
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université d'Aïn-Témouchent Belhadj Bouchaïb –UATBB-
Faculté des sciences et de la technologie
Département d'agroalimentaire



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : écologie environnement

Spécialité : écologie végétale et environnement

Présenter Par : FATMA GUEDDOUM

THEME

Inventaire des algues sur le littoral de Béni-Saf

(Wilaya d'Ain Témouchent)

Soutenu le 25/06/2023

Devant le jury composé de :

Présidente :	Dr ILIAS Faiza	« MCA »	U.B.B.A.T
Examineur :	Dr RAHMANI Khaled	« MCB »	U.B.B.A.T
Encadreure :	Dr DERRAG Zaineb	« MCA »	U.B.B.A.T

Année universitaire : 2022-2023



Remerciements

Je remercie Dieu de m'avoir donné la santé et la volonté de commencer et de terminer cet humble travail.

Cette mémoire a été réalisée sous la direction de Madame Derrag Zaineb, au département d'agroalimentaire à l'université Belhadj Bouchaib d'Ain Témouchent.

Je tiens à la remercier de m'avoir installé et guidé, merci pour la liberté que vous m'avez laissée ainsi que la confiance que vous m'avez toujours témoignée.

Je tiens également à remercier Mme Ilias Faiza, professeur à l'Université Belhadj Bouchaib à Ain Témouchent, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de présider le jury de cette mémoire.

Je tiens également à remercier M. Rahmani Khaled, professeur à l'Université Belhadj Bouchaib à Ain Témouchent, qui a accepté de faire partie du jury.

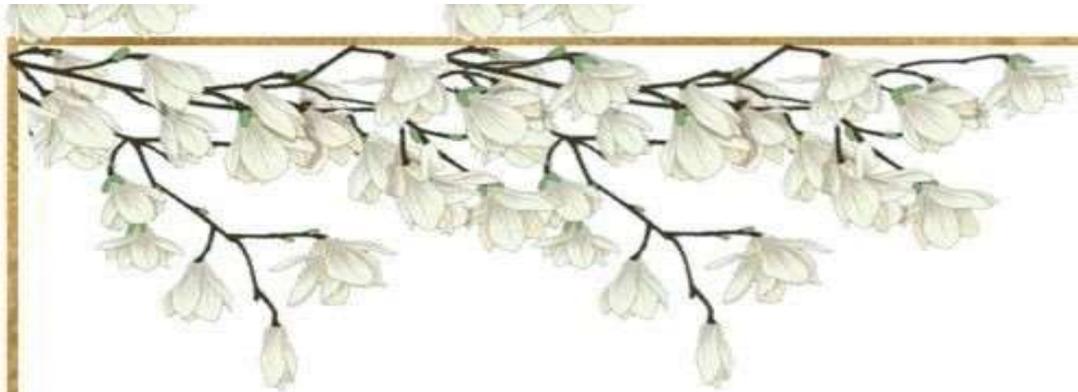
Ses notes pertinentes contribueront certainement à l'amélioration de ce document.

Je remercie les enseignants qui ont contribué à ma formation au cours de mon parcours universitaire, en particulier les enseignants du Département d'écologie et Environnement

Je n'oublie pas de remercier Monsieur Karim Tawil, Président de l'Association Shorouk, et Madame Larab Tnhinane (plongeur), membre de l'Association Shorouk. Pour m'avoir aidé dans la collecte d'échantillons.

Je tiens également à remercier Mme Djebara Narimene, membre de la station expérimentale des ressources aquatiques/appelée aquarium Béni Saf. Pour son aide dans la collecte d'échantillons sur les rochés.

Enfin, je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

Je dédie ce Modest travail :

*À qui Dieu a mis le paradis sous ses pieds, à qui les nuits sont restées éveillées pour moi, À la source de la bonté et de la tendresse chère mère **A. Taibi***

*À celle qui m'a appris que le succès ne vient qu'avec patience et persévérance À celle qui a éclairé le chemin de mon avenir Mon cher père **Saïd**.*

*Aux lions de la maison qui ont partagé la vie avec moi dans ses bons et mauvais moments et m'ont soutenu à chaque pas, mes frères (**Abderrahmane, Mohammad Ben Ali, Abdl Wahid, Islam**)*

*A mon soutien, ma sœur, ma bien-aimée **Nour Al-Houda**, et la femme de mon frère **Samia***

*A mon fiancé, **Ahmed cherif Boualem***

*Au compagnon de mon chemin et à la maison de mes secrets, **Aguili Ikram***

*A toute la famille **Gueddoum et Taibi***

*A tous mes collègues de classe **M₂ écologie***

A tous qui m'ont encouragé de près ou de loin



Fatma

ملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى إنشاء وإثراء حصر الطحالب على سواحل عين تموشنت. لهذا اخترنا ساحل بني صاف. يتميز بوجود طحالب مختلفة. قمنا بزيارة ثلاثة مواقع ، ميناء بني صاف ، الموقع المجاور للميناء (الملوث) وشاطئ البئر ، و Rhodophycophytes واستخرجنا طحالب مختلفة في مايو ، وتم إنشاء قائمة بـ 14 نوعًا تنتمي إلى كل نوع من الطحالب له أهمية كبيرة في التنوع البيولوجي . Chlorophycophytes و Pheophycophytes .

الطحالب المدروسة : *Ulva lactuca*, *Padina pavonica*, *Chaetomorpha*, *Halopteris scoparia*

, *Peyssonnelia squamaria*, *Polysiphonia nigrescens*, *Ulva flexuosa*, *Falkenbergia rufolanosa*, *Spongomorpha aeruginosa*, *Enteromorpha intestinalis*, *Chondracanthus teedei*, *Corallina officinalis*, *Dictyota dichotoma*, *Fucellaria lumbricalis*

الكلمات المفتاحية: الطحالب ، الجرد ، الساحل ، بني صاف

Résumé :

Cette étude vise à établir et enrichir un inventaire des algues sur les côtes d'Aïn Témouchent. Pour cela, nous avons choisi la côte de Béni Saf. Elle se caractérise par la présence d'algues diverses. Nous avons visité trois sites, le port de Béni Saf, site à coté du port (polluer) et la plage du puits, Et nous avons extrait diverses algues au mois de mai, et une liste de 14 espèces appartenant aux Rhodophycophytes, Phéophycophytes et Chlorophycophytes a été établie. Chaque type d'algue a une grande importance dans la biodiversité.

Nous avons répertorié 5 espèces de Rhodophycées, 4 espèces de Phéophycées et 5 espèces de Chlorophytes.

Les algues étudiées : *Ulva lactuca* *Padina pavonica* *Chaetomorpha* *Halopteris scoparia* *Peyssonnelia squamaria* *Polysiphonia nigrescens* *Ulva flexuosa* *Falkenbergia rufolanosa* *Spongomorpha aeruginosa* *Enteromorpha intestinalis* *Chondracanthus teedei* *Corallina officinalis* *Dictyota dichotoma* *Fucellaria lumbricalis*

Mots clés : Algues, Inventaire, Littoral, Béni Saf.

Abstract :

This study aims to establish and enrich an inventory of algae on the coasts of Aïn Témouchent. For this, we chose the coast of Béni Saf. It is characterized by the presence of various algae. We visited three sites, the port of Beni Saf, site next to the port (pollute) and the beach of the well, And we extracted various algae in May, and a list of 14 species belonging to Rhodophycophytes, Pheophycophytes and Chlorophycophytes has been established. Each type of algae is of great importance in biodiversity. We have listed 5 species of Rhodophyceae, 4 species of Pheophyceae and 5 species of Chlorophytes.

The algae studied : *Ulva lactuca* *Padina pavonica* *Chaetomorpha* *Halopteris scoparia* *Peyssonnelia squamaria* *Polysiphonia nigrescens* *Ulva flexuosa* *Falkenbergia rufolanosa* *Spongomorpha aeruginosa* *Enteromorpha intestinalis* *Chondracanthus teedei* *Corallina officinalis* *Dictyota dichotoma* *Fucellaria lumbricalis*

Keywords : Algae, Inventory, Coastline, Béni Saf.

Table des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	01
Synthèse bibliographique	
I- Généralités sur les algues marines	03
1- Définition	03
2-Biologie des algues	04
3- Classification des principales lignées d'algues	05
3-1-Les bases de la classification des grandes lignées d'algues	05
3-1-1-Pigmentation	06
3-1-2- Les polysaccharides de réserve	06
3-1-3- Les polysaccharides pariétaux	06
4- Les grands groupes des algues marines	07
4-1- Les algues vertes (chlorophycées)	07
4-2- Les algues brunes (Phéophycées)	08
4-3- Les algues rouges (Rhodophycées)	08
4-4- Les cyanobactéries	09
5-Ecologie	10
6- Facteurs de répartition des algues	10
6-1- Lumière	10
6-2- Température	11
6-3- Substrat	11
6-4- Salinité	11
7- Reproduction des algues	11
7-1- Reproduction asexuée	11
7-2-Reproduction sexuée	11
8- Caractéristiques nutritionnelles	12
8-1- Les protéines	12
8-2- Les lipides	12
8-3- Les Glucides	12
8-4- Minéraux et oligo-éléments	13
8-5- Vitamines	13
8-6- Les caroténoïdes	14
8-7- Les métabolites secondaires	14
8-7-1- Les composés phénoliques	14
8-7-2- Les alcaloïdes	14
8-7-3- Les isoprénoïdes	15
9- Application des algues marines	15
9-1- En alimentation animale	15

9-2- En alimentation humaine	16
9-3- En agriculture	17
9-4- En industrie alimentaire	17
9-5- En cosmétique	18
9-6- Dans le domaine pharmaceutique et médical	19
9-7- Dans la biotechnologie	20
9-8- Dans le domaine environnemental	20
8-9- Dans le traitement des eaux usées	20
10- Production mondiale des algues marines	21
Chapitre II : Matériel et méthodes	
1-Choix des sites d'échantillonnage	22
1-1-Le littoral de Béni-Saf	23
1-1-1- Plage de puits	23
1-1-2- Le port de Béni-Saf	24
2-Travail sur terrain	25
3-Travail au laboratoire	25
3-1-Identification des espèces	25
3-2-Traitement des données	26
3-2-1-La richesse spécifique	26
3-2-2-L'abondance relative	26
3-2-3-Indice de Jaccard	27
Chapitre III : Résultats et discussion	
1. Ecologie des espèces récoltées	28
1.1. Algue brune	28
1.1. 1. Padina pavonica	28
1.1.2. Dictyota dichotoma	29
1.1.3. Halopteris scoparia	30
1.1.4. Falkenbergia rufolanosa	31
1.2. Algue vert	32
1.2.1. Ulva lactuca	32
1.2.2. Chaetomorpha	33
1.2.3. Enteromorpha intestinalis	34
1.2.4. Spongomorpha aeruginosa	35

1.2.5. Ulva flexuosa	36
1.3. Algue rouge	37
1.3.1. Fucellaria lumbricalis	37
1.3.2. Chondracanthus teedei	38
1.3.3. Corallina officinalis	39
1.3.4. Polysiphonia nigrescens	40
1.3.5. Peyssonnelia squamaria	41
2. Inventaire des algues sur le littoral de Béni Saf	42
3. Distribution des espèces d'algues selon les familles	45
3.1. Richesse spécifique et abondance relative	45
4. Indice de similitude de JACCARD entre les trois sites	46
Conclusion	48
Références bibliographique	49

Liste de tableaux

Tableau 01 : Algues autorisées pour l'alimentation humaine (Burtin, 2003)	17
Tableau 02 : Planning de prélèvement des échantillons d'algues	25
Tableau 03 : Les espèces récoltées dans les trois sites	42
Tableau 04 : Présence et absence des espèces récoltées	43
Tableau 05 : Liste systématique des algues récoltées sur littorale de Béni Saf	44
Tableau 06 : Valeurs du coefficient de similitude de JACCARD	46

Liste des figures

Figure 01 : Représentation morphologique d`une macroalgue brune de genre <i>laminaria</i>	03
Figure 02 : Algues vertes	07
Figure 03 : Algues brunes	08
Figure 04 : Algues rouge	09
Figure 05 : Situation géographique des trois sites	22
Figure 06 : Plage de puits	23
Figure 07 : Port de Béni-Saf	24
Figure 08 : <i>Padina pavonica</i>	28
Figure 09 : <i>Dictyota dichotoma</i>	29
Figure 10 : <i>Halopteris scoparia</i>	30
Figure 11 : <i>Falkenbergia rufolanosa</i>	31
Figure 12 : <i>Ulva lactuca</i>	32
Figure 13 : <i>chaetomorpha sp</i>	33
Figure 14 : <i>Enteromorpha intestinalis</i>	34
Figure 15 : <i>Spongomorpha aeruginosa</i>	35
Figure 16 : <i>Ulva flexuosa</i>	36
Figure 17 : <i>Fucellaria lumbricalis</i>	37
Figure 18 : <i>Chondracanthus teedei</i>	38
Figure 19 : <i>Corallina officinalis</i>	39
Figure 20 : <i>Polysiphonia nigrescens</i>	40
Figure 21 : <i>Peyssonnelia squamaria</i>	41
Figure 22 : diagramme de la richesse spécifique des algues récoltées	45
Figure 23 : graphique d`abondance relative des familles des algues récoltées	46

Introduction

INTRODUCTION

Introduction générale

L'environnement marin est un écosystème rendu unique en raison de la diversité des organismes qu'il abrite. Parmi ses organismes, les algues font preuve d'une incroyable richesse.

Les algues (phycophytes), reconnues dès le début du 20^{ème} siècle, regroupent les végétaux chlorophylliens essentiellement aquatiques (eaux douces, eaux thermales et milieux marins) (**Genevès, 1990**). Cette flore marine constitue le premier maillon de la chaîne alimentaire. Elle représente une source naturelle importante dans différents domaines tels que : l'alimentation, l'agriculture, l'industrie, la médecine et la pharmacie (**Boisvert, 1988**).

La base de données internationale sur les algues Algae Base (**M.D. Guiry, Irlande**) recense environ 127 000 noms d'espèces, dont la majorité de micro-algues.

Il y aurait environ 9 000 espèces de macro-algues, dont 1 500 peuplent les mers d'Europe. Le nombre total d'espèces d'algues varie selon les estimations de 30 000 à plusieurs millions (**Mathieu, 2011**).

L'Algérie, avec sa grande façade méditerranéenne, de plus de 1200 Km, est un pays profondément influencé par la mer, ce qui implique l'existence de milliers d'espèces marines, particulièrement les algues, qui présentent une biomasse très importante.

Les premières études sur la flore algale en Algérie remontent à la fin du 19^{ème} siècle auxquelles se sont ajoutées celles de (**Perret Boudouresque et Séridi (1989)**). En regroupant tous les taxons et stades d'algues signalés sur les côtes algériennes, plus de 468 taxons ont été inventoriés à partir de la compilation des travaux anciens et récents sur la communauté algale de l'Algérie (**Zitouni, 2015**).

D'autres travaux ont été également réalisés sur la côte ouest de Bejaia dans le cadre des mémoires de fin de cycle au niveau de l'université de Bejaia, parmi lesquels on cite ceux d'**Allouache et Mebtouche (1998)**, de **Chioukh et Moussaoui (2005)** et d'**Ait Mouhoub et Sadaoui (2013)**, **Fellah (2018)**, (**Benyahia et Dadouche (2019)**).

Nos connaissances sur la répartition des algues sur la côte ouest d'Ain Témouchent sont encore insuffisantes. Dans ce contexte, le présent travail s'est fixé comme objectif d'améliorer et d'enrichir l'inventaire de la flore algale de la côte ouest de Ain Témouchent en prenant comme cas d'étude le littoral de Béni-Saf.

Ce mémoire comporte 3 chapitres, premier chapitre étude bibliographique, deuxième chapitre matériels et méthodes et le dernier chapitre résultats et discussion.

INTRODUCTION

Dans le premier chapitre nous présentons quelques généralités sur les algues marines et leurs utilités à différents niveaux de vie.

Dans le deuxième chapitre de notre étude, nous présentons les méthodes d'échantillonnage sur terrain et une identification des espèces au laboratoire.

Le troisième chapitre traite les résultats et l'ensemble des espèces inventoriées et application d'indices biologiques.

Et nous finirons par une conclusion.

CHAPITRE I :
Synthèses bibliographique

CHAPITRE I

I- Généralités sur les algues marines

1-Définition

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 (sur le sol, sur le tronc des arbres, sur les vieux murs humides...etc.). Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétal (**Garon-Lardiere, 2004**).

Ce sont des végétaux chlorophylliens dont l'appareil végétatif, appelé thalle (**Figure 1**), est caractéristique propre aux plantes inférieures, dépourvues de tige, de graines, de racines et de vaisseaux et extrêmement varie de forme et de couleur (**Agoun et Lounis, 2012**).

Elles peuvent être libres ou fixes sur un support, leur taille varie de moins d'un micromètre tel que l'algue *Prochlorococcus* (0.5 μm) à plusieurs dizaines de mètres pour les *Macrocystis* (60 mètres) (**Leclerc, 2010**).

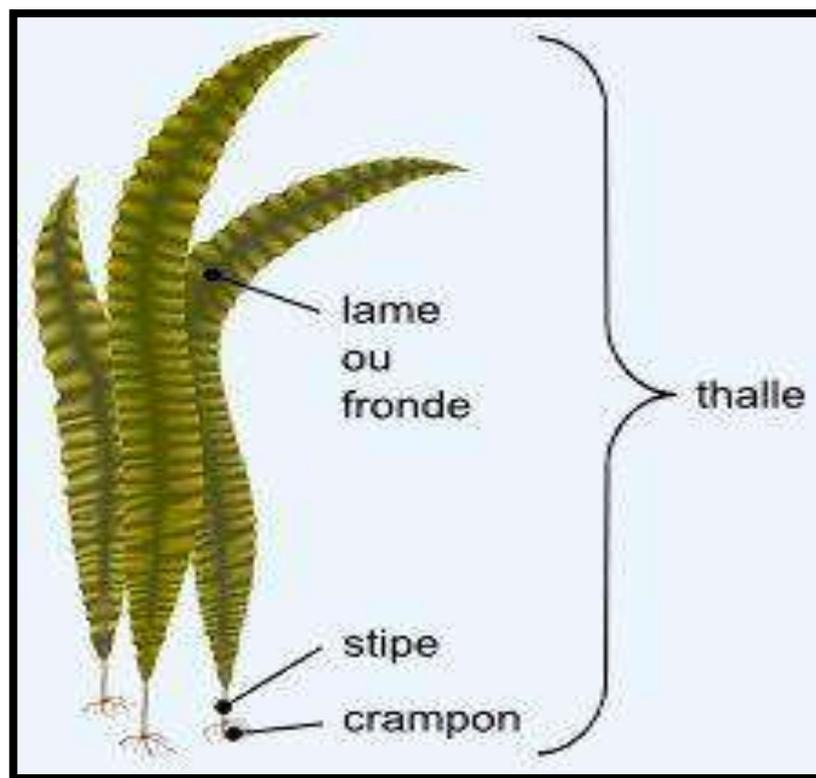


Figure 01 : Représentation morphologique d'une macroalgue brune de genre *Laminaria* (**Auxbulles, 2008**).

CHAPITRE I

Les algues constituent une part très importante de la biodiversité, et une des bases des réseaux trophiques des milieux aquatiques d'eaux douces, saumâtres et marines. **(Memory, 2011).**

Il représente également le premier maillon de la chaîne alimentaire. Elle représente une source naturelle importante dans différents domaines tels que l'alimentation, l'agriculture, l'industrie, la médecine et la pharmacie **(Nisizawa, 1987, Ollier, 2017)**

En 1994, 36 000 espèces étaient répertoriées et certaines projections estimaient que ces espèces ne représentaient que 17 % des 200 000 algues supposées existantes **(Radmer & Parker 1994).**

Il est difficile de déterminer le vrai nombre d'espèces en raison de leur diversité inconnue et de la difficulté de leur recensement et classification. Récemment, le nombre d'espèces recensées était de 136 207 **(Guiry et Guiry, 2014).**

2- Biologie des algues :

Les algues ou phycophytes (du gr. phukos = algue ; phuton = plante) sont des thallophytes chlorophylles, organismes capables de photosynthèse. Elles sont donc autotrophes. Les algues sont généralement des organismes aquatiques. D'un point de vue écologique, ils forment le premier maillon de la chaîne alimentaire : ils sont quasiment les seuls producteurs des mers et des océans (7/10 de la surface terrestre). Ils sont également fréquents en eau douce (lacs, étangs, ruisseaux). **(Roland et Vian, 1999).**

En raison de la présence de pigments qui masquent plus ou moins la chlorophylle, les algues prennent différentes couleurs. Cette caractéristique a conduit à la subdivision du groupe en trois lignées principales qui contrastaient avec un ensemble de traits biochimiques, structuraux et fonctionnels : les algues vertes, les algues brunes et les algues rouges. **(Tebbani et al, 2014).**

Chaque lignée comprend des espèces unicellulaires, généralement considérées comme primitives, ainsi que des espèces multicellulaires de plus en plus complexes, dans lesquelles la division du travail physiologique est de plus en plus prononcée. **(ABDI ,2020).**

Cette capacité à effectuer la photosynthèse les classe parmi les végétaux mais une partie d'entre elles (les algues bleues) est également classée parmi les bactéries. Elles peuvent être uni ou pluricellulaires. Leur taille est très variable, de microscopique pour les microalgues et cyanobactéries jusqu'à plusieurs dizaines de mètres comme des algues du genre *Macrocystis* qui peuvent mesurer jusqu'à 45 mètres. **(ABDI ,2020).**

CHAPITRE I

Les algues peuvent posséder un crampon qui leur permet de rester fixées à leurs supports mais qui n'a pas le rôle de nutrition que possède une racine chez les végétaux supérieurs. Toutes les algues n'ont pas encore été inventoriées à ce jour près de 30 000 espèces sont connues. Elles peuvent vivre en symbiose avec d'autres organismes **(Roland et Vian, 1999)**.

3-Classification des principales lignées d'algues :

L'équipement pigmentaire permet aux algues de capter l'énergie lumineuse de nombreuses longueurs d'onde. Ce processus bioénergétique, la photosynthèse, est à la base de leur autotrophie et leur permet de synthétiser de la matière organique. Cette caractéristique autotrophique s'applique essentiellement aux algues macroscopiques puisque que des études ont démontré que certaines algues microscopiques, telles que les diatomées (*Navicula*), étaient capable de se comporter en hétérotrophe. L'hétérotrophie existe toutefois chez certaines macroalgues rouges comme *Chondrus*, *Porphyra* et *Gracilaria* qui sont capables d'assimiler directement des composés organiques **(Pérez 1997)**.

Leurs organes végétaux sont extrêmement variables en forme et en taille. Ainsi, il peut être formé d'alvéoles élémentaires allant de la dizaine de micromètres à la dizaine de centimètres, comprenant un grand nombre d'alvéoles et atteignant des dizaines de mètres de longueur. Ainsi, les algues se distinguent des autres plantes par leur thalle, un organe végétatif unicellulaire ou multicellulaire, dépourvu de racines, de tiges et de feuilles. **(Garon-Lardiere, 2004)**.

3-1-Les bases de la classification des grandes lignées d'algues

La phylogénie des algues est abordée par de nombreux critères écologiques, physiologiques ou biochimiques, tels que la structure cellulaire, les patrons végétatifs, l'habitat, ou encore la nature et la localisation des réserves de pigments et de glucanes. Malgré la grande diversité et la complexité structurale des algues d'un point de vue macroscopique et microscopique, les algues peuvent être divisées en une dizaine de clades selon des critères basés sur leur composition pigmentaire, leurs polysaccharides de réserve ou leurs caractéristiques structurales **(Reviere, 2002)**.

- Pigmentation.
- Polysaccharides de réserve.
- Polysaccharides pariétaux.

CHAPITRE I

3-1-1- Pigmentation

La nature et la localisation des pigments permettent de définir plusieurs grands groupes d'algues (**Lamouroux 1813 ; Kützing 1843 ; de Reviers 2002**)

Selon la nature des pigments surnuméraires associés à la chlorophylle, la couleur des plastes des algues permet de distinguer les algues rouges (Rhodophytes), brunes (Chromophytes), vertes (Chlorophytes), (Les cyanobactéries)(**Roland et Vian, 1999**).

3-1-2- Les polysaccharides de réserve

Les polysaccharides ou glucanes sont des polymères de glucides qui résultent du mécanisme photosynthétique. Il en existe deux familles, les polysaccharides de réserve et les polysaccharides pariétaux. Il existe des glucanes de réserve solubles en solution dans les vacuoles et d'autres insolubles qui forment des grains observables en microscopie. Composés de D-glucose, les glucanes de réserve se rencontrent sous deux formes: liés en (α -1,4) ils appartiennent à la catégorie des amidons et liés en (β -1,3), ils font partie de la catégorie des laminarines (**Ruiz, 2005**).

Dans les algues vertes, du glucane (un polymère de 1,4- β -glucose), et Chez les algues brunes c'est la laminarine (polymère du 1,3- β -glucopyranose), et chez les algues rouges c'est l'amidon de floridéen (polymère du 1,4- α -glucose) (**Garon-Lardiere, 2004**).

3-1-3- Les polysaccharides pariétaux

La paroi cellulaire des algues possède une architecture semblable à celle des végétaux terrestres. Elle est constituée de deux phases : une phase cristalline, qui correspond à un squelette de microfibrilles, enveloppée d'une phase amorphe, appelée également matrice prédominante. Elle se distingue cependant de celle des plantes par l'importance de la matrice sur le squelette, et par l'abondance des polysaccharides anioniques sur les polysaccharides neutres (**Kloareg&Quatrano, 1988**).

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

La paroi des cellules végétales est parfois considérée par les biologistes comme un organite à part entière. La paroi des algues diffère significativement de celles des autres organismes végétaux par son organisation et sa composition. Elle peut être interprétée comme étant généralement une structure biphasique, composée d'une phase fibrillaire cristalline squelettique

CHAPITRE I

et d'une phase matricielle dont les structures de compositions variables selon les espèces, sont parmi les plus complexes connues dans la nature (Mc Neil et al., 1984).

4-Les grands groupes des algues marines

En général, le terme algue fusionne quatre grands groupes qui sont différenciées par rapport à la couleur, Chaque groupe contient des classes, qui elle-même contient des centaines d'espèces (Garon-Lardiere, 2004). Et Selon leur pigmentation, les algues sont divisées en trois groupes : les chlorophycées, les rhodophycées et les phéophycées.

4-1- Les algues vertes (Charophycées)

Les Chlorophycées ou algues vertes, Ils jouent un rôle important dans L'oxygénation des eaux. Elles sont de formes très variées, uni- ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en vert par les chlorophylles a et b, aux qu'elles sont associées carotènes et xanthophylles (Nakajima et al, 2009).

La photosynthèse permet la formation d'amidon, comme pour les plantes supérieures. La plupart des algues vertes vivent en eau douce ou en milieux marins, mais certaines espèces peuvent également se développer sur terre (Pérez 1997), et a été récence approximativement 1200 espèces macroalgues vertes (Person, 2010).

Cet embranchement comporte quatre classes : Les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées(El Hachemi 2012).



Figure 2 : Algues vertes (Originale, 2023)

CHAPITRE I

4-2-Les algues brunes (Phéophycées)

Ils sont de structure généralement pluricellulaire et de dimensions très variables, la majorité de ces algues vivent en milieu marin et présentent une couleur brunâtre résultant de l'association de pigments dominants, à savoir la xanthophylle et la fucoxanthine (**Guilherme et al, 2006**), qui masque les autres pigments (chlorophylle a et c, ainsi que le bêta-carotène) (**Garon-Lardiere, 2004**), et comprennent environ 1000 espèces, (**BOURRELLY, 1972**).



Figure 3 : Algues brunes (Originale, 2023)

4-3-Les algues rouges (Rhodophycées)

Les Rhodophycées ou algues rouges, l'association de la phycoérythrine à d'autres pigments chlorophylliens est à l'origine de la coloration rosâtre des plastides de ces algues. 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 (**Fellous, 2018 ; Guillaume, 2010**).

Elles se distinguent généralement par leur cycle de reproduction particulièrement complexe (**Garon-Lardiere, 2004**). Et sur environ 600 genres connus, seuls 29 se rencontrent dans les eaux douces avec, approximativement, 180 espèces (**BOURRELLY, 1970**).

CHAPITRE I



Figure 4 : Algues rouges (Originale ,2023)

4-4-Les cyanobactéries

Le terme de Cyanobactéries signifie textuellement « bactéries bleues » ; il fait référence aux couleurs bleu-vert que présentent souvent ces organismes. Les Cyanobactéries ont été appelées ‘et sont parfois encore appelées’ « algues bleues » ou Cyanophycées. Elles comptent environ 3000 espèces dont 1300 sont dulçaquicoles (**ROUSTEAU, 2006**).

Les pigments ne sont pas portés sur des plastes, comme le cas des autres embranchements, mais sont diffus, dispersés dans le cytoplasme, donnant ainsi une coloration homogène aux cellules. Elles prolifèrent lorsque quatre conditions sont réunies : Absence de vent, eau de température supérieure à 15°C, basique et riche en éléments nutritifs (**BOURRELLY, 1972 ; ROUSTEAU, 2006**).

La plupart d'entre elles ont une consistance gélatineuse voire gluante en raison des mucilages qu'elles sécrètent (**Ainane, 2011**).

5-Ecologie

Les grandes algues sont une composante bien visible des communautés marines littorales et elles fournissent divers services essentiels aux écosystèmes des zones côtières.

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

CHAPITRE I

industriels et de consommation courante, mais aussi, plus directement, comme aliment ou comme supplément alimentaire (**Lionard, 2014**).

Les algues sont susceptibles de peupler les milieux les plus divers de la biosphère, tant marins que continentaux à cause de leur diversité et leurs exigences écologiques. Le rôle des algues est fondamental dans les milieux aquatiques où elles sont les principales responsables de la production primaire de toutes les chaînes alimentaires. Elles peuvent vivre dans des conditions peu compatibles avec la vie, certaines algues vivent sur des glaciers. Cependant, c'est le milieu aquatique qui abrite le plus grand nombre d'espèces. Douce ou salée, froide ou chaude, chaque collection d'eau possède sa flore algale. Dans le milieu marin, on distingue couramment deux grands domaines écologiques: le domaine pélagique et le domaine benthique (**Nemchi, 2006**).

6- Facteurs de répartition des algues

Les algues sont liées à l'eau et peuvent dès lors s'installer dans tous les types d'habitat suffisamment humides et éclairés. On peut les retrouver en eau douce, en mer, sur sol humide et même sur la neige (**F. Gévaert et al., 2001**).

Les algues étant photosynthétiques, elles sont dépendantes de la présence de la lumière. Aussi, les algues nécessitent d'être fixées à un substrat, par conséquent, la texture, le degré de cohésion et la nature chimique du substrat ont une importance sur la répartition spatiale des espèces (**Schaechter, 2009 in H.Zitouni, 2015**).

6-1- Lumière

Les algues étant des végétaux photosynthétiques, la lumière est indispensable à leur vie. Ce facteur complexe intervient de différentes manières : par sa quantité (intensité lumineuse), par sa qualité (nature des radiations présentes) et par la photopériode (durée relative des périodes d'éclairement et d'obscurité) (**Boudouresque et al., 1992**).

6-2-Température

La température moyenne de l'eau et peut-être encore, ses températures minimales et maximales, jouent un rôle certain dans la localisation géographique des algues (**Gayral, 1975**). Et celle-ci influe sur tous les processus métaboliques et reproducteurs. C'est ainsi que les écarts annuels de température et la photopériode sont les facteurs primordiaux du développement de certaines espèces et de leur présence en un lieu donné (**Boudouresque et al., 1992**).

6-3-Substrat

CHAPITRE I

La majorité des algues pluricellulaires exigent en effet d'être fixées sur un support pour acquérir un développement normal et accomplir leur cycle de vie (**Gayral, 1975 ; Boudouresque et al., 1992**). N'ayant pas de système racinaire, elles ne tirent pas leurs éléments nutritifs de leur substrat mais directement du milieu liquide qui les baigne (**Boudouresque et al., 1992**).

6-4-Salinité

Les modifications de la salinité peuvent s'effectuer soit dans le sens d'une dilution, soit dans le sens d'une surconcentration en sels. Tout comme la température, la variabilité de la salinité intervient sur tous les processus métaboliques et cette action se manifeste généralement dans le sens d'une perturbation menant à terme à une élimination des espèces (**Boudouresque et al., 1992**).

7- Reproduction des algues

Deux modalités de reproduction existent chez les algues :

7-1- Reproduction asexuée

Dans de très nombreux cas, la reproduction des algues s'effectue par multiplication végétative soit en scission binaire : division du noyau puis du cytoplasme, soit en une fragmentation de thalle aboutissant à la formation de plusieurs organismes identiques, soit en sporulation dont des spores peuvent être formées dans les cellules végétatives ordinaires ou dans des structures spécialisées appelées sporanges (**Michel, 2000**).

7-2-Reproduction sexuée

Les algues eucaryotes (vertes, brunes, rouges) réalisent en plus une reproduction sexuée au cours de laquelle l'union de deux cellules reproductrices, ou gamètes, produit un oeuf, ou zygote (**Guillaume, 2010**).

Une alternance des phases de reproduction asexuée et sexuée permet ainsi la pérennité des algues. Enfin, il est important qu'aux cours des cycles d'alternance de génération plus ou moins variés (caractérisant leur reproduction), se superpose également une alternance de phases (de n à $2n$ chromosomes). (**Pierre 2010**).

8- Caractéristiques nutritionnelles

8-1-Les protéines

La teneur en protéines des algues marines est variable (**Chouikhi, 2013**). La richesse en protéines varie en fonction des espèces. Si les algues brunes disposent d'un contenu protéique

CHAPITRE I

restreint (5-11% de la matière sèche), il en va autrement des algues rouges dont certaines possèdent une fraction protéique importante (30-40% de la matière sèche). Les algues vertes, actuellement peu valorisées, présentent également un contenu protéique non négligeable puisque ce dernier peut atteindre 20% de la matière sèche (**Person, 2010**).

La plupart des macroalgues brunes industriellement exploitées (*Laminariadigitata*, *Ascophylumnodosum*, *Fucus vesiculosus* et *Himanthaliaelongata*) ont une teneur en protéines plus faible que 15 % (MS) excepté pour l'espèce *Undariapinnatifida* (Wakamé) qui possède un niveau protéique variable de (11 à 24%) (MS) (**Fleurence, 1999**). Les teneurs protéiques élevées sont enregistrées chez les macroalgues rouges telles que *Porphyra tenera* (47 % de MS) ou *Palmariapalmata* (35% de MS) (**Fleurence, 1999**).

8-2-Les lipides

La teneur lipidique est très faible et varie de 1 à 3% de la matière sèche. Du point de vue qualitatif, les lipides des algues diffèrent de ceux des végétaux terrestres. Ils présentent une proportion en acides gras essentiels supérieure et les acides gras insaturés sont prédominants (**Darcy-vrillon, 1993**).

La teneur des lipides est très faible ; ils représentent 1-5% de la matière sèche chez les algues. Ces derniers sont riches en acides gras polyinsaturés particulièrement l'acide oméga 3 et oméga 6 qui jouent un rôle important dans la prévention des maladies cardio-vasculaires, l'arthrose et le diabète (**Zehlila, 2017**). Les lipides chez les algues sont divisés en trois classes : les lipides neutres, les glycolipides, les phospholipides (**Lakhdar, 2018**).

8-3-Les Glucides

Les algues sont généralement riches en carbohydrates (jusqu'à 22% de la matière sèche pour *U. rigida*). (**Satpati G. 2011**).

U. rigida est caractérisée par un pourcentage élevé de fibres alimentaires polysaccharidiques résistantes aux enzymes digestives humaines endogènes. (**Lahaye M. 1995 ; Yaich H. 2015**)

Les algues contiennent une grande quantité de polysaccharides de structure, de stockage, et fonctionnels, et la teneur totale en glucides peut varier de 20 % à 76 % du poids sec dépendant du type d'algue. Bien que la teneur en glucides dans les algues soit considérablement élevée, elle est surtout composée de fibres alimentaires, qui ne sont pas assimilées par le corps humain. Les quelques glucides présents dans les algues qui peuvent être assimilés sont sous forme de glucose, mannose et galactose. (**Seabiosis.2021**).

CHAPITRE I

8-4-Minéraux et oligo-éléments

Les algues sont très riches en minéraux essentiels et en oligo-éléments tels que le calcium, le sodium, le potassium et le magnésium. **(Hamed I. 2014)** La plupart de ces minéraux sont très abondants dans les algues comparativement à leur teneur dans les autres aliments.

L'une des caractéristiques les plus marquées des algues marines est leur forte teneur en iode, qui est un nutriment important dans la régulation du métabolisme et de la croissance. **(Zehlila A. 2017)**. La teneur en minéraux varie entre 8 et 40 % de la masse sèche **(Michel, 2000)**.

Les algues sont une des sources végétales les plus importantes en calcium puisque leur contenu en Ca et P dépasse celui des pommes, des oranges, des carottes et des patates. **(Hamed I. 2014)**. En effet, la concentration en calcium est de l'ordre de 5,24 g kg⁻¹. **(Taboada C. 2009)**.

8-5-Vitamines :

La plupart des algues est source de vitamines du groupe B (B1, B2 et B12) **(Hamed I. 2014)**.

La composition vitaminique des macro-algues est intéressante, malgré de grandes variations saisonnières et des disparités liées au procédé de traitement des algues **(Michel, 2000)**. Les algues rouges sont riches en vitamine A, par contre, les algues vertes sont riches en vitamines C. La vitamine E est bien présente dans les algues brunes. L'intérêt principal réside dans la vitamine B12 dont les teneurs sont assez importantes dans les algues contrairement aux plantes terrestres qui en sont totalement dépourvues **(Lakhdar, 2018)**.

La composition en vitamines varie en fonction de nombreux facteurs, dont l'espèce, la zone géographique, la saison, et les paramètres environnementaux. **(Norziah M.H. 2000)**. Les principales vitamines sont :

- Vitamine B12 : Les algues contiennent une proportion non négligeable en vitamine B12, contrairement aux plantes terrestres qui en sont complètement dépourvues.
- Vitamine C : La vitamine C est présente en quantités importantes dans certaines algues vertes et brunes, à des taux variant entre (500 et 3000 mg/Kg sec) alors que les algues rouges ont des teneurs en vitamine C de l'ordre de (100 à 800 mg/Kg sec).
- Vitamine E : Les algues brunes sont plus riches en vitamine E que les algues vertes et rouges. Parmi les algues brunes, les teneurs les plus élevées sont observées chez les

CHAPITRE I

Fucales (*Ascophyllum* et *Fucus* sp.) qui contiennent entre (200 et 600 mg de tocopherols /Kg sec). (**Zitouni, 2015**).

8-6-Les caroténoïdes :

Toutes les macroalgues contiennent des caroténoïdes qui sont des pigments liposolubles composés des unités isoprènes. Ceux sont de puissants antioxydants (**Chouikhi, 2013**), ils représentent en moyenne 0,1 % du poids sec de l'algue, mais certaines espèces, dans certaines conditions environnementales, en produisent beaucoup plus (**Lakhdar, 2018**).

8-7-Les métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes (**Naghraoui, 2014**) ; les algues peuvent contenir aussi des métabolites secondaires comme les terpénoïdes, les alcaloïdes et les composés phénoliques (polyphénols et bromophénols) avec des propriétés anti oxydantes, antimicrobiennes, antifongiques et anti-inflammatoires (**Chouikhi, 2013**).

8-7-1- Les composés phénoliques :

En particulier sont considérés comme l'une des classes les plus importantes chez les algues. Leurs molécules sont formées par un ou plusieurs cycles aromatiques avec un ou plusieurs groupes hydroxyle. Les composés phénoliques sont des molécules biologiquement actives largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants, anti radicalaires et antimicrobiens (**Lakhdar, 2018**).

8-7-2- Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des composés azotés présents dans les algues marines, ils sont divisés en trois groupes : alcaloïdes phényléthylamine, indole et alcaloïdes indoliques halogénés. (**Naghraoui, 2014**). Les alcaloïdes des algues marines sont relativement rares, comparés aux alcaloïdes végétaux terrestres, ils possèdent des activités antibactériennes, anti inflammatoires, antioxydantes, antitumorales et ont donc de grandes utilisations dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (**Michel, 2000**).

8-7-3- Les isoprénoïdes (Terpénoïdes) :

Les terpénoïdes sont constitués d'unités isoprènes (C5). Ils sont classés en plusieurs catégories : monoterpènes (C 10), diterpènes (C20), triterpènes (C30), sesquiterpènes (C 15) et tetraterpènes (C40) (**Chouikhi, 2013**). Les algues brunes produisent des terpénoïdes et des acétogénines. Les algues rouges sont aussi caractérisées par la production d'un nombre

CHAPITRE I

impressionnant de composés halogénés. Les algues vertes, principalement les espèces de bryopsidales produisent des composés sesquiterpenoides et diterpénoides (**Naghraoui, 2014**).

Plusieurs phytohormones présentes en faibles quantités (principalement les cytokinines, l'acide abscissique et les auxines) ont été identifiées dans des produits obtenus d'algues marines, ces molécules ont une double fonction, d'une part, elles régulent les procédés de croissance, de développement et de défense, comme la division cellulaire, et d'autre part, elles jouent un rôle dans le signalement des changements de l'environnement extérieur (**Betit et Chiha, 2019**).

9- Application des algues marines :

Utilisées depuis des millénaires par les populations littorales pour leurs hautes valeurs nutritives, les algues constituent aujourd'hui un enjeu majeur de développement économique des industries agroalimentaires. La production annuelle globale d'algues marines était évaluée à 6.5×10^6 tonnes en 1994 par la Food Agriculture Organisation. (**Pierre 2010**).

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**).

9-1-En alimentation animale :

Sur de longues périodes, les animaux (ovins, bovins et équidés) qui vivaient en zones côtières consommaient des macroalgues brunes, surtout dans les pays où celles-ci étaient rejetées sur le rivage. L'algue rouge *Palmariapalmata* était appelée « goémon à vache ». La disponibilité de macroalgues pour animaux s'est accentuée avec la production de farines. Les macroalgues utilisées en alimentation comme *Ascophylum nodosum* et *Laminaria digitata* fraîchement coupées, sont broyées en fines particules et séchées. Leur analyse a montré qu'elles contenaient des quantités importantes de minéraux, Les oligo-éléments qui sont des éléments essentiels requis pour les mammifères à de petites quantités tels que le fer, le zinc, cobalt, chrome, molybdène, nickel, fluor et iode et vitamines (**Chouikhi, 2013**).

CHAPITRE I

Leurs avantages :

- Augmentent la teneur en iode des volailles et des œufs.
- Augmentent la production laitière chez les vaches de 6,8% à 13%.
- Les brebis nourries aux macro-algues maintiennent leur poids beaucoup mieux durant la période hivernale et donnent une plus grande production de laine.
- Stimulent le système immunitaire de certains animaux.
- En aquaculture, la nourriture habituellement se compose de déchets de viande et de poissons mélangés avec des additifs secs contenant des nutriments supplémentaires (macro-algues), pour former une masse pâteuse servant à la préparation des granulés.
- L'addition de macro-algues leur permet de ne pas se désagréger ou de se dissoudre. (Chouikhi, 2013)

9-2- En alimentation humaine :

Les algues sont consommées en Asie depuis l'Antiquité. En Occident. Ils ont récemment été agréés pour la consommation humaine (comme légumes et assaisonnements), ouvrant ainsi de nouveaux débouchés à l'industrie agro-alimentaire (Mabeau et Fleurenc, 1993). Ces macroalgues contiennent des protéines, des lipides, des vitamines et des minéraux et constituent ainsi une source alimentaire précieuse (Sanchez-Machado et al., 2004 ; Noziah et Ching, 2000). Environ 75% des algues produites dans le monde (8 millions de tonnes d'algues fraîches) sont destinées à la consommation humaine directe. Cette responsabilisation des algues dans l'alimentation a été associée à la mise en place de réglementations visant à assurer la sécurité des consommateurs. A ce jour, 24 algues dont 3 microalgues peuvent être utilisées. Parmi les macroalgues, on compte 8 algues brunes, 11 algues rouges et 2 algues vertes. (Benyahia et al.,2019). (Tableau).

CHAPITRE I

Tableau 1 : Algues autorisées pour l'alimentation humaine (Burtin, 2003)

Type	Nom
Algues brunes	<i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Fucus serratus</i> <i>Himantalia elongata</i> <i>Undaria pinnatifida</i>
Algues rouge	<i>Porphyra umbilicalis</i> <i>Palmaria palmata</i> <i>Cracilaria verrucosa</i> <i>Chondrus crispus</i>
Algues vertes	<i>Ulva</i> spp. <i>Enteromorpha</i> spp
Microalgues	<i>Spirulina</i> sp. <i>Odontella aurita</i>

9-3- En agriculture

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 maintenir et d'enrichir le sol par des traces de métaux (Cu, Co, Zn, Mn, Fe, N) (Lakhdar, 2018), et également de fournir un renforcement des défenses naturelles des plantes contre certains pathogènes des cultures, une augmentation de taux de croissance et de germination des graines, une bonne résistance aux stress biotiques et abiotiques, une amélioration de l'absorption des nutriments, un changement dans la composition des tissus des plantes et un développement plus profond des racines (Betit et Chiha, 2019).

9-4- En industrie alimentaire

Dans les pays Asiatiques (Chine, Corée et Japon), l'algue fait partie de l'alimentation depuis des millénaires ceci depuis le début des années soixante, elle a été introduite plus récemment dans l'alimentation des occidentaux.

CHAPITRE I

De par leurs propriétés nutritionnelles remarquables, les Ulva sont aussi utilisées dans la fabrication des compléments alimentaires aussi bien au Japon, en Chine et dans d'autres pays sud-asiatiques qu'en Amérique du Nord et du Sud et en Océanie. Elles se trouvent aussi incluses dans une grande variété de plats tels que les salades, les soupes, les biscuits, et les repas traditionnels. **(Silva M. 2013)** En France, Ulva fait partie des quelques macroalgues autorisées à être utilisées dans l'industrie alimentaire. **(Mabeau S. 1992)**

Agar, Alginate et carraghénanes devenus des ingrédients incontournables de l'industrie agroalimentaire **(Marfaing, 2004)**.

Les algues rouges sont la source d'agar et de l'agarose. Les genres Gelidium, Gracilaria, Acanthoptelis et Pterocladia sont les principaux producteurs de ces matériaux **(Chouikhi, 2013)**. Le mucilage extrait à chaud de ces algues donne après purification, déshydratation et broyage la poudre d'agar-agar utilisée essentiellement pour un grand nombre de produits alimentaires mais aussi les milieux de culture pour les microorganismes ou les cultures in vitro **(Choikhi, 2013)**.

9-5- En cosmétique

Les carraghénanes peuvent être inclus dans la formulation de gels désodorisants. Une solution aqueuse contenant une forte teneur en parfum est gélifiée à l'aide d'un x-carraghénane, en mélange avec d'autres gommes et des sels de potassium (jusqu'à 2,5% p/p). **(Garon-Lardiere, 2004)**.

Progressivement, ce gel exsude l'eau qu'il contient, celle-ci se vaporise alors dans l'atmosphère avec le parfum qu'elle renferme **(Pérez, 1997)**.

Une des principales applications non alimentaire des carraghénanes est son emploi en tant qu'épaississant dans les pâtes dentifrices, les shampooings, ou encore les lotions et les crèmes **(Van de Velde & De Ruiter, 2002)**.

Ainsi, dans les dentifrices, des carraghénanes (0,8 à 1,2% p/p) sont rajoutés afin de préserver l'homogénéité des différents ingrédients, et permettent une bonne conservation dans le temps de la pâte, et ce, à des conditions de température et d'humidité variables. Dans les lotions, les crèmes pour les mains, ce sont des carraghénanes (0,1 à 1,0% p/p) qui sont utilisés afin d'exacerber la pénétration du produit. Enfin, les carraghénanes sont utilisés dans les shampooings afin de les épaissir et de les stabiliser. Ils auraient également des propriétés hydratantes. **(Garon-Lardiere, 2004)**.

CHAPITRE I

la production de substances anti-âge et des écrans solaires grâce à leur qualité protectrice contre les rayons UV solaires. **(Pescheck F. 2010)**

9-6- Dans le domaine pharmaceutique et médical

Les algues connaissent un intérêt grandissant en tant que source de Plusieurs composés chimiques isolés des macro-algues sont biologiquement actifs dont certains possèdent une activité pharmacologique efficace **(Rorrer and Cheney, 2004)**.

Une étude sur l'isolement et la détermination de la structure chimique de nouveaux métabolites secondaires pouvant présenter des activités biologiques à potentialités pharmacologiques a été réalisée à partir de deux algues méditerranéennes *Cystoseira crinita* (Phéophycée) et *Lyngbya majuscula* (Cyanophycée) **(Praud, 1994)**, environ 4000 nouveaux métabolites ont été isolés à partir de divers organismes marins, et sont le plus intéressé les chercheurs **(Praud, 1994)**.

Les propriétés et activités biologiques présentées par ces molécules sont vastes telles que les activités antibactérienne, anti-inflammatoire, antiproliférative, antivirale, antifongique, antinéoplasique, anti-cancéreuse, anti-obésité, antidiabétique, antihypertenseur, hypolipémiant et antioxydante. **(Cabrita M.T. 2010; Xu N 2004) (Cabrita M.T. 2010)** Chez le genre *Ulva*, ces activités diffèrent d'une espèce à une autre. **(Silva M. 2013)**

Ulva rigida fait partie des espèces à partir de laquelle ont été isolés des métabolites biologiquement actifs tels que l'acide gallique et des stérols (isofucosterol et 24-nor-22-dehydrocholesterol). **(Yildiz G. 2012) (Kerr R.G. 1991)**

Silva et al ont rapporté une activité antimicrobienne de l'extrait méthanolique et des activités antimutagénique, antioxydante et anticancéreuse des extraits éthanolique et dichlorométhanique chez *U. rigida*. **(Silva M. 2013)**. Ces extraits auraient même une activité cytotoxique contre des lignées cellulaires cancéreuses du côlon et du sein. **(Medeiros J. 1999)**.

Les carraghénanes sont employés de manière courante comme excipient dans les médicaments. Par exemple, les carraghénanes à raison de 0,1% à 0,5% sont utilisés pour stabiliser les émulsions et les suspensions d'huiles minérales, ou encore les préparations dont le principe actif est insoluble. Les complexes susceptibles de se former entre certains carraghénanes et certaines molécules actives peuvent être utilisés dans le but d'un relargage contrôlé et progressif du médicament. Enfin, les carraghénanes peuvent être utilisés

CHAPITRE I

simplement comme agent d'enrobage des compositions pharmaceutiques (**Van de Velde & De Ruiter, 2002**).

9-7- Dans la biotechnologie

Le processus biotechnologique des macro-algues marines a trois éléments : La cellule et le développement de culture cellulaire, la conception de photo-bioréacteur, et l'identification des stratégies pour obtenir la biosynthèse de métabolites secondaires (synthèse biomimétique) (**Rorrer et Cheney, 2004**).

L'ingénierie biotechnologique (biomoléculaire) des macro-algues marines pour la production de ces composés est un domaine nouveau émergent de la biotechnologie marine. Les Rhodophycées contiennent une protéine particulière appelée phycoérythrine (PE) qui est déjà utilisée dans les applications biotechnologiques comme colorant ou teinture dans des réactions d'immunofluorescence (**Fleurence, 1999**).

9-8- Dans le domaine environnemental

L'utilisation des populations de macroalgues à grande échelle peut fournir des technologies nouvelles et rentables pour la réduction de la diffusion des contaminants d'origine hydrique comme les métaux lourds, les bactéries pathogènes, les virus, etc. (**Chouikhi, 2013**). Les algues constituent un moyen potentiel pour la restauration de la croissance des cultures sous stress abiotique grâce à leurs composants chimiques et leur valeur nutritionnelle ainsi qu'aux propriétés physiques de leurs polysaccharides qui améliorent la structure du sol (**Memory, 2006**).

9-10- Dans le traitement des eaux usées

La technique dite de lagunage représente une alternative économique et efficace à des systèmes de traitement (les eaux usées domestiques et industrielles, des fermes aquacoles, des entreprises agricoles). La capacité des algues à absorber les nutriments issus d'élevages piscicoles a été démontrée à partir de cultures d'algues en bassin (**Cohen et Nori, 1991**).

L'intérêt de l'utilisation des macro-algues pour le traitement des eaux usées en eau salée a été démontré dès la fin des années 70 dans des mélanges d'eau usée et d'eau de mer (**Guist et Humm, 1976**). De plus, la biomasse algale formée est potentiellement valorisable, notamment pour l'alimentation des poissons. Toutefois, les milieux riches en azote comme les effluents

CHAPITRE I

des fermes piscicoles, où les macroalgues sont utilisées comme biofiltres, peuvent augmenter leur teneur en protéines (**Lahaye et al., 1991**).

10- Production mondiale des algues marines

La quantité de macroalgues transformées annuellement dans le monde est de plus de 15,8 millions de tonnes (poids frais) soit 23% de toute la production aquacole et représente une valeur marchande de 7,4 Milliards de dollars US en 2008. La culture a bénéficié d'une expansion cohérente en production depuis 1970 avec un taux de croissance annuel moyen de 7,7 % (**FAO, 2010**).

Approximativement 220 espèces sont cultivées. Les producteurs principaux sont la Chine, l'Indonésie et les Philippines qui, à eux seuls, totalisent les quatre cinquièmes de la production. Cette production est majoritairement destinée à l'alimentation humaine directe (76,1%), à l'extraction des métabolites (11,2 %), le reste est exploité dans différents secteurs : l'alimentation animale et l'agriculture (**FAO, 2010**). L'ampleur de la consommation directe est due aux pays asiatiques.

L'algue y est présente depuis des millénaires et constitue même, sous certaines formes, un produit très prisé grâce à ses propriétés organoleptiques. Les Japonais consomment actuellement 1,6 kg d'algues (poids sec) par an et par habitant (**Fleurence, 1999**).

Chapitre II :
Matériel et méthodes

CHAPITRE II

1. Choix de sites d'échantillonnage :

Trois sites de prélèvement ont été retenus pour cette étude : la plage de puits (**Site1**) et le port de Béni-Saf (**Site2**) et (**Site 3**) (la région d'Ain Témouchent) (**Figure 6, 7**).

Les coordonnées géographiques des trois sites sont :

- **Site 1** : (35°18'07"Nord, 1°23'54"West) (**Google Earth**).
- **Site 2** : (35°18'21"Nord, 1°23'29"West) (**Google Earth**).
- **Site 3** : (35°18'20"Nord, 1°23'16"West) (**Google Earth**).



Figure 5 : Situation géographique des trois sites (**Google Earth, 2023**).

CHAPITRE II

1.1. Le littoral de Béni-Saf :

Béni-Saf est une ville côtière, située sur la côte nord-ouest de l'Algérie dans la région d'Aïn Témouchent, tout près de la frontière marocaine.

Située au Nord-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Ain Témouchent : à environ 30 km à l'ouest d'Aïn Témouchent, Entre 35° 16' et 35° 18' latitude Nord et entre 1° 27' et 1° 28' longitude – Ouest. Sa superficie est de 61.30 Km², avec un cordon littoral qui s'allonge sur une vingtaine de kilomètres (DIBOUN ; 2020), elle fait partie des régions les plus exploitées du littoral ouest algérien (Merioua, 2014).

1.1.1. Plage de puits :

La Plage du Puits se classe 3^e plage meilleur sur 19 des plages d'Aïn Témouchent, située à 22.8 km de la ville d'Aïn Témouchent. C'est l'une des plages de la commune de Béni-Saf à seulement 1.3 km de son centre. La plage se trouve en zone urbaine, parmi les montagnes. (Beachsearcher, 2019).



Figure 6 : Plage de puits (Originale, 2023)

CHAPITRE II

1.1.2. Le port de Béni-Saf :

Port de Béni Saf le premier port de pêche d'Algérie avec une flottille de 166 embarcations; et le seul port doté d'un système de filtrage automatique, ce port conçu initialement pour le transport de minerais et de marchandises, a dû être reconverti en port réservé exclusivement à la pêche et ce à cause de l'ensablement chronique de son bassin.

Le port de Béni Saf a été construit en 1877, il est orienté vers le Nord et dispose de deux bassins. L'un destiné uniquement pour les chalutiers et le deuxième comportant des Sardiniers et des petits métiers, situés au milieu d'une baie qui s'étend sur 14 Km environ. Sa Coordonnée géographique est : 01°23'16'' West et 35°18'26'' nord (Seddikioui, 2011).

La production annuelle de ce port qui a vu une augmentation en embarcations est de plus de 14.000 tonnes. La région est connue par l'importance de la production halieutique en poissons bleus, Ainsi, le port de pêche de Béni Saf reste tout de même le plus important en matière de flottille et en capacités de production.



Figure 7 : Port de Béni-Saf

CHAPITRE II

2. Travail sur terrain :

- **Echantillonnage :**

Trois sites de prélèvement ont été retenus pour cette étude.

Les algues ont été récoltées à la main par un simple ramassage sur les deux sites de prélèvements. Après la récolte nos échantillons ont été mis dans des bocaux en verre numérotés par des étiquettes puis transportés dans une glacière au laboratoire de l'université.

Trois échantillons ont été prélevés en mois de mai 2023. L'échantillon prélevé parmi les sites sélectionnés.

Le planning des prélèvements est présenté dans **le tableau 2** :

Tableau 2 : Planning de prélèvement des échantillons d'algues

La sortie	La date	Le site
Sortie 1	07/05/2023	Site 1
Sortie 2	09/05/2023	Site 2
Sortie 2	09/05/2023	Site 3

3. Travail au laboratoire :

3.1 Identification des espèces :

Notre travail consiste à déterminer les noms des espèces récoltées. Après élimination des sables, les algues sont triées, nettoyées et séparées les unes des autres avant de les transférer dans des boîtes

Nous avons mis les échantillons dans des boîtes pétries en plastique, étiquetés, les boîtes contenant de l'eau de mer pour conservation des échantillons, durant la période d'étude

L'identification espèces s'est faite pendant les prélèvements. Nous avons pris en considération la couleur, la longueur du thalle et des parties aériennes ainsi que le mode de fixation pour cette détermination.

Les échantillons ont été identifiés à l'aide d'un livre de la faune et la flore de la Mer méditerranée, ainsi le programme numérique Algaebase.

CHAPITRE II

3.2 Traitement des données :

Les indicateurs biologiques ont été appliqués suivant :

- La richesse spécifique
- L'abondance relative
- L'indice de Jaccard

3.2.1 La richesse spécifique :

La richesse spécifique c'est le recensement du nombre d'individus que représente chaque espèce. La richesse ne peut être évaluée qu'à travers un échantillonnage. On distingue une richesse totale (S) qui est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose est la totalité des espèces qui la composent (**Ramade, 1984 et 2003**).

La formule de calcul de la richesse spécifique est la suivante : on prend la valeur partielle on la divise par la valeur totale puis on multiplie le résultat par 100, le résultat finale, exprimé en %, est la valeur de pourcentage (**Lakehale, 2022**).

$$\text{Richesse spécifique} = 100 \times (\text{Valeur partielle}) / (\text{Valeur totale}).$$

3.2.2 L'abondance relative :

Correspond au Quantité relative au nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus de toutes espèces et elle est présenté en pourcentage selon la formule suivante.

$$\text{Ar} = (\text{Na}/\text{N}) \times 100$$

Ar : Abondance relative.

Na : Nombre d'individus d'une espèce.

N : Nombre total d'individus récentes.

3.2.3 Indice de Jaccard :

L'indice de Jaccard permet une comparaison entre deux sites car il évalue la ressemblance en calculant le rapport entre les espèces communes aux deux sites et celles propre à chaque relevé. La formule est la suivante : le nombre de cas de présence simultanée des deux espèces considérées, divisé par le nombre de cas où au moins l'une des deux est présente :

CHAPITRE II

$$I = \frac{N_c}{N_1 + N_2}$$

I : Coefficient de Jaccard calculé entre les stations.

N_c : correspond au nombre de taxon commun entre les deux sites

N_1 et N_2 : le nombre de taxons présents sur le site 1 et 2, respectivement

Les valeurs de l'indice varient entre 0 lorsque les deux sites n'ont aucune espèce en commun, et 1 quand les deux sites ont toute leur espèce en commun. Dès lors plus la valeur est proches de 1, plus les sites sont similaire .Ce coefficient est donc utilisé pour comparer la composition spécifique des algues dans les différentes stations (**Platt et al 1980**).

Chapitre III :
Résultats et discussion

CHAPITRE III

1- Ecologie des espèces récoltées :

1-1- Algue brune

1-1-1- *Padina pavonica*



Figure 8 : *Padina pavonica* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chromophytes*

Classe : *Phéophycées*

Ordre : *Dictyotales*

Famille : *Dictyotaceae*

Genre : *Padina*

Espèce : *Padina pavonica*

Description : *Padina* est une algue brune très reconnaissable grâce à son aspect rappelant la forme du cornet de couleur brunâtre et même blanchâtre (**Gayral et Cosson, 1986**).

Reproduction : Elle se fait selon un cycle digénétique isomorphe. Entre les lignes concentriques de poils se trouvent des rangées d'organes reproducteurs qui naissent des cellules corticales externes. Parfois, les spores des sporophytes ne subissent pas la méiose et redonnent directement le sporophyte.

Habitat et écologie : Elle colonise les substrats durs bien éclairés de l'étage infralittoral.

CHAPITRE III

1-1-2- *Dictyota dichotoma*



Figure 9 : *Dictyota dichotoma* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Ochrophyta*

Sous-embr : *Phaeista*

Infra-embr : *Mariste*

Super classe : *Fucistie*

Classe : *Phéophycées*

Ordre : *Dictyotales*

Famille : *Dictyotacées*

Genre : *Dictyota*

Espèce : *Dictyota dichotoma* (Huds.) J.V. Lamour., 1809

Description : est une espèce d'algues brunes de la famille des Dictyotaceae Thalle : 13 cm environ, régulièrement dichotomique, transparent, délicat, aplati; extrémités arrondies, encochées. Pas de côte centrale. Organes reproducteurs minuscules, ayant l'aspect de poils disposés en touffes. Coloration ; beige teinté d'olive, iridescent.

Habitat : rochers et autres algues des étages médio- et infralittoral.

Distribution : Méditerranée, Atlantique, Manche et Mer du Nord

1-1-3- *Halopteris scoparia*



Figure 10 : *Halopteris scoparia* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Ochrophyta*

Classe : *Pheophyceae*

Sous-classe : *Dictyotophycidae*

Ordre : *sphacelariales*

Famille : *Stypocaulaceae*

Genre : *Halopteris*

Espèce : *Halopteris scoparia*

Description : c'est une espèce d'algue brune de famille Stypocaulaceae Cette algue forme des touffes compactes de filaments de 5 à 15 cm de hauteur, volumineuses et rêches. La couleur est brun foncé. L'ensemble ressemble à un petit balai de branchages (balai de bruyère).

Habitat : Atlantique Nord (Est et Ouest), Méditerranée Zones DORIS : Europe (côtes françaises), [Méditerranée française], [Atlantique Nord-est, Manche et mer du Nord françaises], Atlantique Nord-Ouest Le balai de mer est présent en Méditerranée, en mer Noire, et dans la partie nord de l'Atlantique. Atlantique Est de la Scandinavie au Cap Vert, îles

CHAPITRE III

Canaries, Madère, Açores. Atlantique Ouest : Canada (Nouveau Brunswick, Nouvelle-Ecosse). Elle a aussi été signalée au Japon.

1-1-4- *Falkenbergia rufolanosa*



Figure 11 : *Falkenbergia rufolanosa* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Sous-embr : *Eurhodophytina*

Classe : *Florideophycées*

Sous-classe : *Rhodymeniophycidae*

Ordre : *Bonnemaisoniales*

Famille : *Bonnemaisoniacées*

Genre : *Falkenbergia*

Espèce : *Falkenbergia rufolanosa*

Description : C'est une espèce d'algues rouge de la famille des Bonnemaisoniacées. Tapis d'aspect cotonneux, composé de filaments fins et enchevêtrés, de couleur rouge rosé, et de 1 à 3 cm de long.

CHAPITRE III

Habitat : *Falkenbergia rufolanosa* est une espèce exotique envahissante incluse dans le catalogue espagnol des espèces exotiques envahissantes Epiphyte, infralittoral, détaché des algues et paraissant souvent flottant.

1-2- Algue vert

1-2-1- *Ulva lactuca*



Figure 12 : *Ulva lactuca* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophycées*

Ordre : *Ulvales*

Famille : *Ulvacées*

Genre : *Ulva*

Espèce : *Ulva lactuca*

Description : Algue verte dont le thalle est aplati en lames minces vert foncé à vert clair, à lobes polymorphes (10-40 cm) pouvant atteindre le mètre en eaux riches en matières organiques ; ces lames sont souples, fixées par un petit disque basal portant de nombreux rhizoïdes.

Habitat : Elle est très commune le long des côtes et dans les flaques d'eau à marée basse.

On a trouvé depuis le milieu de la zone intertidale jusque dans la zone infra tidale.

CHAPITRE III

Biologie : C'est un végétal autotrophe. Les thalles ont une durée de vie de quelques mois (éphémérophytée), mais on en trouve toute l'année car les individus se renouvellent (surtout au printemps et en été).

La reproduction est digénétique isomorphe : alternance de 2 types de thalles de même morphologie mais les uns (sporophytes) porteurs de spores (à 4 flagelles et à bande marginale brun jaune) et les autres (gamétophytes) libérant les cellules reproductrices ou gamètes à 2 flagelles.

1-2-2- *Chaetomorpha*



Figure 13 : *Chaetomorpha sp.* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophyceae*

Ordre : *Cladophorales*

Famille : *Cladophoraceae*

Genre : *Chaetomorpha*

Espèce : *chaetomorpha sp*

Description : est un genre d'algues vertes de la famille des Cladophoraceae. Ce sont des algues filamenteuses pas ou peu ramifiées, formant des touffes de filaments, chaque filament étant constitué d'une file unique de cellules cylindriques, longues, à nombreux noyaux et à

CHAPITRE III

chloroplaste réticulé. Ces cellules, qui sont souvent de grande dimension, sont parfois visibles à la loupe, voire à l'œil nu.

Cycle de vie : Ces algues alternent de façon égale une phase haploïde et une phase diploïde, et une génération sporophyte et une génération gamétophyte qui sont isomorphes. Elles n'ont pas tendance à la prolifération.

Habitat : Certaines espèces de Chaetomorpha sont consommées en Asie (Chine, Philippines) sous le nom de "spaghettis de mer"

1-2-3- *Enteromorpha intestinalis* :



Figure 14 : *Enteromorpha intestinalis* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophycées*

Ordre : *ulvales*

Famille : *Ulvacées*

Genre : *Entéromorphe*

Espèce : *Enteromorpha Intestinalis*

Description : (les Entéromorphe) est un genre d'algues vertes de la famille des Ulvaceae. Selon certaines sources, le taxon Enteromorpha n'est pas valide et les espèces qu'il renferme sont placées dans le genre Ulva.

CHAPITRE III

Le cycle de vie : des espèces d'Enteromorpha présente de grandes ressemblances avec celui d'autres algues vertes de la même famille (et selon les sources du même genre) : les Ulva.

Habitat : Les Entéromorphes supportent assez bien une faible salinité ; elles sont communes dans les baies saumâtres. Certaines espèces peuvent aussi parfois coloniser un fleuve, comme *Enteromorpha intestinalis* qui remonte la Seine jusqu'à Paris

1-2-4- *Spongomorpha aeruginosa* :



Figure 15 : *Spongomorpha aeruginosa* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Sous-embr : *Chlorophytina*

Classe : *Chlorophycées*

Ordre : *Acrosiphoniales*

Famille : *Acrosiphoniacées*

Genre : *Spongomorpha*

Espèce : *Spongomorpha aeruginosa*

CHAPITRE III

Description : est une espèce d'algues vertes de la famille des Acrosiphoniacées. Cette algue se présente sous la forme d'un pompom vert clair, aux filaments courts, de 2 à 3 cm de largeur. Elle est presque toujours épiphyte d'algues rouges telles que *Chondrus crispus*

Habitat : Cette espèce peut se trouver dans certaines zones semi-abritées du nord-ouest et du nord-est de l'Océan Atlantique (pour cette dernière zone, de l'Arctique au Nord de l'Espagne)

1-2-5- *Ulva flexuosa* :



Figure 16 : *Ulva flexuosa* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Sous-embr : *Chlorophytina*

Classe : *Ulvophycées*

Ordre : *Ulvales*

Famille : *Ulvacées*

Genre : *Ulva*

Espèce : *Ulva flexuosa*

Description : Cette grande algue verte peut atteindre 25 cm, elle est tubulaire et ressemble à *E. prolifera*. Il est très variable avec des branches montrant des cellules en rangées longitudinales et parfois aussi en rangées transversales.

CHAPITRE III

Habitat : L'espèce peut être trouvée dans des pays européens tels que l'Irlande, la Belgique, la Bulgarie, la France, la Grèce, l'Italie, le Portugal, la Roumanie, la Slovénie, l'Espagne, la Suède, la Grande-Bretagne (Ecosse) et sur l'île de Corse.

1-3- Algue rouge

1-3-1- *Fucellaria lumbricalis*

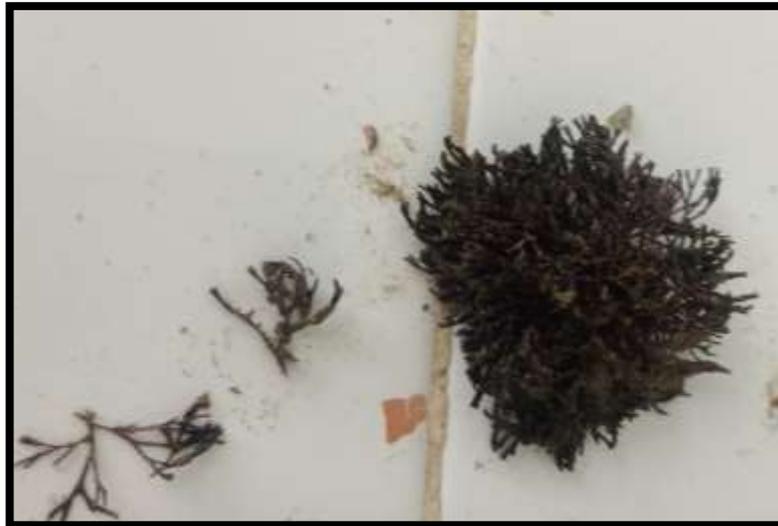


Figure 17 : *Fucellaria lumbricalis* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gigartinales*

Famille : *Furcellariaceae*

Genre : *Furcellaria*

Espèce : *Furcellaria lumbricalis*

Description : est un genre d'algues rouges. C'est un genre monotypique, la seule espèce étant *Furcellaria lumbricalis*, qui a une importance commerciale en tant que matière première pour

CHAPITRE III

la production de carraghénanes. Il est principalement récolté dans les eaux du Danemark et du Canada

Habitat : Il pousse sur des rochers immergés jusqu'à une profondeur d'environ 12 mètres (40 pieds), mais il peut également pousser dans de grands tapis flottants, qui sont plus faciles à récolter.

1-3-2- *Chondracanthus teedei*



Figure 18 : *Chondracanthus teedei* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Sous-embr : *Eurhodophytina*

Classe : *Florideophycées*

Sous-classe : *Rhodymeniophycidae*

Ordre : *Gigartinales*

Famille : *Gigartinaceae*

Genre : *Chondracanthus*

Espèce : *Chondracanthus teedei*

Description : Frondes cartilagineuses, rouge violacé foncé, aplaties, de 2 mm de large, jusqu'à 200 mm de haut. Pennées ou bipennées, souvent nues à la base, branches opposées ou

CHAPITRE III

alternes, souvent effilées aux deux extrémités ; donnent fréquemment une apparence de "sapin de Noël". Frondes en touffe lâche à base rhizoïdale.

Habitat : Dans les grandes mares et les lagunes de l'intertidal inférieur et de l'infralittoral peu profond, largement distribué sur les rives sud et sud-ouest, jamais commun.

1-3-3- *Corallina officinalis* :



Figure 19 : *Corallina officinalis* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Sous-embr : *Eurhodophytine*

Classe : *Florideophycées*

Sous-classe : *Corallinophycidae*

Ordre : *Corallinales*

Famille : *Corallinacées*

Sous-famille : *Corallinoideae*

Genre : *Corallina*

Espèce : *Corallina officinalis linnaeus ,1758*

Description : est un genre (biologie) d'algues rouges de la famille des Corallinaceae. Linné. Thalle 5-12 cm. L'axe principal porte des ramifications exactement opposées, qui se

CHAPITRE III

subdivisent en ramules opposées : thalle forme d'un grand nombre de segments calcifiés, plus longs que larges, et reliés par des articulations souples. Les organes reproducteurs femelles n'ont pas de mucron. Crampon calcaire et encroûtant. Coloration du pourpre et du rose au jaune et au blanc.

Habitat : rochers et mares de l'étage médiolittoral.

Distribution : Méditerranée, Atlantique, Manche, Mer du Nord : rare dans la Baltique. N.B. Ne pas confondre avec les Hydrozoaires qui ont une périthèque (v. p. 81).

1-3-4-*Polysiphonia nigrescens* :



Figure 20 : *Polysiphonia nigrescens* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Sous-embr : *Eurhodophytina*

Classe : *Florideophycées*

Sous-classe : *Rhodymeniophycidae*

Ordre : *Ceramiales*

Famille : *Rhodomélacées*

Genre : *Polysiphonie*

Espèce : *Polysiphonia nigrescens*

CHAPITRE III

Description : (Hudson) Greville, Thalle : 7-30 cm, formant d'épais buissons; axes principaux très ramifiés, portant des branches alternes ou disposées irrégulièrement, qui, à leur tour, se divisent en ramules molles. Les algues âgées peuvent perdre leurs branches les plus basses; crampon formé de rhizoïdes ramifiés. Coloration : brun pourpre : les algues âgées noircissent.

Habitat : Atlantique, Manche, Mer du Nord et Baltique.

1-3-5-*Peyssonnelia squamaria*



Figure 21 : *Peyssonnelia squamaria* (Originale 2023)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodobiontes / Rhodophyta*

Sous-embranchement : *Eurhodophytine*

Classe : *Florideophycées*

Sous-classe : *Rhodymeniophycidae*

Ordre : *Peyssonneliales*

Famille : *Peyssonneliacées*

Genre : *Peyssonnelia*

Espèce : *Balance*

Description : est un genre d'algues rouges caractérisé par un thalle plus ou moins encroûtant, appartenant à la famille des Peyssonneliacées. Au Japon. Le thalle : est de couleur rouge foncé

CHAPITRE III

à rouge orangé, parfois jaunâtre. Il est en forme d'éventail au bord lisse ou lobé, mesurant moins de 10 cm de diamètre et de 0,15 à 0,3 mm d'épaisseur. Sa surface présente des stries radiales et concentriques souvent plus claires. La consistance est membraneuse mais reste souple. Le thalle s'étend à l'horizontale, fixé légèrement au substrat par les rhizoïdes de sa face inférieure. Les thalles adjacents se chevauchent partiellement.

Habitat : Méditerranée, Atlantique proche Zones DORIS : Europe (côtes françaises), Méditerranée française) Cette espèce est présente en Méditerranée et en Atlantique proche (Açores, Portugal).

2- Inventaire des algues sur le littoral de Béni Saf :

Lors des sorties effectuées dans le but de réaliser notre inventaire, 14 espèces d'algues ont été répertoriées appartenant à 11 familles, 10 ordres, et 4 classes et 3 sous- classes. Les déterminations systématiques qui ont été réalisées, nous ont permis d'établir un premier inventaire exhaustif de la biodiversité des algues sur le littoral de Béni Saf. **(Tableau 3).**

Tableau 3 : Les espèces récoltées dans les trois sites.

	Site 1 Plage de puits	Site 2 Port de béni-Saf	Site 3
Algue verte	· <i>Ulva lactuca</i>	· <i>Spongomorpha aeruginosa</i> · <i>Ulva lactuca</i> · <i>chaetomorpha</i>	· <i>Enteromorpha intestinalis</i> · <i>Ulva lactuca</i>
Algue brun	· <i>Padina pavonica</i> · <i>Dictyota dichotoma</i>	· <i>Halopteris scoparia</i>	· <i>Falkenbergia rufolanosa</i>
Algue rouge	· <i>Peyssonnelia squamaria</i> · <i>Chondracanthus teedei</i> · <i>Corallina officinalis</i>	· <i>Ulva flexuosa</i> · <i>Polysiphonia nigrescens</i> · <i>Fucellaria lumbricalis</i>	

CHAPITRE III

1=présence

0=absence

Tableau 4 : Présence et absence des espèces récoltées

Espèces	Site 1	Site 2	Site 3
<i>Ulva lactuca</i>	1	1	1
<i>Padina pavonica</i>	1	0	0
<i>Chaetomorpha</i>	0	1	0
<i>Halopteris scoparia</i>	0	1	0
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	1	0	0
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	0	1	0
<i>Ulva flexuosa</i>	0	1	0
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0	0	1
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	0	1	0
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	0	0	1
<i>Chondracanthus teedei</i>	1	0	0
<i>Corallina officinalis</i>	1	0	0
<i>Dictyota dichotoma</i>	1	0	0
<i>Fucellaria lumbricalis</i>	0	1	0

CHAPITRE III

Tableau 5 : Liste systématique des algues récoltées sur littorale de Béni Saf

Domain	Règne	Emb	Classe	Sous-classe	ordre	famille	Espèces	
Eucaryote	Chromista	Ochrophyta	<i>Phéophycées</i>	/	<i>Dictyotales</i>	<i>Dictyotacées</i>	<i>Padina pavonica</i> (L.) Thivy, 1960	
				/	<i>Dictyotales</i>	<i>Dictyotacées</i>	<i>Dictyota dichotoma</i> (Huds.) J.V. Lamour., 1809	
				<i>Dictyotophycidae</i>	<i>sphacelariales</i>	<i>Stypocaulaceae</i>	<i>Halopteris scopaire</i>	
	Plantae	Chlorophyta	<i>Ulvophycées</i>	/	<i>Ulvales</i>	<i>Ulvacées</i>	<i>Ulva lactuca</i> L., 1753	
				/	<i>Cladophorales</i>	<i>Cladophoraceae</i>	<i>Chaetomorpha</i> Kutz., 1845	
				/	<i>Ulvales</i>	<i>Ulvacées</i>	<i>Enteromorpha intestinal</i> L 1753	
				/	<i>Ulvales</i>	<i>Ulvacées</i>	<i>Ulva flexueux</i> Wulfen, 1803	
				<i>Chlorophycées</i>	/	<i>Acrosiphoniales</i>	<i>Acrosiphoniacées</i>	<i>Spongomorpha aeruginosa</i> (L.) van den Hoek, 1963
		Rhodophyta	<i>Florideophycées</i>	/	<i>Gigartinales</i>	<i>Furcellariaceae</i>	<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Hudson)J.V. Lamouroux	
				<i>Rhodymeniophycidae</i>	<i>Bonnemaisoniales</i>	<i>Bonnemaisoniacées</i>	<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	
				<i>Rhodymeniophycidae</i>	<i>Gigartinales</i>	<i>Gigartinaceae</i>	<i>Chondracanthus</i> Kutz., 1843	
				<i>Corallinophycidae</i>	<i>Corallinales</i>	<i>Corallinacées</i>	<i>Corallina officinalis</i> Linné, 1758	
				<i>Rhodymeniophycidae</i>	<i>Ceramiales</i>	<i>Rhodomélacées</i>	<i>Polysiphonia nigrescens</i>	
				<i>Rhodymeniophycidae</i>	<i>Peyssonneliales</i>	<i>Peyssonneliacées</i>	<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G. Gmelin) Decaisne, 1842	
				/	/	/	/	/
				/	/	/	/	/
				/	/	/	/	/

CHAPITRE III

3- Distribution des espèces d'algues selon les familles :

Notre travail met en évidence la présence de 11 familles comportant 14 espèces inventoriées durant la période d'échantillonnage

3.1- Richesse spécifique et abondance relative :

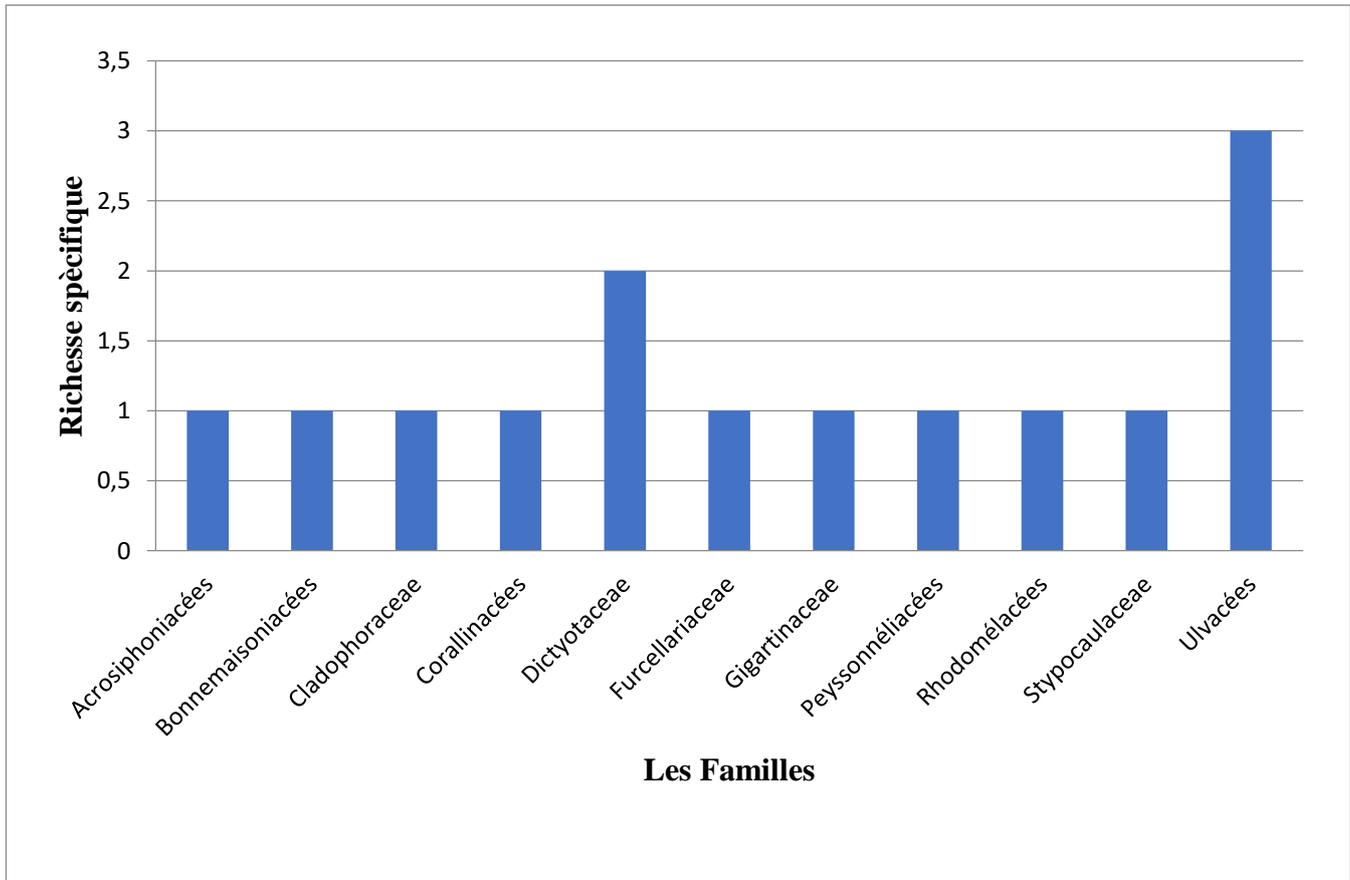


Figure 22 : diagramme de la richesse spécifique des algues récoltées.

Le graphique montre que 11 familles sont présentes dans le site étudié, et la famille des *ulvacées* est la plus abondante qui présente 3 espèces, et la famille *Dictyotaceae* comprend deux espèces, et les autres familles ne comprennent qu'une seule espèce.

CHAPITRE III

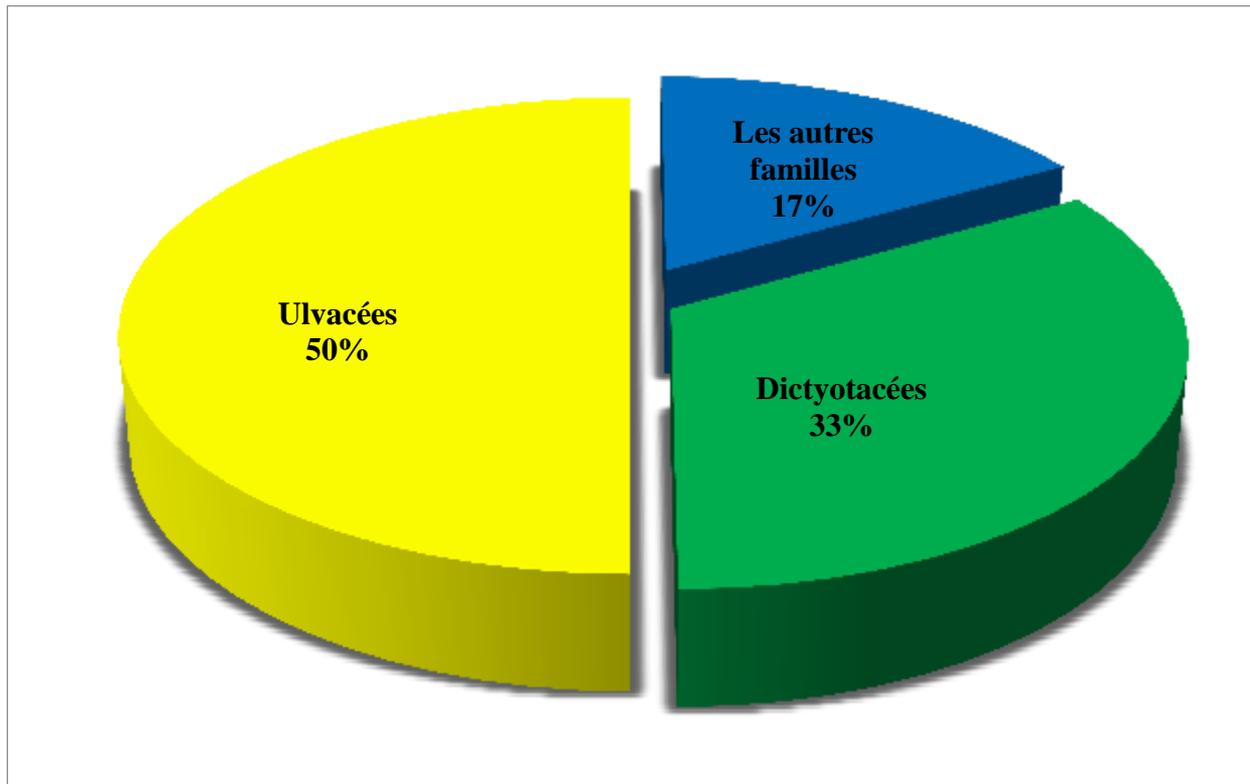


Figure 23 : graphique d'abondance relative des familles des algues récoltées.

La famille d'*Ulvacées* occupe la plus grande place dans les trois sites avec relativement 50%, et la famille d'*Dictyotacées* représenté 33%, et les autres familles sont représentées 17% chacune.

4- Indice de similitude de JACCARD entre les trois sites :

Le tableau représente les valeurs du coefficient de similitude de Jaccard pour les mois de Mai dans les 3 sites.

Tableau 6 : Valeurs du coefficient de similitude de JACCARD

	Site 1	Site 2	Site 3
Site 1	1	0,1	0,16
Site 2	0,1	1	0,14

CHAPITRE III

La similarité entre les sites étudiés a été analysée à l'aide de l'indice de Jaccard. Il existe une divergence entre les trois sites, l'indice de similarité Jaccard allant de 0,1 à 0,16. Les trois sites présentent une biodiversité différente dans chaque site (**tableau6**).

Conclusion

CONCLUSION

Les macro-algues marines benthiques constituent une biomasse intéressante pour évaluer la qualité des écosystèmes marins côtiers. Elle représente tout aussi bien un bio indicateur sensible aux variations marines abiotiques et biotiques.

La comparaison des résultats de la macro-algues des stations et la synthèse des différentes études déjà faite dans ce domaine a évaluer une biodiversité intéressante des macro-algues sur la zone côtière Béni Saf.

Au cours de notre étude, nous avons recensé 14 espèces d'algues au niveau de la cote de Béni Saf. Celles-ci sont réparties entre 11 familles (*Acrosiphoniacées*, *Bonnemaisoniacées*, *Cladophoracées*, *Corallinacées*, *Dictyotacées*, *Furcellariacées*, *Gigartinacées*, *Peyssonneliacées*, *Rhodomélacées*, *Stypocaulacées*, *Ulvacées*), 10 ordres, et 4 classes, et 3 sous- classes.

La famille des Ulvacées est la plus représentée. Elle compte trois espèces, suivie par la famille des Dictyotacées avec deux espèces ensuite viennent les autres familles comptant chacune une seule espèce.

L'étude de la similarité entre les trois sites a été analysée à l'aide de l'indice de Jaccard, il existe une affinité dans la biodiversité des algues entre les sites.

La distribution spatiale des algues étudiées, diffère d'une zone à une autre et d'une espèce à une autre. Il apparait que cette dernière dépend essentiellement des facteurs de répartition de ce milieu :

- ◆ L'eau, plus précisément la durée de l'absence d'eau due au l'hydrodynamisme.
- ◆ La quantité et la qualité de la lumière disponible (longueurs d'onde des rayons X).
- ◆ La morphologie côtière.
- ◆ Les conditions climatiques.

Le but principal de ce travail est d'enrichir l'inventaire des algues de la côte de Beni Saf.

Les résultats de ce travail ne sont qu'une étape préliminaire. Des études approfondies sont donc très intéressantes d'un point de vue scientifique et économique, il serait intéressant de réaliser une étude systématique plus complète et étalée dans le temps, et de réaliser une étude biométrique afin d'enrichir cet inventaire.

La région d'Ain Téouchent possède de grandes richesses dans le domaine de la mer qu'il faut préserver.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- * **ABDI, S, Y. (2020).** Etude bibliographique sur les algues, leur l'intérêt dans le domaine de la phytothérapie et la médecine curative et valorisation des composés actifs et nutritionnels de l'espèce *Fucus vesiculosus*. Mémoire de master 2.Université de Constantine.
- * **Agoun, O., Lounis, S., (2012).** Aspects physiologiques et biologiques des algues rouges.
- * **Ainane, T. (2011).** Valorisation de la biomasse algale du Mame : Potentialit pharmacologiques et applications environnementales, cas des algues brunes *Cystoseiratariscifolia* et *Bifurcariabifurcata*. Thèse de doctorat en chimie, Universite Hassan II-Casablanca, Maroc.
- * **Arasaki ,S., Arasaki ,T.,(1983).** Légumes de la mer à faible teneur en calories et à haute valeur nutritive pour vous aider à paraître et à vous sentir mieux. Publications japonaises, Tokyo, 196 p
- * **Benchabane, O., (1989).** Etude de la fraction lipidique de *Cystoseirasedoides*: Algue brune endémique des cotes d'Algérie. Ann.Inst. Nat.Agro.El Harrach.
- * **Benyahia D, Dadouche A., (2019).** Inventaire préliminaire de la flore algale de la côte Ouest de Bejaia : cas de Sahel, mémoire de fin d'études, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
- * **Boisvert, C., (1988).** Les jardins de la mer du bon usage des algues. Ed. Terre Vivante, Paris. 149p.
- * **Boudouresque, C.F., Meinesz, A. et Verlaque, M. (1992).** Guide des algues des mers d'Europe. Ed. Delacaux et Nieslté. France. 23p
- * **BOURRELLY P., (1970).** Algues d'eau douce ; Initiation à la systématique. Tome III : Les Algues bleues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Edition N.Boubée& Cie, 572 p.
- * **BOURRELLY, P., (1972).** Les Algues d'eau douce ; Initiation à la systématique. Tome I : Les Algues vertes. Edition N.Boubée& Cie, 512 p.
- * **Burtin, P., (2003).**Nutritional value of seaweeds. Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.
- * **Cabrita M.T. VC, Rauter A.P. (2010).**Halogenated Compounds from Marine Algae. Mar Drugs.
- * **Chermiti, A., Mahouachi, M., Ksouri, J., Mensi, F., El Abed, A., (2003).** Nutritional characteristics of marine plants and possibilites of their utilization in animal nutrition. The 3rd Tunisia-Japan symposium on science and technology.INSAT. Tunis. 22-24 May. Tunisie
- * **Chopin, T. (1997)** Marine biodiversity monitoring. Protocol for monitoring of seaweeds. Environment Canada, Ecological monitoring and Assessment Network. Ottawa, 40p.

Références Bibliographiques

- * **Chouikhi, A. (2013)** Les applications potentielles des macroalgues marines et les activités pharmacologiques de leurs métabolites : Revue. USTHB- FBS- 4th International Congress of the Populations & Animal Communities —Dynamics & Biodiversity of the terrestrial&aquatic Ecosystems""CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – Algeria.
- * **Darcy-Vrillon, B., (1993).** Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 44, 23-35.
- * **Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G., (2007).** Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chem.*
- * **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 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.*
- * **De Reviere, B., (2002).** Biologie et phylogénie des algues, tome 1 : cours. In : Belin (Eds.). France, Paris, Belin Sup. Sciences, 351 p
- * **DIBOUN, M., (2020).** Etude de la pollution de la côte de la région de Béni-Saf par les déchets plastiques. Mémoire de fin d'études sur thème étude. Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen.
- * **EL HACHEMI, O., (2012).** Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de Figuig) : performances épuratoires et aspect phytoplanctonique, thèse docteur. Université Mohammed Premier (Oujda).
- * **FAO, (2010).** www.FAO.org/docREP/013/i1820e.01.
- * **Fleurence, J., (1999).** Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends Food Sci Tech.*
- * **Garon-Lardiere, S., (2004).** Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Thèse de Doctorat. Université de Bretagne Occidentale.
- * **Gayral, P. (1975).** Les algues : morphologie, cytologie, reproduction et écologie. Ed. Doin, Paris. 166p.
- * **Genevès, L., (1990).** Biologie végétale, Thallophytes, et microorganismes. Ed. Biosciences DUNOD.
- * **Gevaert F, Creach A, Davoult D, Kling R & Lemoine Y. (2001).** Réponses des grandes algues marines *Laminaria saccharina* aux variations d'irradiance lors d'un cycle de marée

Références Bibliographiques

simulé : photoinhibition et photoprotection (résultats préliminaires), Journal de Recherche Océanographique.

- * **Guilherme R C., José R D., Carmo F. (2006).** Reviers de Biologie et phylogénie des algues. Tome 1. Paris : Belin, 351p
- * **Guillaume, P., (2010).** Caractérisation biochimique d'exopolymères d'origine algale du bassin de Marennes-Oléron et étude des propriétés physico-chimiques de surface de microorganismes impliquées dans leur adhésion. Thèse de doctorat en biochimie. France, Université de La Rochelle, 30.
- * **Guiry, M.D. et Guiry, G.M., (2014).**Algae Base. World-wide electronic publication, National University OfIreland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- * **Hamed I. OF, Ozogul Y., M. Regenstein J. (2014).** Marine Bioactive Compounds and TheirHealthBenefits : A Review. ComprehensiveReviews in Food Science and Food Safety.
- * <https://beachsearcher.com/fr>
- * https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition.php4
- * **J.D.Smičiklas, S.K.Milonjić, P.Pfendt and S.Raičević, (2000).**« The point of zero charge and sorption of cadmium (II) and strontium (II) ions on synthetic hydroxyapatite», Separation and Purification Technology
- * **Kerr Rg BB. (1991).** Marine Sterols. Nat Prod Rep.
- * **Kim,D.H.,(1970).** Economically important seaweeds in Chile-I/Gracilaia. Bot.Mar.
- * **Kloareg, B. & Quatrano, R. S. (1988).** Structure of the cell walls of marine algae and ecophysiological functions of the matrix polysaccharides. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.
- * **Kützing, F.T., (1843).** Phycologia generalis Oder anatomie, physiologie und systemkunde der tange. In: Brockhaus F.A. (Eds.). Germany, Leipzig, F.A. Brockhaus, 457 p.
- * **Lahaye M. RB, Baumberg S., Qumener B., Axelos M. (1995).** Natural Decoloration, ComDosition and Increase in Dietary Fibre & tent of an Edible Marine Algae, UZvarigida (Chlorophyta), GrownunderDifferentNitrogen Conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture.
- * **Lakehale, S. (2022).** Etude de la flore algale benthique : synthèse de la distribution spécifique et spatiale, et leurs intérêts dans la bio surveillance des zones humides côtières Mostaganem. Mémoire de fin. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- * **Lakhdar, F., (2018).** Contribution à l'étude des potentialités antiproliférative et antibactérienne des algues brunes et rouges de la côte d'El Jadida pour une valorisation

Références Bibliographiques

médicale et environnementale .Thèse de doctorat en Sciences de la Mer et du littoral. Maroc, Université de nante, El jadida, 207.

- * **Lamouroux, J.V.F., (1813).** Essai sur les genres de la famille des Thalassiphytes non articulées. In : Dufour, C. (Eds.). France, Paris, Annales du Muséum d'Histoire naturelle, 84 p.
- * **Leclerc, V., (2010).** Les secrets des algues, 1ère Edition. Quae, 13p.
- * **Mabeau S. CE, Fleurence J.,Lahaye M. (1992).** New seaweedbasedingredients for the foodindustry. International foodingredients.
- * **Mabeau, S. et Fleurence, J. (1993).**Seaweed in foodproducts : Biochemical and nutritional aspects. Trends Food Sci Tech.
- * **Marfaing, H., (2004).** Les algues dans notre alimentation : Intérêt nutritionnel et utilisations. Revue de nutrition pratique. DietecomBretagne.CEVA. 1-9.
- * **Marfaing, H., (2004).** Les algues dans notre alimentation : Intérêt nutritionnel et utilisations. Revue de nutrition pratique. DietecomBretagne.CEVA.
- * **Mathieu, D., (2011).** Les algues, une source de richesse insoupçonnée. In : Person, J. Livre turquoise- Algues, filière du futur. Ed. Adebitech- Romainville,
- * **Mc Candless, E.L., (1978).** The importance of cell wall constituents in algal taxonomy. In: Irvine, D.E.G., Price, J.H. (Eds), Modern approaches to the taxonomy of red and brown algae, Academic Press, London.
- * **Mc Neil M., Darvill A.G., Fry S.C. and Albersheim P. (1984).** Structure and function of the primary cell walls of plants. Ann. Rev.Biochem.
- * **Medeiros J MM, Constancia J, Loduca J, Cunningham G, Et Al. (1999).**Potentialanticanceractivity for plants and marine organismscollected in the Azores. Açoreana.
Mémoire de fin de cycle en biochimie. Bejaia, Université Abderrahmane Mira, 32.
- * **Memory, T., (2011).** Biologie Module 1, Diversité des algues et des plantes. Département des sciences biologiques. Zimbabwe, Université Virtuelle Africaine.
- * **MERIOUA, S. (2014).**Phyto-écologie et éléments de cartographie de La couverture végétai cas : littoral d'Ain temouchent. Thèse de doctorat Université de Tlemcen : p5.
- * **Michel, C., (2000).** Algues-operon. Biologie Module 1, Diversité des algues et des plantes, 20.
- * **Nakajima, K., Yokoyama, A., Nakajima, Y. (2009).** Anticancer effects of a tertiary sulfonium compound, dimethylsulfoniopropionate, in green sea algae on Ehrlich ascites carcinoma-bearing mice. Journal of Nutritional Science and Vitaminology,

Références Bibliographiques

- * **Nisizawa K., Noda H., Kiüchi R., Watanabe T., (1987).** The main seaweed foods in Japan. *Hydrobiologia*.
- * **Norziah M.H. CC. (2000).** Nutritional composition of edible seaweed *Gracilariachanggi*. *Food Chemistry*.
- * **Noziah, M.H. et Ching, C.Y. (2000).** Nutritional composition of edible seaweed. *Gracilariachanggi*. *Food Chemistry*.
- * **Ollier A. (2017).** Utilisation des algues dans les compléments alimentaires usages et justifications scientifiques. Thèse doctorat.
- * **Pérez, R., (1997).** Ces algues qui nous entourent. In : Arbault, S., Barbaroux, O., Phliponeau, P., Rouxel, C. (Eds.). France, Plouzané, Editions IFREMER, 272 p.
- * **Perret-Boudouresque, M. et Seridi, H., (1989).** Inventaire des algues marines benthiques d'Algérie. GIS Posidonie publ. Marseille, 1-117.
- * **Person, J. (2010).** Livre turquoise : Algues, filière du future. Adebitech-Romainville. P 163.
- * **Pescheck F. BK, And Bilger W. (2010).** Screening of ultraviolet A and ultraviolet B radiation in marine green macroalgae (chlorophyta). *J Phycol.*
- * **Pierre, G., (2010).** Caractérisation biochimique d'exopolymères d'origine algale du bassin de Marennes-Oléron et étude des propriétés physico-chimiques de surface de micro-organismes impliqués dans leur adhésion. Thèse de docteur. ÉCOLE DOCTORALE. Université de La Rochelle.
- * **Platt, T., C. L. Gallegos, and W. G. Harrison. (1980).** "Photoinhibition of Photosynthesis in Natural Assemblages of Marine Phytoplankton." *Journal of Marine Research* 38: 687–701.
- * **Praud, A., (1994).** Isolement, caractérisation structurale et analyse de nouveaux métabolites d'algues méditerranéennes appartenant aux genres *Cystoseira* et *Lyngbiya*. Thèse. Doc. Sien.Spectro. Physico-Chimie Structurale. Univ. Aix-Marseille 1, France, 186p.
- * **Radmer, R.J., & Parker, B.C., (1994).** Commercial application of algae: opportunities and constraints. *Journal of Applied Phycology*.
- * **Ramade, F. (1984).** *Éléments d'écologie: écologie fondamentale*. Ed. McGraw et Hill, Paris, pp 576.
- * **Ramade, F. (2003).** *Élément d'écologie écologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, pp 690.
- * **Reviere, B., (2002).** *Biologie et phylogénie des algues*. Belin. 1, 351p.
- * **Roland, J.C., Vian B., (1999).** *Biologie végétal organisme des plantes sans fleurs Sème* Ed Dunod, Paris.

Références Bibliographiques

- * **Rorrer, G.L., Cheney, D.P., (2004).** Bioprocess engineering of cell and tissue cultures for marine seaweeds. Aquacultural Engineering.
- * **Rorrer, G.L., Cheney, D.P., (2004).** Bioprocess engineering of cell and tissue cultures for marine seaweeds. Aquacultural Engineering.
- * **ROUSSEAU A., (2006).** Les Thallophytes. Cours LS3. 14 p. <http://calamar.univag.fr/deugsv/Documents/Cours/BV-Thalloytes.pdf>. Consulté en novembre 2006.
- * **ROUSTEAU A., (2006).** Les Thallophytes. Cours LS3. 14 p. <http://calamar.univag.fr/deugsv/Documents/Cours/BV-Thalloytes.pdf>. Consulté en Novembre 2006.
- * **Ruiz, G. (2005).** Extraction, Détermination structurale et valorisation chimique de phycocolloïde d'Algue rouge. Thèse de doctorat en chimie appliquée-chimie des Substances Naturelles, université de limoges, Ecole Doctorale. Sciences-technologie-santé
- * **Sanchez-Machado, D.I., López-Cervantes, J., López-Hernandez, J. et Paseiro-Losada, P. (2004).** Fattyacids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. Food Chem.
- * **Satpati G. PR. (2011).** Biochemical composition and lipid characterization of marine green alga *Ulvarigida*- a nutritional approach. Journal of Algal Biomass.
- * **Seddikioui, W. (2011).** Proposition d'un modèle générique pour les interfaces homme machine adaptatives : Application à l'aide à la décision industrielle. Mémoire de magistère. Université d'Oran1 - Ahmed Ben Bella.
- * **Silva M. VL, Almeida A.P., Kijjoa A. (2013).** The Marine Macroalgae of the Genus *Ulva*: Chemistry, Biological Activities and Potential Applications. Oceanography.
- * **Silva M. VL, Almeida A.P., Kijjoa A. (2013).** The Marine Macroalgae of the Genus *Ulva*: Chemistry, Biological Activities and Potential Applications. Oceanography.
- * **Taboada C. MaR, M'iguez I. (2009).** Composition, nutritional aspects and effect on serum parameters of marine alga *Ulvarigida*. Journal of the Science of Food and Agriculture.
- * **Tebbani S, Filali R, Lopes F, Dumur D, Pareau D, Castanié F. (2014).** Biofixation de CO₂ par les microalgues: modélisation, estimation et commande. London: Iste editions.
- * **Van de Velde, F., Knutsen, S. H., Usov, A. L., Rollema, H. S. & Cerezo, A. S. (2002).** ¹H and ¹³C high resolution NMR spectroscopy of carrageenans: application in research and industry. Trends in Food Science & Technology.

Références Bibliographiques

- * **Watanabe F. TS, Katsura H., Masumder S.A., Abe K., Tamura Y. (1999).**Dried green and purplelavars (Nori) containsubstantialamountsofbiologically active vitaminB (12) butlessofdietaryiodine relative to otheredibleseaweeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- * **Xu N FX, Yan X, TsengCk (2004).** Screening marine algaefrom China for theirantitumoractivities. J ApplPhycol.
- * **Yaich H. GH, Bchir B., Besbes S., Paquot M., Richel A., Blecker C., Attia H. (2015).** Chemical composition and functionalproperties of dietary fibre extracted by Englyst and Proskymethodsfrom the algaUlva lactuca collected in Tunisia. Algal Research.
- * **Yildiza G. CS, Vatana O., Derea S. (2012).**Determination of the Anti-OxidativeCapacity and Bioactive Compounds in Green SeaweedUlvarigida C. Agardh. International Journal of Food Properties.
- * **ZEHLILA A., (2017).**Caractérisation structurale et fonctionnelle des métabolites de l'algue verte Ulvarigida au moyen d'une approche protéomique, Thèse de Doctorat. Université Tunis El Manar.
- * **Zitouni, H., (2015).** Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral Algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires. Thèse de Doctorat 3ème cycle. Université de Constantine.