

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

JOUHRI SIHEM

Et

DAHMANE MANSOURIA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité: BIORESSOURCES MARINE

THÈME

**Etude comparative des paramètres biochimiques chez les
microalgues (*Nannochloropsis gaditana*) et les macroalgues (*Ulva
lactuca*, *Coralina elongata* et *Cystoseira sp*).**

Soutenue le 15/09/2021

DEVANT LE JURY :

Président : BEKADA D.

Grade: MCA

U.Mostaganem

Examineur : BENAMAR N.

Grade: Pr

U.Mostaganem

Encadreur : BENZIDANE D.

Grade: MAA

U. Mostaganem

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

*Avant toute chose, nous remercions **ALLAH**, le Tout Puissant, de nous avoir donné le courage, la détermination et la patience pour accomplir cette petite travail.*

*Nous devons une énorme dette de gratitude à **Mme Benzidane Dehiba** d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir permis de poursuivre notre recherche et notre travaille sans complexe. Merci madame, pour votre rigueur scientifique et les conseils constante, pour avoir eu la patience de corriger notre mémoire.*

*Ma gratitude revient à **Dr. BEKADA**, d'avoir accepté de présider notre jury. Sensible à l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail, je vous prie de croire en mon éternel respect.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à **Pr. BENAMAR**, d'avoir accepté d'examiner notre travail de fin d'étude et pour sa disponibilité.*

Enfin, un sincère merci à tout le monde qui a aidé et soutenu en tout façon, que ce soit de près ou de loin. Nos pensées sont avec tous les enseignants qui ont été impliqués dans notre formation.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

A mes très chers parents, source de la vie, d'amour et d'affection

Ma sœur Chourouk et mon frère Ilyes, source de joie et de bonheur

Toute ma famille

Tous mes amis, en particulier Ziad, Malika, Narimane, Fatima et Riadh .

Tous mes collègues de promotion de M2 BRM "2021" je mentionne en particulier Mansouria mon binôme.

Je sincèrement souhaite vous le meilleur de la chance et le succès dans tous de vos efforts.

Siham

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*À mes très chers parents source de mon éducation, mon
Savoir et mes principes qui ont beaucoup sacrifié pour
que je puisse être là où je suis « Que Dieu me les
Protèges »*

*À mes frère Mohamed, Habib, et Mehdi. Et mes
seurs Fadéla et Warda pour leur encouragement et
leur aide .*

À Mes professeurs

À Toute ma famille en particulier Haroun

À mon binôme Sihem

À mes amis

D. Mansouria

Résumé

Les algues marines sont une source potentielle de composé ayant des applications dans des domaines différents. Les lipides et les protéines représentent les deux principaux groupes de molécules d'intérêt aussi bien chez les macroalgues que chez les microalgues qui composent le phytoplancton.

Dans le cadre de la valorisation des algues marines biomasse, ainsi que les côtes algériennes, nous nous sommes intéressés à l'étude de la composition biochimique de quelques algues de la côte Ouest algérienne (Algues vertes : *Ulva lactuca*, Algues Brunes: *Cystoseira sp*, Algues rouges : *Coralina elongata*, et Micro algues : *Nannochloropsis gaditana*).

L'objectif de ce travail est de faire une étude de la composition biochimique de la biomasse algale et plus spécialement les espèces suivantes : *Ulva lactuca*, *Cystoseira sp*, *Coralina elongata* et *Nannochloropsis gaditana*. Cette étude est basée sur une quantification de la teneur en lipide par la méthode de Soxhlet, d'un dosage de la concentration protéique par la méthode de Bradford et d'une extraction des pigments photosynthétiques (Chlorophylle a et b).

Les résultats obtenus montrent que la teneur en lipide chez *Ulva lactuca*, *Cystoseira sp*, *Coralina elongata* et *Nannochloropsis gaditana* est de 18.8 %, 34.7 %, 34.9 % et 57.1 % respectivement. Le rendement en protéine quantifié par la réaction de Bradford est plus important chez les microalgues que chez les macroalgues. Le taux de pigment chez *Cystoseira sp* et *Ulva lactuca* est de 1.59 % et 1.04 %, respectivement.

La détermination de la composition biochimique a révélé que ces espèces constituent une excellente source de lipide, de pigments et de protéines.

Mots clés : Macroalgue, microalgue, *Ulva lactuca*, *Cystoseira sp*, *Coralina elongata*, *Nannochloropsis gaditana* ,

Abstract

Marine algae are a potential source of a compound with applications in different fields. Lipids and proteins represent the two main groups of molecules of interest both in macroalgae and in the microalgae that make up phytoplankton.

As part of the valuation of marine algae biomass, as well as the Algerian dimensions, we are interested in the study of the biochemical composition of some algae of the Algerian west coast (Green algae: *Ulva lactuca*, Brown algae: *Cystoseira sp*, Red algae: *Coralina elongata*, and Micro algae: *Nannochloropsis gaditana*).

The objective of this work is to study the biochemical composition of algal biomass and more specifically the following species: *Ulva lactuca*, *Cystoseira sp*, *Coralina elongata* and *Nannochloropsis gaditana*. This study is based on a quantification of the lipid content by the Soxhlet method, an assay of the protein concentration by the Bradford method and an extraction of photosynthetic pigments (Chlorophyll a and b).

The results obtained show that the lipid content in *Ulva lactuca*, *Cystoseira sp*, *Coralina elongata* and *Nannochloropsis gaditana* is 18.8%, 34.7% 34.9% and 57.1% respectively. The protein yield quantified by the Bradford reaction is greater in microalgae than in macroalgae and. The pigment level in *Cystoseira sp* and *Ulva lactuca* is 1.59% and 1.04%, respectively.

Determination of the biochemical composition revealed that these species are an excellent source of lipid, pigments and proteins.

Keyword: Algae, *Ulva lactuca*, *Cystoseira sp*, *Coralina elongata*, *Nannochloropsis gaditana*,

Table des Matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
I. Introduction	01
II. Synthèse bibliographique	
1. Généralité sur les Algues	04
1.1. Les macro-algues	04
a. Les algues brune (Phéophycées)	05
b. Les algues rouges (Rhodophycées)	06
c. Les algues vertes (Chlorophycées)	05
1.1.2. Composition biochimique des macro-algues	06
a. Protéines	06
b. Lipides	07
c. Pigement	07
1.1.3. Application des macroalgues	07
1.2. Les micro-algues	08
1.2.1. Classification	09
1.2.2. Composition biochimique	10
1.2.3. Application des microalgues	10
2. Espèces étudiées	11
2.1. <i>Ulva lactuca</i>	11
2.1.1. Taxonomie	11
2.1.2. Caractéristiques	11
2.2. <i>Cystoseira sp</i>	12
2.2.1. Taxonomie	12
2.2.2. Caractéristiques	12
2.3. <i>Carolina elongata</i>	12
2.3.1. Taxonomie	12
2.3.2. Caractéristiques	12
2.4. <i>Nannochloropsis gaditana</i>	13
2.4.1. Taxonomie	13
2.4.2. Caractéristiques	13

III. Matériels et méthodes	
1. Matériel biologique	
1.1. Espèces de micro-algues	15
1.2. Espèces de macro-algues.....	15
1.2.1. Présentation du site d'échantillonnage.....	15
1.2.2. Sélection et identification des espèces cibles.....	15
1.2.3. Collecte et traitement des échantillons.....	16
2. Analyse chimique de la biomasse	16
2.1. Extraction des lipides par Soxhlet	16
2.1.1. Principe	16
2.1.2. Caractéristiques des produits utilisés.....	17
2.1.3. Mode opératoire	18
2.2. Dosage des protéines.....	19
2.2.1. Principe	19
2.2.2. Mode opératoire	19
3. Dosage des pigments.....	21
2. 1.1. Principe	21
2.1.2 Mode opératoire	21
IV. Résultats et Discussions	23
V. Conclusion	28
VI. Références	29

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : les algues.....	04
Figure 2 : Algues verte (<i>Chlorophycées</i>)	05
Figure 3 Algues brune (<i>Phaeophyceae</i>).....	06
Figure 4 : Algue rouge (<i>Rodophycées</i>)	06
Figure 5 : <i>Nannochloropsis gaditana</i>	09
Figure 6 : <i>Ulva Lactuca</i>	11
Figure 7 : <i>Cystoseira sp</i>	12
Figure 8: <i>Coralina elongata</i>	12
Figure 9: <i>Nannochloropsis gaditana</i>	13
Figure 10: Localisation géographique du site d'échantillonnage	16
Figure 11: Les étapes de préparation de l'échantillon	17
Figure 12 : Montage d'un appareil de Soxhlet.....	17
Figure 13 : Formule développée de n-hexane	18
Figure 14 : Formule développée de propan-2-ol.....	19
Figure 15: Les étapes de l'extraction de récupération de solvant et l'huile d'algue.....	20
Figure 16 : Les étapes de lectures de l'absorbance des solution (les protéines)	20
Figure 17: Les étapes de lectures de l'absorbance des solutions (les pigments)	21
Figure 18 : Pourcentage en lipide des espèces étudié.....	23
Figure 19 :Teneur en protéine des espèce étudié.....	24
Figure 20 : La concentration de la chlorophylle a.....	25
Figure 21 : La concentration de la chlorophylle b.....	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Diversité des micro algues eucaryotes et procaryotes ,marine et d'eau douce.10

LISTE DES ABREVIATIONS

% : Pourcentage.

°C : Degré Celsius.

µg : Microgramme.

µl : Microlitre.

µm : Micromètre.

BBC : Coomassie Brilliant Blue R-250

Chl a : chlorophylle a.

CO₂ : dioxyde de carbone

CaCO₃ : carbonate de calcium

LHC : LightHarvesting

CR : centre réactionnel

C₆H₁₄ : hexane

G : Gramme.

G/L : Gramme/Litre.

H : Heure.

HCL : Chlorure d'hydrogène

PH : Potentiel d'hydrogène.

mI : Millilitre.

nm : Nanomètre.

NO₃ : L'ion nitrate

Introduction

1- Introduction

Les algues regroupent un ensemble de végétaux photosynthétique très divers et dont l'appareil végétatif relativement simple est appelé (thalle). Celui-ci contient une structure à sa base (rhizoïdes, crampons , disque....) permettent l'ancrage de l'algue sur un support : une roche (algue épilithes), ou une plante (algues épiphytes) ou un animal (algue épibiontes) ou parfois même le sable (**Hind Zitouni, 2015**). Les algues sont des organismes photosynthétiques que l'on trouve dans les milieux aquatiques d'eau douce ou marin, ainsi que dans de nombreux milieux terrestres. Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétal. (**Sandrine GARON-LARDIERE, 2004**).

Les algues sont très variées. Malgré les différentes couleur , bleu , rouge , vert ou brun avec lesquelles , elle peuvent être perçues ,elle possèdent toute de la chlorophylle (pigment vert). Les algues appartiennent au règne végétale mais elle ne constituent pas un ensemble homogène (**Hortense Faller, 2011**).

Les algues utilisent le procédé de la photosynthèse pour croître, ce qui nécessite de la lumière et du CO₂. Ce procédé est très important pour la vie sur terre, les algues produisent de l'oxygène en utilisant simultanément le dioxyde de carbone, qui est un gaz à effet de serre, pour améliorer sa croissance autotrophe. Chaque espèce de micro algues a ses propres particularités biochimiques, la composition chimique de ces algues peut varier selon son mode de culture en influençant sur par exemple la température, le pH, la lumière, le CO₂ et les nutriments disponibles (**Tomas Brück, 2019**).

On désigne par micro algues des organismes unicellulaire, filamenteux ou coloniaux, de quelques micromètres à quelques centaines des micromètres, présentant un rapport surface/ volume élevé favorisant leur flottabilité. Elles sont ubiquistes, pélagiques ou benthiques, abondantes dans les océans, les mers, les rivières, les lacs, mais aussi présentes plus discrètement sur le sol, les murs, l'corse des arbres, etc.). Leur mode de reproduction est principalement asexué (division cellulaire rapide), ce qui facilite leur culture. Elles sont en général photo autotrophe, convertissant à la lumière le CO₂ en chaines carbonées par photosynthèse, mais certaines sont mésotrophe voir hétérotrophe utilisant différents substrat organiques pour se développer. Elles ont besoin de nutriments comme les formes minérales de l'azote (NO₃ et NH₄⁺) des phosphates, divers sels minéraux, parfois spécifique comme la silice chez les diatomées. Enfin elles peuvent être nuisibles lorsqu'elles prolifèrent abondamment induisant une anoxie ou en libérant des toxines. Du fait de leur biodiversité, les micro algues présentent un important potentiel

exploitable par l'industrie. En effet, suivant les espèces, elles sont riches en lipides et en acides gras polyinsaturés, en protéines, en pigments et en antioxydants, etc. Elles sont donc présentes dans des secteurs très diversifiés comme celui des aliments fonctionnels, des compléments alimentaires, de la cosmétique, et plus traditionnellement de l'aquaculture, pour ne citer que les principaux (**Gérard Tremblin, 2016**).

Synthèse

bibliographique

1. Généralité sur les Algues :

Les algues sont des végétaux chlorophylliens essentiellement aquatiques (eaux douces, eaux thermales et milieux marines), caractéristique propre aux plantes inférieures, dépourvues de tige, de graines, de racines et de vaisseaux (**Gayral, 1975**). Chapitre I Généralités sur les algues 3 Les algues sont des plantes marines, des organismes extrêmement variés de forme et de couleur, dont un grand nombre sont unicellulaires (**Gayral, 1975; Reviere, 2002**). On dénombre 25 000 espèces d'algues à travers le monde, avec des tailles très variables de 3 microns jusqu'à 25 m de long, classées en algues bleues (Cyanophycées), algues brunes (Phéophycées), algues rouges (Rhodophycées) et algues vertes (Chlorophycées) (**Hillison, 1977**). On peut définir une algue comme un organisme thallophytique photosynthétique joue un rôle principal dans la productivité des océans et constitue la base de la chaîne alimentaire marine (**Hillison, 1977**)

Les algues regroupent un ensemble d'organismes très variés, divisés en deux groupes :

- Les macro-algues
- Les micro-algues

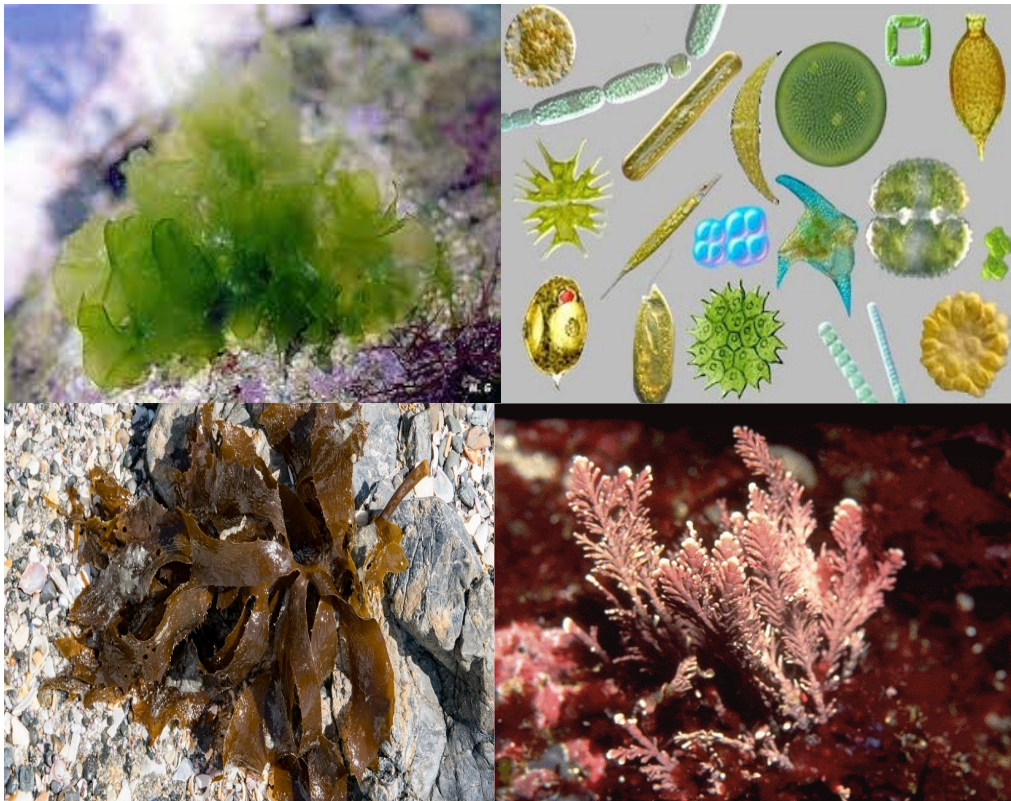


Figure 1 : les Algues marines

1.1. Les macro-algues :

Les grandes algues sont une composante bien visible des communautés marines littorales et elles fournissent divers services essentiels aux écosystèmes des zones côtières (figure 1). Leur apport le plus évident est leur contribution à la production primaire locale qui les place à la base du réseau alimentaire. Tout aussi essentielle est leur contribution à la création d'habitats puisqu'elles offrent des abris à une grande variété de poissons et d'invertébrés. Au-delà de ces rôles écologiques fondamentaux, les grandes algues jouent aussi un rôle économique non négligeable en fournissant les ingrédients de base pour de nombreux produits industriels et de consommation courante, mais aussi, plus directement, comme aliment ou comme supplément alimentaire (**Lionard, 2014**).

a. Les algues verts (chlorophycées) :

les marée vertes sont dues à la prolifération de macro algues appartenant au genre *Ulva lactuca* de différente espèce (americana , rotundata, rigida) , mais qui ont des propriétés communes :elle ont une forte capacité de croissance avec une biomasse qui double en trois jours quand les conditions sont favorables. elle peuvent se développer en flottant dans l'eau marées au rocher, et on une densité voisine de l'eau de mer qui leur permet de rester entre deux eaux sans couler ni flotter. Si on les fragmente, elles donnent naissance à de nouveaux individus (**Pierre Ducreux, 2010**)

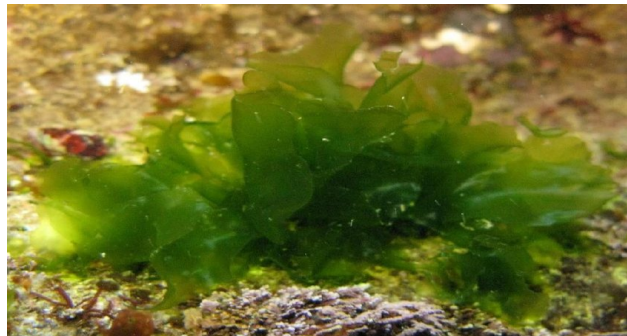


Figure 02 : Algue verte (chlorophycées)

(<https://www.acuarios-marinos.com/threads/alga-ulva-lactuca.31704/>)

b.les algues brunes (Phéophyceae) :

la couleur brune de es algues résulte de la dominance du pigments xanthophylle. La fucoxanthine, qui masque les autres pigments (chlorophylle a et c, ainsi que le beta-carotène).

Toutes possèdent une structure pluricellulaire, mais leurs dimensions varient depuis les grandes majorités des algues brunes sont marines (**Garon-Lardiere, 2004**).

Les algues brunes, aussi nommées *Phéophycée*, sont des algues qui utilisent comme pigment collecteur de lumière, de la chlorophylle *c* plus un pigment brun, la fucoxanthine. Il existe 1 500 espèces de *Phéophycée*, elles représentent les algues les plus abondantes des mers tempérées et froides (**NABACHE, 2018**).



Figure 03 :Algue brune (*Phaeophyceae*)

(<https://mescoursuniversitaires.blogspot.com/2017/03/pheophyces-ou-algues-brunes.html>).

c. Algues Rouges (*Rodophycées*) :

Algue rouge ou phylum *Rhodophytes* sont l'un des plus anciens groupes d'algues eucaryotes, et aussi l'un des plus grands, avec environ 5 000 - 6 000 espèces d'algues marines multicellulaires. La plupart des algues rouges sont aussi des organismes multicellulaires, macroscopiques, marine, et se reproduisent sexuellement. Bon nombre des corallines, qui sécrètent de CaCO_3 et jouer un rôle majeur dans l'édification des récifs de corail, sont des algues rouges. (**IMANE.K,2016**).



Figure 04 :Algue rouge (*Rodophycées*)

(<https://www.theriderpost.com/disciplines/urban/insolite-2/un-plastique-revolutionnaire-derive-des-algues-rouges>)

1.1.2. Composition biochimique :

a. Les protéines :

Le contenu en protéines des macro algues varie significativement d'une espèce à l'autre, de 3 à 47% (**Harnedy et FitzGerald ,2011**). De manière générale, ce sont les Rhodophycées qui contiennent les quantités les plus élevées en protéines (jusqu'à 47%) comparées aux Phéophycées (3 à 15%) et Chlorophycées (9 à 26%) (**Fleurence ,2004**). Les facteurs environnementaux, et en particulier la saisonnalité influencent le contenu des protéines chez les espèces de macro algues (**Fleurence 1999; Rouxel et al., 2001; Marinho-Soriano et al., 2006**). Par exemple, chez *Palmaria palmata*, les valeurs protéiques les plus élevées se trouvent pendant la période hiver-début de printemps et les plus faibles en été/début de l'automne (**Galland-Irmouli et al., 1999; Rouxel et al., 2001; Martínez et Rico 2002; Rødde et al., 2004**). La plupart des macroalgues contiennent tous les acides aminés essentiels et sont une source riche en acide aspartique et acide glutamique (**Fleurence ,2004**).

b. les lipides :

Lipides et dérivés Les lipides sont des substances d'origine biologique, solubles dans des solvants non polaires. Ils sont en général composés d'une base en longues chaînes carbonées. Leur classification est complexe et n'est toujours pas arrêtée à l'heure actuelle (**Leray,2010**). Selon l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (UICPA ou IUPAC en anglais), les lipides seraient classés en deux grands groupes, les lipides saponifiables⁶ tels que les glycérides (graisses et huiles) et les phospholipides, et les lipides non-saponifiables que sont principalement les stérols (**IUPAC, 2016**). Les lipides constituent les membranes cellulaires et leur confère une semi-perméabilité (bicouche de phospholipides). De plus, ils servent également de réserve énergétique, de messagers cellulaires en se liant à des protéines et servent aussi en tant que substrats métaboliques.

c. Les pigments :

L'activité photosynthétique est le processus bioénergétique primaire de la production des organismes photoautotrophes. Elle fournit la source d'énergie nécessaire à la croissance, la reproduction, la production de métabolites secondaires et la formation de réserves chez les algues notamment. C'est au niveau des photosystèmes, dans des membranes lipoprotéiques appelés thylakoïde, contenues dans les chloroplastes, que va s'initier la photosynthèse (PS). Ces photosystèmes sont constitués de complexes pigments/protéines (LHC pour Light Harvesting Complexes) ou antenne collectrice composée de différents pigments qui vont absorber l'énergie (lumière visible entre 400 et

700 nm, correspondant aux radiations actives pour la photosynthèse, PAR) et la transférer vers le centre réactionnel (CR), où l'énergie d'excitation est transformée en énergie photochimique. Les pigments majoritaires qui composent ces antennes chez les algues brunes sont la chlorophylle a (Chl a), la chlorophylle c (Chl c), la fucoxanthine, la violaxanthine et le -carotène (**Alberte et al., 1981 ; De Martino et al., 2000**).

1.1.3 . Application des macros algues marine :

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

- **En agriculture :**

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

- **Médecine :**

Dans la thalassothérapie, bain d'algues fraîche ou lyophilisées pour le traitement de rhumatisme ou problème de locomoteurs. -Comme vermifuges. -Traitement du goitre. -En gynécologie et en chirurgie, débridement de plis dilatation d'une voie naturelle l'utérus par exemple (**Jean-claudeG,1984**).

- **Agricole :**

A proximité des côtes, les algues sont utilisées depuis l'antiquité de façon empirique pour amender les sols. A l'époque, les algues étaient répandues même le sol, depuis des engrais biologiques à d'algues brunes broyées ou concentrées sous forme d'extraits liquides sont commercialisés. Très récemment, des extraits de laminaires comme l'iodus (**Renard-Merlier et al., 2007**).

1.2. Les microalgues :

Les micro-algues sont des organismes unicellulaires. Ce sont des végétaux aquatiques dont l'ordre de grandeur varie de 10 à 100 μm . Elles se multiplient le plus souvent par voie non sexuée. Il en existe entre 200 000 et 1 000 000 espèces dont 30 000 sont connues à l'heure actuelle et seulement une dizaine sont cultivées. Tout comme les cyanobactéries, les micro-algues sont des organismes photosynthétiques utilisant la lumière du soleil comme source d'énergie afin de fixer le dioxyde de carbone. Elles sont distribuées dans les mers, les océans, les eaux douces et les eaux saumâtres. Sous la forme d'un revêtement gluant sur les structures immergées. Certaines espèces s'installent sur les murs des monuments ou sur les troncs des arbres. D'autres microalgues vivent en symbiose avec des animaux (mollusques) aussi, avec des champignons en formant des lichens (**DIADIÉ, 2009**).

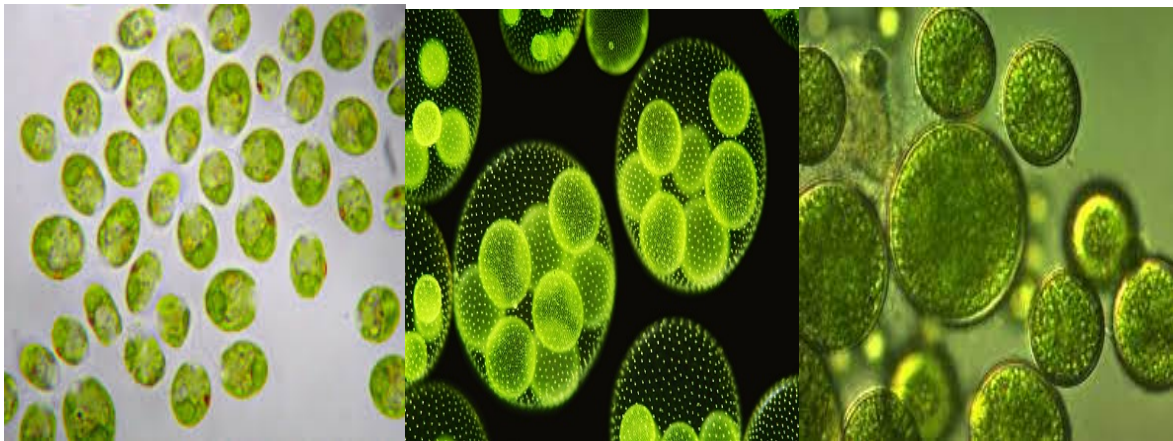


Figure 5 : *Nannochloropsis gaditana*

(<https://www.marine-phytoplankton.com.au/nannochloropsis-gaditana-cellular-regeneration/>)

1.2.1 Classification :

Les microalgues appartenant à deux groupes: les eucaryotes et les procaryotes :

a. Eucaryote :

Les microalgues eucaryotes est un organisme photosynthétique unicellulaire délimitée par une membrane plasmique, qui contient au sein de son cytoplasme de nombreux organites nécessaires à son fonctionnement et à son métabolisme: proie cellulaire, chloroplastes, mitochondries, cytoplasme, et son noyau entouré de son enveloppe (**RICHMON, 2004**).

b. Procaryote :

Les microalgues procaryotes sont caractérisés par l'absence de noyau individualisé, pas de membrane nucléaire ni de nucléoles, pas de la chromatine qui représentent comme chez les bactéries, un appareil nucléaire très simples. Absence de plastes, de mitochondries, d'appareil de Golgi, de vacuoles (**GREGORY, 1985**). Certaines Cyanobactéries possèdent des vacuoles gazeuses constituées de vésicules gazeuses, les pigments ne sont pas portés par des plastes mais sont diffus dans le cytoplasme et donnent aux cellules une coloration homogène (**BARSANTI and GUALTIERI, 2014**).

Tableau 01 : diversité des microalgues eucaryotes et procaryotes, marine et d'eau douce (**Sharme et Rai,2011**).

Règne	Embranchement
Procaryote	Cyanophyte
	Prochlorophytes
Eucaryote	Bacillariophytes
	Charophytes
	chlorophytes
	chrysophytes
	Cryptophytes
	Dinophytes
	Euglenophytes
	Glaucophytes
	Haptophytes
	Phaeophytes
	Rhodophytes

1.2.1. Compositions biochimiques :

L'intérêt des micro-algues se manifeste par la diversité de leurs compositions biochimiques. Cette biomasse se différencie principalement des autres végétaux par sa richesse en lipides, protéines, polysaccharides, vitamines, pigments et antioxydants. (Hiba Ouiza.K ; Rachid.M ,2020).

1.2.2 Applications micro-algues :

Les micro-algues sont au centre de beaucoup d'attention et intéressent les industriels dans de nombreux domaines très variés :

- **alimentation et nutrition** : fabrication de compléments alimentaires, de farine.
- **cosmétiques et santé** : conception de médicaments
- **énergie** : élaboration de carburant ;
- **chimie verte** : mise au point de plastique biodégradable.

Grâce aux micro-algues, il est possible de cuisiner moins gras, mais surtout avec la meilleure matière grasses (Hamedifard z *et al.*, 2019).

4. Espèces étudier :

4.1 *Ulva lactuca*(Linné,1753) :

4.1.1.Taxonomie :

Embranchement	Chlorophyta
Classe	Ulvophyceae
Ordre	Ulvales
Famille	Ulvaceae
Genre	Ulva
Espèce	<i>Lactuca</i> Linnaeus (1753)



**Figure6 :*Ulva Lactuca*
(Jouhri et Dahmane,2021)**

4.1.2 Caractéristique :

Ulva lactuca est une algue verte foliacée d'un vert brillant ou jaune clair qui vit fixée par un très petit disque. Elle forme une lame très mince (bicouche cellulaire), orbiculaire et translucide, de 5 à 50 cm de longueur, avec une marge lisse. Son diamètre de

l'ordre de 30 à 50 cm peut cependant atteindre 1 mètre dans certains étangs littoraux peu profonds.

Ulva lactuca vit en eaux peu profondes jusqu'à 10 mètres, de l'étage médiolittoral supérieur à l'infra-littoral. Cela lui permet de bénéficier d'un bon éclairage. Elle a une grande tolérance à la pollution et aux apports anthropiques, d'où une présence dans les ports, dans les zones de ruissellement d'eau douce, les flaques, etc...(1).

4.2. Cystoseira sp(C.Agardh , 1820) :

4.2.1 taxonomie :

Embranchement	Ochrophytes Hétérochontés
classe	Phéophycée ou Fucophcée
Ordre	Fucales
Famille	Cystoseiracées
Genre	Cystoseira
Espèce	Amantacea var stricta



**Figure 7 : *Cystoseira sp*
(Jouhri et Dahmane,2021)**

4.2.2 Caractéristique :

Cystoseira stricta est une algue érigée de couleur brune dont les thalles peuvent atteindre 40 cm de hauteur. Cette espèce est fixée au substrat par une base encroûtante étendue, d'où partent plusieurs axes dressés (thalle cespiteux). Ces axes sont cylindriques à sommet épineux à peine saillant et mesurent de 2 à 15 cm de hauteur (Figure 1.5). Ils produisent des rameaux primaires caducs, cylindriques et souvent sinueux, pouvant atteindre 30 cm de longueur qui portent des rameaux secondaires beaucoup plus courts, disposés irrégulièrement et eux-mêmes divisés (2).

4.3. *Coralina Elongata* (Ellis & Solander, 1786) :

4.3.1. Taxonomie :

Embranchement	Rhodophytes
Classe	Rhodophycées
Ordre	Corallinales
Famille	Corallinacées
Genre	Corallina
Espèce	elongata



Figure 8 : *Coralina elongata*

(http://dryades.units.it/Corallinales/key/schede/Corallina_elongata_e.htm)

4.3.2. Caractéristique :

La Coralline est une algue calcifiée. Le thalle est dressé à ramification régulièrement penné. Il est composé d'articles (ou segments) calcifiés et d'articulations flexibles non calcifiées. Les segments sont en forme de losange plus long que larges. la partie supérieure du losange est élargie. Le thalle est fixé par une croûte basale. Les extrémités en croissance apparaissent plus claires. Chez cette espèce la couleur est le plus souvent gris violacé, la croûte basale peut atteindre 15 cm de largeur et les touffes de frondes qui en partent sont souples et ramifiées. Celles-ci peuvent atteindre 20 cm de longueur. Les ramifications sont souvent denses et parfois irrégulières. Les branches latérales sont accolées ou sont séparées par un espace peu visible. (Lamare *et al.*, 2017).

4.4.1 *Nannochloropsis gaditana* :

4.4.1 Taxonomie :

Embranchement	Ochrophyta
Classe	Eustigmatophyceae
Ordre	Eustigmatales
Famille	Monodopsidaceae
Genre	Nannochloropsis
Espèce	Nannochloropsi gaditana



Figure 9 : *Nannochloropsis gaditana*

(https://www.diark.org/diark/species_list/Nannochloropsis_gaditana_CCMP526)

4.4.2 Caractéristique :

le genre *Nannochloropsis* est composé des espèces unicellulaires de très petites taille environ 2 à 5 Um (**kandilian et al., 2013**) .La composition pigmentaire des algues du genre *Nannochloropsis* (Eustigmatophyceae) est caractérisée par la chlorophylle a (pas la chlorophylle b ou la chlorophylle c), β -carotène, viola xanthine et vaucheriaxanthine comme pigments majeurs (**Antia and Cheng,1982**). les espèces ont des formes très variables. *Nannochloropsis gaditana* est bien apprécié en aquaculture en raison de sa valeur nutritionnelle et de sa capacité à produire des produits chimiques précieux (**Rocha et al., 2003**) . *Nannochloropsis gaditana* se distingue comme un important source de pigments de grande valeur commerciale (**Macias-Sanchez et al.,2005**) .

Matériels
Et
Méthodes

1. Matériel biologique :

1.1 Espèce de micro algues :

Notre travail porte sur la micro algue *Nannochloropsis gatinata*. Cette souche provient du Laboratoire d'Aquaculture et de Bioremédiation (AquaBior) du département de Biotechnologie à l'université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella. La souche nous a été fournie en forme de poudre.

1.2. Espèce de macro algues :

1.2.1. Présentation du site d'échantillonnage :

Le site de collecte se situe sur la rive Sud du bassin méditerranéen et au Nord-ouest de l'Algérie, wilaya de Mostaganem. La récolte est effectuée au niveau des cotes rocheuses de la plage de salamandre.



a) Mostaganem

b) Salamandre

c) Zone d'échantillonnage

Figure 9 : localisation géographique du site d'échantillonnage(google earth .2020) .

1.2.2. Sélection et identification des espèces cible :

Une préliminaire étude est réalisée sur dans le but d'identifier les espèces de Algues qui sont souvent trouvés le long de la côte de Mostaganem, en particulier dans l'étude région. Trois espèces d'algues ont été choisies pour cette étude parmi les nombreuses qui ont été collectées : l'algue verte (*Ulva lactuca*), l'algue brune (*Cystoseirasp*) et l'algue rouge (*Coralina elongata*) .

Botanique identification et la confirmation de l'espèce et le genre sont réalisées sur au le laboratoire de biochimie N ° 2 de l'Université de Mostaganem Département des sciences de la nature et de la vie (Université Abdelhamid Ibn Badis 1.TA).

1.2.3. Collecte et traitement des échantillons :

Les thalles de nombreuses espèces d'algues sont récoltées tout au long de la saison printanière. Ces algues sont creusés par un plongeur à la main à une profondeur de 1 à 2 mètres et stockés en plastique des sacs jusqu'à ce qu'ils soient traités dans laboratoire le (20/04/2021 à 13h). Après avoir enlevé les débris, les thalles sont lavées à l'eau de mer, rincées à l'eau distillée et soigneusement nettoyées. Les lours sont sur le lâche. Les algues sont ensuite séchées au soleil pendant 3 jours, puis broyées jusqu'à ce qu'elles soient réduites en poudre et stockées dans des récipients hermétiques jusqu'à leur utilisation.

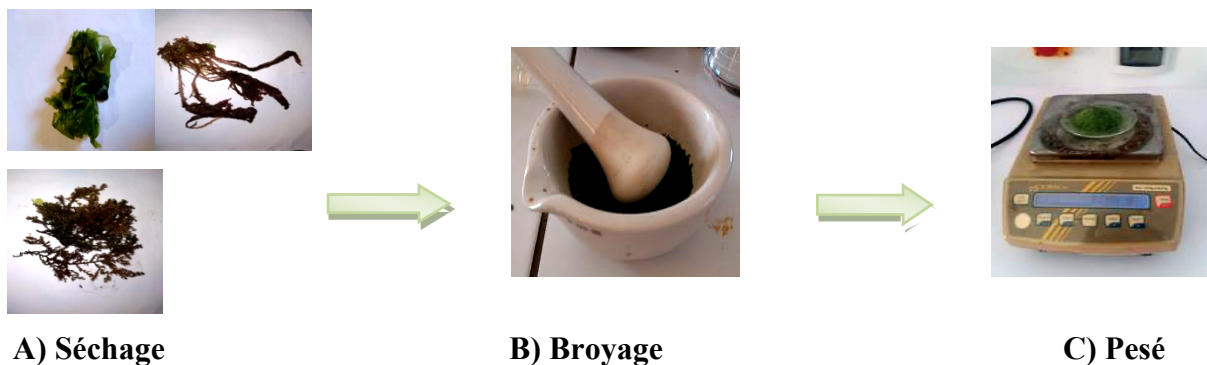


Figure 10 : les étapes de préparation de l'échantillon

2. Analyse chimique de la biomasse :

2.1. Extraction des lipides par Soxhlet :

2.1.1. Principe :

Le Soxhlet est une méthode classique pour l'extraction solide-liquide. Les avantages du Soxhlet sont les suivants : l'échantillon entre rapidement en contact avec une portion fraîche de solvant, ce qui aide à déplacer l'équilibre de transfert vers le solvant. Cette méthode ne nécessite pas de filtration après extraction. Le Soxhlet est indépendant de la matrice végétale. Les inconvénients les plus significatifs de cette méthode, par comparaison avec les autres techniques conventionnelles sont : la durée importante d'extraction et la grande quantité de solvant consommée, ce qui conduit non seulement à des pertes économiques mais pose aussi des problèmes sur le plan environnemental. Les échantillons étant portés à haute température pendant une période relativement longue, le risque de thermodestruction de certains composés n'est pas à négliger si la matière végétale contient des composés thermolabiles. Etant donné la grande quantité de solvant utilisée, l'étape postérieure d'évaporation/concentration devient limitante. Des échauffements locaux sont également possibles (Grigonis *et al.*, 2005).

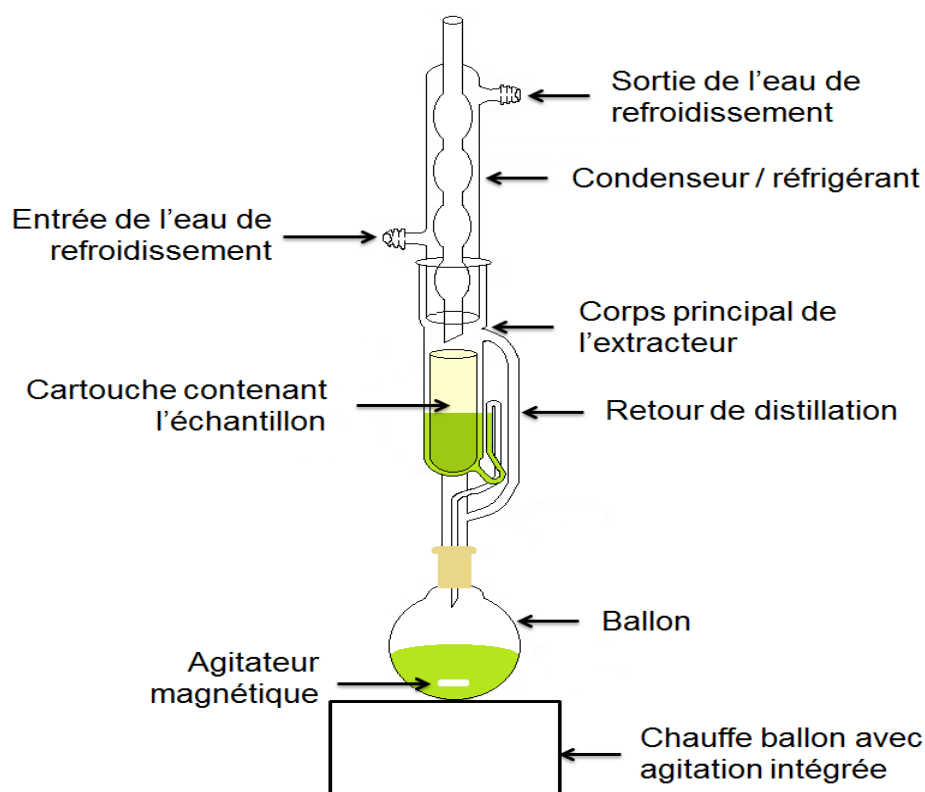


Figure 11 : Montage d'un appareil de Soxhlet.

(https://www.researchgate.net/figure/extracteur-de-Soxhlet_fig40_315842186)

Le rendement lipidique a été calculé selon l'équation suivant :

$$\text{Rendement lipidique (\% poids sec)} = \frac{\text{poids ballon plein(g)} - \text{poids ballon vide(g)} \times 100}{\text{Poids de la biomasse (g)}}$$

2.1.2. Caractéristique des produits utilisés :

*- Hexane :

L'hexane est utilisé comme solvant dans l'industrie chimique . L'hexane est un liquide incolore, volatil, et d'odeur désagréable .il n'est pas soluble dans l'eau mais miscible par la plupart des solvants organiques. C'est un produit stable dans les condition normales d'emploi, mais il peut réagir fortement avec produits oxydant .Le n-hexane est absorbé surtout par voie respiratoire, et distribué rapidement dans tout l'organisme .avec un taux de rétention entre 15 et 30%(Messaoud ,2015).

- La formule brute : C_6H_{14}

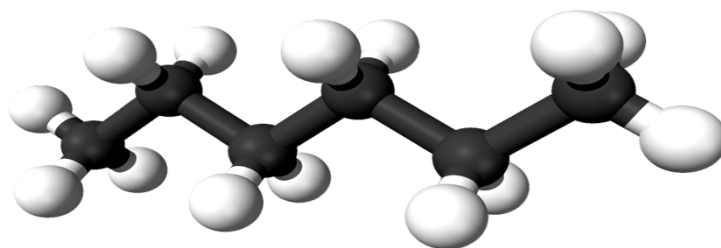


Figure 12 : formule développée de n-hexane

(<https://fr.wikipedia.org/wiki/N-Hexane#/media/Fichier:Hexane-3D-balls.png>)

***- Propan-2-ol :**

Le propan-2-ol est un liquide mobile, incolore, de saveur amère et dont l'odeur rappelle celle de l'éthanol mais avec une nuance acre déplaisante. Son seuil olfactif se situe, selon les sources, entre 22 et 200 ppm. (Merck *et al.*, 2006).

- La formule brute : $C_3 H_8 O$

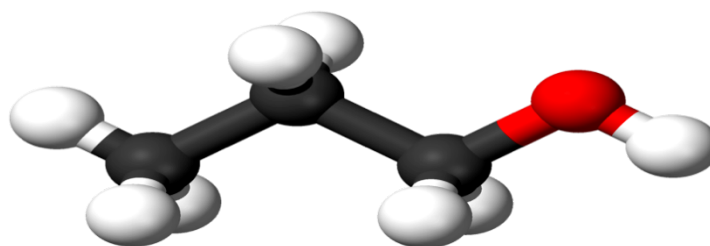


Figure 13 : formule développée de propan-2-ol

(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Propan-1-ol-3D-balls.png>)

2.1.3. Mode opératoire :

Tout d'abord, tout l'équipement a été nettoyé avec 95% L'HCl, puis la Soxhlet extraction installation a été terminée. Ensuite, une quantité de poudre (6 g) d'algues a été ajoutée à la cartouche (vert, rouge, brune, ou micro-algue) et la cartouche a été placée dans le dispositif support. Pour terminer, 190 ml de solvant (110 ml d'hexane + 80 ml de propan-2-ol) ont été ajoutés dans le ballon. Placez le ballon dans le chauffe-ballon, puis placez-le dans le chauffe-ballon. Ensuite, mettez le ballon à 75 °C pour l'évaporation de l'solvant; le solvant évaporé va entrer en contact avec le condenseur pour se refroidir et tomber sur la cartouche, qui va quotidien les (6g) de poudre d'algues pour l'extraction d'huile, ces huiles seront être aspirés dans le siphon et mélangés avec pur solvant dans le ballon. Ce processus sera être répété quatre fois pour un total de 4 heures (Figure 14).

Après la procédure d'extraction, les huiles extraites sont évaporées à l'aide du Rotavapor (**Figure 14**).



a)Extraction des huiles (Appareil Soxhlet) **b)** Evaporation (obtenir les huiles et récupération de solvant) **c)** Huile obtenue

Figure 14 : Les étapes de l'extraction et de récupération de solvant et l'huile d'algue

2.2. Dosage des protéines :

2.2.1. Principe :

Le dosage des protéines est réalisé selon la méthode Bradford (1976) qui se basée sur changement couleur pigment de Coomassie Brilliant Blue R-250 (BBC) de la couleur rouge vers couleur bleu conséquence se liaison avec protéine (**Zineb et Fatma, 2018**).

2.2.2. Mode operatories:

- Les protéines ont été extraites en utilisant 1 gramme d'échantillon (algue verte, brune, rouge, et micro algue), qui ont été ensuite bouilli dans un mortier. A ce broyat, un tampon phosphate (pH 6.625) a été ajouté. L'extrait a été centrifugé à 4000 g pendant 30 minutes.
- Après cela, 5ml Bradford réactif, 4,9 ml de distillât eau, et 100µl surnageant sont ajoutés à des tubes et incubée pendant 15 minutes à la chambre température et dans l'obscurité.
- Ensuite en préparer le blanc (500µl d'eau distillée +500µl de réactif de Bradford).
- L'absorbance des solutions d'extrait a été lue à 595nm contre le blanc de solvant (réactif de Bradford).

- Tampon phosphate :

Pour préparer 100ml : 50ml eau distillée + 1.63g K_2HPO_4 + qsp 100ml d'eau distillée

- Bradford :

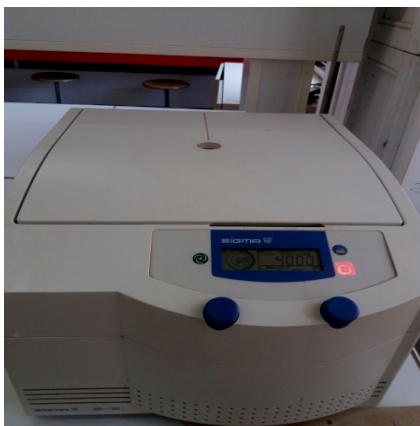
Pour 50ml : 5mg Bleu de Coomassie G-250 + 2.5 Ethanol à 95% (3.25ml d'eau+46.8d'éthanol) + 5ml Acide phosphorique + Eau distillée QSP 5ml.



a) Broyage(échantillon+tampon Phosphate)



b)Après réaction au Bradford



c)Centrifugation



d) Lecture à spectrophotomètre (595nm)

Figure 15 : les étapes de lectures de l'absorbance des solutions (les protéines).

2.3.Dossage des pigments :

2.3.1. Principe :

Les pigments et les composés phénoliques: Les pigments photosynthétiques sont des composés bioactifs qui sont capables de capter l'énergie solaire. La couleur des algues est due à la présence ou absence de pigments chlorophylliens représentés par quatre types de chlorophylles qui diffèrent par de légères modifications structurales (Sirbu , 2006).

2.3.2. Mode opératoire :

Dosage des pigments La chlorophylle a été estimée comme décrit par (Sadasivan et Manickam ,1991) modifier. 250mg de microalgue finement coupées ont été broyées en une pulpe fine avec addition de 25ml d'acétone à 80% avec un mortier et un pilon. Le mélange a été incubé pendant une durée minimale de 1h. Ce mélange a été centrifugée pendant 5 minutes à 5000 tr/ min. L'absorbance des solutions d'extrait a été lue à 645, 663 et 652 nm contre le blanc de solvant (acétone à 80%).

- **Acétone a 80 % (250 ml) :**200ml acétone pur + 50ml d'eau distillé
-



a) Broyage (échantillon+l'acétone)



b) Le mélange



c) Les solutions d'extrait



d) Lecture à spectrophotomètres

Figure 16 : les étapes de lectures de l'absorbance des solutions (les pigments) .

Résultats

Et

Discussions

1. Teneur en lipides :

Après une quantification du taux de lipides chez trois macroalgues (*Ulva lactuca*, *Sphaerococcus coronopifolius* et *Cystoseira amentacea*) et une microalgue *Nannochloropsis gaditan* par la méthode Soxhlet effectué dans le laboratoire de biochimie 2 de l'université de Mostaganem, les résultats ont été résumés dans la **figure 18**.

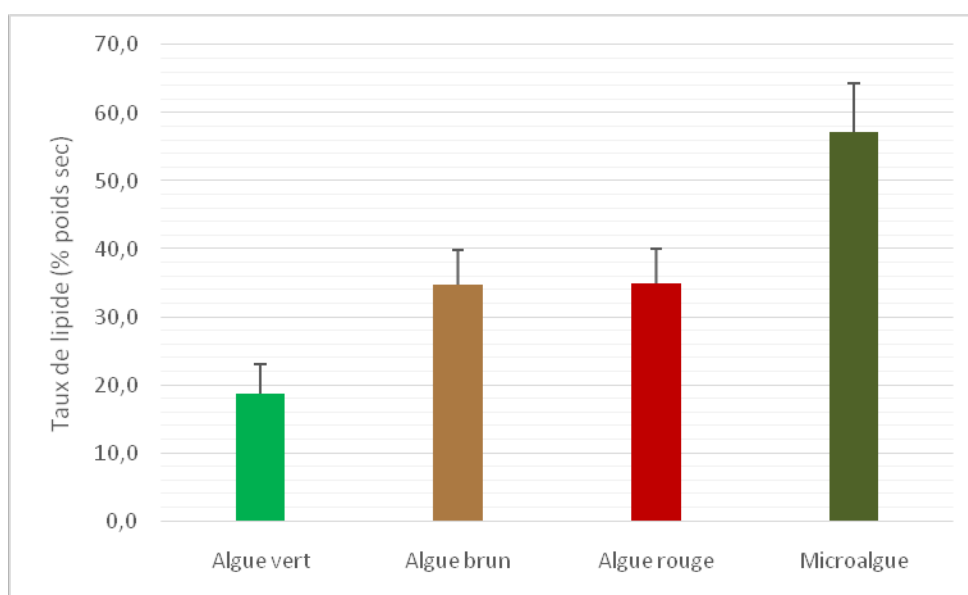


Figure18 : Pourcentage en lipide des espèces étudiée

En accord avec **Benali et Charef Bendaha,2019**), les algues brunes *Cystoseira sp* enregistrent les plus hautes valeurs en lipides totaux, comparais au algues vertes et les algues rouges.

Dans la présente étude, le taux de lipides des algues brunes *Cystoseira sp.* est plus élevé ($34,7 \pm 5,1\%$ MS) que chez les autres algues, ce qui correspond a l'intervalle de la teneur en lipides rapportée pour les algues brunes ($15,1\%$ MS) (**Benali et Charef Bendaha,2019**) . Les teneurs en lipides enregistrées chez les algues vertes *Ulva lactuca* correspondant a l'intervalle donné pour la famille des algues vertes par **Benali et Charef Bendaha,2019**).

Nos résultats montrent également que le pourcentage des lipides chez la microalgue *Nannochloropsis gaditana* est de $57,1 \pm 7,2\%$ MS. Ce résultat est supérieur comparé a d'autres études (**Benali et Charef Bendaha,2019**). La teneur en lipides chez *Nannochloropsis gaditana* représente $18,2\%$ de son poids sec après une extraction par soxhlet

Nos résultats montrent que *Nannochloropsis gaditana* est l'espèce qui accumule le plus de lipide comparé aux autres espèces étudiées.

Nos résultats nous ont également permis de constater les espèces de macroalgues étudiées *Coralina elongata* ($34,9 \pm 5,1\%$) et *Cystoseira sp* ($34,7 \pm 5,1\%$) présentes une teneur en lipide plus élevée par rapport à *Ulva lactuca* avec une teneur de ($18,8 \pm 4,4\%$). L'espèce *Ulva lactuca* accumule le moins de lipide dans ces cellules.

Selon **Macias-Sanchez et al., 2018**), le contenu des lipides totaux de la biomasse de *N. Gaditana* était de 29,4 % de la biomasse sèche. Nos résultats montrent que le pourcentage des lipides chez la microalgue *Nannochloropsis gaditana* est de 57,1%. Ce résultat est supérieur comparé à l'étude de (**Macias-Sanchez et al., 2018**).

2. Teneur en protéine :

Suite à la détermination de la teneur en protéines chez trois macroalgues *Ulva lactuca*, *Cystoseira sp* et *Coralina Elongata* et une micro algue *Nannochloropsis gaditana* par la méthode de Bradford effectuée dans le laboratoire de biochimie 2 de l'université de Mostaganem, les résultats ont été résumés dans la **Figure 19**.

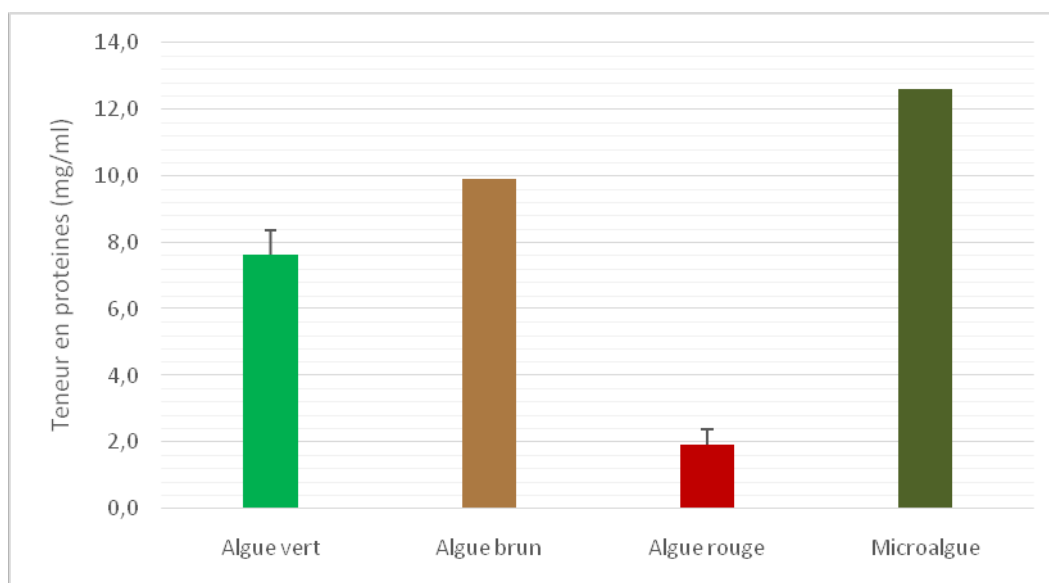


Figure 19 : Teneur en protéine des espèces étudiées

Selon **Fleurence, 1999**), lors de l'extraction des protéines par la méthode de KJELDAHL, l'algue brune montre une teneur en protéines brutes de 21 %. En effet d'après **Fleurence, 1999**), la teneur protéique dans les algues varie entre (10 et 21 %). Généralement, la fraction protéique des macroalgues brunes est faible 3 à 15 % MS comparativement à celle des macroalgues vertes et rouges (10-47 % MS) (**Arasaki et**

Arasaki, 1983 in Fleurence, 1999), cependant les macro algues brunes industriellement exploitées (*Laminaria digitata*, *Ascophylum nodosum*, *Fucus vesiculosus* et *Himanthalia elongata*) ont une teneur en protéines plus faible que 15 % MS excepté pour l'espèce **Undaria pinnatifida (Wakamé)** qui possède un niveau protéique variable de 11 à 24 % MS (Fleurence, 1999). Il est rapporté que la teneur en protéines des algues marines varie fortement entre les espèces et dépend des saisons et des conditions environnementales (Dawczynski et al, 2007 ; De Oliveira et al., 2009).

Nos résultats montrent également que le pourcentage des protéines par la méthode de Bradford chez les *microalgues Nannochloropsis gaditana* est de $(12.6 \pm 0.0 \%)$. Ce résultat est supérieur comparé à d'autre étude. D'après (Tamesquelte et Bakhti, 2020), l'algue la plus connue pour sa richesse en protéine est la spiruline (microalgue d'eau douce). On retrouve également la plupart des acides aminés essentiels.

Le pourcentage des protéines chez les algues vertes est de $(7.6 \pm 0.8 \%)$ et chez les algues rouges est de $(1.9 \pm 0.5 \%)$ (Leclerc., Floch, 2010), Chez les algues vertes et rouges *Palmaria palmata* et *Porphyra*, les protéines peuvent constituer jusqu'à 35 %. Chez les algues brunes le pourcentage de protéine est de $(9.9 \pm 0.0 \%)$ est comparé aux autres espèces étudiées on trouve la teneur est moindre (5 à 15 % matière sèche)

3. Les pigments Photosynthétiques :

Les teneurs en chlorophylles a et b des macroalgues (*Ulva lactuca*, *Cystoseira stricta* sp et *Coralina Elongata*) et micro algue *Nannochloropsis gaditana* sont représentés dans (la Figure 20 et Figure 21).

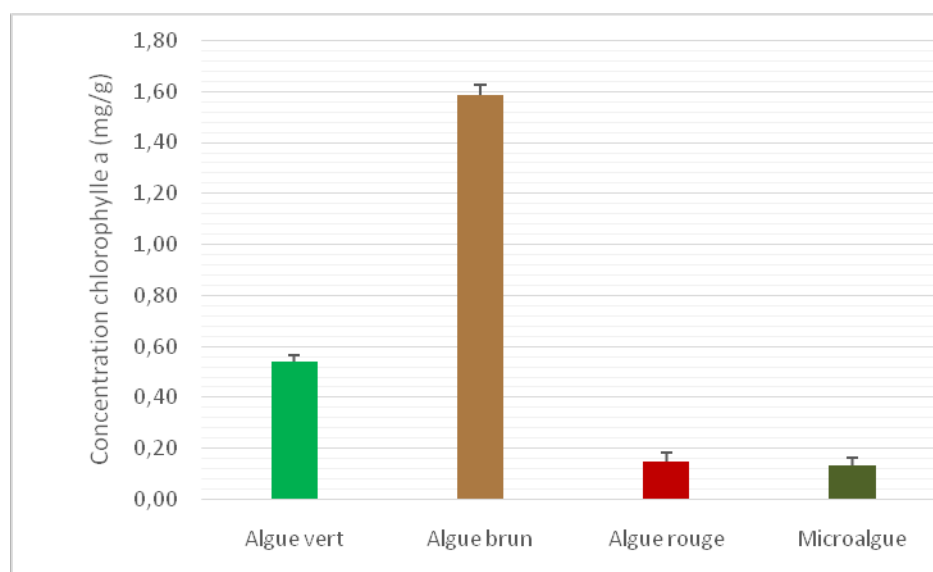


Figure 20 : la concentration de la chlorophylle a

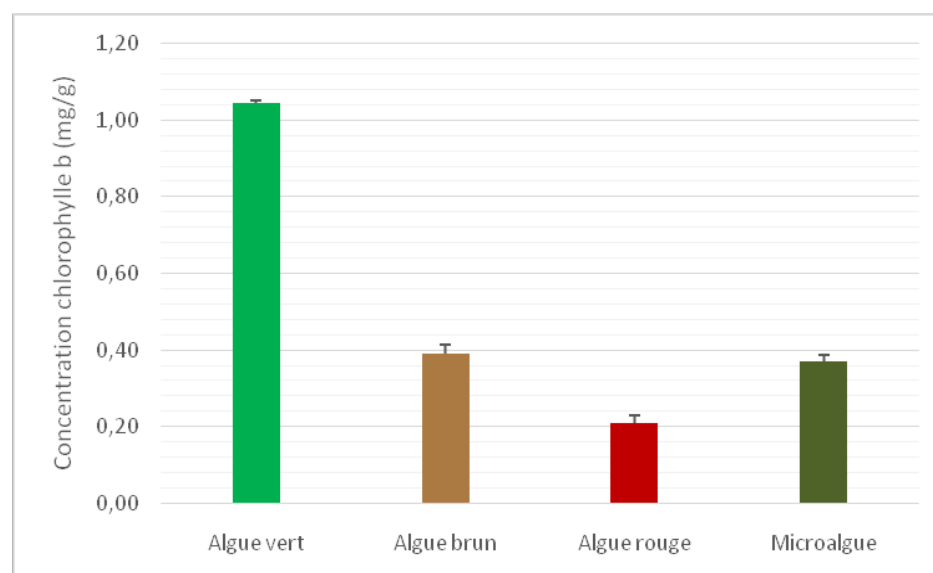


Figure 21 : la concentration de la chlorophylle b.

On remarque que la chlorophylle b dans les algues verte *Ulva lactuca* est élevée ($1.04 \pm 0,01$ mg/g) par contre pour la chlorophylle a est moindre ($0.54 \pm 0,02$ mg/g) . Dans les algues brune *cystoseira sp* on trouve que la chlorophylle b ($0.39 \pm 0,02$ mg/g) est moins que la chlorophylle a ($1.59 \pm 0,04$ mg/g). Pour les algues rouge *Coralina Elongata* , la chlorophylle a ($0.15 \pm 0,04$ mg/g) et b ($0.21 \pm 0,02$ mg/g) presque la même concentration et pour la microalgue *Nnnochloropsis gaditana* on remarque que la chlorophylle b et élevée ($0.37 \pm 0,02$ mg/g) par contre dans la chlorophylle a et moindre ($0.13 \pm 0,03$ mg/g).

Résultats et Discussions

Nos résultats montrent que les algues brunes *Cystoseira sp* est l'espèce qui accumule le plus de chlorophylle a comparé aux autres espèces étudiées. Nos résultats nous ont également permis de constater que l'algue verte *Ulva lactuca* a une teneur en chlorophylle b plus élevée par rapport aux autres espèces.

Les teneurs en chlorophylle totale et en caroténoïdes chez *Caulerpa racemosa* dans cette étude sont moins élevées (0.70 mg/g de MF) que celles retrouvées dans l'étude de **(Jayasankar et Ramalingam, 1993 ; Kumar et al.,2011)**. Ceci confirme que la localisation géographique exerce un effet significatif sur la teneur en différents composants dont les pigments **(Benhamidi,2017)**.

Conclusion

Conclusion

Les macroalgues et les microalgues se distinguent par de nombreuses caractéristiques menant à des filières de production et de valorisation très différentes. Ces principales différences portent à la fois sur les modes de culture : essentiellement en milieu marin naturel pour les macroalgues, et en bassin ou en photo bioréacteur dans un milieu artificiel pour les microalgues.

L'objectif de ce travail est de faire une étude de la composition biochimique de la biomasse algale et plus spécialement les espèces suivantes : *Ulva lactuca*, *Cystoseira sp*, *Coralina elongata* et *Nannochloropsis gaditana*. Cette étude est basée sur une quantification de la teneur en lipide par la méthode de Soxhlet, d'un dosage de la concentration protéique par la méthode de Bradford et d'une extraction des pigments photosynthétiques (Chlorophylle a et b).

Les résultats obtenus montrant que le rendement de lipide des trois macroalgues ; *Ulva lactuca* est de 18.8 % , *Cystoseira sp* : 34.7 % , *Coralina elongata* : 34.9 % , alors que chez microalgue *Nannochloropsis gaditana* : 57.1 % respectivement. Le rendement de protéine des macroalgues : *Ulva lactuca* , *Cystoseira sp* , *Coralina elongata* est de 7.6 % , 9.9 % , 1.9 % , respectivement et chez la microalgue *Nannochloropsis gaditana* est de 12.6 % .

L'analyse des pigments nous a permis de constater que les algues brunes sont riches en chlorophylle a (1.59 %), par contre chez les autres, algues rouges , vertes et les microalgues leurs teneurs sont de 0.15 % , 0.54 % , 0.13 % , respectivement. Pour la chlorophylle b on remarque une grande quantité chez les algues vertes 1.04 % et pour les algues rouges , brunes et microalgues on a marqué une faible quantité (0.21 % , 0.37 % et 0.02 %) respectivement.

En regard de nos résultats, on peut conclure que les microalgues sont meilleur candidat que les macroalgues pour obtenir des teneurs de lipide et de protéine élevées , par contre la chlorophylle a et b on obtient une teneur élevée chez les macroalgues que chez les microalgues.

En perspective, il serait intéressant de pousser nos investigations à la caractérisation de teneur de ces algues, particulièrement le dosage des glucides, et l'étude d'autres espèces dans la cote de Mostaganem et surtout les espèces qu'on retrouve en grande quantité.

Références

Bibliographie

A

Alberte RS, Friedman AL, Gustafson DL et al., (1981) Lightharvesting systems of brown algae and diatoms. Isolation and characterization of chlorophyll ac and chlorophyll afucoxanthin pigment-protein complexes. *Biochimica et Biophysica Acta-Bioenergetics* 635: 304-316.

Arasaki, S. and Arasaki, T., 1983 : Low Calorie, High Nutrition Vegetables from the Sea to Help You Look and Feel Better (Vol. 60). Japan Publications, Tokyo. 196p.

B

Barsanril,Gualtierip.,(2014).Algae anatomy, biochemistry and biotechnology ,edtonmsd LLC,taylor and Francis .320p.

Benhamidi Fadella.(2017).Contribution à l'étude de la composition chimique et nutritionnelle d'une algue verte (*Caulerra racemosa*) et rouge (*Coralina elongata*) collectées au niveau de la cote Mostagenm. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (Algérie) .

C

Chopin, T.,(1997). Marine biodiversity monitoring. Protocol for monitoring of seaweeds. Environment Canada, Ecological monitoring and Assessment Network. Ottawa, 40p.

Cherif .B ET Charef.B ,2019.Production de biocarburant (biodiesel) à partir des huiles des microalgues et macroalgues. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des sciences de la Nature et de vie (Algérie) .

D

Diadie.D ,2009,production d'aliments enrichis en acide gras polyinsaturés à partir de microalgues pour les besoins aquacoles. Québec à Rimouski.

D. Grigonis, P.R. Venskutonis, B. Sivik, M. Sandahl and C.S. Eskilsson, Comparison of different extraction techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*), *The Journal of Supercritical Fluids*, 33 (3) (2005) 223-233.

De Oliveira, M.N., Ponte Freitas, A.L., Urano Carvalho, A.F., Tavares Sampaio,T.M., Farias,D.F., Alves Teixeira, D.I., Gouveia,S.T., Gomes Pereira, J. and Références bibliographiques 63 De Castro Catanho de Sena. M.M. 2009 : Nutritive and non-nutritive attributes of washed-up seaweeds from the coast of Ceará, Brazil. *Food Chem.* 115, 254-259.

Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G., 2007 : Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chem.* 103, 891- 899.

De Martino A, Douady D, Quinet-Szely M, et al., (2000) The light-harvesting antenna of brown algae. *European Journal of Biochemistry* 267: 5540-5549.

F

Fleurence, J., 2004. « Seaweed Proteins ». In *Proteins in Food Processing, A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*:197-213. Elsevier.

Fleurence, Joël., 1999. « Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses ». *Trends in Food Science & Technology* 10 (1): 25-28.

FALLER.H.,(2011). Les applications et la toxicité des algues marines. Thèse de doctorat, université de Limoges faculté de pharmacie.(Limoge).

G

Gayral P., (1975). Les algues : morphologie, reproduction, écologie. Edition Dion. Paris. p 55-70.

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. (BRETAGNE).

Galland-Irmouli, A. V., J. Fleurence, R. Lamghari, M. Luçon, C. Rouxel, O. Barbaroux, J. P. Bronowicki, C. Villaume, et J. L. Guéant.,1999. « Nutritional Value of Proteins from Edible Seaweed *Palmaria Palmata* (Dulse) ». *The Journal of Nutritional Biochemistry* 10 (6): 353-59.

Gregory .C.,(1985).*Encyclopedia universalis* Ed, Paris.797p.

H

Hortense FALLER.,(2011). les applications et la toxicité des algues marines. université de limoges.

Harnedy, Pádraigín A., et Richard J. FitzGerald. ,2011. « Bioactive Proteins, Peptides, and Amino Acids from Macroalgae ». *Journal of Phycology* 47 (2): 218-32.

Hillison, C.I. (1977). *Seaweeds, a color-coded, illustrated guide to common marine. Plants of east coast of the United States*, Keystone Books. The Pennsylvania State University Press, p. 1–5.

I

IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book").,2016). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). XML online corrected version: <http://goldbook.iupac.org> (2006-) created by M. Nic, J. Jirat, B. Kosata; updates compiled by A. Jenkins. ISBN 0-9678550-9-8. doi:10.1351/goldbook. [en ligne] consulté le 13 août 2015. URL :

J

J.Ribier, J-C.Godineau.Flammarion ,la maison rustique.Paris 1984,ISBN2-7066-8142-6 .

K

Kim, D.H.1970). Economically important seaweeds in Chile-I/Gracilaia. Bot. Mar, 13, 140- 162 .

Kanadilian R., Lee E., Pilon L., (2013). Radiation and optical properties of Nannchloropsis oculata grown, 27(10), 905-922.

L

Leclerc, V. 2010 : Les secrets des algues. 1ère Edition Quae, p13.

Leray C.2010). Les lipides dans le monde vivant. Lavoisier.

Lionard, M., E. Tamigneaux, I. Gendron-Lemieux et K. Berger., 2014. Présentation du potentiel d'utilisation de la biomasse algale sur la Côte-Nord. Rapport de recherche-développement n°14-03, Merinov, Gaspé, 23 p.

M

Marinho-Soriano, E., P. C. Fonseca, M. a. A. Carneiro, et W. S. C. Moreira., 2006. « Seasonal Variation in the Chemical Composition of Two Tropical Seaweeds ». Bioresource Technology 97 (18): 2402-6.

Martínez, Brezo, et Jose M. Rico.,2002. « Seasonal variation of p content and major n pools in palmaria palmata (rhodophyta) 1 ». Journal of Phycology 38 (6): 1082-89.

Messaoud. B. Etude de la solubilité de quelques produits plastique industriels dans les solvants : Toluène, n-Hexane, Chloroforme et Ethanol. Master Académique en Chimie, université Ziani achour de Djelfa ,faculté des sciences de la technologie (Algérie) .

M.D. Macías-S_anchez*, A. Robles-Medina, M.J. Jim_enez-Callej_on, E. Hita-Pe~na.(2018).Micro-algues pour la production d'algo-carburant p18, 24.

P

Pierre .D.2010).Le risque d'intoxication aigue par l'hydrogène sulfuré(H₂S) chez les professionnels chargé du ramassage, du transport et du traitement des « algues vertes ».Faculté de médecine .

Petko Ivanov PENCHEV .(2010). Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Doctorat de l'université de (Toulouse).

Probst.O.(2019).Optimisation of heterotrophic(dark)growth condition of chlorella vulgaris using CO2 as sole carbon source .université of applied science and arts western Switzerland .(Switzerland) .

Pèrez, R. (1997). Ces algues qui nous entourent, Conception actuelle, Rôle dans la biosphère, utilisations, culture, aquaculture. Ifremer, 266p.

R

Richmond .A.(2004).handbook of microalgal culture : Biotechnology and Applied Phycology. Edr.Blackwell science Ltd .545p.

Renard Merller. D, Rondoux. B , Nowak.E, Farcy.F., Durand .R, Reiguaur .P, Iodus 40, salicylic acid, hrpanoyl salicylie and trehalose exhibit different effecacies and defensetargrts during a wheat/ powdery.Phytovhemistry .2007;68(8):1156-64.

Renard-Merlier, D., Randoux, B., Nowak, E., Farcy, F., Durand, R., & Reignault, P. (2007). Iodus 40, salicylic acid, heptanoyl salicylic acid and trehalose exhibit different efficacies and defence targets during a wheat/powdery mildew interaction. Phytochemistry, 68(8), 1156–1164. doi:10.1016/j.phytochem.2007.02.011.

Rødde, Ruth S. Hagen, Kjell M. Vårum, Bjørn A. Larsen, et Sverre M. Myklestad. 2004. « Seasonal and geographical variation in the chemical composition of the red alga *Palmaria palmata* (L.) Kuntze ». *Botanica Marina* 47 (2).

Rouxel, Catherine, André Daniel, Marc Jérôme, Monique Etienne, et Joël Fleurence. (2001). « Species Identification by SDS-PAGE of Red Algae Used as Seafood or a Food Ingredient ». *Food Chemistry* 74 (3): 349-53.

Reviere, B. (2002). Biologie et phylogénie des algues. Édition par Belin ; Paris : Sup de Belin. p 352-353.

S

Sirbu R. SC, Ghergic D. L., Passy Mouima N., 2006 - Caracterisation de Certains Principes Actifs De *Ulva Lactuca* Et *Ulva Rigida* –Algues Vertes Du Littoral Roumain De La Mere Noire. Scientific study and research 2.

Sirbu R. SC, Ghergic D. L., Passy Mouima N., 2006 - Caracterisation de Certains Principes Actifs De *Ulva Lactuca* Et *Ulva Rigida* –Algues Vertes Du Littoral Roumain De La Mere Noire. Scientific study and research 2.

Sharma Naveen Kumar, Rai A.K., 2011. Biodiversity and biogeography of microalgae : progress and pitfalls, 15, 1–15.

T

Tomas.B.(2019).Optimization of heterotrophic (dark)growth conditions of chlorella vulgaris using CO₂ as sole carbon source , université of applied science and arts western (Switzerland).

The Merck Index(2006). An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals, 14 ed. Whitehouse Station : Merck and Co.

Tremblin.G.(2016).Les algues , une ressource aux applications multiple: Nutrition , Santé, Cosmetics, Bioenergy, Environment. Nutrition and Santé.5(1) :33-44.

Z

Zitouni .H.(2015). Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral Algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires. Thèse de doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la vie. (Algérie).

Webographie

1. <http://www.mer-littoral.org/53/ulva-lactuca.php>.
2. <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/3540>.
3. <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/1589> .