

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**

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

Spécialité : Biotechnologie marine

Thème :

**Etude de l'extraction des composés phénolique à partir de quelques
espèces d'algue marine.**

présenté par :

LABRECHE Nahla

YOUNSI Fatima zahra

Soutenu le 27/09/2022 devant le jury composé de :

M ^{me} MOKRANE Zakia	Maître de conférences A	ENSSMAL	Président
M ^{me} OUAFI Leila	Maître assistante B	ENSSMAL	Promotrice
M ^{me} KHELIFA Nedjma	Maître de conférences B	ENSSMAL	Examinatrice
M ^{me} BAHBAH Lamia	Maître assistante B	ENSSMAL	Examinatrice

Année universitaire : 2021-2022

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 Continentale

Spécialité : Biotechnologie marine

Thème :

Etude de l'extraction des composés phénolique à partir de quelques espèces d'algue marine.

Présenté par :

LABRECHE Nahla

YOUNSI Fatima zahra

Soutenu le 27/09/2022 devant le jury composé de :

M ^{me} MOKRANE Zakia	Maître de conférences A	ENSSMAL	Président
M ^{me} OUAFI Leila	Maître assistante B	ENSSMAL	Promotrice
M ^{me} KHELIFA Nedjma	Maître de conférences B	ENSSMAL	Examinatrice
M ^{me} BAHBAH Lamia	Maître assistante B	ENSSMAL	Examinatrice

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant et miséricordieux de nous avoir données la force, le courage, la volonté et l'amour de savoir et surtout la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons particulièrement à remercier Notre promoteur, Mme OUAFI L. qui nous a guidées et encouragées tout au long de ce travail, également pour sa gentillesse, sa disponibilité et sa patience.

Nous tenons à témoigner toute notre gratitude à Mme MOKRANE Z. Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de mémoire.

Nous sommes également très reconnaissantes à Mme KHELIFA N. et Mme BAHBAH L. 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

Je remercie ALLAH de m'avoir illuminé le chemin de savoir et de m'avoir donné la foi et le courage pour arriver jusque-là.

Je dédie ce mémoire et avant tout aux deux êtres les plus chers sur cette terre, mes parents YOUNSI AHECEN et AYACHI ZINA, qui n'ont jamais cessé de me soutenir tout au long de mes études.

Grand plaisir et remerciement

A Ma belle-sœur ANGHAM, tu es toujours ma force positive.

A mes frères YASSER et ZAKARIA

A toute ma famille et mes amis

Spéciale remerciement a mon fiancé MOHANED

ZAHRA

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
CHAPITRE I. GÉNÉRALITES	
I. Généralités sur les algues marines.....	3
I.1. Définition des algues marines... ..	3
I.2. Les deux grands groupes d'algues	3
I.3. Classification des algues... ..	4
Les algues vertes (Chlorophycées)	
Les algues brunes (Phéophycées)	
Les algues rouges (Rhodophycées)	
Les algues bleues (cyanobactéries ou cyanophytes)	
I.4. Habitat et Conditions de vie des algues.....	5
a. La lumière, condition essentielle	
b. La température	
c. Le substrat (ou support)	
d. Les facteurs hydrodynamiques	
e. La salinité de l'eau	
I.6. Composition chimique des algues	6
I.7. Reproduction des algues	8
I.8. Cycle de vie des algues	8
I.9. Mode de nutrition des algues	9
II. Généralité sur la biotechnologie	
II.1. Définition des biotechnologies.....	10
II.2. Biotechnologies marines / Biotechnologies bleues... ..	10
II.3. Utilisations des algues en biotechnologie	10
III. Les Polyphénols	
III.1. Présentation Générale Sur Les Polyphénols.	12
III.2. Classification.....	13
III.2.1 Composés Phénoliques Simples / Phénol	14

III.2.2. Composés Phénoliques Complexes / Polyphénols	18
III.3. Effects Biologiques des Polyphénols.....	22
III.4. Propriétés mmédicinale des ccomposés phénoliques	23
III.4.1. Effe anti-inflammatoire des polyphénols... ..	23
III.4.2. Effet antibactérien des polyphénols	24
III.4.3. Effet anti-Cancéreux des polyphénols.....	24
III.4.4. Anti-dyslipidémie des polyphénols	25

CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. Travail Sur Terrain	26
I.1. Présentation Du Site De Récolte.....	26
I.2. Récolte Des Algues.....	26
II. Travail Au Laboratoire.....	27
II.1. Etude De La Flore Algale.....	27
II.2. Préparation du Matériel Végétal	27
III. Méthodes	
III.1. Préparation Des Extraits Bruts.....	28
III.1.1. Extraction par décoction	28
III.1.2. Extraction Par Macération.....	30
III.2. Dosage Des Composés Phénoliques	31
III.2.1. Préparation De La Gamme D'étalonnage Pour Les Différents Dosages. 31	
III.2.2. Dosage des composés phénoliques totaux (CPT)	32
III.2.3. Dosage Des Flavonoïdes Totaux	34
IV. Analyses statistiques.....	35

CHAPITRE III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. Identification des algues... ..	37
I.1. Systématique	37
I.1.1. <i>Jania Rubens</i>	37
I.1.2. <i>Cystoseira compressa</i>	38
I.1.3. <i>Ulva lactuca</i>	39
I.1.4. <i>Enteromorpha intestinalis</i>	40
I.2. Description, biologie, écologie, utilisation et distribution géographique des espèces récoltées... ..	41

<i>I.2.1. Jania rubens</i>	41
<i>I.2.2. Cystoseira compressa</i>	42
<i>I.2.3. Ulva lactuca</i>	43
<i>I.2.4. Enteromorpha intestinalis</i>	44
II. détermination de taux de polyphénols	45
II.1. Droite d'étalonnage de l'acide gallique	45
II.2. Rendement en polyphénols totaux	46
II.2.1. Teneur en polyphénols totaux en fonction de l'espèce de l'algue	46
II.2.2. Rendement d'extraction par macération	47
II.2.3. Comparaison entre le rendement d'extraction par macération et décoction par méthanol	49
III. Détermination de taux des flavonoïdes	52
III.1. Droite d'étalonnage de quercétine	52
III.2. Rendement des flavonoïdes totaux	53
IV. Conclusion	55
Référence bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

Chapitre I : Généralités

Tableau I.1. Quelques classes des polyphénols

Tableau I.2. Activités biologiques de quelques composés phénoliques

Chapitre II : Matériel et méthode

Tableau II.1. Standards et concentrations utilisés pour la préparation des courbes d'étalonnage pour les différents tests.

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau III.1 : le taux de polyphénol en fonction de l'espèce algue.

Tableau III.2 : Les résultats d'étude statistique par ANOVA.

Tableau III.3 : résultats du dosage des polyphénols par la méthode de Macération.

Tableau III.4 : Teneur en polyphénols totaux extraits par macération et par décoction.

Tableau III.5 : Teneurs en flavonoïdes en fonction de l'espèce de l'algue.

Liste des figures

Chapitre I : Généralités

Figure I.1. Cycle de vie d'une Chlorophyta (Ulva).

Figure I.2. La structure du phénol

Figure I.3. Structure générale des phénols simples substitués

Figure I.4. La structure des phénols substitués par hydroxyle

Figure I.5. La structure des phénols dihydroxylés

Figure I.6. Exemple d'acide phénolique.

Figure I.7. Exemples d'acides Hydroxycinnamiques

Figure I.8. Structure générale des Hydroxycoumarines

Figure I.9. Squelettes de base des flavonoïdes.

Figure I.10. Structures chimiques de quelques flavonoïdes.

Figure I.11. Structure des tanins hydrolysables et les acides associés

Figure I.12. Structure des tanins condensés et leur monomère

Figure I.13. Structure d'une lignine

Figure I.14. Structure générale des lignanes et exemples.

Figure I.15. Structure chimique de Stilbène

Figure I.16. Propriétés des polyphénols

Chapitre II : Matériel et méthode

Figure II.1. Localisation du site de récolte (Cultmare) (Google Earth 2022).

Figure II.2. Les étapes de préparation de la matière Végétale (Photo prise au laboratoire

Figure II.3. Schéma récapitulatif des étapes de l'extraction des polyphénols par décoction.

Figure II.4. Schéma récapitulatif des étapes de l'extraction des polyphénols par macération

Figure II.5. Spectrophotomètre D'acide Gallique.

Figure II.6. Schéma récapitulatif des étapes de dosage des polyphénols totaux.

Figure II.7. Schéma récapitulatif des étapes de dosage des flavonoïdes totaux.

Chapitre III : Résultats et discussion

Figure III.1 : Aspect générale du thalle de *Jania rubens* observé à 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.

Figure III.4 : Aspect générale du thalle de *Cystoseira compressa* observé à œil nu.

Figure III.5 : Thalle de *Cystoseira compressa* observé à la loupe(G4x10).

Figure III.6 : Coupe transversale de l'algue *Cystoseira compressa* observé au microscope optique (Grx100).

Figure III.7 : Aspect générale du thalle d'*Ulva lactuca* observé à œil nu.

Figure III.8 : Détail du thalle d'*Ulva lactuca* observé au microscope optique.

Figure III.9 : Aspect générale du thalle d'*Enteromorpha intestinalis* observé à œil nu.

Figure III.10 : Thalle d'*Enteromorpha intestinalis* observé à la loupe (G4x10).

Figure III.11 : Détail du thalle d'*Enteromorpha intestinalis* observé au microscope optique.

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

Figure III.13 : Histogramme représentant le rendement d'extraction des polyphénols par décoction.

Figure III.14 : Histogramme représentant le taux de polyphénols dans chaque espèce d'algues.

Figure III.15 : Histogramme comparative entre extraction méthanolique à 70 % des polyphénols par Décoction et Macération.

Figure III.16 : Courbe d'étalonnage de Quercétine pour le dosage des flavonoïdes.

Figure III.17 : Histogramme représentant le rendement d'extraction des flavonoïdes.

Liste des abréviations

R : *Jania rubens*.

B : *Cystoseira compressa*.

V1 : *Ulva lactuca*.

V2 : *Enteromorpha intestinalis*.

AG : acide gallique.

EAG : équivalent d'acide gallique.

PS : poids sec.

ANOVA : Analysis of variance.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculteur.

ENSSMAL : École Nationale supérieure des sciences de la mer et l'aménagement du littoral. **DHS** : Différence hautement significative.

DS: Différence significative.

DNS : Différence non significative.

Introduction

Introduction

Les algues marines constituent une bioressource importante, utilisée dans l'alimentation, la médecine et en cosmétologie. Du fait de l'existence de composés minéraux riches, de polysaccharides, d'acides aminés dérivés, d'acides gras et de stérols (KORNPROBST, 2005). Elles sont capables également de produire de nombreux métabolites secondaires parmi lesquels on distingue les composés phénoliques (KING ET YOUNG, 1999). Depuis quelques années, les polyphénols font l'objet d'une attention particulière. Elles auraient un rôle préventif contre les maladies cardiovasculaires et inflammatoires mais aussi curatif contre de nombreuses maladies, tels que les cancers (FUJIKI *et al.* (1998). Ce sont également des molécules à activités antioxydantes (RICE-EVANS *et al.* (1996); LARSON, 1988) anti-radicalaire et anti- inflammatoire (SURCH *et al.* (2001).

Le secteur algal est de ce fait en plein essor. En effet, la production mondiale des macroalgues s'est élevée à plus de 27 millions de tonnes en 2014. Ainsi la masse monétaire mondiale brassée chaque année par l'industrie algale est estimée entre 5,5 et 6,5 milliards d'euros, avec une croissance continue liée à la culture (F.A.O., 2016).

Ce travail de recherche a pour objectif de contribuer à valoriser la flore algale en Algérie et identifier les espèces qui présentent un intérêt pour des applications pharmaceutiques, alimentaires ou fertilisantes. Cette étude vise également la recherche de nouvelles sources d'antioxydants naturels et de régulateurs de croissance végétaux (polyphénols) chez les macroalgues. A cet effet, nous avons choisi quatre espèces d'algues récoltées à l'Est de Tipaza (**Cultmare**) au printemps 2022.

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

Ce mémoire s'articule sur trois chapitres :

- Le premier chapitre, est une synthèse bibliographique sur les algues et leurs intérêts et utilisation en biotechnologie.
- Le second chapitre présentera une synthèse des différentes méthodes utilisées pour l'extraction des polyphénols et des flavonoïdes à partir des algues étudiées.
- Le troisième chapitre comportera nos résultats interprétés et discutés en les

Introduction

comparants 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 proposées.

Chapitre 01 :

Généralités

Chapitre 01 : Généralités

I. Généralités sur les algues marines

I.1. Définition des algues marines

Le terme botanique « algue », du latin « alga », désigne un organisme autotrophe chlorophyllien dont l'appareil végétatif, appelé thalle, ne possède aucun organe spécifique (racine, tige, feuille), contrairement aux végétaux supérieurs (**BARSANTI et GUALTIERI (2010)**).

Les algues sont des organismes photosynthétiques que l'on trouve dans les milieux aquatiques d'eau douce ou marine, ainsi que dans de nombreux milieux terrestres. Elles ont des formes et des dimensions très variables. Certaines sont microscopiques et d'autres mesurent plusieurs mètres de longueur, mais elles ont toutes des caractères communs. (**RAMADE, 2009**).

I. 2. Les deux grands groupes d'algues :

Les algues se divisent en deux grands groupes à savoir : les microalgues et les macroalgues :

➤ Les microalgues, ou Phytoplancton :

Généralement d'une taille de l'ordre du micron et donc invisibles à l'œil nu (**DIADIÉ, 2009**). Elles sont des microorganismes aquatiques unicellulaires eucaryotes de forme ellipsoïde ou ronde (**BEN et al. (2015)**).

➤ Les macroalgues :

Les macroalgues possèdent généralement un appareil végétatif clairement distinguable à l'œil nu et sont fixées sur un substrat rocheux à travers des crampons qui sont souvent recouverts de sécrétions riches en polysaccharides. Ces macroalgues peuvent, elles-mêmes, constituer un substrat pour de nombreuses communautés animales. La partie foliacée du thalle des macroalgues appelée fronde peut être sous forme de filaments, cordons ou lanières (**ZEHLILA, 2017**).

I. 3. Les bases de la classification :

La classification des algues repose sur plusieurs critères. On peut distinguer les eucaryotes unicellulaires ou multicellulaires à pigmentation rouge (algues rouges), à pigmentation jaune (algues brunes) et les algues vertes à pigmentation verte. Chez les procaryotes nous avons les bactéries bleues appelées aussi cyanobactéries.

Seuls 3 pigments donnent leur couleur aux algues : la chlorophylle, les caroténoïdes et les phycobiliprotéines. (**FLOC'H, 2010 ; GARON-LARDIERE, 2004**).

Chapitre 01 : Généralités

I.3.1. Classification des algues marines :

En général, les algues regroupent quatre groupes (algues vertes, algues rouges, algues brunes, algues bleues) qui sont différenciées par rapport à la couleur, chaque groupe contient des classes, et chaque classe contient des centaines d'espèces (**GARON-LARDIERE, 2004**).

a. Les algues vertes (Chlorophycées) :

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 aux algues de produire leur d'amidon, comme pour les plantes supérieures. La plupart des algues vertes vivent en eau douce ou en milieux marins, Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale (**GUILLAUME, 2010**).

b. 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 possèdent une structure pluricellulaire, les Phéophycées représentent les plus grands thalles et forment les populations les plus denses (**FELLOUS, 2019**).

c. Les algues rouges (Rhodophycées)

Les rhodophytes ou algues rouges forment un groupe très diversifié. Ces algues doivent leur couleur à la présence de plastes roses dans lesquels se trouve un pigment rouge ; la phycoérythrine qui est associée à plusieurs autres pigments dont les chlorophylles. Les rhodophycées sont des organismes pluricellulaires divisés en deux grands groupes, en fonction de leur cycle de reproduction : les bangiophycées et les floridéophycées, elles préfèrent les zones profondes (entre 25–100 mètres) où seules les radiations vertes et bleues parviennent à passer (**GUILLAUME, 2010; FELLOUS, 2018**).

d. Les algues bleues (cyanobactéries ou cyanophytes)

C'est un groupe d'algues et les plus anciennes plantes à chlorophylle. Elles n'ont pas des structures cellulaires variables, on dénombre 150 genres et 2000 espèces. Ces végétaux, 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 (**AINANE, 2011**).

Chapitre 01 : Généralités

Les Cyanobactéries correspondent à des organismes unicellulaires ou pluricellulaires, formés de cellules ou de filaments microscopiques, mais qui se développent souvent simultanément pour constituer des colonies des tailles, des formes et des couleurs très variables (AINANE, 2011). Primitif.

I.4. Habitat et écologie des algues :

Selon LECLERC et FLOC'H (2010), les algues sont présentes pratiquement partout sur notre planète. Elles sont très peu exigeantes, il leur suffit de la lumière et de l'eau pour se développer. La plupart des algues vivent en effet dans les océans et les mers. Mais on les retrouve aussi sur les continents où, elles colonisent les lacs, les rivières, les étangs, les mares...etc.

I. 5. Conditions de vie des algues :

a. La lumière

La lumière est un facteur fondamental qui se fait indispensable à la croissance des algues, Cette énergie lumineuse est alors convertie en énergie chimique(FALLER, 2010). La répartition des algues dépend de la pénétration de la lumière dans les masses d'eau. Elle peut favoriser ou freiner son développement (KARDACHE et al. (2016).

b. La température

La température serait le second facteur physique le plus important(MEMORY,2006). Elle agit sur le système métabolique et reproducteur de l'algue. En effet, les variations de température peuvent agir sur la dispersion ou la régression des peuplements. (ANNE, 2002).

c. Le substrat (ou support)

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).

Chapitre 01 : Généralités

d. Les facteurs hydrodynamiques :

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. (LAPLACE-TREYTURE, 2014).

e. La salinité de l'eau

La salinité agit de deux façons sur l'algue : soit par dissolution du sel dans l'eau, soit par 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 que parfois elle entraîne une élimination des espèces. Seules les algues vertes réussissent à s'y adapter (ANNE, 2002).

I. 6. Composition chimique des algues

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

La fraction minérale

Les algues puisent dans la mer une richesse incomparable d'éléments minéraux très variés. Cette fraction minérale offre d'abord une grande diversité en macroéléments comme le sodium, calcium, magnésium, potassium, chlore, soufre, phosphore, mais également en oligoéléments tels que l'iode, le fer, le zinc, le cuivre, le sélénium, le molybdène (ZITOUNI, 2015).

Les lipides

La teneur en lipides est très faible, elle varie entre 1 à 5 % de la matière sèche chez les macroalgues. D'un point de vue qualitatif, les lipides algaux présentent une proportion en acide gras essentiels importante (GUILLAUME, 2010).

Les protéines

La teneur en protéines des algues marines est variable, Les phycobiliprotéines 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

Chapitre 01 : Généralités

inflammatoires liées au stress oxydatif (**GONZALEZ et al. 1999 ; PADULA et BOITEUX, 1999 ; REMIREZ et al. 1999**). Aussi le genre *Spirulina* est l'un des plus riches en protéines avec une valeur moyenne de 60% de sa matière sèche.

Les polysaccharide

Les algues constituent des sources importantes de polysaccharides avec un taux variant entre 33 à 61%. Du point de vue nutritionnel, la majorité des polysaccharides algaux sont représentés par des polysaccharides non-digestibles, excepté pour l'amidon chez les algues vertes et le floridoside chez les algues rouges (**ZITOUNI, 2015**).

Les vitamines

La composition vitaminique des algues est très intéressante, malgré de grandes variations saisonnières. Les principales vitamines présentes chez les algues sont :

La vitamine C : qui est présente en quantités importantes dans certaines algues vertes et brunes (**ZITOUNI, 2015**).

La vitamine E : dont les algues brunes sont les plus riches par rapport au algues vertes et rouges (**ZITOUNI, 2015**).

La vitamine B12 : les algues présentent des teneurs assez importantes, contrairement aux plantes terrestres (**WATANABE et al. 1999**).

Les fibres

Les algues forment une source importante de fibres (de 33 à 61%) qui facilitent le transit intestinal. (**LAHAYE, 1991**).

Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont de puissants antioxydants. Les algues brunes sont particulièrement riches en caroténoïdes et notamment en fucoxanthine, β -carotène et violaxanthine. Les principaux

Chapitre 01 : Généralités

caroténoïdes des algues rouges sont le β -carotène, et l' α -carotène (ZITOUNI, 2015).

Les polyphénols

Les polyphénols des algues marines constituent un groupe très hétérogène de molécules (MARFAING et YANNICK, 2007). Ils sont présents surtout dans les rhodophytes et montrent une activité antioxydante dans les tests *in vitro* (SHIBATA *et al.* 2008).

Parmi eux on retrouve : les acides phénoliques (acide hydroxybenzoïque, acide hydroxycinnamique), les flavonoïdes (flavones, flavonols), les isoflavonoïdes (isoflavones), les stilbènes et les lignanes (MANACH *et al.* 2004).

I.7. Reproduction des algues

Il existe trois modalités de reproduction chez les algues, la reproduction asexuée par division végétative, la reproduction sexuée par les cellules reproductrices ou une combinaison de ces dernières (GARON-LARDIERE, 2004).

➤ Reproduction asexuée :

Peut se faire par division végétative (fragmentation de thalle, bouturage, etc.) ou par des cellules ou organes spécialisés qui germent pour donner de nouveaux individus.

➤ Reproduction sexuée:

Elle n'existe que chez les algues eucaryotes. Les algues eucaryotes réalisent une reproduction sexuée au cours de laquelle l'union de deux cellules reproductrices, ou gamètes, produisent un zygote. (GARON-LARDIERE, 2004).

I. 8 . cycle de vie des algues :

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

Chapitre 01 : Généralités

successives (ce dernier cas ne se rencontre que chez les Rhodophytes et les champignons) (DELEPLINE *et al.* 1987). On prend le cycle de d'Ulva comme exemple.

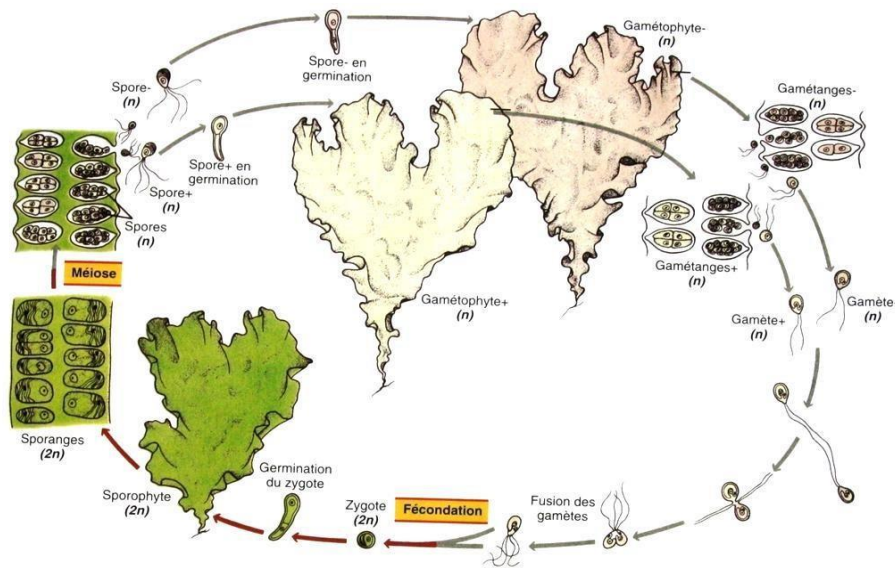


Figure I.1 : Cycle de vie d'une Chlorophyta (Ulva).

I. 9 . Mode de nutrition des algues :

Les algues sont photosynthétiques, elles captent l'énergie solaire et la transforment en énergie chimique grâce aux pigments chlorophylliens (chlorophylle a) située au niveau des plastes chez les eucaryotes ou dans l'hyaloplasme chez les procaryotes. L'énergie chimique obtenue est utilisée pour élaborer des composés organiques carbonés à partir des composés minéraux retrouvés dans le milieu. De l'oxygène est dégagé suite à cette opération (LAPLACE-TREYTURE, 2014).

Ainsi, les algues sont généralement autotrophes. Certaines espèces sont incapables d'élaborer des facteurs de croissance ou des vitamines dont elles ont besoin, elles sont donc auxotrophes.

D'autres espèces sont hétérotrophes en absence de lumière, elles utilisent des molécules organiques simples qu'elles retrouvent dans l'environnement comme les glucides, les acétates et les pyruvates (DAVET, 1996).

Chapitre 01 : Généralités

II. Généralité sur la biotechnologie

II.1. Définition des biotechnologies

Les biotechnologies se définissent comme « l'application des sciences et des techniques à des organismes vivants pour transformer les matériaux vivants ou non, dans le but de produire des connaissances, des biens ou des services.

A la différence des autres biotechnologies dites blanches, rouges et vertes, caractérisées par leurs domaines d'application (industrie, thérapeutique, diagnostic et agriculture), les biotechnologies marines ou biotechnologies bleues se définissent par leur composante marine (**CATHERINE et al. 2015**).

II.2. Les biotechnologies marines / Biotechnologies bleues.

Les biotechnologies marines (ou biotechnologies bleues), c'est à dire l'utilisation des bio ressources 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**).

II.3. L'utilisations des algues en biotechnologie

Compte tenu de la richesse et la diversité des algues marines, de nombreuses applications ont été trouvées aux algues à travers les siècles. A l'heure actuelle, on ne cesse d'identifier de nouvelles espèces et de nouvelles propriétés à ces organismes, ce qui leur confère un potentiel biotechnologique important. 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* alginates) (**HADE, 2002**).

Les algues sont principalement utilisées comme ingrédient dans la fabrication d'aliments pour le bétail ou comme des engrais, qui permettent de retenir l'eau dans le sol, d'améliorer sa texture, de

Chapitre 01 : Généralités

maintenir et d'enrichir le sol par des traces de métaux (Cu, Co, Zn, Mn, Fe, N) (**LAKHDAR, 2018**).

En industrie pharmaceutique et thérapeutique, les algues et leurs produits sont utilisés pour le développement de nouveaux médicaments contre le cancer, l'inflammation et les infections microbiennes (**BETIT et CHIHA, 2019**).

Ces différentes activités sont dues à la présence des molécules actives (composés phénoliques, de caroténoïdes, de tanins, d'acide alginique) à propriétés antioxydantes, anti-cancéreuses, anti-âge, cytoprotectrices, immunomodulatrices, anti-inflammatoires, anticoagulantes, antibactériennes, antidiabétiques, antifongiques, antialudiques, antiplaquettaires, anti-protazoaires, antituberculeuses et antivirales (**TABOADA, 2012 ; CHOUIKHI, 2013**).

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 *Undaria pinnatifida*, *Laminaria japonica*, *Laminaria religiosa* et *Petalonia binghamiae* (**HARPER, 2001**). Ces dernières ont démontré un pouvoir antioxydant et anti-cancéreux, inhibant des cellules de neuroblaste 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 et l'herpès Simple. 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*. Ces dernières inhibent la croissance des bactéries Gram négatif *Entérocoques fécales*, *Klebsiella pneumoniae* et *Enterobacter aerogenes* et de la bactérie Gram positif *Staphylococcus aureus* (**VILLARR et AL-GOMEZ, 2010 ; CHOUIKHI, 2013**).

L'une des applications récentes des algues vertes est leur utilisation comme système d'expression de protéines recombinantes à but thérapeutique.

Chapitre 01 : Généralités

Parmi celles-ci, on trouve notamment le système model *Chlamydomonas reinhardtii* et l'algue verte *Dunaliella salina* (LU, 2009).

Les performances biologiques et la variété des espèces marines prédisposent les micro-algues à se positionner dans la course aux énergies renouvelables. En effet, les bioénergies, ou les combustibles pouvant être produit à partir des micro-algues couvrent une large gamme allant des composés gazeux comme l'hydrogène et le méthane aux alcools, et aux hydrocarbures liquides conventionnels (COSANDEY, 2003).

Dans le domaine de la cosmétologie et vu la capacité qu'ont les algues à concentrer dans leurs cellules les minéraux tel que le calcium, le magnésium, le sélénium et l'iode, les industries s'y intéressent de plus en plus dans le domaine de la diététique et de la cosmétique. (GARON-LARDIERE, 2004).

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

III. Les Polyphénols

III.1. Présentation Générale Sur Les Polyphénols

Les polyphénols, dénommés aussi composés phénoliques (Achat, 2013), constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits (NKHILI, 2009).

Les polyphénols ne sont pas directement essentiels au métabolisme photosynthétique ou respiratoire de base, mais nécessaires à la survie des plantes (Cheynier et al., 2015). Ils participent activement aux interactions de la plante avec son environnement en jouant soit sur le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie), soit entre les plantes et les symbioses, ou bien lui permettant de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes (ZEGHAD, 2009). Expliqué par son rôle majeur dans l'adaptation des plantes à l'environnement et dans le dépassement des conditions de stress, comme le stress abiotique (basse température, forte salinité, stress hydrique, etc.) (CHALKER-SCOTT, 1999 ; RAMAKRISHNA et RAVISHANKAR, 2011).

Chapitre 01 : Généralités

Plus de 8000 structures de polyphénols ont été identifiées (**DENG et al. 2018**), qui comprennent des molécules simples ainsi que des formes polymères condensées. Les Polyphénols se répartissent en plusieurs classes selon le nombre de cycles phénoliques qu'ils contiennent et des éléments structuraux qui lient ces cycles entre eux. Les principaux groupes de polyphénols sont :

les flavonoïdes (flavonols, flavones, isoflavones, flavanones, anthocyanidines et flavanols), les acides phénoliques, les alcools phénoliques, les stilbènes et les lignanes (**D'ARCHIVIO et al. 2010**). L'abondance de polyphénols dans le règne végétal est considérée comme le principal avantage par rapport aux autres antioxydants (**PLAZA et al. 2018**).

Les polyphénols sont des métabolites secondaires ayant une activité antioxydante, anti-inflammatoire et antimicrobienne. Les extraits riches en polyphénols sont très utilisés dans les produits cosmétiques et en pharmacie en raison de leurs propriétés biologiques bénéfiques (**ZILLICH et al. 2015**).

Des études expérimentales sur des animaux ou des cultures de lignées cellulaires humaines confirment le rôle des polyphénols dans la prévention des maladies cardiovasculaires, cancers, maladies neuro-dégénératives, diabète, et ostéoporose (**KEERTHI et al. 2014**).

III.2. Classification

Les composés phénoliques peuvent être décrits comme des composés contenant une fraction phénol. Le phénol est un noyau benzénique substitué par un groupe hydroxyle (**Figure I.2**). Ainsi, son nom systématique est hydroxybenzène (**AL MAMARI, 2021**).

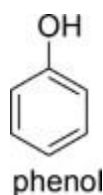


Figure I.2. La structure du phénol (**AL MAMARI, 2021**).

Les polyphénols forment un très vaste ensemble de substances chimiques, ils peuvent être classifiés selon le nombre et l'arrangement de leurs atomes de carbones. Ces derniers sont généralement trouvés conjugués aux sucres et acides organiques (**BENHAMMOU, 2012**).

Selon **VUOLO et LIMA, (2019)** ; **TSIMOGIANNIS et OREOPOULOU, (2019)** ;

Chapitre 01 : Généralités

VERMERRIS et NICHOLSON, (2009) ; HARBORNE et SIMMONDS, (1964), Les composés phénoliques peuvent généralement être classés en: composés phénoliques simples et composés phénoliques complexes (polyphénoliques).

Nombre d'atome de carbone	Squelette de base	Classe	exemples
6	C6	Phénols simples	Cathécol, hydroquinone
7	C6-C1	Acides phénols Benzoïques	Ac. Gallique, Ac. Salysalique, vaniline
8	C6-C2	Acétophénones	3-acétyl6-méthoxybenzaldehyde
9	C6-C3	Acides phénols Cinnamiques	Ac. Coumarique Ac. Caféique
10	C6-C4	Naphtoquinones	Shikonine
13	C6-C1-C6	Xanthones	Bellidifoline, mangocétine
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Hydrangéol, Pinosylvine
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes Isoflavonoïdes	Quercétine, Roténoïde
18	(C6-C3)2	Lignanes	Matairésinol
30	(C6-C3-C6)2	Bi flavonoïdes	Amentoflavone, Hinokiflavone
N	(C6-C3-C6)n	Tanins condensés (proanthocyanidols)	Aesculitanins

Tableau I.1. Quelques classes des polyphénols (MACHEIX et AL.,2005 ; SARNI-MANCHADO et CHEYNEIR, 2006 ; BRUNETON, 1999).

III.2.1 Composés Phénoliques Simples / Phénol

Les composés phénoliques qui contiennent une unité phénol (ou un dérivé de celle-ci) sont considérés comme "simples". Les composés phénoliques simples ont une représentation générale du squelette C6 (AL MAMARI, 2021). La structure générale est illustrée ci-dessous (Figure I.3).

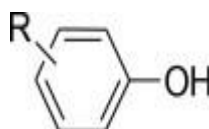
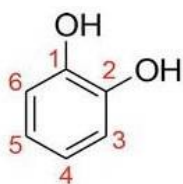


Figure I.3. Structure générale des phénols simples substitués (AL MAMARI, 2021).

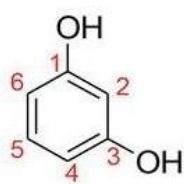
Chapitre 01 : Généralités

- **Alcool Phénolique**

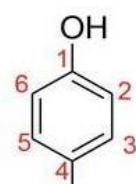
L'alcool Phénolique est un composé organique possédant au moins un alcool aliphatique et un hydroxyle phénolique (Achat, 2013). tyrosol (4-hydroxyphenylethanol) et L'hydroxytyrosol (3,4 dihydroxyphenylethanol) sont les principales molécules de cette classe. Ces composés sont très abondants dans l'olive (fruit et feuille), libres ou associés à l'acide élénolique (MICOL V et *al.*2005).



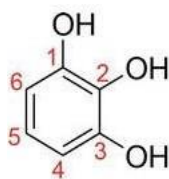
Catechol



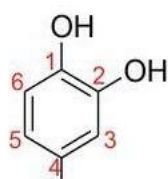
Resorcinol



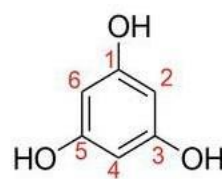
Hydroquinone



Pyrogallol



Hydroxyquinol



Phloroglucinol

Chapitre 01 : Généralités

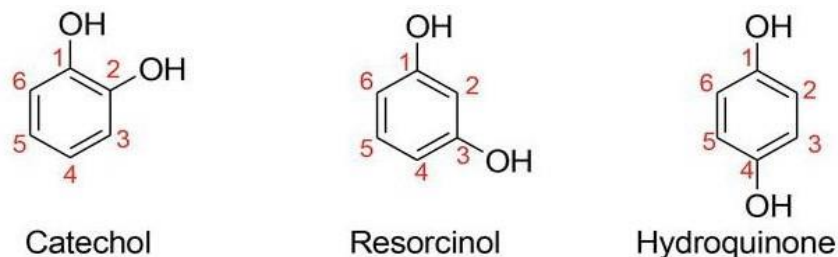


Figure I.4 . La structure des phénols substitués par hydroxyle (AL MAMARI, 2021).



Figure I.5. La structure des phénols dihydroxylés (AL MAMARI, 2021).

- **Acide Phénolique**

Les phénols contenant un acide carboxylique sont appelés acides phénoliques. Si le groupe fonctionnel acide carboxylique est directement lié au cycle phénol, le composé phénolique est appelé acide hydroxybenzoïque. Lorsque le groupe fonctionnel acide carboxylique et le cycle phénol sont séparés par deux carbones à double liaison (une liaison C = C), les composés phénoliques sont appelés acides hydroxycinnamiques (AL MAMARI, 2021).

- Les acides hydroxybenzoïques : ce sont les dérivés de l'acide benzoïque, ils possèdent une formule de base de type C6-C1 (Kebbab, 2014), dont les plus connus sont l'acide salicylique et l'acide gallique (NKHILI, 2009) (Figure I.6).
- Les acides hydroxycinnamiques : Ils représentent une classe très importante dont la structure de base (C6-C3) dérivée de celle de l'acide cinnamique. Les molécules de base de la série hydroxycinnamique sont l'acide caféique et l'acide férulique (KEBBAB, 2014) (figure I.7).

Chapitre 01 : Généralités

- Les hydroxycoumarines : Ils sont des coumarines à substitution hydroxyle (**figure I.8**). Des exemples d'hydroxycoumarines sont la scopolétine et l'auraptène (**AL MAMARI, 2021**).

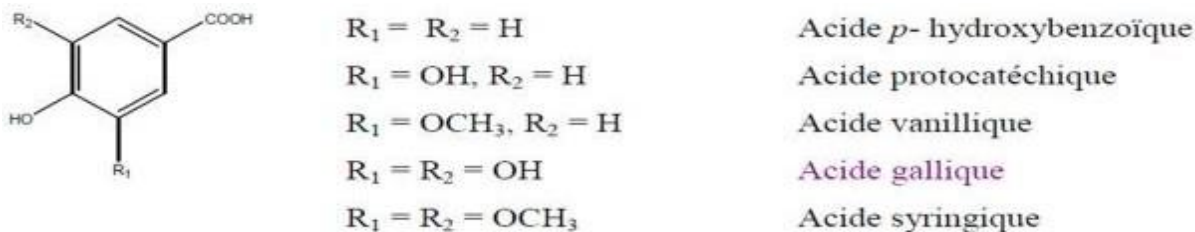


Figure I.6. Exemple d'acide phénolique.

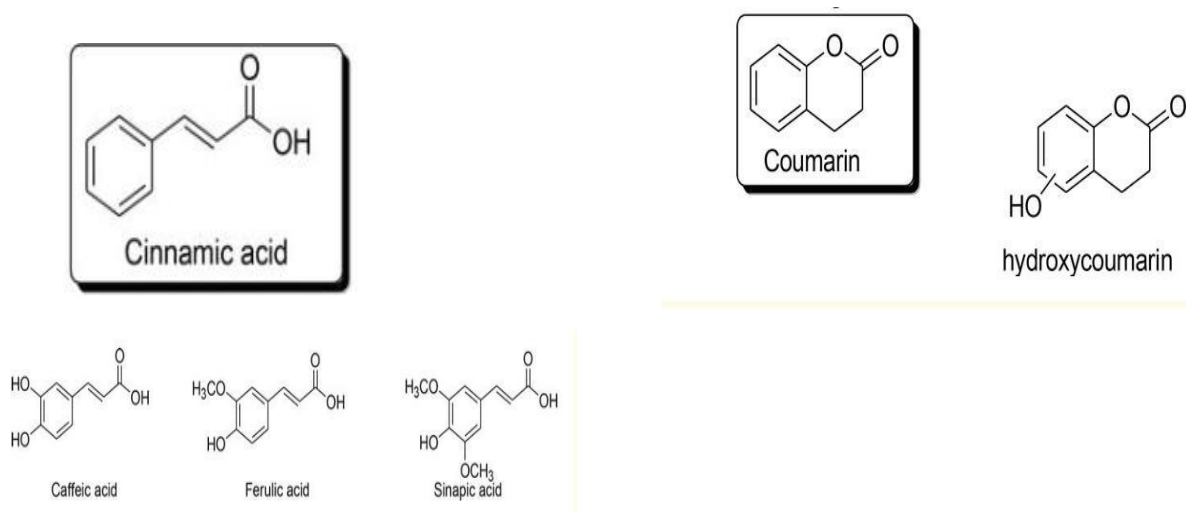


Figure I.7. Exemples d'acides Hydroxycinnamiques (**AL MAMARI, 2021**).

Figure I.8. Structure générale des Hydroxycoumarines (**AL MAMARI,**

III.2.2. Composés Phénoliques Complexes / Polyphénols

Les composés phénoliques qui contiennent plus d'une unité phénol sont considérés comme des "polyphénols" autrement dit "complexe" (AL MAMARI, 2021).

- **Flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont des composés polyphénoliques, presque toujours hydrosolubles et très répandus dans le règne végétal. Ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits, et parfois des feuilles. Le plus souvent, ils sont sous forme d'hétérosides ou de flavonosides (BOUHADJERA, 2005). 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 (ACHAT, 2013). La famille des flavonoïdes peut se diviser en six classes qui diffèrent par leurs structures chimiques : flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et les anthocyanidines ou anthocyanols (KHIREDDINE, 2014).

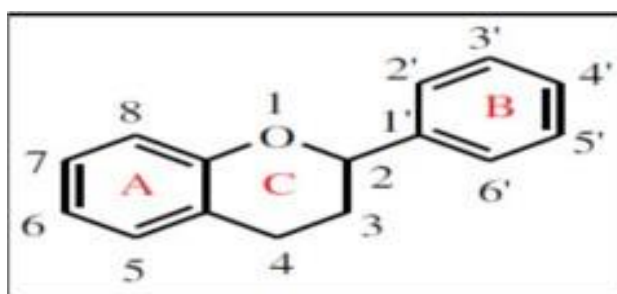


Figure I.9. Squelettes de base des flavonoïdes.

Les flavonoïdes sont considérés comme des micronutriments puisqu'ils peuvent jouer le rôle d'un antioxydant. Ils possèdent également des propriétés biologiques diverses (MILANE, 2004). En outre, ils jouent le rôle de filtre contre le rayonnement UV ; ce qui explique leur localisation dans les tissus externes (GOULD et LISTER, 2006). Enfin, les flavonoïdes jouent un rôle important dans la résistance des plantes aux stress environnementaux (WALTON et BROWN, 1999).

De nos jours, les propriétés des flavonoïdes sont largement étudiées dans le domaine médical, où on leur reconnaît des activités antivirales, anti-radicalaires, antiallergiques, antitumorales, mais aussi anti-inflammatoires et anti-cancéreuses (KHIREDDINE, 2014).

Chapitre 01 : Généralités

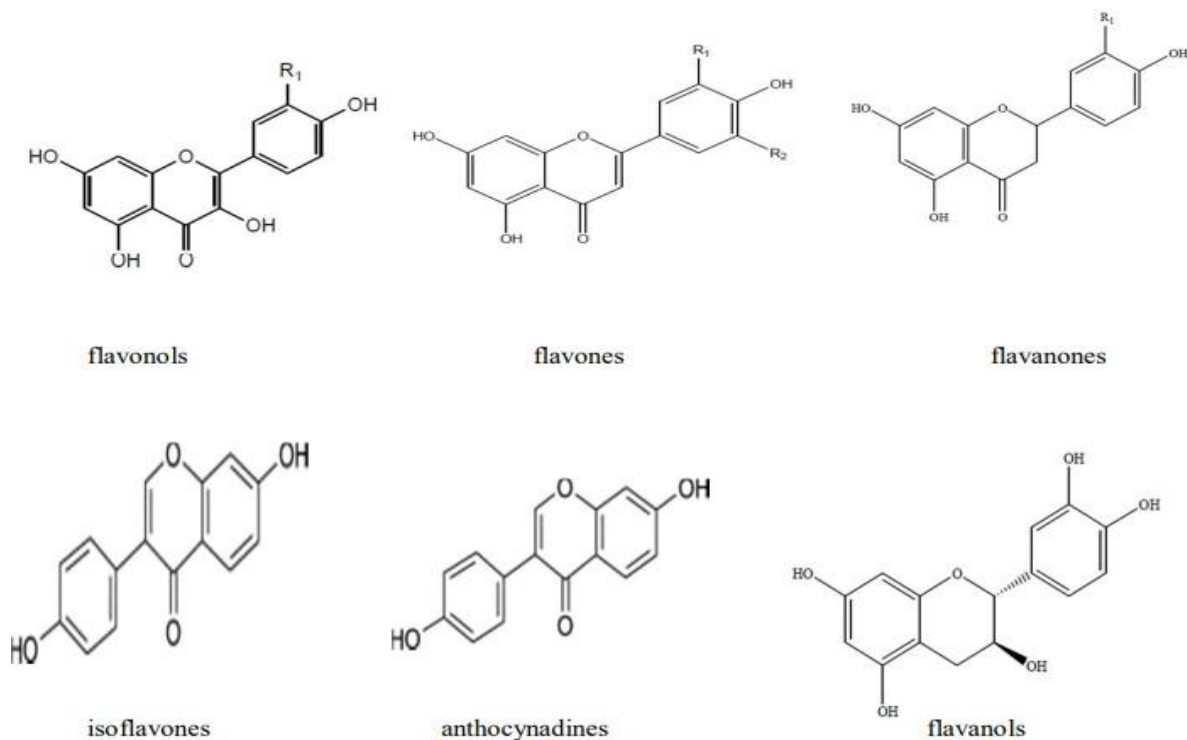


Figure I.10. Structures chimiques de quelques flavonoïdes.

- **Tannins**

Les tanins sont des substances d'origine organique que l'on trouve dans pratiquement tous les végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles, etc.), caractérisées par leur astringence (sensation de dessèchement en bouche) (MESSAI, 2011).

Les tanins sont divisés en deux groupes :

- a. Tanins Hydrolisables**

Ce sont des esters de glucose et d'acide gallique (Guignard, 2000a). D'abord, ils sont 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 ellagique (GUIGNARD, 2000B) (figure I.11.).

Chapitre 01 : Généralités

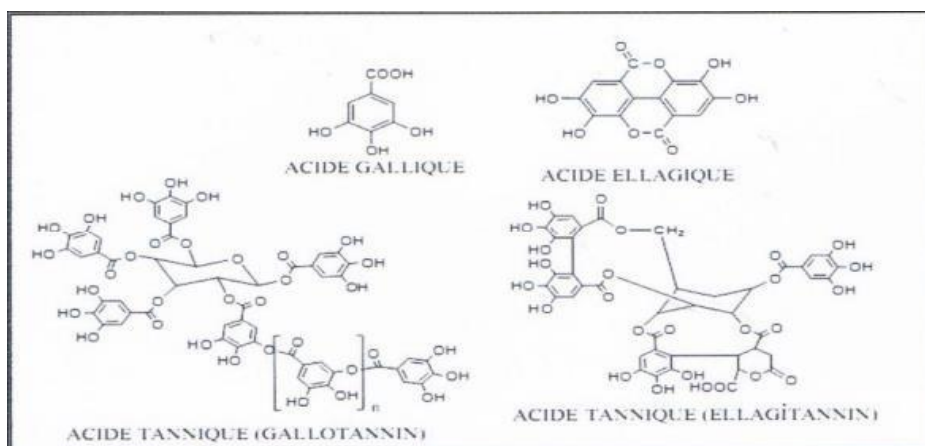


Figure I.11. Structure des tanins hydrolysables et les acides associés (PERONNY, 2005).

b. Tanins Condensés

Les tanins Condensés sont des oligomères ou des polymères de flavan-3-ols dérivés de la catéchine ou de ses nombreux isomères (HARBORNE, 1980; AWIKA et ROONEY, 2004) (figure I.12).

Ils ont la propriété de coaguler les protéines du derme, d'où leur utilisation dans le tannage des peaux (GUIGNARD, 2000B).

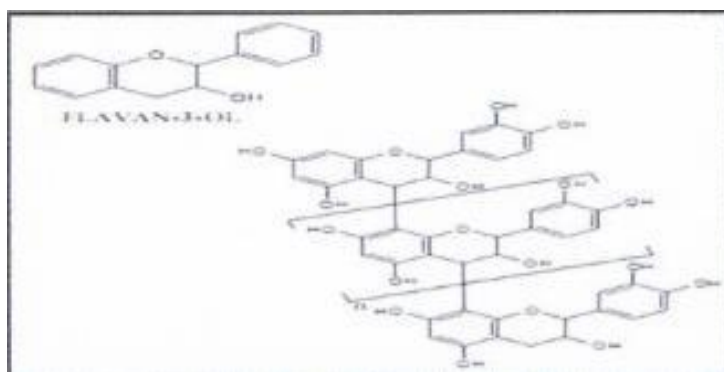


Figure I.12. Structure des tanins condensés et leur monomère (PERONNY, 2005).

Les tanins ont un très grand pouvoir antibactérien, antiviral, anti-inflammatoire et une activité antimutagène. Les tanins sont utilisés 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).

- **Lignines**

La lignine est le polymère naturel le plus abondant dans le règne végétal après la cellulose. Sa biosynthèse au sein de la matière végétale est assurée par un couplage de trois

Chapitre 01 : Généralités

monomères alcools phénylpropane différents : les alcools coumarylique, coniferylique, et sinapylique (DALMES, 2011) (figure I.13).

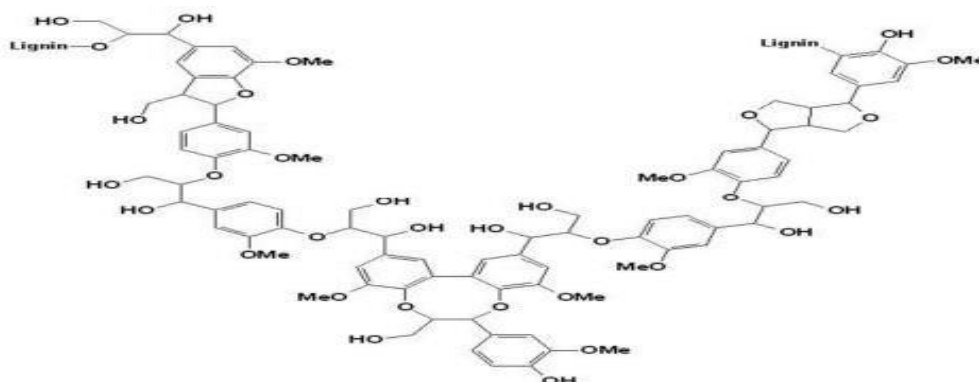


Figure I.13. Structure d'une lignine.

- **Lignanes**

Les lignanes sont constituées de deux unités phénoliques liées par quatre carbones. Les exemples incluent le matairesinol, le sécoisolaricirésinol et le pinorésinol (AL MAMARI, 2021) (figure I.14).

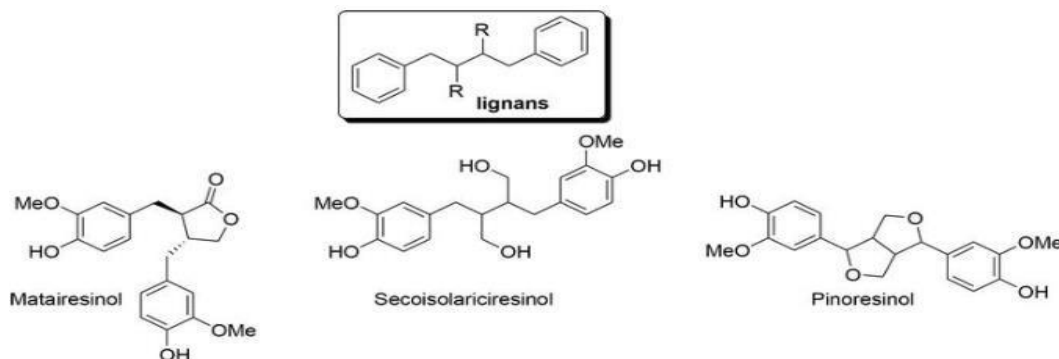


Figure I.14. structure générale des lignanes et exemples (AL MAMARI, 2021).

- **Stilbènes**

Les stilbènes sont des composés phénoliques contenant au minimum deux noyaux aromatiques reliés par une double liaison formant un système conjugué. Ils sont de type C6-C2-C6 (figure I.15). Ces molécules existent sous leur forme aglycone comme le resvératrol (isomères trans et cis), qui est le principal stilbène chez la vigne, ou encore sous leur forme glycosylée (picéïdes), ou méthylée (ptérostilbènes). Le resvératrol peut également former des oligomères, tels que les viniférines (KHATER, 2011).

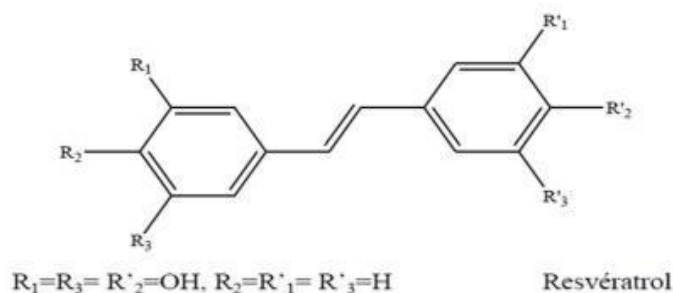


Figure I.15. Structure chimique de Stilbène.

III.3. Effets Biologiques des Polyphénols

Les polyphénols ont une multitude d'activités biologiques dépendant de leur structure chimique. Ils constituent une importante famille d'antioxydants dans les plantes, les fruits et les légumes puisqu'elles comprennent plus de 6000 molécules. Contrairement aux antioxydants synthétiques comme le butylhydroxyanisole (BHA) et le butylhydroxytoluène (BHT). Les polyphénols n'ont aucun effet nuisible sur la santé humaine (**BOUNATIROU et al. 2007**).

Ces composés montrent des activités anti-carcinogènes, anti-inflammatoires, anti-athérogènes, anti-thrombotiques, analgésiques, anti-bactériennes, anti-virales, anti-cancéreuses (Babar et al., 1974), anti-allergènes, vasodilatatrices (**FALLEHET al. 2008**) et antioxydants (**GOMEZ- CARAVACA et al. 2006**) (figure I.16).

Chez les végétaux Les polyphénols ont un rôle dans le contrôle de la croissance et le développement des plantes en interagissant avec les diverses hormones végétales de croissance. Ils permettent aux végétaux de se défendre contre les rayons ultraviolets. Certains d'entre eux jouent le rôle de phytoalexines comme les isoflavonols permettant de lutter contre les infections causées par les champignons, ou par les bactéries (**MAKOI et NDAKIDEMI, 2007**).

Les pigments non azotés sont impliqués dans le processus de pollinisation : ils attirent l'attention des insectes pollinisateurs (**BRUNETON, 1999**).

Les polyphénols sont également utilisés dans l'industrie agro-alimentaire comme additif, colorant, arôme ou agent de conservation (**BRUNETON, 1999**), Ces activités sont résumées dans le tableau suivant :

Chapitre 01 : Généralités

Tableau I.2. Activités biologiques de quelques composés phénoliques (BRUNETON, 1999 ; HENNEBELLE, 2006).

Composés	Phénoliques	Activité biologique
Ac. Phénols	Ac. Caféique	Antibactérienne
	Ac. Salicylique	Antifongique, antioxydante
Tanins	Tanin gallique	Effet stabilisant sur le collagène, antioxydant, anti-diarrhéique, effet antiseptique, effet vasoconstricteur
	Proanthocyanidine	
Flavonoïdes	Lutéoléine	Antitumorale, anticarcinogène, anti-inflammatoire, antioxydante, antiallergique, antiulcéreuse, antivirale, antimicrobienne, hypotenseur diurétique.
	Catéchine	
	Hespéridine	
	Quercétine	
	Naringénine	

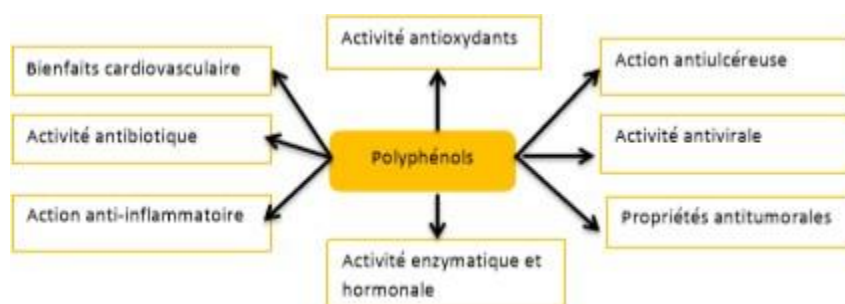


Figure I.16. Propriétés des polyphénols (CARINE, 2012).

III.4. Propriétés mmédicinale des ccomposés phénoliques

Les études scientifiques actuelles ont permis de confirmer ces propriétés médicinales attribuées aux composés phénoliques. Ils sont absorbés à travers la barrière intestinale et parviennent au niveau de cellules cibles où ils peuvent exercer des effets protecteurs (HAVSTEEN, 1993).

III.4.1. Effet anti-inflammatoire des polyphénols

L'inflammation est la réponse principale de l'organisme à une agression et afin de limiter les atteintes possibles des structures de l'organisme. Cependant, une régulation inappropriée de ce phénomène peut conduire à un état inflammatoire chronique et la

Chapitre 01 : Généralités

plupart des pathologies chroniques possèdent une composante inflammatoire. C'est le cas de l'obésité, des maladies cardiovasculaires et du cancer (**LENOIR, 2011**).

De nombreuses études semblent indiquer que les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-inflammatoires et qu'ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire par inhibition de l'activité des enzymes qui peuvent être responsables des inflammations, ils peuvent aussi moduler l'adhésion des monocytes durant l'inflammation athérosclérotique en inhibant

l'expression des médiateurs inflammatoires. Par ailleurs, les flavonoïdes sont capables d'inhiber l'histamine. Les flavones et les flavanols sous forme glycosylée ou libre comme la quercétine, le kaempférol, et la myricétine ont une activité inhibitrice de Cyclooxygénase (COX) (**ZEGHAD, 2009**).

III.4.2. Effet antibactérien des polyphénols

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription de ces agents à grande échelle est parfois inappropriée et peut entraîner la sélection des souches multi résistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes (**HARRAR, 2012**). D'après la littérature, les composés phénoliques sont doués d'un effet inhibiteur sur la croissance bactérienne (**MADI, 2010**). Les flavonoïdes et les tannins sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes. Le mécanisme de toxicité peut être lié à l'inhibition des enzymes hydrolytiques (les protéases et les carbohydrases) ou d'autres interactions pour inactiver les adhésines microbiennes, les protéines de transport et d'enveloppe cellulaire (**HARRAR, 2012**).

III.4.3. Effet anti-Cancéreux des polyphénols

Les propriétés anticancéreuses des polyphénols ont été mises en évidence dans de nombreuses études in vitro, utilisant des cultures cellulaires cancéreuses ou des animaux prétraités par des réactifs chimiques carcinogènes. Cependant, les données disponibles sur les effets des polyphénols vis-à-vis des cancers chez l'homme sont plus disparates. L'effet des polyphénols sur les lignées de cellules cancéreuses humaines est fréquemment protecteur des cellules saines et induit une réduction du nombre de tumeurs et de leur croissance. Plusieurs mécanismes d'action ont été identifiés parmi lesquels une activité oestrogénique ou antioestrogénique, un effet antiprolifératif, une induction de l'arrêt du cycle cellulaire ou de l'apoptose, une

Chapitre 01 : Généralités

prévention du stress oxydant, une activité anti- inflammatoire et une modification de la signalisation cellulaire. Il a été montré qu'une administration orale d'acide ellagique réduisait l'expression du facteur de transcription NF- κ B et des enzymes COX-2 et iNOS lors d'une carcinogénèse colique chimiquement induite chez le rat. En outre, la génistéine limite la croissance des tumeurs sensibles aux hormones par ses propriétés oestrogéniques expliquant ainsi en partie les effets protecteurs des isoflavones observés dans les modèles de cancers mammaires et prostatiques (ACHAT, 2013).

I.1.1. Anti-dyslipidémie des polyphénols

Diverses études épidémiologiques ont montré qu'il existe une corrélation inverse entre la consommation d'aliments riches en polyphénols et le risque de développement des maladies cardiovasculaires. Au niveau des artères, ces molécules préviennent l'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL) évitant ainsi l'athérosclérose (épaississement des artères qui contribue à réduire le flux sanguin et peut conduire à l'asphyxie des tissus irrigués). Les polyphénols inhibent aussi l'agrégation plaquettaire impliquée dans le phénomène de thrombose, qui induit l'occlusion des artères. Ainsi en prévenant l'athérosclérose et les risques de thrombose, ces composés limitent les risques d'infarctus du myocarde. Selon des études épidémiologiques, un plus grand apport de flavonoïdes tirés des fruits et des légumes s'associe à une diminution du risque d'apparition de maladie cardiovasculaire. Les mécanismes expliquant cette observation ne sont pas clairs, mais d'après des données probantes, les flavonoïdes exerceraient leurs effets par la diminution des facteurs de risque cardiovasculaire. D'après de récentes données, certains polyphénols sous forme purifiée, y compris le resvératrol, la berbérine et la naringénine, ont des effets bénéfiques sur la dyslipidémie chez les modèles humains ou animaux. Un traitement à la naringénine atténuerait l'athérosclérose corrigeant la dyslipidémie (BOUBEKRI, 2014).

Chapitre 01 : Généralités

Chapitre 02 :

Matériel et Méthodes

Chapitre 02 : matériels et méthodes

I. Travail Sur Terrain

I.1. Présentation Du Site De Récolte

Les échantillons est récolté au niveau de **Cultmare** qui est une entreprise algérienne spécialisée dans l'élevage des moules et des huîtres, implantée en bord de mer, à Kouali, qui se situe à 3-6 km à l'Est de Tipaza.

Cultmare dispose d'un terreplein de 2000 m² et d'une concession maritime de 36 hectares dans laquelle sont installées, en sub-surface, 20 filières conchylicoles de 300 mètres chacune. Ses coordonnées géographiques sont : (36°35'27"N 2°30'40"E) 445m.

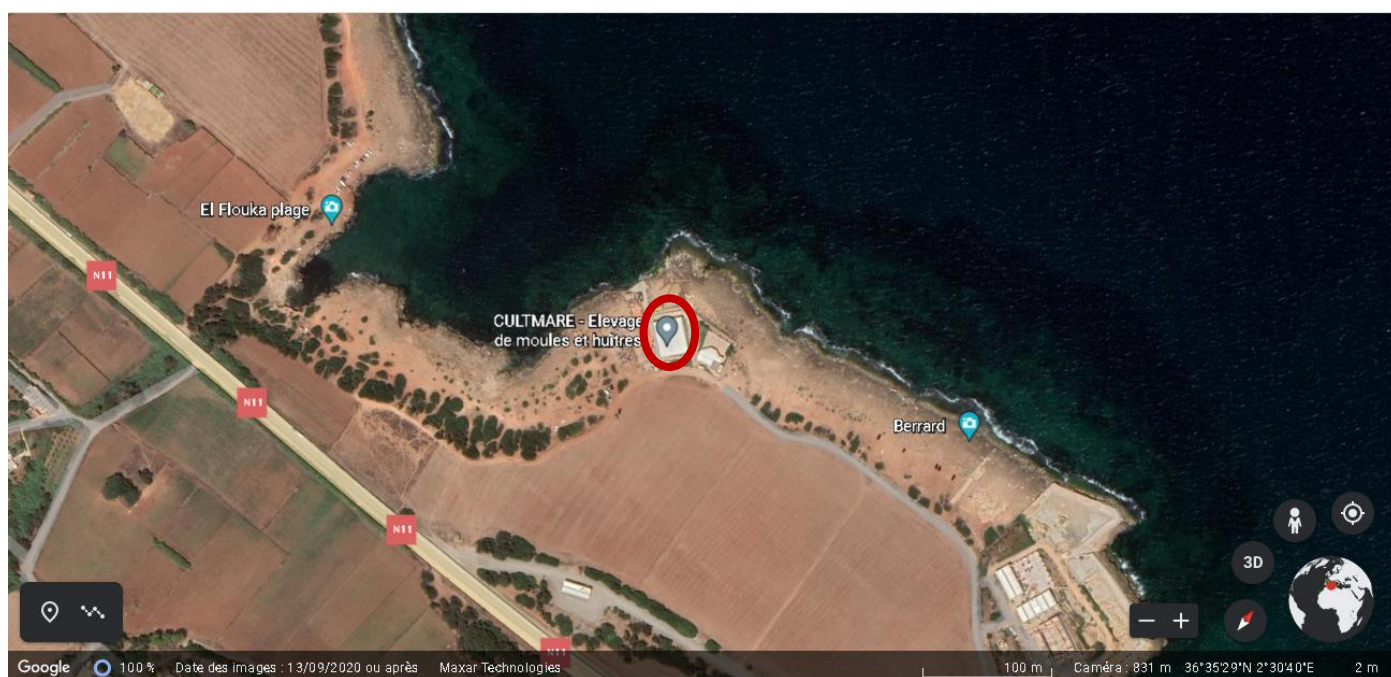


Figure II.1. Localisation du site de récolte (Cultmare) (Google Earth 2022).

I.2. Récolte Des Algues

Quatre échantillons d'algue ont été récoltés sur des rochers submergés entre 0et 50 cm de profondeur pendant le mois de mars 2022 à Cultmare (Kouali à l'est de Tipaza). Elles se

Chapitre 02 : matériels et méthodes

répartissent en trois groupes : une algue brune (B), deux algues vertes (V1_V2) et une algue rouge (R).

II. Travail Au laboratorial

II.1. Etude De La Flore Algale

La détermination des différentes espèces récoltées a été faite par l'observation à l'œil nu, puis avec une loupe binoculaire (référence : OPTTECH) et enfin à l'aide d'un microscope optique (référence : OPTIKA ® microscope ITALY). Nous avons réalisé des observations morphologiques et des coupes microscopiques 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, 2006)**.

La classification des espèces retenue pour l'étude a été confirmée par **Mme KARALI Amina** (ENSSMAL).

Pour chaque espèce, nous avons donné la nomenclature actuelle et sa position taxonomique récente (**GUIRY, et GUIRY, 2022**).

II.2. Préparation du Matériel Végétal

Les algues (on a choisis 4 types) sont prélevées à la main et conservées dans des bouteilles en plastique, remplies d'eau de mer. Une fois au laboratoire, un tri est effectué sur les algues récoltées pour éliminer les débris, les petits coquillages et les autres espèces d'algues. Les échantillons récoltés sont lavés plusieurs fois avec l'eau de robinet, afin d'éliminer l'excès de sel, les grains de sable et les autres particules ; puis séché à l'abri de la lumière et de l'humidité pendant 08jours. Une fois séchée, la matière végétale est broyée en poudre à l'aide d'un hachoir et tamisé à 200 µm. La poudre est ensuite conservée dans des flacons opaques pour servir aux différentes analyses (**Figure II.2**).

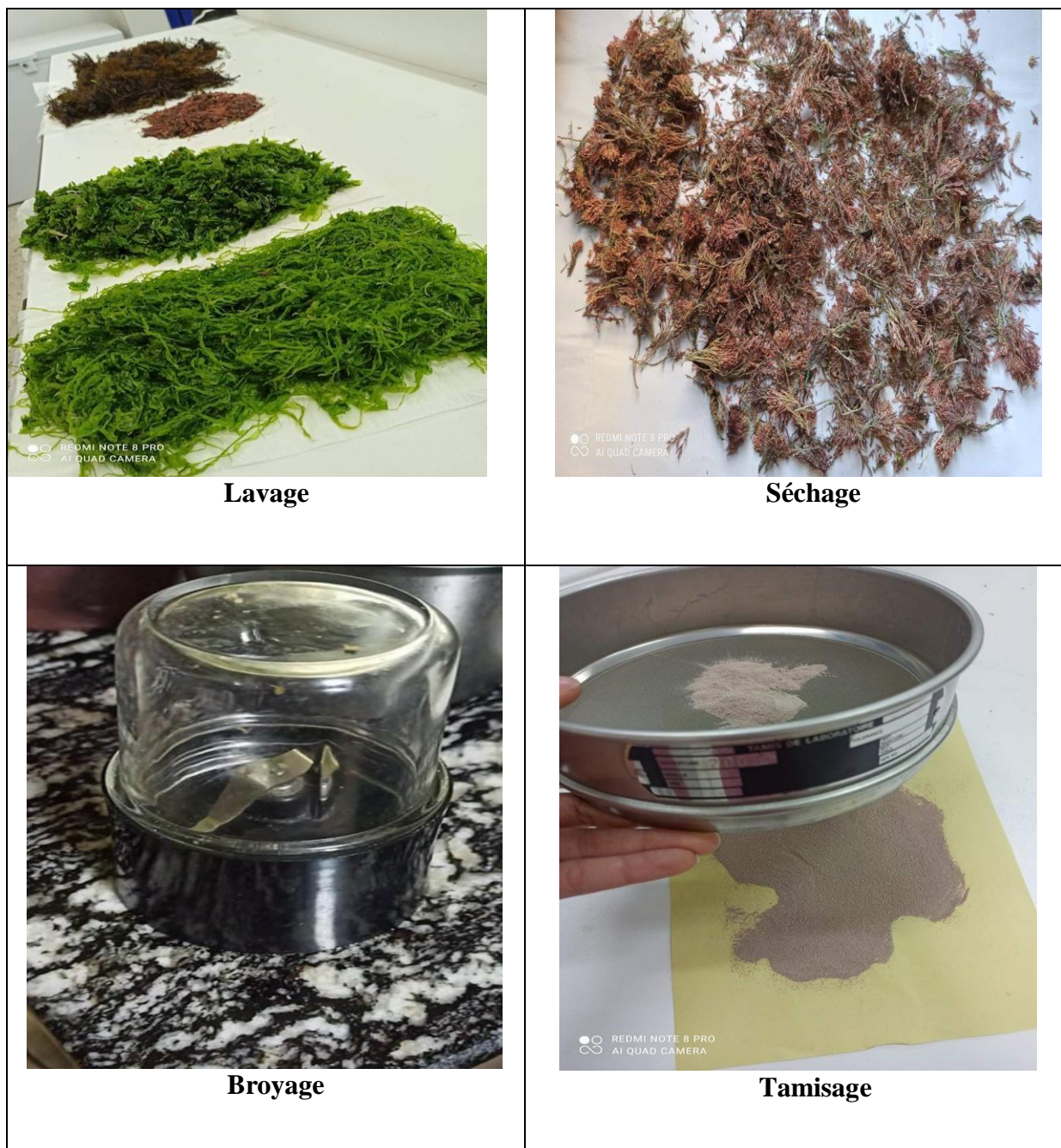


Figure II.2. Les étapes de préparation de la matière Végétale (Photo prise au laboratoire).

III. Méthodes

III.1. Préparation Des Extraits Bruts

III.1.1. Extraction des polyphénols par décoction

➤ Principe

Elle consiste à faire bouillir les plantes fraîches ou séchées dans de l'eau pendant 10 à 30 minutes, pour bien extraire les principes médicinaux. Elle convient pour l'extraction à partir de matière

Chapitre 02 : matériels et méthodes

végétale dure ou très dure : bois, écorce, racines, ou de plantes avec des constituants peu solubles comme l'acide silicique (**KRAFT et HOBBS, 2004**).

➤ Méthode

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

1 g de la poudre de chacune des quatre algues (B, V1, V2 et R) est ajoutée 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 du papier filtre (**Figure II.3**). Les filtrats sont ensuite conservés à 4 °C jusqu'à utilisation (**MAHMOUDI ET AL., 2012**).

Les étapes de l'expérimentation sont présentées dans la Figure **II.3**.

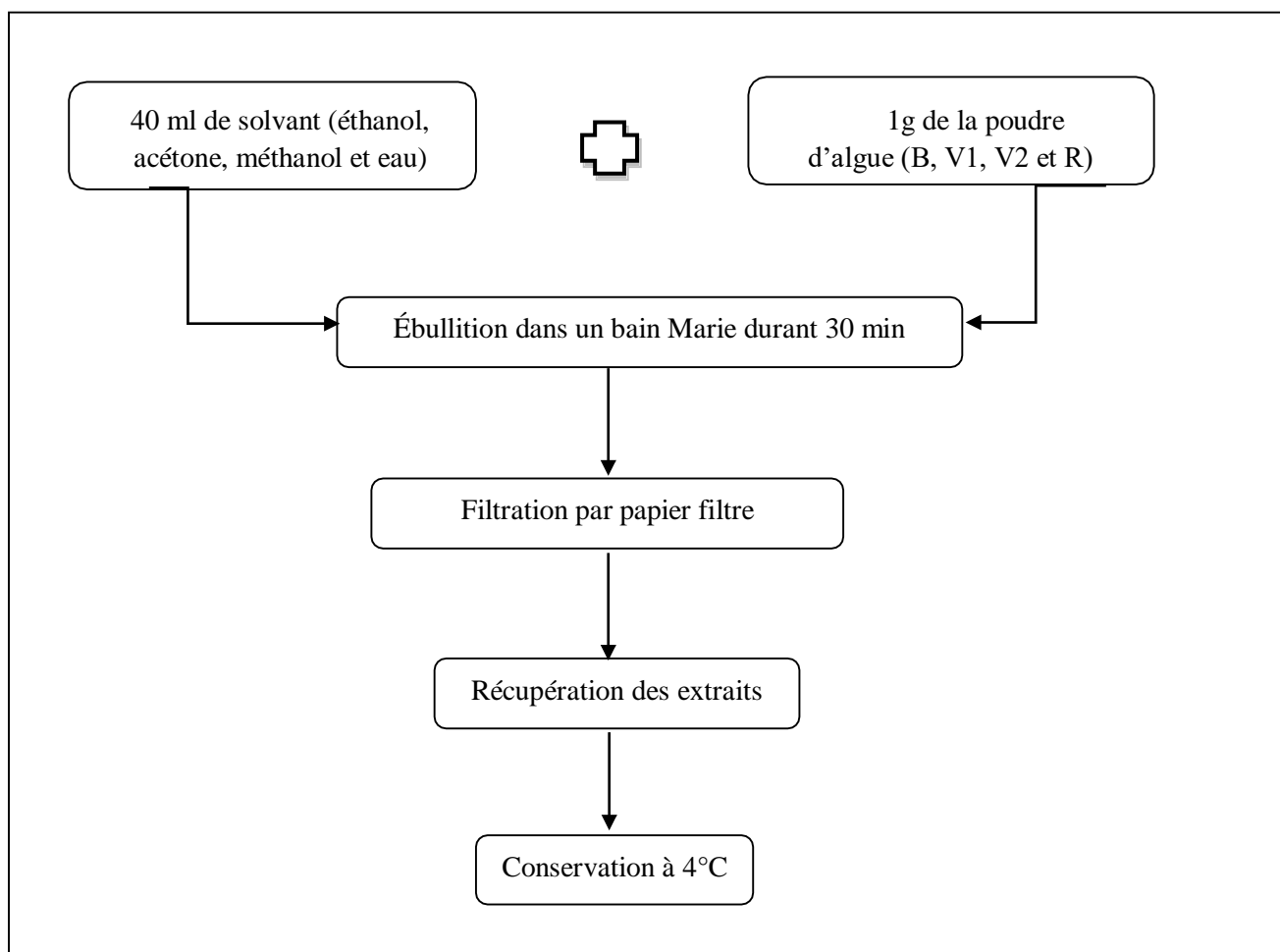


Figure II.3. Schéma récapitulatif des étapes de l'extraction des polyphénols par décoction.

III.1.2. Extraction Par Macération

➤ Principe

Elle consiste à mettre une plante ou une partie de plante, dans de l'eau froide (macération aqueuse) ou dans une huile végétale (macération huileuse), pendant plusieurs heures, à plusieurs jours, pour permettre aux constituants actifs de bien diffuser. Elle convient pour l'extraction de plantes contenant du mucilage, comme les graines de lin ou les graines du plantain dessables, dont une forte concentration en amidon ou pectine peut causer une gélatinisation s'ils se préparent dans de l'eau bouillante. Elle est également utilisée pour empêcher l'extraction de constituants indésirables qui se dissolvent dans l'eau chaude (**KRAFT et HOBBS, 2004**).

➤ Méthode

Dans des flacons en verre, on ajoute 40 ml de solvant (méthanol) [on a choisit le méthanol puisque c'est le solvant qui donne le meilleur rendement] sur 1 g de la poudre d'algue (B, V1, V2 et R). Après agitation par agitateur magnétique pendant 2 heures, on maintient la solution à l'obscurité pendant 48h, et on filtre sur du papier filtre, puis on a Evapore a l'aide d'un Rota-vapeur. Les extraits sont conservés à 4°C pour une utilisation ultérieure (**CHBANI, 2011**).

Les étapes de l'expérimentation sont présentées dans la **Figure II.4**.

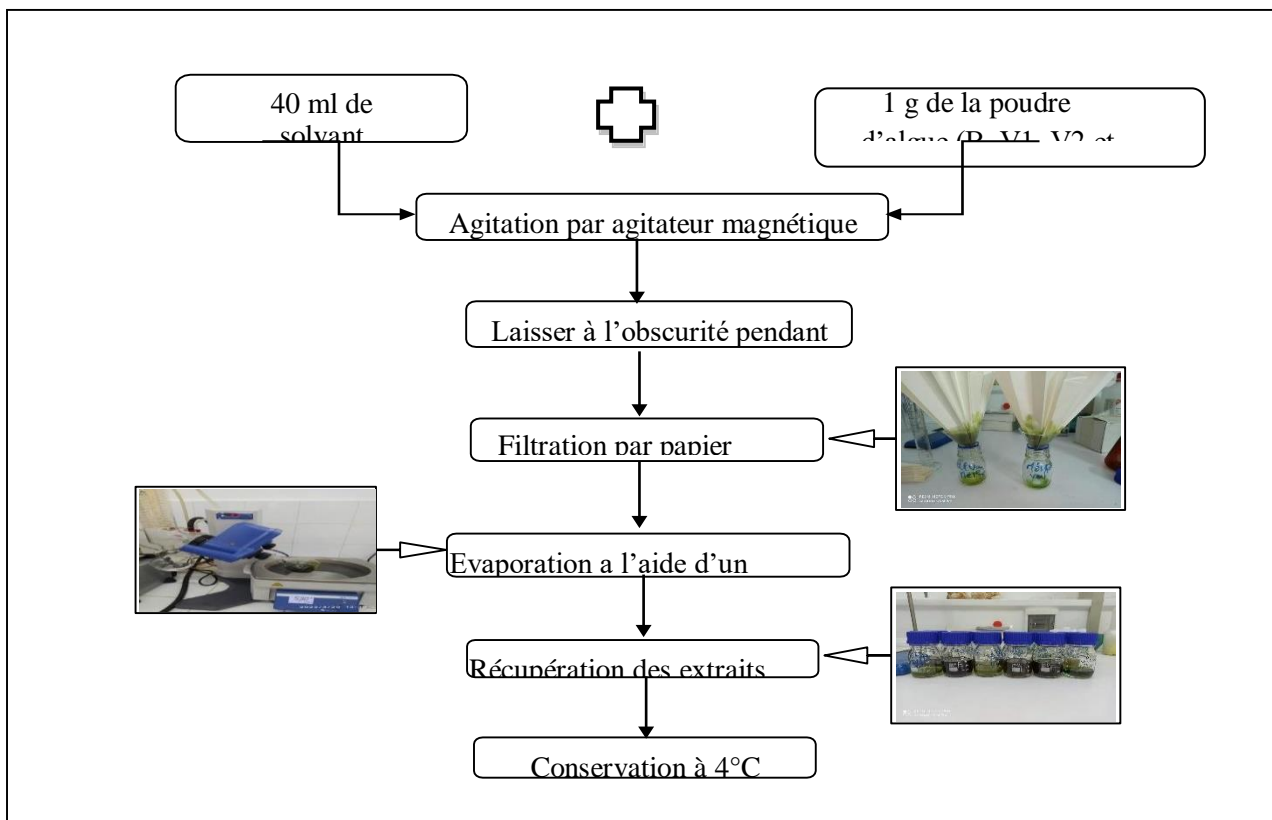


Figure II.4. Schéma récapitulatif des étapes de l'extraction des polyphénols par macération.

Chapitre 02 : matériels et méthodes

III.2. Dosage Des Composés Phénoliques

III.2.1. Préparation De La Gamme D'étalonnage Pour Les Différents Dosages

La quantification des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux se réfère à des courbes d'étalonnage préparées par le standard convenable à chaque test. Une série de dilutions (2 - 45 mg/l) de standards a été effectuée à partir d'une solution mère (0.2mg/ml). Le **tableau II.1** représente les différents standards utilisés pour chaque test et les concentrations retenues pour tracer les différentes courbes d'étalonnage.

Tableau II.1. Standards et concentrations utilisés pour la préparation des courbes d'étalonnage pour les différents tests.

Test	Standard	Concentration (mg/l)
Polyphénols Totaux	Acide Gallique	2 - 45
Flavonoïdes Totaux	Quercetine Pure	2- 45

➤ Préparation D'acide Gallique

Pour préparer la solution d'acide gallique on prend 2mg d'Acide Gallique + 10 ml éthanol.

➤ La Gamme d'étalonnage

On dilue la solution standardisée d'acide Gallique de manière à avoir les Concentrations suivante : 45/40/36/32/28/24/20/16/12/8/6/4/2/0 mg/l

- On prend 0.5ml de chacune de ces solutions dans 5ml d'eau distillé ;
- On ajoute 1ml de Réactif de Folin Cicalteau dilué 10 fois (1ml de Folin /9ml d'eau) et on laisse reposer 1min .
- On ajoute ensuite 0.8 ml de la solution saturée de Na₂CO₃ à 7.5% (7.5 g /100 ml) ;
- La couleur bleue commence à apparaître après un laps de Temps ;
- On mesure l'absorbance de ces solutions avec un spectrophotomètre UV à 765nm.



Figure II.5. Spectrophotomètre.

III.2.2. Dosage des composés phénoliques totaux (CPT)

➤ Méthode

La teneur totale en composés phénoliques a été mesurée à l'aide de la méthode Folin- Ciocalteu, pour les quatre extraits (méthanolique, acétonique, éthanolique et aqueux). Cette méthode a été choisie parce qu'elle donne des résultats plus cohérents, en plus elle est moins affectée par les composés non phénoliques interférents que par d'autres méthodes colorimétriques (**MANNINO et al. 2014**).

➤ Principe

Le principe de la méthode spectrophotométrique de Folin-Ciocalteu est basé sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) de réactif de Folin par les groupements oxydables des composés phénoliques, conduisant à la formation de produits de couleur bleue (**VERMERRIS et NICHOLSON, 2006 ; SOCHOR et al. 2010**). Ces derniers présentent un maximum d'absorption à 765 nm dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon (**GEORGE et al. 2005**).

➤ Mode Opérateur Du Dosage Des Polyphénols

Dans un 20 tube à essai on introduit :

- 0.2 ml d'extrait avec 5 ml d'eau ;

Chapitre 02 : matériels et méthodes

- On ajoute 1 ml du réactif de Folin- Ciocalteu fraîchement préparé (10 fois dilué : 1 ml de Folin /9ml d'eau) ;
- On ajoute 0.8 ml de la solution de Na₂Co₃ à 7.5% (7.5g dans 100 ml) ;
- L'ensemble est incubé à une température ambiante pendant 30 min
- La lecture est effectuée contre un blanc sans extrait à l'aide d'un spectrophotomètre à 765nm.

Les étapes son résumé dans le schéma récapitulatif suivant (Figure II.6).

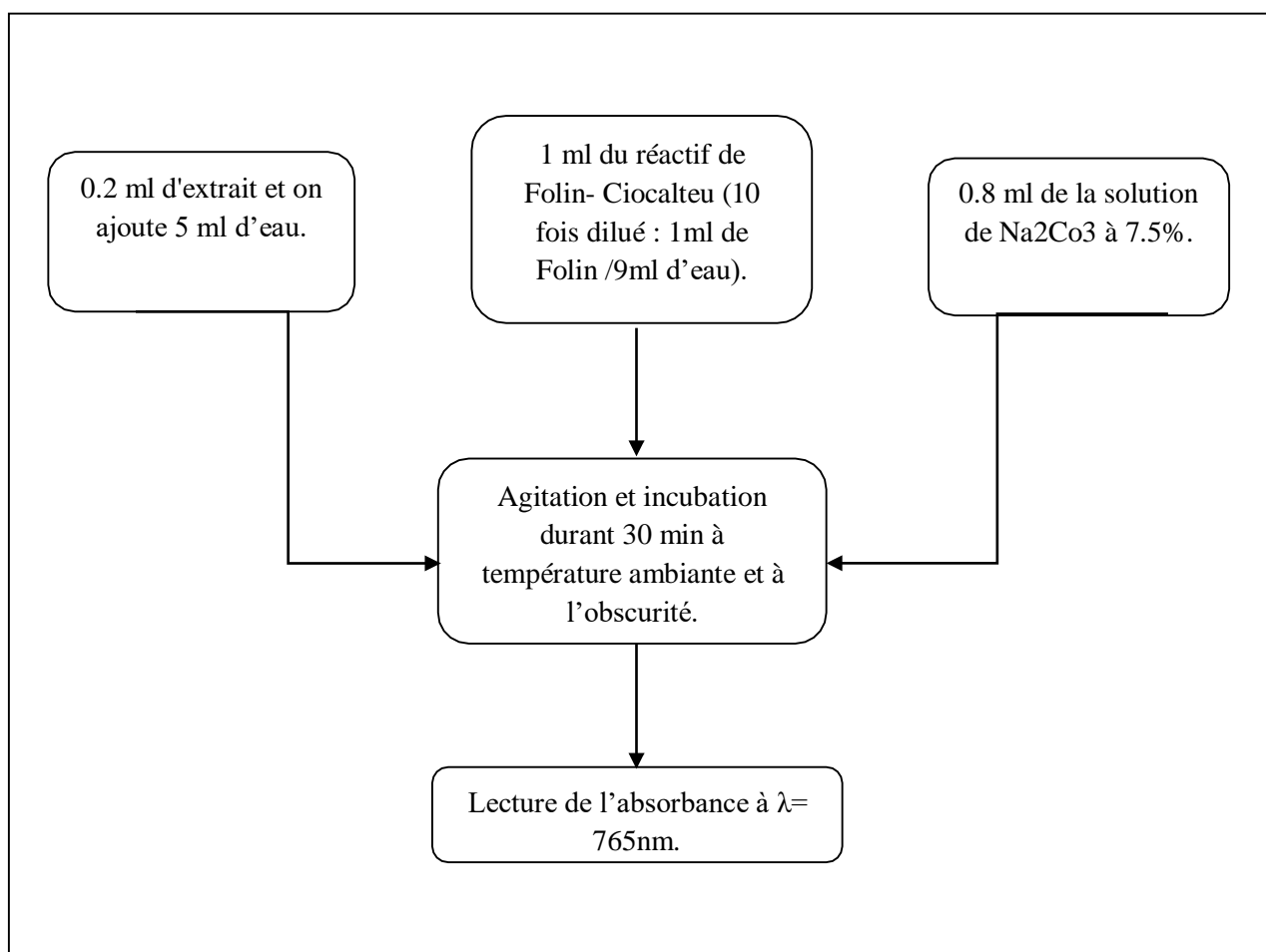


Figure II.6. Schéma récapitulatif des étapes de dosage des polyphénols totaux.

Chapitre 02 : matériels et méthodes

III.2.3. Dosage Des Flavonoïdes Totaux

➤ Principe

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits est réalisée par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3). Les flavonoïdes contiennent des groupements hydroxyles (OH) libres, ils forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygènes de la molécule phénolique qui agit comme donneur d'électrons. Le Chlorure d'Aluminium forme des complexes acides stables avec le groupement cétonique C-4 et hydroxyle C-3 ou C-5 de flavones et de flavonols et des complexes acides labiles avec les groupes d'orthodihydroxyle des noyaux A ou B des flavonoïdes. Ces complexes peuvent être dosés par spectrophotométrie UV-Visible. La concentration des flavonoïdes de l'extrait est calculée par la suite à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage qui est établie avec la Quercétine pure. (DEWANTO *et al.* 2002).

➤ Mode opératoire

- Mettre 0,25 ml de chaque échantillon et y ajouter 1,25 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 75 μl de NaNO_2 ;
- Ajouter 150 μl d' $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ après 6 minutes ;
- 5 minutes plus tard, ajouter 0,5 ml de NaOH 1 M ;
- Ajuster le volume à 2,5 ml avec l'eau distillée ;
- Secouer pendant 10 secondes ;
- Mesurer l'absorbance sans attendre à 510 nm contre un blanc.

Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalents Quercétine par g d'extrait sec (mg EQ/g d'extrait).

• Courbe d'étalonnage de la Quercétine

La courbe d'étalonnage est effectuée par Quercétine à différentes concentrations de 2 à 45 mg/l, dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en milligramme d'équivalents de Quercétine par gramme de matière végétale sèche. (Ce travail est effectué en collaboration avec des étudiants de l'ENSA vue le manque de produit à l'école).

Les étapes de dosage des flavonoïdes totaux sont résumées dans le schéma récapitulatif suivant (Figure II. 7).

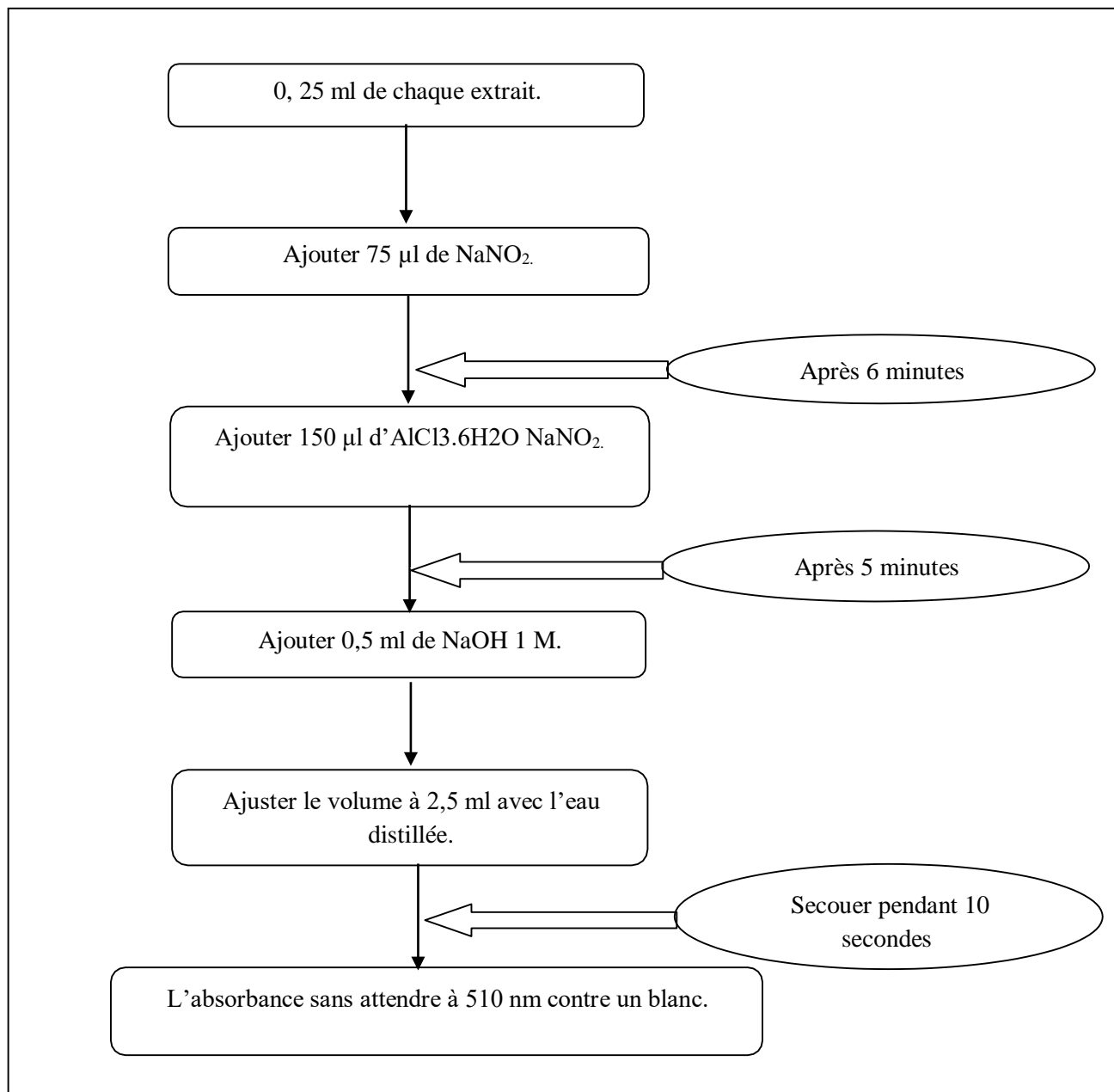


Figure II. 7. Schéma récapitulatif des étapes de dosage des flavonoïdes totaux.

IV. Analyses statistiques

Les résultats ont été exprimés en moyenne \pm écart-type (SD) à l'aide de l'EXCEL. L'analyse de la variance à un seul critère de classification (ANOVA One-way) a été réalisée à l'aide du logiciel

Chapitre 02 : matériels et méthodes

STATISTICA. La variable est la teneur en polyphénols, le facteur de variabilité est le solvant (Ethanol, Méthanol, Acétone et l'eau) puis les espèces (V1 / V2/ B / R) après la méthode d'extraction.

Chapitre 03 :

Résultats et discussion

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

I. Identification des algues récoltées :

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

- *Jania rubens* R.
- *Cystoseira compressa* B.
- *Ulva lactuca* V1.
- *Enteromorpha intestinalis* V2.

I.1. Systématique : les quatre 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*



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

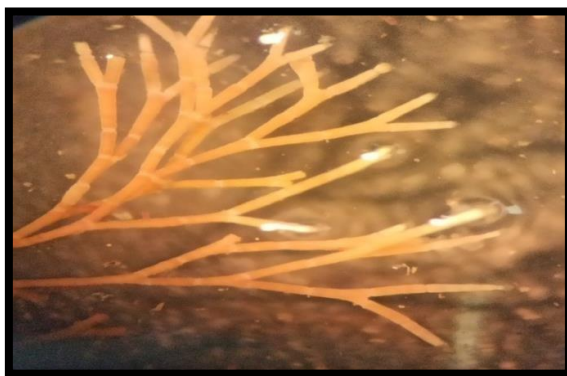


Figure III.2 : Thalle de *Jania rubens* observé à la loupe (G4x10).

Chapitre 03 : Résultats et Discussion



Figure A : (Grx40).

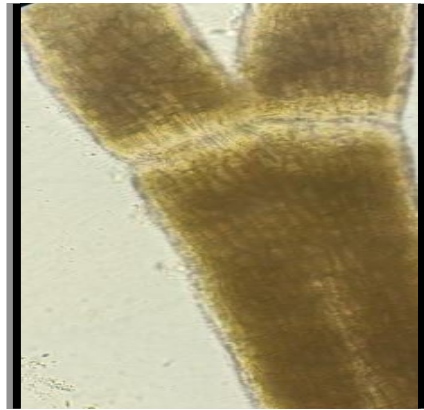


Figure B : (Grx100).

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

I.1.2. Cystoseira compressa :

Embranchement : Ochrophyta
Classe : Phaeophyceae
Ordre : Fucales
Famille : Sargassaceae
Genre : Cystoseira
Espèce : *Cystoseira compressa*



Figure III.4 : Aspect générale du thalle de *Cystoseira compressa* observé à œil nu.



Figure III.5 : Thalle de *Cystoseira compressa* observé à la loupe(G4x10).

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

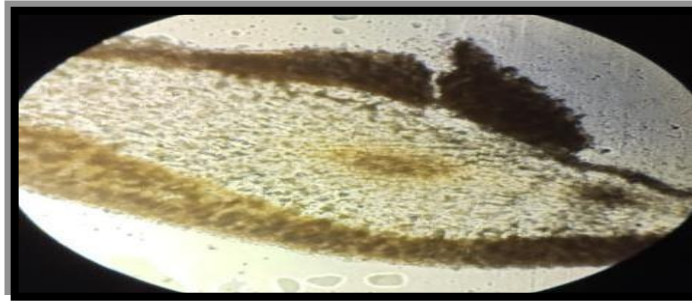


Figure III.6 : Coupe transversale de l'algue *Cystoseira compressa* observé au microscope optique (Grx100).

1.1.3. Ulva lactuca :

Embranchement : Chlorophyta
Classe : Ulvophyceae
Ordre : Ulvales
Famille : Ulvaceae
Genre : Ulva
Espèce : *Ulva Lactuca*



Figure III.7 : Aspect générale du thalle d'*Ulva lactuca* observé à œil nu.

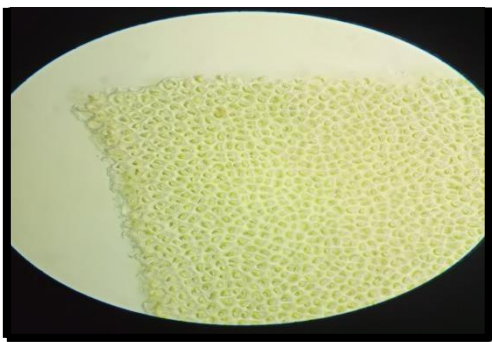


Figure : (Grx40).

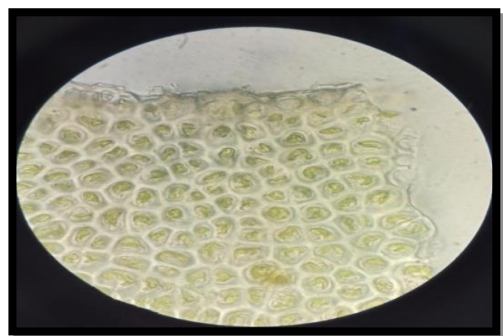


Figure : (Grx100).

Figure III.8 : Détail du thalle d'*Ulva lactuca* observé au microscope optique.

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

I.1.4. Enteromorpha intestinalis :

Embranchement : Chlorophyta
Classe : Ulvophyceae
Ordre : Ulvales
Famille : Ulvaceae
Genre : Enteromorpha
Espèce : *Enteromorpha intestinalis*.



Figure III.9 : Aspect générale du thalle d'*Enteromorpha intestinalis* observé à l'œil nu.

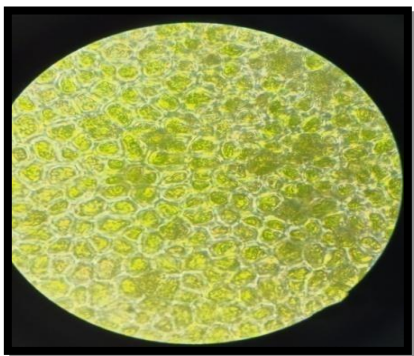


Figure B : (Grx40).

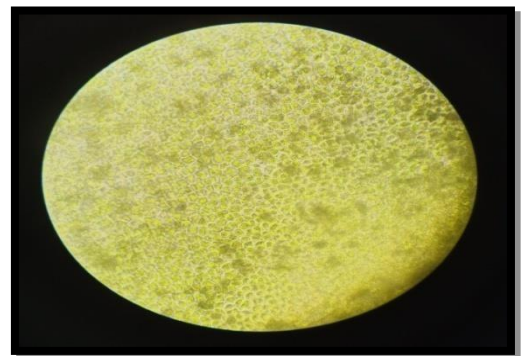


Figure B : (Grx100).

Figure III.10 : Détail du thalle d'*Enteromorpha intestinalis* observé au microscope optique.

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

I.2. Description, caractéristiques et habitat, distribution et utilisation des algues récoltées.

I.2.1. *Jania rubens*

Description

Jania rubens est une algue calcaire dressée, ramifiée de façon dichotome. Le thalle est formé de branches articulées, cylindriques très fines (0,2 mm de diamètre). Des segments calcifiés (articles) et des segments souples se succèdent, lui confèrent une certaine souplesse.

L'ensemble forme une touffe d'un diamètre allant de 2 à 5 cm. Elle est fixée au substrat par un petit disque conique. Elle a l'aspect de pompon de couleur rose violacé. Quand elle meurt, la couleur vire au blanc (VERONIQUE, 2014).

Caractéristiques et Habitat

Jania rubens est une algue vivace dont le thalle persiste en totalité pendant la mauvaise saison. Le cycle de développement est trigénétique ; 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) ; dans les conceptacles se forment les cellules ou les organes sexuels. Il existe aussi un troisième type de conceptacles, les conceptacles à tétra sporocystes (BOUDOURESQUE et al. 2006).

C'est une espèce photophile qui vit sur les roches éclairés dans l'étage infralittoral en mode calme. Aussi, c'est une algue épiphyte, ne poussant que sur les algues brunes *Cladostephus* et *Cystoseira* (GARCIA-GOMEZ, 2015).

Utilisation

Jania rubens est souvent dénommée « corail végétal » utilisée dans la fabrication de crèmes dont le but est d'assouplir et d'hydrater la peau. 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, 2007).

Distribution

Cette espèce vit dans l'océan Atlantique dans la mer Méditerranée et l'océan Indien (GARCIA-GOMEZ, 2015). En Algérie *Jania rubens* est présente aux Iles Habibas, Ain tagourait, Anse de kouali, Boussmail, sidi Fredj, Ain benian, Gouraya et Taza (OULD AHMED, 2015).

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

1.2.2 *Cystoseira compressa*

Description

Cystoseira compressa est une grande algue brune souple à port dressé, elle possède un thalle brun clair arborescent, aplati à la base et sans « épines », lui permettant de se fixer sur les rochers. C'est un thalle à branches cylindriques (branches primaires comprimées), ramifiés profusément, donnant une structure parenchymateuse d'une taille pouvant atteindre jusqu'à 40 cm de hauteur (**LAMU et ONGNAC, 2015**).

Caractéristiques et Habitat

Cette algue est principalement localisée sur les fonds rocheux et dans des milieux peu profonds (inférieur à 1 m 50). C'est une espèce photophile fixée sur les substrats durs de l'infralittoral. Elle est présente en mode semi-battu ainsi qu'en mode calme.

La reproduction chez les *Cystoseires* est sexuée avec un cycle de développement monogénétique diploïde (**GOMEZ et al. 2001**). Les individus de la nature sont des gamétophytes et les organes de reproduction sont contenus dans des conceptacles eux même groupés dans des réceptacles.

Aussi c'est un espèce autotrophe (**FISCHER et al. 1986**).

Utilisation

Cette espèce est considérée comme un indicateur biologique performant des eaux pures et utilisée. En effet, cette espèce semble être très sensible à la pollution car une forte régression est constatée autour des grandes agglomérations (**BELMOKHTAR, 2012**).

Les Phéophycées sont souvent choisie pour la bio surveillance ou les expériences du fait de leur bonne résistance aux manipulations de laboratoire et à leurs sensibilités à divers niveaux de pollution (**LEVINE, 1984**).

Cystoseira compressa a un Intérêt en pharmacologie et cosmétologie ; c'est une source potentielle de composés antimicrobiens, anti-inflammatoires, antioxydants et gastroprotecteurs, due en particulier à sa teneur en polyphénols et en fucanes. Quelques firmes proposent actuellement des traitements capillaires contenant des extraits de *Cystoseira compressa*.

Les parois des *Cystoseira compressa* sont dépourvues de cellulose, ils sont principalement constitués de polysaccharides sulfatés, les fucoïdanes. Ces molécules largement étudiées, sont réputées pour leurs nombreuses propriétés thérapeutiques, notamment comme agents anticoagulants, anticancéreux, anti-inflammatoires, antioxydants et stimulants de l'immunité.

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

Distribution

C'est une espèce présente en Atlantique Nord-est (du Sud de l'Espagne aux Canaries), en Méditerranée et en mer Noire (**BOUDOURESQUE et al. 1992 ; GURY et GURY, 2014**). En Algérie, elle est signalée le long du littoral rocheux oranais (**KAWAS et al. 2010**), et dans l'Algérois (**CHALABI et al. 2002 ; SERIDI et al. 2007**) ainsi qu'au niveau de la région d'El Kala à l'extrême est (**GRIMES, 2005**). Et à Sidi Mejdoub à l'est de Mostaganem (**BELMOKH TAR, 2012**).

1.2.3. *Ulva lactuca*

Description

Le genre *Ulva* appelé aussi laitue de mer, se distingue par un thalle très mince, en forme de feuille, de couleur vert émeraude et translucide qui peut virer à la transparence en cas de stress. Ce thalle est rigide à la base et plus délicat à proximité en bords croissance. Elle se fixe aux supports grâce à des crampons, constitués de petits rhizoïdes rigides (**BOTANY, 2001**). *Ulva lactuca* peut se retrouver sous forme de touffes, de rubans ou de tubules et peut atteindre une taille de 20 à 30 cm (**WICHARD, 2015**).

Caractéristiques et Habitat

Ulva lactuca pousse généralement en eau peu profonde et bien éclairée (jusqu'à 10 mètres de profondeur) au niveau de l'étage médiolittoral et infralittoral supérieur. Elle peut se fixer sur n'importe quel substrat solide : rocher, digue. En effet, c'est une algue très résistante à l'eutrophisation (**BOTANY, 2001 ; LAMI, 2008**). Sa durée de vie est de quelques mois, mais on en trouve toute l'année, le cycle est caractérisé par l'alternance régulière de générations haploïde (gamétophyte) et diploïde (sporophyte), qui sont morphologiquement identiques (**FISCHER et al. 1986**).

Utilisation

Ulva lactuca est exploitée dans le domaine Pharmaceutiques grâce à son activité antioxydante (**LEE et al. 2004**). Elle est utilisée dans l'inhibition du peroxy-nitrite (**GARCIA-CASAL et al. 2009**), et stimule le mécanisme de défense antioxydant hépatique et réduit le taux de lipides, triglycérides et cholestérol total (**HASSAN et al. 2011**).

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

Elle peut être utilisée dans l'alimentation humaine sous forme de salade, et aussi dans l'alimentation animale (**DELEPLINE et al. 2019**).

Ulva lactuca offre des molécules bioactives qui peuvent être utilisées dans de nombreux domaines industriels tels que les industries pharmaceutiques, cosmétiques, alimentaires et autres (**SILVA, 2013**).

Une équipe de chercheurs danois de l'Institut National de Recherche Environnementale (NERI-DMU) travaille sur un projet concernant la laitue de mer (*Ulva lactuca*) : elle est considérée comme un nouveau matériau potentiel pour la production de bioénergie (**COSANDEY, 2003**).

Distribution

Elle est largement distribuée en Méditerranée, mer Noire, Atlantique, océan Pacifique et indien (**GUIRY et GUIRY, 2014**).

Cette algue 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 et Arzew (**OULD AHMED et al. 2019**).

1.2.4. *Enteromorpha intestinalis*

Description

Enteromorpha intestinalis est une algue en forme d'intestin de couleur vert clair, de longueur variant de quelques centimètres à 1m et de largeur allant de 1mm à 10cm. Elle est fixée par un stipe atténué s'élargissant vers le haut en un tube boursouflé en forme d'intestin, peut être simple ou avec des proliférations basales semblable au thalle principale (**FISCHER et al. 1987**).

Caractéristiques et Habitat

Les Enteromorphes sont des algues annuelles très communes qui se développent généralement en quantité très importante, surtout au printemps, sur les rochers, et dans les cuvettes au niveau des étages médiolittoraux. Elles sont fixées au substrat par un simili stipe étroit. Ce sont des algues à structure palissadique, ayant la forme d'un tube dont le diamètre est assez constant (**JULIEN, 2007**). Elles supportent assez bien une faible salinité (**BIOL, 1972**). Le cycle de vie des espèces d'*Enteromorpha* est identique à celui de toute la famille des deux générations, c'est un cycle haplodiplophasique, les générations haploïdes et diploïdes ont la même morphologie.

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

Utilisation

Espèce Comestible, C'est au Japon que cette algue est la plus utilisée. Elle peut être consommée crue ou ciselée, elle accompagnera les salades, les crudités, les sauces, les potages, les vinaigrettes, les court-bouillon ainsi que les papillotes, les bols de riz, les tourtes et les tartares (JULIEN, 2007-2014).

Enteromorpha intestinalis apporte des protéines et des minéraux, de la vitamine A, 2 fois plus de vitamines que les tomates, des vitamines B2, C, B12, de l'acide folique très abondant, 30 fois plus de fer que les épinards, 6 fois plus de calcium que le lait.

Les Enteromorphes jouent un rôle primordial dans le milieu, car elles constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire qui conditionne l'équilibre biologique (GAYRAL, 1975).

Elle représente une utilisation potentielle en médecine en raison de la présence des vitamines A, B1, B2 et des substances antimicrobiennes (BENGUEDDA-RAHAL, 2011).

Elle est aussi utilisée comme antioxydant alimentaire (ZUBIA et al.2007).

Distribution

Elle est largement distribuée sur la côte Pacifique de l'Amérique du Nord, dans toute la Méditerranée, et aussi en Afrique et en Australie (GUIRY et GUIRY, 2001).

En Algérie, elle est signalée à Alger, Bordj El Kiffan, Surcouf ; Tipaza, Bouharoun (OULD-AHMED, 1994), Mers El Hadjadj (SERIDI et al. 2007) Oran, Iles Habibas, Arzew ; Tipaza, Cherchell, Chenoua, Ain Tagourait, Anse de Kouali, Bou-Ismaïl ; Alger, Sidi-Fredj, Ain Benian ; Boumerdès, Boudouaou ; Bejaia et Gouraya (OULD-AHMED, 2015).

II. détermination de taux de polyphénols

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

Les résultats obtenus des différents dosages sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique (mg EAG) pour les phénols totaux.

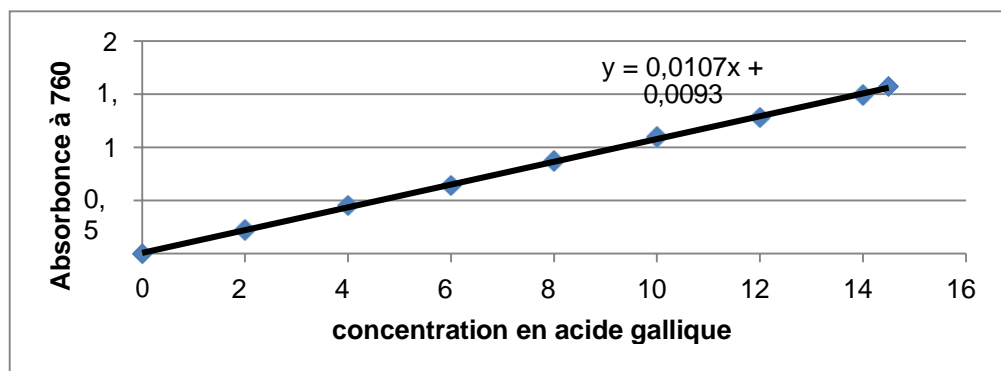


Figure III.11 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

II.2. Rendement en polyphénols totaux

II.2.1. Rendement d'extraction par décoction :

Les résultats du dosage des polyphénols sont illustrés dans l'histogramme suivant :

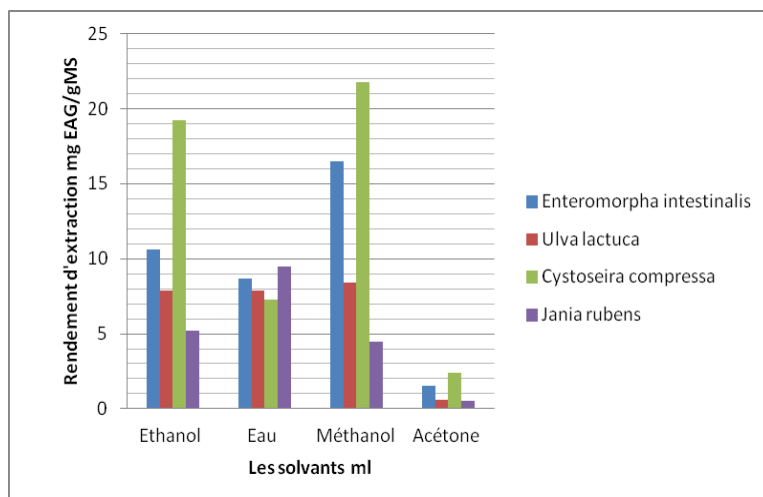


Figure III.12 : Histogramme représentant le rendement d'extraction des polyphénols par décoction.

Il ressort à travers l'observation des rendements que l'extraction au méthanol 70 % donne les meilleurs résultats avec une moyenne de 12.8 mg éq AG/g MS, suivi de l'éthanol et l'eau soit des moyennes de 10.725 mg éq AG/g MS et 8.125 mg éq AG/g MS respectivement (**Figure III.13**). Ceci rejoint les travaux de Lopez et al. 2011, dont les résultats affirment que les extraits méthanoliques offrent les meilleurs rendements pour les espèces algales.

Cependant, l'extraction à l'acétone montre le plus faible rendement avec une moyenne de 1.25 mg éq AG/g MS (**Figure III.13**). Ce résultat est en accord avec celui obtenu par BEN ABDALLAH et ses collaborateurs en 2013 ; MAHMOUDI et al. 2012 ont également conclu que l'acétone procure le plus faible rendement en polyphénols.

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

Les résultats obtenus montrent que les rendements d'extractions de chaque espèce d'algue diffèrent selon le type du solvant utilisé. Dans le même contexte, Michel et al. (2012) ont montré que le rendement des extractions dépend de la nature du solvant utilisé et des propriétés chimiques des molécules à extraire.

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

II.2.2. Teneur en polyphénols totaux en fonction de l'espèce de l'algue :

Les résultats des différentes teneurs de polyphénols totaux en fonction des espèces d'algue sont exprimés dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : le taux de polyphénol en fonction de l'espèce algue.

les espèces / les solvants	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	<i>Ulva lactuca</i>	<i>Cystoseira compressa</i>	<i>Jania rubens</i>
Éthanol	10.6	7.9	19.2	5.2
Eau	7.8	7.9	7.3	9.5
Méthanol (70%)	16.5	8.4	21.8	4.5
Acétone	1.5	0.6	2.4	0.5
Le taux de polyphénols de chaque algue (mg éq AG/100g PS)	36.4	24.8	50.7	19.7

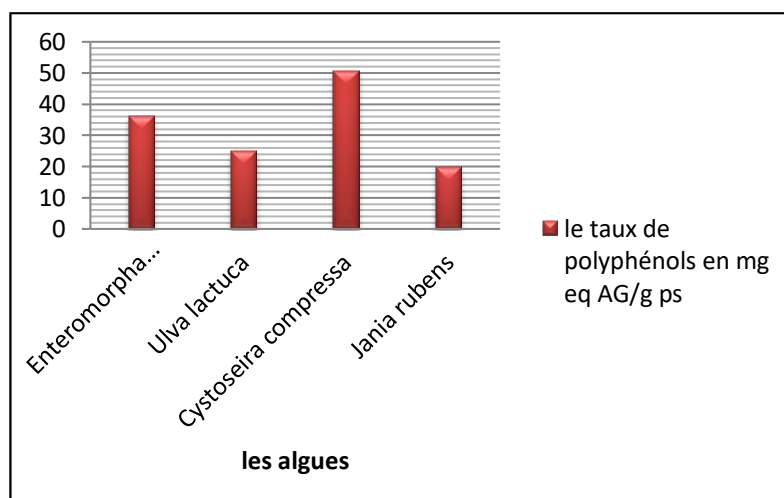


Figure III.13 : Histogramme représentant le taux de polyphénols dans chaque espèce d'algues.

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

La teneur en polyphénols totaux est plus élevée chez l'algue *Cystoseira compressa* avec un taux de 50.7 mg éq AG/g MS, suivi par *Enteromorpha intestinalis* avec 36.4 mg éq AG/g MS et 24.8 mg éq AG/g MS pour *Ulva lactuca*. La plus faible teneur est enregistrée chez *Jania rubens* avec une moyenne de 19.7 mg éq AG/g MS.

Cystoseira compressa présente le meilleur rendement d'extraction pour les quatre solvants.

Des résultats similaires ont été notés par BENABDELLAH et al (2017) ; Mannino et al (2014) qui ont confirmés que les algues brunes sont les plus riches en polyphénols par rapport aux algues vertes et rouges.

Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par plusieurs auteurs (OUCIF et al. 2017 ; MATANJUN et al.2008) qui ont constaté que les teneurs les plus importantes en polyphénols totaux se trouvent chez l'algue brune *Cystoseira* de la côte ouest algérienne.

Jania rubens donne un rendement faible pour l'acétone et l'éthanol.

L'étude statistique par ANOVA montre une différence significative entre les teneurs des extraits en polyphénols ($p < 0.001$).

Tableau III.2 : Les résultats d'étude statistique par ANOVA.

	<i>Enteromorpha intestinalis</i> m = 9.325	<i>Ulva lactuca</i> m = 6.200	<i>Cystoseira compressa</i> m = 12.67	<i>Jania rubens</i> m = 4.925
<i>Enteromorpha intestinalis</i> m = 9.325				
<i>Ulva lactuca</i> m = 6.200	DS m±2.209			
<i>Cystoseira compressa</i> m = 12.675	DS m±2.368	DHS m± 4.574		
<i>Jania rubens</i> m = 4.925	DS m±3.111	DNS m± 0.990	DHS m± 5.476	

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

DHS : Différence hautement significative, **DS** : Différence significative, **DNS** : Différence non significative

L'analyse statistique montre qu'il y a une différence hautement significative entre : *Cystoseira compressa* et *Jania rubens*. *Cystoseira compressa* et *Enteromorpha intestinalis* et entre les deux algues *Ulva lactuca* et *Enteromorpha intestinalis*. Aussi entre *Jania rubens* et *Enteromorpha intestinalis* Ainsi qu'entre *Cystoseira compressa* et *Ulva lactuca*.

Par contre l'analyse statique montre une différence non significative entre *Jania rubens* et *Ulva lactuca*. Les rendements d'extraction diffèrent significativement en fonction de l'espèce de l'algue.

II.2.3. Rendement d'extraction par macération

Les teneurs en polyphénols totaux obtenus par macération, sont exprimés dans le tableau suivant :

Tableau III.3 : résultats du dosage des polyphénols par la méthode de Macération.

Les espèces	L'absorbance à 765nm			Teneurs en polyphénols totaux (mg EAG/1g MS) ±SD	Teneurs en polyphénols totaux (mg EAG/100g MS) ± SD
	Essai 1	Essai2	Essai3		
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	0.246	0.222	0.229	0.023 ±0.001	2.3±0.1
<i>Ulva lactuca</i>	0.100	0.115	0.118	0.018±0.001	1.8±0.1
<i>Cystoseira compressa</i>	0.355	0.367	0.375	0.038±0.001	3.8±0.1
<i>Jania rubens</i>	0.146	0.134	0.136	0.013±0.000 1	1.3±0.01

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

La teneur en polyphénols totaux est plus élevée chez l'algue *Cystoseira compressa* avec une moyenne de 3.8 mg éq AG/g MS, suivi par *Enteromorpha intestinalis* avec 2.3 mg éq AG/g MS et 1.8 mg éq AG/g MS pour *Ulva lactuca*. La plus faible teneur est enregistrée chez *Jania rubens* avec une moyenne de 1.3 mg éq AG/g MS.

II.2.4. Comparaison entre le rendement d'extraction par macération et décoction par méthanol 70%:

La comparaison des rendements en polyphénols entre les deux méthodes d'extraction : macération et décoction est illustrée dans **Tableau III.4** et la **Figure III.15** suivants :

Tableau III.4 : Teneur en polyphénols totaux extraits par macération et par décoction.

Les espèces	L'absorbance à 765nm			Teneurs en polyphénols totaux (mg EAG/1g MS)± SD	Teneurs en polyphénols totaux (mg EAG/100g MS) ± SD	Teneurs en polyphénols totaux (mg EAG/1g MS) ± SD	Teneurs en polyphénols totaux (mgEAG /100g MS) ± SD
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Par macération		Par décoction	
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	0.246	0.222	0.229	0.023 ±0.001	2.3±0.1	0.165±0.001	16.5±0.1
<i>Ulva lactuca</i>	0.100	0.115	0.118	0.018±0.001	1.8±0.1	0.084±0.008	8.4±0.08
<i>Cystoseira compressa</i>	0.355	0.367	0.375	0.038±0.001	3.8±0.1	0.218±0.005	21.8±0.5
<i>Jania rubens</i>	0.146	0.134	0.136	0.013±0.001	1.3±0.01	0.045±0.002	4.5±0.2

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

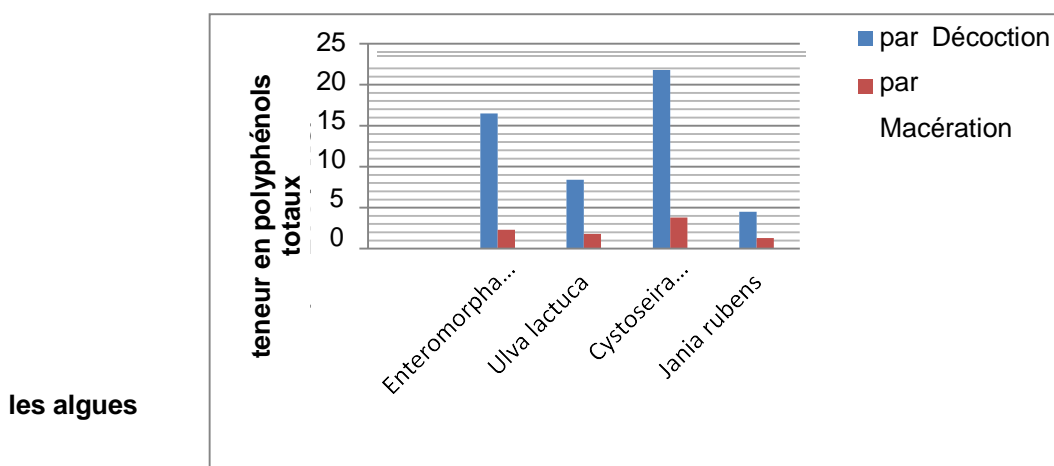


Figure III.14 : Histogramme comparative entre extraction méthanolique à 70 % des polyphénols par Décoction et Macération.

Contrairement aux rendements d'extraction par décoction, les résultats des rendements en polyphénols obtenus par macération sont minimales chez toutes les espèces étudiées. Ces résultats sont confirmés par TURKMEN (2005) qui rapporte que la méthode adoptée dans l'extraction provoque une variabilité des résultats.

La décoction semble être la meilleure méthode d'extraction des polyphénols totaux avec une moyenne de 21.8 mg éq AG/g MS contre 9.2 mg éq AG/g MS pour la macération.

Quel que soit le mode d'extraction, *Cystoseira compressa* enregistre les teneurs les plus élevées en polyphénols (3.8±0.1 mg éq AG/g MS pour la macération et 21.8±0.5 mg éq AG/g MS pour la décoction).

Selon TEFIANI (2015), la méthode d'extraction (macération, décoction) joue également un rôle important dans la détermination du rendement ainsi que la composition chimique de l'extrait préparé.

SRICK et al.2007 ont rapporté que les conditions environnementales sont capables d'altérer les concentrations en métabolites secondaires. Des études récentes ont montré que les teneurs en composés phénoliques, changent de façon considérable à cause des facteurs extrinsèques (température, climat...), génétiques (la variété et l'origine d'espèces), physiologiques (le degré de

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

maturation de la plante, les organes utilisés) et de la durée de stockage (MAISUTHISAKUL *et al.* 2007 ; KSOURI *et al.* 2009).

III. Détermination de taux des flavonoïdes

III.1. Droite d'étalonnage de quercétine

La teneur en flavonoïdes est estimée par l'équation de régression de la courbe d'étalonnage réalisée avec de la quercétine comme standard, et est exprimée en milligramme équivalent de quercétine/ g Matière sèche (mg eq. Q/g MS).

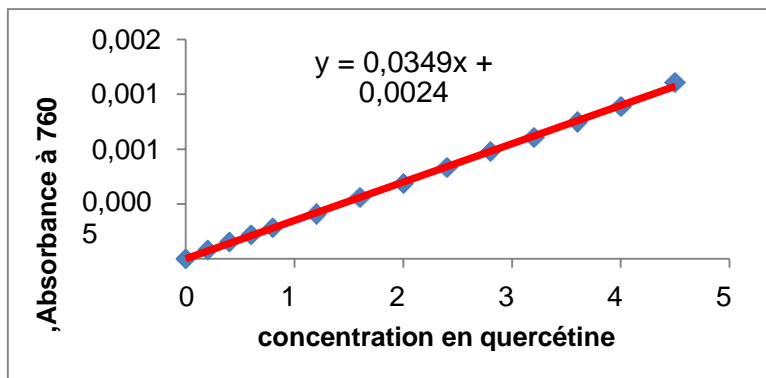


Figure III.15 : Courbe d'étalonnage de Quercétine pour le dosage des flavonoïdes.

III.2. Rendement des flavonoïdes totaux

Les résultats obtenus pour le dosage des flavonoïdes sont exprimés dans le tableau suivant :

Tableau III.5 : Teneurs en flavonoïdes en fonction de l'espèce de l'algue.

Les espèces	L'absorbance à 510nm			Teneurs en flavonoïdes totaux (mg EQ/1g MS) ±SD	Teneurs en flavonoïdes totaux (mg EQ/100g MS)) ±SD
	Essai 1	Essai 2	Essai 3		
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	0.393	0.364	0.372	0.144±0.006	14.4±0.6
<i>Ulva lactuca</i>	0.188	0.171	0.185	0.061±0.003	6.1±0.3
<i>Cystoseira compressa</i>	0.745	0.732	0.746	0.299±0.003	29.9±0.3
<i>Jania rubens</i>	0.140	0.144	0.133	0.044±0.002	4.4±0.2

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

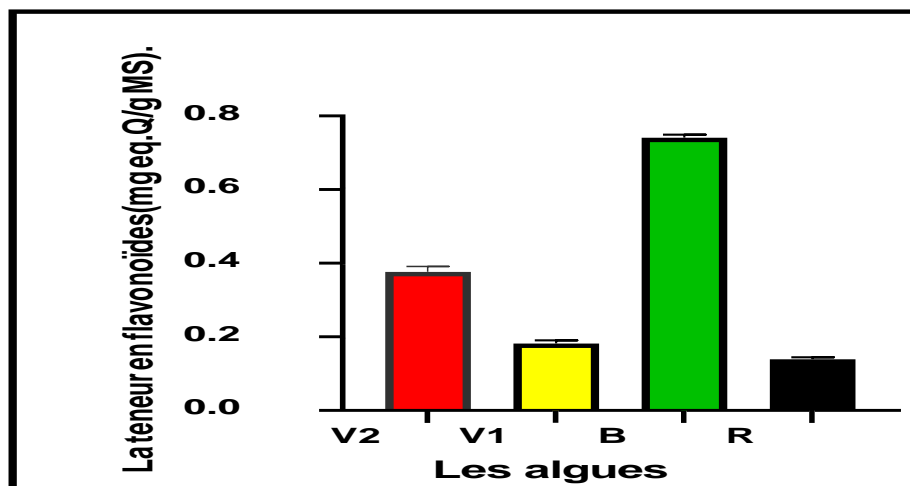


Figure III.16 : Histogramme représentant le rendement d'extraction des flavonoïdes.

La teneur en flavonoïdes est plus élevée chez *Cystoseira compressa* avec une moyenne de 29.9 ± 0.3 mg eq. Q/g MS, suivie par *Enteromorpha intestinalis* avec une moyenne de 14.4 ± 0.6 mg eq. Q/g MS, *Jania rubens* donne la plus faible teneur (4.4 ± 0.2 mg eq. Q/g MS en moyenne). Ce résultat est en accord avec d'autres travaux effectués sur les algues où le rendement obtenu en flavonoïdes est réduit (MEENAKSHI et GNANAMBIGAI, 2009 ; SAVA et SIRBU, 2010 ; ZENG et al. 2001).

La teneur en flavonoïdes obtenu chez *C. compressa* (de 29.9 ± 0.3 mg eq Q /g M.S) est supérieure à celle enregistrée par KOSANIC et al. (2015) chez la même espèce.

Le méthanol reste le meilleur solvant d'extraction. Ce résultat est confirmé par ABDILLE et al.

(2005).

Les différences dans les teneurs en flavonoïdes de notre étude et celles étudiées par ces auteurs précédés sont à cause de plusieurs paramètres. Principalement, ces différences sont dues à la grande sensibilité des flavonoïdes qui sont susceptible de subir des dégradations, des hydrolyses ou des oxydations. Plusieurs autres facteurs influencent leur quantification comme les paramètres environnementaux (place géographique, climat, saison ...etc.), l'espèce, le temps et la température de l'extraction, la nature des solvants, le mode de conservation des extraits et mêmes les facteurs génétiques (LI et al. 2006 ; LAGHA-BENAMROUCHE et

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

MADANI, 2013 ; ABOSHORA *et al.* 2014 ; AL-ANBARI et HASAN, 2015 ; SAROJINI *et al.* 2012).

Conclusion

Conclusion

Afin de promouvoir les ressources naturelles algériennes, l'objectif ultime de ce travail de recherche est une valorisation des microalgues, par l'extraction et l'estimation des biomolécules à haute valeur ajoutée des différentes algues.

Nous avons choisi quatre espèces d'algues récoltées à l'Est de Tipaza : une Rhodophytes (algue rouge), une Ochrophytes (algues brunes) et deux Chlorophytes (algues vertes). Ces algues ont fait l'objet d'une étude systématique et biologique puis une étude chimique.

Les quatre algues étudiées montrent une variabilité dans leur contenu en molécules bioactives importantes, tels que les polyphénols et les flavonoïdes. 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.

Au cours de notre étude, nous avons constaté que la décoction par le méthanol 70% et par l'éthanol sont les meilleures techniques d'extraction des polyphénols totaux. Quantitativement et qualitativement, l'algue brune donne le meilleur rendement en polyphénols pour les quatre solvants (par la méthode de décoction) et en flavonoïdes. Toutefois les algues vertes offrent un rendement satisfaisant en polyphénols et aussi en flavonoïdes.

En ce qui concerne, l'étude statistique a permis de conclure qu'il y a une différence significative entre certaines espèces d'algues, donc la teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes dépend de l'espèce.

Enfin nous pouvons conclure, que les algues marines sont une source importante de constituants chimiques (polyphénols totaux et flavonoïdes) ayant des propriétés biologiques très importantes qui trouvent leur intérêt dans de nombreuses applications et dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et agriculture. Et peuvent être utilisés aussi comme source d'aliment fonctionnel ou thérapeutique.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- Al Mamari H H., (2021).** Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis. FROM THE EDITED VOLUME: phenolic compounds, Edited by Farid A. Badria. DOI: 10.5772/intechopen.98958.
- 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-
- BISCAYART C., ANGELERI P., et al., (2019).** AJ. The next big threat to global health? novel coronavirus (2019-nCoV): What advice can we give to travellers? — Interim recommendations January 2020, from the Latin-American Society for Travel Medicine (SLAMVI). Travel Med Infect Dis 2020:101567. doi:10.1016/j.tmaid.2020.101567.
- BONNAILLIE C., SALACS M., et al., (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.
- 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 *Satureja laminthassnepta* (nabta) et *Ajugaiva* L. (Chendgoura) de l'ouest d'Algérie. Mémoire de magister ; spécialité. Tlemcen : Université Tlemcen : 125p.
- BRANISLAV R., MARIJANA K., TATJANA S., (2015).** Marine macroalgae with antioxidant, antimicrobial and cytotoxic potential. Faculty of Science, University of Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac., SERBIA: P.P.142-147.
- BRUNETON J., (1993).** Pharmacognosie, phytochimie., plantes médicinales., Techniques et Documentation. 2eme édition., Paris: Lavoisier, 916 p.
- BRUNETON J., (1999).** Phytochimie. Plantes médicinales. Pharmacognosie., 3eme édition, Paris, Ed: P.P.125_165.

Références Bibliographiques

- BRUNETON J., (2008).** Acides phénols. In: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales., Paris Ed: Lavoisier. 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 ., et al., (1980).** Antimicrobial and antiviral activities of extracts from Mediterranean algae. *Bot. Mar*, 23: pp 285-288 .
- CATHERINE MASSAUX., 2012.** Polyphénols : des alliés pour la santé, abeilles & Cie n°149
- CATHERINE BOYEN., PASCALJAOUEN., 2015.** Les Biotechnologies Marines dans le Grand Ouest : 61p.
- CARBO A., AUGUR C., et al.,(2008).** Microbial production of ellagic acid and biodégradation of ellagitannins. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78: pp 189-199
- CARLOS WG, DELA CRUZ CS., et al., (2020).** Novel Wuhan (2019nCoV) coronavirus. *Am J Respir Crit Care Med* 2020;201:P7–8. doi:10.1164/ rccm.2014P7.
- CHAN JF., KOK KH., et al., (2020).** Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerg Microbes Infect* 2020;9:221– 36. doi:10.1080/22221751.2020.1719902. NEJMoa2001017.
- CHANG D., LIN M., et al., (2020).** Epidemiologic and clinical characteristics of novel coronavirus infections involving 13 patients outside Wuhan, China. *JAMA* 2020 Feb 7 [Epub ahead of print]. doi:10.1001/ jama.2020.1623.
- CHAVAN F., SHAHIDI M., NACZK G., (2001).** Extraction of condensed tannins from beach pe.(*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.
- CHEN N., ZHOU M., et al., (2020).** Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*

Références Bibliographiques

2020;395:507–13. doi:10.1016/ S0140-6736(20)30211-7.

- CHOU CC., SHEN CF., et al., (2019).** Recommendations and guidelines for the treatment of pneumonia in Taiwan. J Microbiol Antibacterial bromophenol from the marine red alga *Pterosiphonia complanata*. Natural Product communication 2: pp 749-7.
- CLIFFORD M.N., (1999).** A nomenclature for phenols with special reference to tea Washington., DC, CRC Press., Boca Raton Florida., 41 (5) : P.P. 393-397.
- D'ARCHIVIO M., FILESI C.,et al ., (1999).** Extraits phénoliques d'aubépine, de cola et d'églantier. Thèse de doctorat. Université de Lille-II, France.
- Davet, P., (1996).** Vie microbienne du sol et production végétale. Mieux comprendre. INRA édition. Paris : 61p.
- 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.
- DROSTEN C., GUNTHER S., PREISER W, et al., 2003.** Identification of a novel coronavirus in patients with severe acute respiratory syndrome. N Engl J Med :P.P.1967-76.
- DRUZYNSKA B., STEPNIEWSKA A., 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 Scientarum Polonorum Technologia Alimentaria., 6: 27 36p.
- EL HASSOUNI H., DRISS A., et al ., (2013).** Évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de deux algues rouges, *Osmundea pinnatifida* et *Gigartina acicularis*. ScienceLib Editions Mersenne, (5). 2111-4706.
- ENJUANES L, SOLA I., et al., (2001).** Coronavirus derived expression systems. J Biotechnol : P.P. 183-204.

Références Bibliographiques

- ETAHIRI S., BULTEL-PONCÉ V., et al., (2001).** New bromoditerpenes from the red alga *Sphaerococcus coronopifolius.*, *Journal of Natural Products* 64(1) : pp 1024-1027.
- ETAHIRI S., EL KOURI A., et al., (2007).** Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes.
- 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., (1961).** Note sur les algues marines Galite. *Rapp. P. V. Réunion. Commiss. Internation. Explor. Sci. Mer médit* : pp 503_508.
- FELDMANN J., 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., FELDMANN G.,(1939).** Addition à la flore des algues marines de l'ALgérie. *Bull.Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* : pp 318_321 .
- FEUGAS M-P., LAMARE V., VERLAQUE M., (2007).** *Jania rubens* (Linnaeus) J.V.Lamouroux. (En ligne : <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/671>).
- FLEURY B.G., KELECOM A.,et al ., (1994).** Polyphenol, terpeneand 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., et al., (2008).** A WHEYPROTEIN G.N.U. FREE DOCUMENTATION LICENCE, 2006.

Références Bibliographiques

- FUNAHASHI H. IT., MASE T., et al ., (2001).** Seaweed prevents breast cancer *Journal of Cancer Research*: P.P (92)483-487.
- 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
- GARCIA-SALAS, A. MORALES-SOTO, A., et al ., (2010).** Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*. Vol. 15: 8813-8826p.
- 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.
- GORBALENYA AE, BAKER SC., et al., (2020).** Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: the species and its viruses—a statement of the Coronavirus Study Group. *bioRxiv* 2020 Feb 11. doi:10.1101/2020.02.07.937862.
- HOLSHUE ML, DEBOLT C., et al., (2020).** First case of 2019 novel coronavirus in the United States. *N Engl J Med* 2020 Jan 31 [Epub ahead of print]. doi:10.1056/NEJMoa2001191.
- HUANG C., WANG Y., et al., (2020).** Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*: (395) P.P. 497– 506. doi:10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
- HUNG HM., YANG SL., et a., (2019).** 1. Molecular epidemiology and clinical features of rhinovirus infections among hospitalized patients in a medical center in Taiwan. *J Microbiol Immunol Infect* :P.P.233–41. doi:10.1016/j.jmii.2018.08.009.
- JOKIĆ D., VELIĆ M., et al ., (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.
- KATARZYNA G., IZABELA M., et al ., (2016).** Plant Growth 0Biostimulants Based on Different Methods of Seaweed Extraction with Water. *BioMed Research International*

Références Bibliographiques

25, p11

- 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.
- KOFFI E., SEA T., et al., (2010).** Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *J. Animal & Plant Sci.*, 5: pp 550-558.
- KTARI L., GUYOT M., (1999).** A cytotoxic oxysterol from the marine algae *Padina pavonica*, *Journal of Applied Phycology* 11:P.P. 511-513.
- L'OPEZ A., RICO M., et al., (2011).** The effects of solvents on the phenolic contents and antioxidant activity of *Stypocaulon scoparium* algae extracts. *Food Chemistry* 125, P.P.1104–1109.
- 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, P.P. 587-594.
- LAPLACE C. TM., PELTRE M.C., et al., (2015).** Guide Pratique De Détermination Des Algues Macroscopiques D'eau Douce Et De Quelques Organismes Hétérotrophes , Les Éditions D'irstea Bordeaux, Cestas, 204 P.
- LAURET M., OHEIX J., (2011).** Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes de la lagune du Languedoc-Roussillon : 148 p.
- LEE JY., YANG PC., et al., (2019).** Community-acquired adenoviral and pneumococcal pneumonia complicated by pulmonary aspergillosis in an immunocompetent adult. *J Microbiol Immunol Infect*: 52, P.P. 838–9.doi:10.1016/j.jmii.2019.05.014.
- LEE KH, YOO SG., et al.,(2019).** Characteristics of community-acquired respiratory viruses infections except seasonal influenza in transplant recipients and non-transplant critically ill patients. *J Microbiol Immunol Infect.* doi:10.1016/j.jmii.2019.05.007.
- LEE SH., RUAN SY., et al., (2019).** Performance of a multiplex PCR pneumonia panel for the identification of respiratory pathogens and the main determinants of resistance from the lower respiratory tract specimens of adult patients in intensive care units. *J*

Références Bibliographiques

- Microbiol Immunol Infect : 52, P.P.920–8. doi:10.1016/j.jmii.2019.10.009.
- LI Q., GUAN X., et al., (2020).** Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. *N Engl J.* doi:10.1056/NEJMoa2001316.
- LIN GL., LU CY., et al., (2019).** Molecular epidemiology and clinical features of adenovirus infection in Taiwanese children, 2014. *Microbiol Immunol Infect* :52, P.P.215–24. doi:10.1016/j.jmii.2018.07.005.
- LU H., STRATTON CW., TANG YW., (2020).** Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan China: the mystery and the miracle. *J Med Virol.* doi:10.1002/jmv.25678.
- LU R., ZHAO X., et al., (2020).** Genomic characterization and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet.* doi:10.1016/S0140-6736(20)30251-8.
- Lu Y., (2009).** Green Algae as a Platform to Express Therapeutic Proteins. *Discovery Medicine:* 8, P.P.28-30.
- LUDMILA M., LADISLAVA M., et al., (2015).** Phenolic Content and Antioxidant Capacity in Algal Food Products. *Molécules:* 20, P.P 1118-1133.
- MAHMOUDI S., KHALI M., MAHMOUDI N., et al., (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., et al ., (2004).** Polyphenols:food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition:* 79, P.P.727-747p.
- MARFAING H., LEART Y., (2007).** Les algues ont-elles une place en nutrition ? *Phytothérapie,* 5 (S1), P.P. 2-5.
- MARO D., HEBERT D., et al ., (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, P.P. 13-24.

Références Bibliographiques

- MARRA MA., JONES SJ., et al., (2003).** The genome sequence of the SRAS-associated coronavirus. *Science*: 300, P.P. 1399-404.
- MARTIN S., ANDRIANTSITOHAINA R., (2002).** Cellular mechanism of vasculo-protection induced by polyphenols on the endothelium. *Annales de Cardiologie et d'Angiologie* : 51, P.P. 304- 315.
- MASELLA R., 2007.** Polyphénols, dietary sources and bioavailability. *Annali-dell'Istituto-Superiore-diSanità.* : 43,P.P. 348-361.
- MICOL V., CATURIA N., et al ., (2005).** The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral hemorrhagic septicemia Rhabdovirus (VHSV). *Antiviral Research*: 66, P.P. 129-136.
- MIKA A., MINIBAYEVA F., et al ., (2004).** Possible functions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species., *Phytochemistry Reviews* : 3 ,P.P. 173-193.
- MOMPON B., LEMAIRE B., et al ., (1996).** Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. IN « Polyphénols 96 ». Ed INRA: P.P. 31-35.
- MUNSTER VJ., KOOPMANS M., (2020).** A novel coronavirus emerging in China—key questions for impact assessment. *N Engl J Med.* doi:10.1056/NEJMp2000929..
- NAKANO Y., (1999).** Dried green and purple lavers (nori) contain substantial amounts of biologically active vitamin B₁₂ but less of dietary iodine relative to other edible seaweeds. *Agricultural and Food Chemistry* : 47, P.P. 2341-2343.
- 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).** Etude des espèces phytobenthiques au voisinage de la centrale thermique de mer El Hadjdj (Golfe d'Arzew ; Ouest Algérien). Mention particulière sur une espèce remarquable Chlorophyte, *Caulerpa prolifera*

Références Bibliographiques

(Forsskal) Lamouroux.thèse magister ISMAL.

- OULD –AHMED N., (2015).** Les algues des côtes algériennes. Connaissance, Caractérisation, Conservation, Utilisation. Thèse de doctorat, ENSA, Alger.
- OULD –AHMED N., GOMEZ GARRETA A., (2014).** Checklist of the benthic marine macroalgae from Algeria. I. Phaeophyceae. *Anales Jard. Bot. Madrid* 70 (2) : P.P.136_143.
- OULD-AHMED N., GOMEZ GARRETA A., 2019.** Checklist of the benthic marine macroalgae from Algeria .I.Phaeophyceae. *Anales Jard.Bot.Madrid*: 70, P.P. 136-143.
- 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, P.P. 1063-1071.
- PARIS M., HURABELLEN M., (1981).** *Abrégé de Matière médicale, pharmacognosie.* Ed: Masson :P.P. 210-215.
- PEREZ R., (1997).** Ces algues qui nous entourent: conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisations, culture. : 272p.
- POUTANEN SM., LOW DE., et al., (2003).** Identification of severe acute respiratory syndrome in Canada. *N Engl J Med*: 348, P.P. 1995-2005.
- RAVI B N., MURPHY P T., et al ., (1982).** 18terpenoid metabolites of the brown alga *Cystophora moniliformis*, *Aust. J. Chem* : 35, P.P. 171-182.
- REMIREZ D., GONZALEZ A., et al ., (1999).** Effect of phycocyanin in zymosan-Induced arthritis in mice- phycocyanin as an antiarthritic compound. *Drug Development Research* : 48, P.P.70-75.
- RICHTER G., (1993).** Composés phénoliques in *Métabolisme des végétaux: physiologie et biochimie.* Ed Presse polytechnique et universitaire romande : P.P. 317-339.
- RISCO C., ANTON IM., et al ., (2012).** The transmissible gastroenteritis coronavirus contains a spherical core shell consisting of M and N proteins. *J Virol* : 70, P.P. 4773-7.

Références Bibliographiques

- ROTA PA., OBERSTE MS., et al., (2003).** Characterization of a novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome. *Science*: 300, P.P. 1394-9.
- SATPATI GPR., (2011).** Biochemical composition and lipid characterization of marine green alga *Ulvarigida*- a nutritional approach. *Journal of Algal Biomass* : 2, P.P.10-13.
- 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
- SERIDI H., (1990).** Etude des algues marines benthiques de la région d'Alger. Thèse magister. USTHB, Alger: 221p.
- SHIBATA T., ISHIMARU K.,et al .,(2008).** Antioxidant activities of phlorotannins isolated from Japanese Laminariaceae. *Applied Phycology*: 20, P.P.705-711.
- SINGLETON VL., ORTHOFER R., LAMUELA R ., (1999).** «Analysis of total phenols and other oxidants substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*: 299, P.P.152-178.
- SKERGET M., KOTNIK P., et al., (2005).** Phenols, proanthocyanidines, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*: 89, P.P. 191-198.
- SU IC, LEE KL,et al ., (2018).** Severe community acquired pneumonia due to *Pseudomonas aeruginosa* coinfection in an influenza A(H1N1)pdm09 patient. *J Microbiol Immunol Infect* : 52, P.P. 365–6. doi:10.1016/j.jmii.2018.05.007.
- 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., et al., (2013).** UPLC-MS profiling of low molecular weight phlorotannin polymers in *Ascophyllum nodosum*, *Pelvetia canaliculata* and *Fucus spiralis*. *Metabolomics*: 10, P.P. 524–535.

Références Bibliographiques

- UTHURRY C.A., HEVIA D., GOMEZ-CORDOVES C., (2011).** Role of honey polyphenols in health. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science* : P.P.141-159.
- VABRET A., BROUARD J., et al ., (1998).** Infections à coronavirus humains. Importance et diagnostic. *Presse Med* ; 27, P.P.1813-7.
- VABRET A., MOUREZ T., et al ., (2008).** An outbreak of coronavirus OC43 respiratory infection in Normandy, France. *Clin Infect Dis*: 36, P.P. 985-9.
- 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, P.P.267-275.
- WANG C., HORBY PW., et al ., (2020).** A novel coronavirus outbreak of global health concern. *Lancet*: 395, P.P.470–3. doi:10.1016/S0140-6736(20)30185-9.
- WANG D., HU B., et al., (2020).** Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. doi:10.1001/jama.2020.
- WATANABE F., TAKENAKA S., et al., (1997).** Anti-malarial activity: the search for marine-derived natural products with selective anti malarial activity. *Journal of Natural Products*:59,P.P. 710-716.
- YAN X., CHUDA Y.,et al ., (1999).** Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hifikia fusiformis*. Common edible seaweed., *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*: 63, P.P. 605-607.
- YASUHARA BL.,(2010).** Marine compounds and their antiviral activates. *Antiviral research*: 86,P.P.231240.
- YOO JH., (2020).** The fight against the 2019-nCoV outbreak: an arduous march has just begun. *J Korean Med Sci*: P.P.35-56. doi:10.3346/jkms.2020.35.e56.
- ZHAO S., LIN Q., et al., (2020).** Preliminary estimation of the basic reproduction number of novel coronavirus (2019-nCoV) in China, from 2019 to 2020: a data-driven analysis in the early phase of the outbreak.

Références Bibliographiques

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.

ZHU N., ZHANG D., et al., (2020). A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. N Engl J Med.

ZITOUNI H., (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.

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 $n_1=n_2$ $c_1*v_1=c_2*v_2$

c_1 : 2mg/10 ml v_1 : ?!

c_2 : la concentration de l'acide gallique v_2 : 10 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_2CO_3 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

Annexes

Tableau 1 : Les résultats du dosage des polyphénols dans les quatre échantillons.

Les espèces	les solvants	L'absorbance à 765nm			La quantité moyenne des polyphénols (mg EAG/1g MS) ± SD	La quantité moyenne des polyphénols (mg EAG/100g MS) ± SD
		Essai 1	Essai 2	Essai 3		
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Ethanol	0.983	1.019	0.998	0.106±0.002	10.6±0.2
	Eau	0.829	0.830	0.820	0.087±0.0006	8.7±0.06
	Méthanol70 %	1.547	1.536	1.567	0.165±0.001	16.5±0.1
	Acétone	0.155	0.154	0.156	0.015±0.0001	1.5±0.01
<i>Ulva lactuca</i>	Éthanol	0.739	0.753	0.745	0.079±0.0007	7.9±0.07
	Eau	0.746	0.763	0.737	0.079±0.001	7.9±0.1
	Méthanol70 %	0.790	0.804	0.802	0.084±0.0008	8.4±0.08
	Acétone	0.074	0.076	0.077	0.006±0.0001	0.6±0.01
<i>Cystoseira compressa</i>	Éthanol	1.779	1.819	1.790	0.192±0.002	19.2±0.2
	Eau	0.720	0.700	0.670	0.073±0.002	7.3±0.2
	Méthanol70 %	2.013	2.012	2.097	0.218±0.005	21.8±0.5
	Acétone	0.238	0.247	0.231	0.024±0.008	2.4±0.8
<i>Jania rubens</i>	Éthanol	0.500	0.480	0.504	0.052±0.001	5.2±0.1
	Eau	0.900	0.894	0.909	0.095±0.008	9.5±0.8
	Méthanol70 %	0.456	0.408	0.427	0.045±0.002	4.5±0.2
	Acétone	0.061	0.060	0.064	0.005±0.0002	0.5±0.02

Annexes

Résumé

Dans le cadre de l'utilisation des algues marines, Nous avons choisi quatre espèces d'algues récoltées à l'Est de Tipaza (**Cultmare**) : une Rhodophytes (algue rouge), une Ochrophytes (algues brunes) et deux Chlorophytes (algues vertes).en mettent en évidence leurs taxonomie et leurs utilisation en biotechnologie. Les algues sont utilisée dans des défferentes domaine tel que la médecine , pharmaceutique et comme source de nutrition pour ses propriétés biologiques attribuées essentiellement aux polyphénols. Afin d'évaluer la meilleure technique d'extraction de polyphénols totaux et de flavonoïdes des algues et l'effet de la nature du solvant sur le rendement d'extraction , nous avons utilisé deux méthodes d'extraction à savoir la décoction et la macération et quatre solvants (eau, méthanol, éthanol et acétone). Les meilleurs rendements d'extraction sont enregistrés par la décoction par le méthanol 70% et par l'éthanol. L'eau distillée est considérée comme un bon solvant pour l'isolement des composés phénoliques. Aussi, L'algue brune donne le meilleur rendement en polyphénols pour les quatre solvants (par la méthode de décoction) et en flavonoïdes. Toutefois les algues vertes offrent un rendement satisfaisant en polyphénols et aussi en flavonoïdes.

ملخص

كجزء من استخدام الأعشاب البحرية ، اخترنا أربعة أنواع من الطحالب التي تم حصادها شرق تيبازة ؛ طحالب رودوفيت (طحالب حمراء) ، نباتات نباتية (طحالب بنية) واثنين من نباتات الكلوروفيت (طحالب خضراء).

في التكنولوجيا الحيوية. تستخدم الطحالب في مجالات مختلفة مثل الطب والأدوية وكمصدر للتغذية لخصائصها البيولوجية التي تعزى بشكل رئيسي إلى مادة البوليفينول. من أجل تقييم أفضل تقنية استخراج البوليفينول الكلي والغالونويد من الطحالب وتأثير طبيعة المذيب على محصول الاستخلاص ، استخدمنا طريقتين للاستخلاص وهما مغلي وتعطين وأربعة مذيبات (ماء ، ميثانول ، إيثانول ، أسيتون) . يتم تسجيل أفضل عوائد الاستخلاص عن طريق ديكتيون مع 70٪ ميثانول وإيثانول.

يعتبر الماء المقطر مذيباً جيداً لعزل المركبات الفينولية. أيضا ، الطحالب البنية تعطي أفضل محصول في البوليفينول للمذيبات الأربعة (بطريقة ديكتيون) وفي الغالونويد. ومع ذلك ، فإن الطحالب الخضراء تقدم عائداً مرضياً في البوليفينول وكذلك في الغالونويد.

Abstract

As part of the use of seaweed, we have chosen four species of algae harvested east of Tipaza (**Cultmare**): a Rhodophytes (red algae), an Ochrophytes (brown algae) and two Chlorophytes (green algae) .en highlight their taxonomy and use in biotechnology. Algae are used in various fields such as medicine, pharmaceuticals and as a source of nutrition for their biological properties attributed mainly to polyphenols. In order to evaluate the best technique for extracting total polyphenols and flavonoids from algae and the effect of the nature of the solvent on the extraction yield, we used two extraction methods, namely decoction and maceration and four solvents (water, methanol, ethanol and acetone). The best extraction yields are recorded by decoction with 70% methanol and ethanol. Distilled water is considered a good solvent for the isolation of phenolic compounds. Also, brown seaweed gives the best yield in polyphenols for the four solvents (by the decoction method) and in flavonoids. However, green algae offer a satisfactory yield in polyphenols and also in flavonoids.