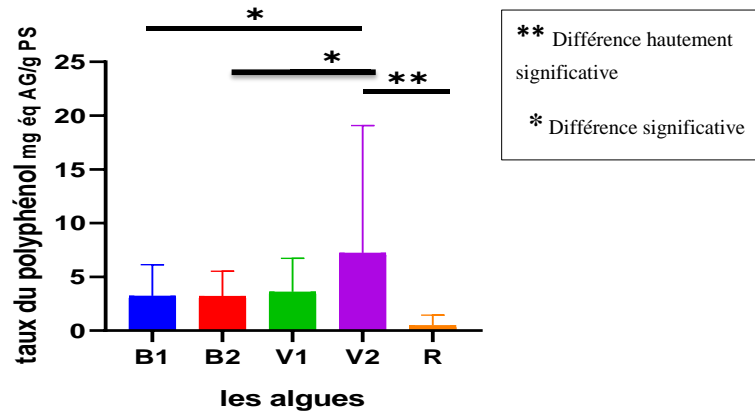


Figure III.14 : le taux des polyphénols en fonction d'espèce algue

La teneur en polyphénols totaux est de 3.225 mg éq AG/g PS pour l'algue *Sargassum vulgare*, de 3.2 mg éq AG/g PS pour l'algue *Cutleria multifida*, de 3.6 mg éq AG/g PS pour l'algue *Ulva rigida*, de 7.225 mg éq AG/g PS pour l'algue *Codium fragile* et de 0.505 mg éq AG/g PS pour l'algue *Jania rubens*. (Figure III.14)

( $\alpha = 0.05$ )

$\alpha$ : C'est le seuil à partir de lequel on prend le risque d'accepter les résultats.

P: Elle représente la probabilité de faire une erreur ou de rejeter l'hypothèse nulle si elle varie, plus la valeur de p est petite, plus la probabilité de faire une erreur en rejetant l'hypothèse nulle est faible.

Si:

Valeur de  $p \leq \alpha$ : les différences entre certaines moyennes sont statistiquement significatives (DS). Ça veut dire que les moyennes ne sont pas égales.

Il y a peu de chance pour que ces résultats soient dus uniquement au hasard.

Valeur de  $p > \alpha$ : les différences entre certaines moyennes ne sont pas statistiquement significatives (DNS). Parce que les moyennes sont égales.

## Résultats et discussion

Ces résultats sont dus principalement au facteur chance en refusant l'expérience pour avoir des résultats totalement aléatoires puis qu'il dépend au hasard.

	B1 m = 3.225 n = 5	B2 m = 3.2 n = 5	V1 m = 3.6 n = 5	V2 m = 7.225 n = 5	R m = 0.505 n = 5
B1 m = 3.225 n = 5					
B2 m = 3.2 n = 5	DNS m ± 1.851				
V1 m = 3.6 n = 5	DNS m ± 2.132	DNS m ± 1.943			
V2 m = 7.225 n = 5	DS m ± 6.103	DS m ± 6.040	DNS m ± 6.130		
R m = 0.505 n = 5	DNS m ± 1.526	DNS m ± 1.248	DNS m ± 1.629	DS m ± 5.649	

L'analyse statistique (tableau.III.2) montre qu'il y a une différence hautement significative entre *Codium fragile* et *Jania rubens*. Aussi une différence significative est constatée entre *Sargassum vulgare* et *Codium fragile* ainsi qu'entre les deux algues *Cutleria multifida* et *Codium fragile*.

### IV. Discussion

Le méthanol (70%) donne les meilleurs rendements d'extraction des polyphénols. Des résultats identiques ont été obtenus par MAHMOUDI *et al.*, 2012.

L'algue verte *Codium fragile* offre le meilleur rendement d'extraction des polyphénols pour les quatre solvants.

Cependant, L'algue rouge *Jania rubens* donne un rendement faible pour l'acétone et l'éthanol. Ce qui rejoint les résultats de MAHMOUDI et al. ; 2012 qui ont conclu que l'acétone procure le plus faible rendement en polyphénols.

L'eau distillée a donné de bons résultats pour l'extraction des composés phénoliques. Des données similaires ont été rapportées par KATARZYNA et al., 2016 qui ont révélés un taux de polyphénols de 329mg/100g MS en utilisant l'eau distillé comme solvant d'extraction. Aussi, des travaux sur l'extraction des composés phénolique de macroalgues Irlandaises (*Ascophyllum nodosum*, *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis* et *Ulva testinalis*) ont montrés que l'utilisation de l'eau assure des résultats satisfaisant (TIERNEY et al., 2013)

Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par plusieurs auteurs (LUDMILA et al., 2015) qui ont trouvé que l'extraction à l'aide de l'eau distillée semblait être la procédure la plus efficace pour la quasi-totalité des échantillons d'algues analysés, à l'exception de l'algue marine *Laminaria japonica*.

L'eau distillée est considérée comme un bon solvant pour l'isolement des composés phénoliques (LOPEZ et al., 2011).

La variation dans les taux des composés phénoliques entre notre algue et celles étudiées par ces auteurs pourrait être attribuée aux conditions d'extraction ainsi qu'aux milieux et à la saison de la récolte. (SRICK et al. 2007) ont rapporté que les conditions environnementales sont capables d'altérer les concentrations en métabolites secondaires bien que les types des composés soient génétiquement fixés. En fait, la production des composés phénoliques par les algues marines est influencée par plusieurs facteurs: extrinsèques (profondeur, lumière, salinité, nutriments et pression des herbivores) et intrinsèques (type, âge et étape de reproduction) (ZUBIA et al., 2007).

### Conclusion

Le présent travail s'oriente vers une voie de valorisation très peu exploitée en Algérie. Il vise à étudier les potentialités naturelles des algues marines qui forment une source intéressante et très prometteuse de substances biologiquement actives.

Nous avons choisi cinq espèces d'algues récoltées à l'ouest d'Alger: deux brunes (*Sargassum vulgare* et *Cutleria multifida*), deux vertes (*Ulva rigida* et *Codium fragile*) et une algue rouge (*Jania rubens*). Ces algues ont fait l'objet d'une étude systématique et biologique puis une étude chimique.

L'extraction des composés polyphénoliques est une étape cruciale pour la valorisation de ces principes actifs, elle dépend de la méthode et du solvant approprié qui préservent leurs propriétés biologiques.

De cette étude, il ressort que la décoction par le méthanol 70% donne les meilleurs résultats quant à l'extraction des polyphénols totaux, alors que l'acétone donne le plus faible rendement.

De plus, les algues vertes donnent le meilleur rendement en polyphénols pour les quatre solvants (par la méthode de décoction). Toutefois les algues brunes offrent un rendement satisfaisant en polyphénols.

En ce qui concerne, l'étude statistique elle a permis de conclure qu'il y a une différence significative entre certaines espèces.

Ce travail ouvre la voie à des perspectives d'avenir dans le domaine de l'étude des polyphénols. Cette technique peut s'appliquer à d'autres espèces d'algues de la cote algérienne en vue de leur exploitation.

# Références bibliographiques

**AMIROUCHE N., BOUGUEDOURA N., HADJ ARABE H., 2009.** Les Thallophytes, université de sétif ferhet abbes, Edition Chihab.

**AWIKA J.M., ROONEY L.W., 2004.** Sorghum photochemical and their potential aspects. 65, Issue 9, May 2004, pp 1199-1221.

**AGUILERA-CARBO A., AUGUR C., PRADO-BARRAGAN L. A., FAVELA-TORRES E., AGUILAR C N., 2008.** Microbial production of ellagic acid and biodégradation of ellagitannins. Applied Microbiology and Biotechnology, 78: pp 189-199.

**BONNAILLIE C, SALACS M, VASSILIOVA E et SAYKOVA I., 2012.** Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea* L.). Revue de génie industriel. 7 : pp 35-45.

**BRANISLAV RANKOVIĆA., MARIJANA KOSANIĆA., TATJANA STANOJKOVIĆB., 2015.** Marine macroalgae with antioxidant, antimicrobial and cytotoxic potential. Faculty of Science, University of Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac., SERBIA: 142\_147 p.

**BOUDOURESQUE., C-F ., CABIOUCH. J., 2006.** Guide des algues des mers d'Europe. Paris., Etude de la chaux et niestlé : 267p.

**BOUGANDOURA N., 2011.** Pouvoir antioxydant et antimicrobien des extraits d'espèces végétales *Saturejaca laminthassnepta* (nabta) et *Ajugaiva*L. (Chendgoura) de l'ouest d'Algérie. Mémoire de magister, Université Tlemcen : 125p.

**BRUNETON J., 1993.** Pharmacognosie, phytochimie., plantes médicinales., Techniques et Documentation. 2eme édition Lavoisier., Paris : 916 p.

**BRUNETON J., 1999.** Phytochimie. Plantes médicinales. Pharmacognosie., 3eme édition, Paris, France : pp125\_165 .

**BRUNETON J., 2008.** Acides phénols. In: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. Lavoisier, Paris Ed: Tec & Doc. 260 p.

**CABIOC'H J. FJY, 1992.** Le Toquin A., Boudouresque C.F., Meinesz A., Verlaque M. Guide des algues des mers d'Europe : Manche/Atlantique. 1:272 p.

**CACAMESSE S., AZZOLINA R., RURNARI G., GORMACI M. & GRASSO S., 1980.** Antimicrobial and antiviral activities of extracts from Mediterranean algae. Bot. Mar, 23 : pp 285-288.

**CARINE MASSAUX., 2012.** Polyphénols : des alliés pour la santé, abeilles & Cie n°149.

**CATHERINE BOYEN., PASCALJAOUEN., 2015.** Les Biotechnologies Marines dans le Grand Ouest : 61p.

**CHAVAN, F. SHAHIDI AND M. NACZK. , 2001.** Extraction of condensed tannins from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvents. *J. Food Chem.* 75 : pp 509 -512.

**CHOUIKHI A., 2013.** Potential applications of marine seaweeds and pharmacological activities of their metabolites. A review., *International Congress of the Populations & Animal Communities*: 40p.

**CLIFFORD M.N., 1999.** Appendix 1. A nomenclature for phenols with special reference to tea Washington., DC, CRC Press., Boca Raton Florida., 41 (5) : 393-397p.

**DAELS RAKOTOARISON D., 1999.** Extraits phénoliques d'aubépine, de cola et d'églantier. Thèse de doctorat., université de Lille-II, France.

**D'ARCHIVIO M., FILESI C., DI BENEDETTO R., GARGIULO R., GIOVANNINI C. ET MASELLA R., 2007.** Polyphénols, dietary sources and bioavailability. *Annali-dell'Istituto-Superiore-di-Sanità.* 43(4) : 348-361p.

**DELEPINE R., BOYDOURSQUE C F., 1987.** Algue et autre végétaux marins. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche., Révision méditerranée et mer noir., zone de la pêche., volume I végétaux et invertébrés., Rome : FAO.136 p.

**DESLANDES E., PONDAVEN E., AUPERIN T., ROUSSAKIS C., GUÉZENNEC J., STIGER V. & PAYRI C., 2000.** Preliminary study of the in vitro anti-proliferative effect of a hydroethanolic extract from the subtropical seaweed *Turbinaria ornata* (Turner J. Agardh) on a human non-small-cell bronchopulmonary carcinoma line. *Journal of Applied Phycol* 6: 257-262 p.

**DRUZYNSKA B., STEPNIIEWSKA A. ET WOLOSIAK R., 2007.** The influence of time and type of solvent on efficiency of the extraction of polyphenols from green tea and antioxidant properties obtained extracts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria.*, 6: 27 36p.

**E. KOFFI, T. SEA, Y. DODEHE AND S. SORO., 2010.** Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *J. Animal & Plant Sci.*, 5: pp 550-558.

**ETAHIRI S., BULTEL-PONCÉ V., CAUX C. & GUYOT M., 2001.** New bromoditerpenes from the red alga *Sphaerococcus coronopifolius*., *Journal of Natural Products* 64(1) : pp 1024-1027.

**ETAHIRI S., EL KOURI A., BULTEL-PONCE V., GUYOT M. & ASSOBEI O., 2007.** Antibacterial bromophenol from the marine red alga *Pterosiphonia complanata*. *Natural Product communication* 2: pp 749-752.

**FALLER H., 2011 :** Les applications et la toxicité des algues marines. Thèse de doctorat., université de Limoges :132 p.

**FAO (1987).** Méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37., Révision 1., 1.Rome ,Italy.

**FAVIER A., 2003.** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique., *L'actualité chimique* 11, pp 108-115.

**FELDMANN J.(1931)** contribution à la Flor géologique marine de l'Algérie :les algues de Cherchell. Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*,22 :pp 179\_254.

**FELDMANN J. et FELDMANN G.(1939)** Addition à la flore des algues marines de l'ALgérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* : pp 318\_321 .

**FELDMANN J. et FELDMANN G. (1942)** Addition à la flore des algues marines de l'ALgérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 33 : pp 230\_245.

**FELDMANN J. (1961)** Note sur les algues marines Galite. *Rapp. P. V. Réunion.* *Commiss. Internation. Explor. Sci. Mer médit* : pp 503\_508.

**FEUGAS Marie-Pierre, LAMARE Véronique, VERLAQUE Marc i., 2007. (consulté le 20/08/2021)** *Jania rubens* (Linnaeus) J.V.Lamouroux. (En ligne). <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/671>.

**FLEURY B.G., KELECOM A., PERIERA R.C. & TEIXERA V.L., 1994.** Polyphenol, terpene and sterols in Brazilian Dictyotales and Fucales (Pheophyta), *Bot Mar* 37: pp 457- 462.

**Floc'h J. Y. LV. 2010.** LES SECRETS DES ALGUES, Collection "Carnets de sciences", éd. Quae, 167p.

**FRESTEDT J., ZENK J., KUSKOWSKI M., WARD L. & BASTIAN E., 2008: A WHEY-PROTEIN G.N.U. FREE DOCUMENTATION LICENCE, 2006.** (En ligne) [http://en.wikipedia.org/wiki/GNU\\_Free\\_Documentation\\_licence](http://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Free_Documentation_licence).

**FUNAHASHI H. IT, MASE T., SEKITA M., YOKOI K., HAYASHI H., SHIBATA A., HAYASHI T., NISHIKAWA M., SUDA N., HIBI Y., MIZUNO Y., TSUKAMURA K., HAYAKAWA A., TANUMA S., 2001.** Seaweed prevents breast cancer *Journal of Cancer Research* 92:483-487p.

**GARCIA-GOMEZ C., 2015.** Guide de suivi environnemental des fonds rocheux dans les Aires Marines Protégés de méditerranée et leurs zones limitrophes .CAR/ASP – PNUE/PAM : 482p

**GARON-LARDIERE S., 2004.** Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Thèse de doctorat. Université de Bretagne occidentale école doctorale des sciences de la matière., de l'information et du vivant : 332p.

**GERALD M.C., 2015.** Le beau Livre de la Biologie De l'origine de la vie à la génomique. DUNOD : 30p.

**GUIGNARD J.L., 2000.** Biochimie végétal. Dunod: 188 p.

**GUIGNARD J.L., 2000.** Les composés aromatiques In : Biochimie végétal. Ed : Dunod:161-217p.

**GONZALEZ, R., RODRIGUEZ S., ROMAY C., ANCHETA O., GONZALEZ A., ARMESTO J., REMIREZ D. & MERINO N., 1999.** Anti-inflammatory activity of Phycocyanines extract in acetic acid-induced colitis in rats. *Pharmacological Research* 39 (1): 55-59p.

**HARBORNE J.B., 1980:** Secondary Plant Products. *Encyclopedia of Plant Physiology* 8: 329-402p. on human health. *J.Agric. Food. Chem* 52, 4388-4359.

**HARPER M.K. BTS, COPP B.R., JAMES R.D., LINDSAY B.S., RICHARDSON A.D., SCHNABEL P.C., TASDEMIR D., VANWAGONER R.M., VERBITSKI SM M., 2001.** Introduction to the chemical ecology of marine natural products. *Marine Chemistry Ecology*: 3-69p.

**HASLAM E., 1989.** Plant polyphenols, vegetal tannins revisited Cambridge. Thèse de doctorat., University Press., Combridge: 230p.

**HE Z., XIA W. ET CHEN J., 2008.** Isolation and structure elucidation of phenolic compounds in Chinese olive (*Cranium album L.*) fruit. *European Food Research and Technology*. 226: 1191-1196p.

**HIRECHE I., & LALAMI F., 2016.** Effet réparateur d'un extrait d'Igüe marin *personnelia* sp deux modèles de stress : CMS et ligature de nerf sciatique. Etude comportementale et histologique. Mémoire de Master. Université de Bordj Bou Arreridj : 83p.

**HYNES M.J., O'COINCEANAINN M., 2001.** The kinetics and mechanisms of the reaction of iron (III) with gallic acid, Gallic acid methyl ester and catechin. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 85: 131-142p.

**Ilknur Ak • Cenk O' Z. YO, Zu'Dog'Ru • Tolgo "K., 2015.** Effect of sodium acetate and sodium nitrate on biochemical composition of green algae *Ulva rigida*. *Aquaculture International* 23:1-11.

**JEAN-CLAUDE R., EL MAAROUF-BOUTEAU H. & BOUTEAU F., 2008 .** ATLAS BIOLOGIE VÉGÉTALE 1.

**KEDARI-MEZIENE (1994).** contribution à l'étude de l'impact de la pollution sur la distribution spatio-temporelle des peuplements phytobenthiques dans la baie de Bou-Ismaïl (Algérie). Thèse magister ENS Alger 1\_226 pp.

**KARDACHE A. & KHOUALDI Y., 2016.** Etude des activités antioxydantes, antibactériennes et antifongiques d'extraits d'algues marines d'origines Algérienne. Mémoire de master., Université de Constantine: 79p.

**KATARZYNA G., IZABELA M., AUKASZ T. & KATARZYNA CHOJNACKA., 2016.** Plant Growth OBioStimulants Based on Different Methods of Seaweed Extraction with Water. *BioMed Research International* 25, p11

**KTARI L. & GUYOT M., 1999:** A cytotoxic oxysterol from the marine algae *Padina pavonica*, *Journal of Applied Phycology* 11, 511-513p.

**LAURET, M., OHEIX, J., 2011.** Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes de la lagune du Languedoc-Roussillon : 148 p.

**LAHAYE M., 1991.** Marine algae as sources of fibres: determination of soluble and insoluble dietary fibre contents in some sea vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 54, 587-594p.

**LAMARE VERONIQUE, VERLAQUE MARC IN., 2008.** DORIS, 27/03/2021: *Codium fragile* subsp. *Fragile* (Suringar) Hariot.

**LINDEN ET LORIENT D., 1994.** Pigments et aromes .In : Biochimie agro-industrielle valorisation alimentaire de la production agricole. Ed : Masson. 338-340p.

**LAPLACE C. TM, PELTRE M.C., LAMBERT E., RODRIGUEZ S., VERGON J.P., 2015.** Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes.

**LAURET, M., OHEIX, J., 2011.** Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon :148p

**L'ÓPEZ A., RICO M., RIVERO A. & SU'AREZ DE TANGIL M., 2011:** The effects of solvents on the phenolic contents and antioxidant activity of *Stypocaulon scoparium* algae extracts. *Food Chemistry* 125, 1104-1109.

**LUDMILA M., LADISLAVA M., JARMILA V. A., JANA O., JIRI M. , JIRI S. & TUNDE J., 2015.** Phenolic Content and Antioxidant Capacity in Algal Food Products. *Molécules* 2015. 20, 1118-1133.

**MAHMOUDI SOUHILA, KHALI MUSTAPHA, MAHMOUDI NACERA., 2012.** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus L.*), Université Saâd DAHLAB, Faculté des sciences Agrovétérinaire, Département des sciences agronomiques, route de Soumaâ, BP 270 – 9000, Blida, Algérie.

**MANACH C., SCALBERT A., MORAND C., REMESY C., JIMENEZ L., 2004.** Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*. 79: 727-747p.

**MARO D., HEBERT D., GANDON R. & SOLIER L., 1999.** Dosage par spectrométrie gamma de l'iode 129 dans les échantillons biologiques marins et terrestres. Application à des algues prélevées le long des côtes de la Manche: *Fucus serratus* et *Laminaria digitata*., *Radio protection* 34 (1) : 13-24p.

**MARTIN S. ET ANDRIANTSITOHAINA R., 2002.** Cellular mechanism of vasculo-protection induced by polyphenols on the endothelium. *Annales de Cardiologie et d'Angiologie*. 51: 304-315p.

**MICOL V., CATURIA N., PEREZ-FONS L., MAS V., PEREZ L. ET ESTEPA A., 2005.** The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral hemorrhagic septicaemia Rhabdovirus (VHSV). *Antiviral Research*. 66: 12 9-136p.

**MIKA A., MINIBAYEVA F., BECKETT R. & LUTHJE S., 2004.** Possible functions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species., *Phytochemistry Reviews* (3):173-193p.

**MOMPON B., LEMAIRE B., MENGAL P. ET SURBEL D., 1996.** Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. IN « Polyphénols 96 ». Ed INRA. 31-35p.

**NAKANO Y., 1999.** Dried green and purple lavers (nori) contain substantial amounts of biologically active vitamin B<sub>12</sub> but less of dietary iodine relative to other edible seaweeds. *Agricultural and Food Chemistry* 47(6): 2341-2343p.

**NIL S., 2011 :** Variation saisonnières du rendement et des propriétés physicochimiques de l'agar de la rhodophycée *Gelidium sesquipedale* de la cote de Mostaganem. Activité antibactérienne et antifongique de l'extrait algal., Thèse de magister. Université d'Oran : 96p.

**OULD –AHMED N., 1994** étude des espèces phytobenthiques au voisinage de la centrale thermique de mer El Hadj (Golfe d'Arzew ; Ouest Algérien). Mention particulier sur une espèce remarquable Chlorophyte, Caulerpale : *Caulerpprolifera* (Forsskal) Lamouroux.thèse magister ISMAL : 1\_178+78tab+45pl.

**OULD –AHMED N., 2014 GOMEZ GARRETA A., 2014.** Checklist of the benthic marine macroalgae from Algeria. I. Phaeophyceae. *Anales Jard. Bot. Madrid* 70 (2) :136\_143 pp.

**OULD –AHMED N., 2015.** Les algues des côtes algériennes. Connaissance, Caractérisation, Conservation, Utilisation. Thèse de doctorat, ENSA, Alger.

**OULD-AHMED N., GOMEZ GARRETA A., 2019.** Checklist of the benthic marine macroalgae from Algeria. I. Phaeophyceae. *Anales Jard. Bot. Madrid* 70(2): 136-143p.

**PÂDULA M. & BOITEUX S., 1999.** Photodynamic DNA damage induced by phycocyanin and its repair in *Saccharomyces cerevisiae*. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 32(9): 1063-1071p.

**PARIS M., HURABELLEN M., 1981.** Abrégé de Matière médicale, pharmacognosie. Ed: Masson : 210-215p.

**PEREZ R., 1997.** Ces algues qui nous entourent: conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisations, culture. : 272p.

**P. GARCIA-SALAS, A. MORALES-SOTO, A. SEGURA-CARRETERO AND A. FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ., 2010.** Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*. Vol. 15: 8813-8826p.

**RAVI B. N., MURPHY P. T., LIDGARD R. O., WARREN R. G. & WELLS R. J. C., 1982.** 18 terpenoid metabolites of the brown alga *Cystophora moniliformis*, *Aust. J. Chem* (35), 171-182p.

**REMIREZ D., GONZALEZ A., MERINO N., GONZALEZ R., ANCHETA O., ROMAY C. & RODRIGUEZ S., 1999.** Effect of phycocyanin in zymosan-Induced arthritis in mice- phycocyanin as an antiarthritic compound. *Drug Development Research* 48, 70-75p.

**RICHTER G., 1993.** Composés phénoliques in *Métabolisme des végétaux: physiologie et biochimie*. Ed Presse polytechnique et universitaire romande 317-339p.

**SATPATI G. PR., 2011.** Biochemical composition and lipid characterization of marine green alga *Ulva rigida*- a nutritional approach. *Journal of Algal Biomass* 2:10-13.

**SERIDI, H., 1990.** Etude des algues marines benthiques de la région d'Alger. Thèse magister., USTHB, Alger: 221p.

**SERIDI, H., 2007.** Étude de la flore algale de l'Algérie. Etude phytosociologie du peuplement algaux photopiles de l'infralittoral supérieur de substrat dur. Thèse doctorat science biologique (USHB) :172 p

**SHIBATA T., ISHIMARU K., KAWAGUCHI S., and YOSHIKAWA H. & HAMA Y., 2008.** Antioxidant activities of phlorotannins isolated from Japanese Laminariaceae. *Applied Phycology* 20, 705-711p.

**SINGLETON VL., ORTHOFER R., LAMUELA-RAVENTOS ., 1999.** «Analysis of total phenols and other oxidants substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 152-178p.

**SKERGET M., KOTNIK P., HADOLIN B., HRAS A.-R., SIMONIC M. ET KNEZ Z., 2005.** Phenols, proanthocyanidines, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 89: 191-198p.

**S. JOKIĆ, D. VELIĆ, M. BILIĆ, A. BUCIĆ-KOJIĆ, M. PLAN INIĆ AND S. TOMAS., 2010.** Modelling of the Process of Solid-Liquid Extraction of Total Polyphenols from Soybeans. *J. Food Sci.* Vol. 28. 206- 212p. Organisation des plantes sans fleurs, algues et champignons. DUNOD, 154p.

**TABOADA M. C. MR, MIGUEZ M. I., 2012.** Nutritional value of the marine algae wakame (*Undaria pinnatifida*) and nori (*Porphyra purpurea*) as food supplements. *Journal of Applied Phycology* 25p.

**TIERNEY M.S., SOLER-VILA A., RAI D.K., CROFT A.K., BRUNTON N.P. & SMYTH T.J., 2013.** UPLC-MS profiling of low molecular weight phlorotannin polymers in *Ascophyllum nodosum*, *Pelvetia canaliculata* and *Fucus spiralis*. *Metabolomics* 10, 524–535.

**UTHURRY C.A., HEVIA D., GOMEZ-CORDOVES C., 2011.** Role of honey polyphenols in health. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science* 3(4) : 141-159p.

**VILLARREAL-GOMEZ L.J. S-MIE, GUERRA-RIVAS G., AYALA-SANCHEZ , 2010.** Antibacterial and anticancer activity of seaweeds and bacteria associated with their surface. . *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45:267-275p.

**WATANABE F., TAKENAKA S., KATSURA H., MASUMDER S.A.M., ABE K., TAMURA Y. & WRIGHT A.D.M., KONIGHT G., ANGERHOFER C.K., GREENIDGE P., LINDEN A. & DESQUEROUX FAUNDEZ R., 1997.** Anti-malarial activity: the search for marine-derived natural products with selective anti-malarial activity. *Journal of Natural Products* 59, 710-716p.

**YAN X., CHUDA Y., SUZUKI M. & NAGAT T., 1999.** Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hifikia fusiformis*. Common edible seaweed., *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 63(3), 605-607p.

**YASUHARA BL., 2010.** Marine compounds and their antiviral activates. *Antiviral research* 86:231-240p.

**ZHAO Z., 2012.** Antioxidative capacity of rosehip polyphenols and their potential role in type 2 diabetes mellitus prevention and management. *Mmaster of Science Thesis* : 44p.

**ZITOUNLH., 2015.** Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral Algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires. Thèse de doctorat en biotechnologie microbiennes génomes et environnement. Université des frères Mentouri Constantine : 196p.

**ZUBIA D., ROBLEDO D. & FREILE-PELEGRIN Y., 2007.** Antioxidant activities in tropical marine macroalgae from the Yucatan peninsula Mexico. *Journal of Applied Phycology* 19, 449-556p.

# Annexes

## Annexes

### Graph Pad prism

Est une puissante combinaison de bio-statistique de base, ajustement des courbes et des graphiques scientifiques dans un programme compréhensif. Plus de 100000 scientifiques dans plus de 100 pays s'appuient sur prism pour analyser, leur graphique et présenter leurs données scientifiques.

### Les courbes d'étalonnages :

Préparation d'acide Gallique : 2mg d'Acide Gallique + 10ml éthanol

$$n1=n2 \quad c1*v1=c2*v2$$

$$c1 : 2\text{mg}/10 \text{ ml} \quad \longrightarrow \quad v1 : ??$$

$$c2 : \text{la concentration de l'acide gallique} \quad \longrightarrow \quad v2 : 10 \text{ Ethanol}$$

On dilue la solution standardisé d'acide Gallique de manière à avoir les Concentrations suivante :  
2/1/0.5/0.25/0.12/0.06/0.03/0.01 mg/ml

On prendre 0.5ml de chacune de ces solutions dans 5ml d'eau distillé.

Puis on ajoute 1ml de Réactif de Folin dilué 10 fois (1ml de folin /9ml d'eau) et on laisse reposer.

On ajoute ensuite 0.8 ml de la solution saturée de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 7.5% (7.5 g /100 ml)

La couleur bleu commence à apparaître. Après 2h du Temps on mesure l'absorbance de ces solutions avec un spectrophotomètre UV à 750nm

**Tableau.III.3:** Détermination de DO d'acide galique

Tube	1	2	3	4	5	6	7	8	B
DO	1.955	1.668	1.364	0.716	0.360	0.160	0.095	0.033	0

## Résumé

Dans le cadre de l'utilisation des algues marines, nous sommes intéressées à étudier les macroalgues marines de la région de Ain Benian en mettant en évidence leurs taxonomie et leurs utilisation en biotechnologie. L'extraction des composés phénoliques des algues marines ont été étudiée : deux algues brunes (*Sargassum vulgare*, *Cutleria multifida*), deux algues vertes (*Ulva rigida*, *Codium fragile*) et une algue rouge (*Jania rubens*). Les effets de la nature du solvant (acétone, éthanol, méthanol et eau distillée), sur l'extraction des composés phénoliques des extraits ont été évalués. La teneur en polyphénols totaux a été déterminée afin d'optimiser les meilleurs conditions d'extraction.

**Mots-clés:** algue rouge, algues brunes, algues vertes, *Sargassum vulgare*, *Cutleria multifida*, *Ulva rigida*, *Codium fragile*, *Jania rubens*, composés phénoliques, extraction, taxonomie.

## Abstract

In the context of the use of marine algae, we are interested in studying marine macroalgae in the Ain Benian region, highlighting their taxonomy and their use in biotechnology. The extraction of phenolic compound from marine algae has been studied: two brown algae (*Sargassum vulgare*, *Cutleria multifida*), two green algae (*Ulva rigida*, *Codium fragile*) and one red algae (*Jania rubens*). The effects of the nature of the solvent (acetone, ethanol, methanol and distilled water), on the extraction of phenolic compounds from the extracts were evaluated. The content of total polyphenols was determined in order to optimize the best extraction conditions.

**Keywords:** red algae, brown algae, green algae, *Sargassum vulgare*, *Cutleria multifida*, *Ulva rigida*, *Codium fragile*, *Jania rubens*, phenolic compound, extraction, taxonomy.

## ملخص

في سياق استخدام الطحالب البحرية، نحن مهتمون بدراسة الطحالب البحرية الكبيرة في منطقة عين بنيان، وإبراز تصنيفها واستخدامها في التكنولوجيا الحيوية. تمت دراسة استخلاص المركبات الفينولية من الطحالب البحرية: اثنان من الطحالب البنية (*Sargassum vulgare*، *Cutleria multifida*)، اثنان من الطحالب الخضراء (*Ulva rigida*، *Codium fragile*)، واحد من الطحالب الحمراء (*Jania rubens*). تم تقييم تأثير طبيعة المذيب (الأسيتون، الإيثانول، الميثانول والماء المقطر) على استخلاص المركبات الفينولية من المستخلصات. تم تحديد محتوى البوليفينول الكلي من أجل تحسين افضل ظروف الاستخراج

**الكلمات المفتاحية:** الطحالب الحمراء، الطحالب البنية، الطحالب الخضراء، المركبات الفينولية، الاستخراج، التصنيف، *Cutleria multifida*، *Ulva rigida*، *Codium fragile*، *Jania rubens*، *Sargassum vulgare*