

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



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

**OPTION : AQUACULTURE**

Actualisation de la taxonomie et de  
l'inventaire des Chlorobiontes des  
côtes algériennes et mise en évidence  
des espèces à intérêt aquacole



**Préparé par :**

**Bouragba Mustapha**

**Soutenu le 30/06 /15 devant le jury suivant :**

M <sup>me</sup> Aissou.C	Maître de conférences (ENSSMAL)	Présidente
M <sup>me</sup> Maouel.D	Maître assistante A (ENSSMAL)	Examinatrice
Mr Lourguioui. H	Maître assistant A (ENSSMAL)	Examineur
M <sup>me</sup> Ould Ahmed. N	Maître de conférences (ENSSMAL)	Promotrice

**Promotion: 2014-2015**



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



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

**OPTION : AQUACULTURE**

Actualisation de la taxonomie et de  
l'inventaire des Chlorobiontes des  
côtes algériennes et mise en évidence  
des espèces à intérêt aquacole



**Préparé par :**

**Bouragba Mustapha**

**Soutenu le 30/06 /15 devant le jury suivant :**

M <sup>me</sup> Aissou.C	Maître de conférences (ENSSMAL)	Présidente
M <sup>me</sup> Maouel.D	Maître assistante A (ENSSMAL)	Examinatrice
Mr Lourguioui. H	Maître assistant A (ENSSMAL)	Examineur
M <sup>me</sup> Ould Ahmed. N	Maître de conférences (ENSSMAL)	Promotrice

**Promotion: 2014-2015**

## *Remerciements*

*Je remercie Allah Le-Tout-Puissant qui m'a donné la santé, le courage et la patience nécessaires pour achever ce travail dans les meilleures conditions.*

*Je tiens à remercier sincèrement et particulièrement Mme N. Ould Ahmed, en tant que promotrice, qui a été toujours à mon écoute tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration.*

*Je tiens à remercier très vivement et par avance le membre de jury :*

*Mme Aïssou d'avoir accepté de présider ce jury.*

*Mme Maouel qui me fait l'honneur d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Je tiens à remercier Mr Louguioï, d'avoir aimablement accepté d'évaluer ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier mes chers parents et famille qui m'ont constamment aidé de leurs conseils, encouragements et de leur soutien moral tout le long de mes études.*

*Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères, à tous mes collègues de notre promotion de fin d'études, tous mes amis où qu'il soit, personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce modeste mémoire, un grand merci à vous.*

## La liste des abréviations :

- **FAO** : Food and Agriculture Organization
- **T** : Nombre total
- **Q** : Dominance
- **DQ** : Dominance qualitative
- **Gr. nat** : La grandeur naturelle
- \* : Espèces signalées par Kadari-Meziane 1994.
- \*\* : Espèces signalées par Seridi 1990 et 2007.
- \*\*\* : Espèces signalées par Ould Ahmed 1994 et 2015.
- <sup>1</sup> : Photos par Ould Ahmed, 2015
- <sup>2</sup> : Photos internet.

- En rouge : super groupe Médiolittoral au sens large

- En vert : super groupe Photophile au sens large

- En bleu : Super groupe Sciaphile au sens large

- En violet : Super groupe pollution

## La liste des figures :

<b>Figure 1</b> : production des algues liées à la culture et la cueillette (données FAO, 2011) .....	18
<b>Figure 2</b> : production mondiale des algues selon les groupes systématiques (données FAO, 2011).....	19
<b>Figure 3</b> : Les principaux pays producteurs d'algues.....	20
<b>Figure 4</b> : Algoculture des algues vertes dans le monde (Données FAO, 2010) .....	20
<b>Figure 5</b> : Le coefficient Q des différents Ordres systématiques.....	36
<b>Figure 6</b> : Le coefficient DQ (en %) des différents Ordres systématiques.....	37
<b>Figure 7</b> : Le coefficient Q des différentes Familles.....	37
<b>Figure 8</b> : Le coefficient DQ des différentes Familles.....	38
<b>Figure 9</b> : Le coefficient Q des genres et espèces ayant une nouvelle nomenclature.....	38
<b>Figure 10</b> : le coefficient DQ des genres et espèces ayant une nouvelle nomenclature .....	39
<b>Figure 11</b> : le coefficient Q des différents groupes écologiques.....	40
<b>Figure 12</b> : le coefficient DQ des différents groupes écologiques.....	41
<b>Figure 13</b> : <i>Ulva lactuca</i> .....	41
<b>Figure 14</b> : <i>Caulerpa prolifera</i> .....	42
<b>Figure 15</b> : <i>Chaetomorpha aerea</i> .....	43
<b>Figure 16</b> : <i>Chaetomorpha capillaris</i> .....	43
<b>Figure 17</b> : <i>Chaetomorpha linum</i> .....	43
<b>Figure 18</b> : <i>Codium fragile</i> .....	44
<b>Figure 19</b> : <i>Codiumvermilara</i> .....	44
<b>Figure 20</b> : <i>Enteromorpha compressa</i> .....	44
<b>Figure 21</b> : <i>Enteromorpha intestinalis</i> .....	45
<b>Figure 22</b> : <i>Ulva lactuca</i> .....	45

<b>Figure 23</b> : <i>Ulva prolifera</i> .....	45
<b>Figure 24</b> : <i>Ulva rigida</i> .....	46
<b>Figure 25</b> : <i>Caulerpa prolifera</i> .....	46
<b>Figure 26</b> : <i>Codium bursa</i> .....	46
<b>Figure 27</b> : <i>Codium fragile</i> .....	47
<b>Figure 28</b> : <i>Codium vermilara</i> .....	47
<b>Figure 29</b> : <i>Halimeda tuna</i> .....	47
<b>Figure 30</b> : <i>Ulva lactuca</i> .....	48
<b>Figure 31</b> : <i>Ulva rigida</i> .....	48
<b>Figure 32</b> : <i>Caulerpa prolifera</i> .....	48
<b>Figure 33</b> : <i>Chaetomorpha aerea</i> .....	49
<b>Figure 34</b> : <i>Cladophora lateaverens</i> .....	49
<b>Figure 35</b> : <i>Cladophora rupestris</i> .....	49
<b>Figure 36</b> : <i>Ulva lactuca</i> .....	50
<b>Figure 37</b> : <i>Codium bursa</i> .....	50
<b>Figure 38</b> : <i>Ulva lactuca</i> .....	50
<b>Figure 39</b> : <i>Ulva prolifera</i> .....	51
<b>Figure 40</b> : <i>Caulerpa prolifera</i> .....	51
<b>Figure 41</b> : <i>Cladophora lateaverens</i> .....	51
<b>Figure 42</b> : <i>Cladophora prolifera</i> .....	52
<b>Figure 43</b> : <i>Cladophora rupestris</i> .....	52
<b>Figure 44</b> : <i>Codium bursa</i> .....	52
<b>Figure 45</b> : <i>Codium fragile</i> .....	53
<b>Figure 46</b> : <i>Codium vermilara</i> .....	53

<b>Figure 47</b> : <i>Enteromorpha compressa</i> .....	53
<b>Figure 48</b> : <i>Enteromorpha intestinalis</i> .....	54
<b>Figure 49</b> : <i>Enteromorpha linza</i> .....	54
<b>Figure 50</b> : <i>Halimeda tuna</i> .....	54
<b>Figure 51</b> : <i>Ulva lactuca</i> .....	55
<b>Figure 52</b> : <i>Ulva prolifera</i> .....	55
<b>Figure 53</b> : <i>Ulva rigida</i> .....	55
<b>Figure 54</b> : <i>Codium bursa</i> .....	56
<b>Figure 55</b> : <i>Codium tomentosum</i> .....	56

## **La liste des tableaux**

**Tableau 1**(en annexe) : Composition chimique moyenne d'*Ulva lactuca*.

**Tableau 2**(en annexe) : Groupe écologique de chaque espèce inventoriée.

**Tableau 3**(en annexe) : Liste des chlorobiontes des côtes Tunisiennes.

# *Sommaire*

## Sommaire :

INTRODUCTION.....	13
-------------------	----

## Chapitre I Généralités

### 1-Généralités sur les algues

1-1-Classification des algues :.....	16
1-1-1-Cyanobiontes (algues bleues).....	16
1-1-2-Rhodobiontes (algues rouges).....	16
1-1-3-Chromobiontes (algues brunes).....	17
1-1-4-Chlorobiontes (algues vertes).....	17
1-2-Les algues de la côte algérienne.....	17
1-3-Production mondiale des algues .....	18
1-4-Consommation des algues .....	19
1-5-Culture des algues .....	19
1-6-Algoculture des Chlorobiontes (algues vertes).....	20
1-7-Utilisation des algues.....	21
1-7-1-Alimentation humaine .....	21
1-7-2-Alimentation animale .....	21
1-7-3-Médecine et Pharmacie .....	21
1-7-4-Epuration des eaux .....	21
1-7-5-Autres utilisations possibles .....	22
2-Particularité des Chlorobiontes .....	22
2-1-Les ulvanes et leurs diverses utilisations .....	22
2-2-Fabrication de papier.....	22

2-3-Aquaculture.....	23
2-4-Biogaz et électricité.....	23

## **Chapitre II Matériels et méthodes**

1-L'actualisation de la liste floristique des Chlorobiontes .....	25
2-Les nouvelles espèces signalées .....	25
3-Paramètres analytiques .....	26
3-1-Coefficient T .....	26
3-2-Coefficient Q .....	26
3-3-Dominance qualitative DQ .....	26
3-4-Indice de similitude de Sørensen .....	27
4-Les groupes écologiques .....	27
5-Mise en évidence des espèces à intérêt aquacole .....	29

## **Chapitre III : Résultats et discussions**

1-Inventaire des espèces des Chlorobiontes présentes en Algérie.....	31
○ Les Bryopsidales .....	31
○ Les Cladophorales.....	32
○ Les Dasycladales.....	33
○ Les Ulotrichales .....	34
○ Les Ulvales .....	34
2-Paramètres analytiques :	
2-1-Le nombre total des espèces (coefficient T) .....	36
2-2-Coefficient Q des différents Ordres taxonomiques.....	36
2-3-Coefficient DQ des différents Ordres taxonomiques.....	36

2-4-Le coefficient Q des différentes Familles taxonomiques .....	37
2-5-Le coefficient DQ des différentes Familles taxonomiques .....	38
2-6-Coefficient Q des espèces ayant une nouvelle nomenclature .....	38
2-7-Coefficient DQ des espèces ayant une nouvelle nomenclature.....	39
2-8-Le Coefficient de Sorensen .....	39
3-Groupes écologiques.....	40
3-1-Le coefficient Q des différents groupes écologiques.....	40
3-2-Le coefficient DQ des différents groupes écologiques .....	40
4-Valorisation des espèces inventoriées .....	41
4-1-Introduction .....	41
4-2-Résultats.....	42
4-2-1-Domaines d'utilisations des espèces inventoriées.....	42
4-2-1-1-Alimentation humaine.....	42
4-2-1-2-Alimentation animale.....	46
4-2-1-3-Aquaculture.....	48
4-2-1-4-Agriculture.....	50
4-2-1-5-Médecine et pharmacie.....	51
4-2-1-6-Production d'énergie.....	56
4-2-1-7-Cosmetique.....	56
4-3-Discussion .....	57
Conclusion .....	59
Bibliographie.....	62
Annexes.....	67

# *Introduction*

### **Introduction**

Les algues marines existent depuis des millions d'années, elles sont très diversifiées par leur forme, couleur et leur structure, on estime un total de 130.000 espèces dans le monde. (Perez, 1997).

À ce jour on dénombre exactement 140.288 espèces d'algues marines dans le monde (Guiry et Guiry, 2015).

L'importance des algues dans le milieu aquatique est due à leur situation à la base du cycle biologique existant dans l'eau. Elles constituent le point de départ de la chaîne alimentaire qui aboutit aux peuplements piscicoles exploités par l'homme.

Non seulement ces végétaux photosynthétiques jouent un rôle de producteur primaire de matière organique et interviennent dans l'oxygénation des eaux côtières, mais ils servent aussi de couvert et de nurserie pour de nombreux animaux.

En effet, les algues sont utilisées depuis des millénaires par les populations littorales (asiatiques surtout et européennes) pour leurs hautes valeurs nutritives.

Elles constituent un enjeu majeur de développement économique. Ainsi la masse monétaire touchée chaque année par l'industrie algale est croissante et elle est estimée en 2007 à environ 6 milliards de dollars (Données FAO, 2007).

C'est ainsi que les algues marines peuvent être utilisées dans plusieurs domaines tels que l'alimentation humaine, l'élevage et l'agriculture, l'industrie, notamment l'industrie de la soude, de la potasse, de l'iode, de l'alginate et des géloses et enfin dans le domaine de la médecine et pharmacie.

En Algérie, les études sur les algues marines benthiques sont essentiellement connues par des travaux anciens ; citons particulièrement ceux de J. Feldmann (1931 ; 1933 ; 1941) ; J et G. Feldmann (1937-1947) et Feldmann-Mazoyer. (1940 ; 1941) (*in* Ould Ahmed, 2015). Mais il existe aussi des travaux plus récents, ceux de Seridi (1990), Ould Ahmed (1994), Kadiri-Mezian (1994), Seridi (2007) et Ould Ahmed (2015).

On dénombre actuellement plus de 495 taxons d'algues marines au niveau des côtes algériennes (Ould Ahmed, 2015), ce nombre incite d'avantage de recherche dans ce domaine.

## Introduction

---

L'Algérie représente une diversité algale considérable ; soit un réservoir pour la recherche et la production de nouvelles sources alimentaires et énergétiques.

Un inventaire représentant une compilation des travaux anciens a été réalisé par Perret Boudouresque et Seridi (1989), seulement ce document n'inclue pas les travaux récents suscités.

C'est la raison laquelle notre étude a pour objectif principal l'actualisation du nombre de cet inventaire en considérant le groupe de Chlorobiontes.

Par ailleurs, à l'exception des travaux de 2015 (Ould Ahmed, 2015), il est à noter que tous les travaux suscités ont été donnés selon l'ancienne taxonomie, d'où notre second objectif, qui est de présenter ce nouvel inventaire selon la nouvelle systématique (Guiry & Guiry, 2015). Celle-ci a été élaborée suite à plusieurs études moléculaires qui a apporté des rectifications voire l'apparition de nouvelles espèces des Chlorobiontes.

Parallèlement à la mise à jour de l'inventaire et de la taxonomie, un second volet constitue notre travail, il s'agit de la mise en évidence des différentes possibilités d'utilisation de la majorité des espèces inventoriées et qui pourraient faire objet de culture.

Le plan adopté est le suivant :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les algues, leurs productions et les différents domaines de leurs utilisations.
- Le deuxième chapitre décrit la méthode d'étude et les différents paramètres analytiques utilisés.
- Enfin, le troisième chapitre présente les résultats obtenus et leur discussion.

# *Chapitre 1*

## *Généralités*

### **1-Généralités sur les algues**

Les algues sont des végétaux pourvus de Chlorophylle. Elles sont autotrophes, c'est-à-dire capables d'élaborer leur propre substance à partir d'éléments minéraux. Ce sont des thallophytes : organismes qui ne présentent pas d'organes différenciés : racines, tige ou feuilles. Ce sont des végétaux essentiellement aquatiques, très ubiquistes : marins, mais aussi d'eau douce (Boudouresque, 2006).

#### **1-1-Classification des algues**

La classification biologique des grands groupes est basée sur le pigment surnuméraire qui accompagne la chlorophylle 'a'.

On distingue ainsi quatre grands embranchements composés des classes, chacune d'entre elles comporte plusieurs ordres et familles certaines d'entre-elles ont un intérêt commercial. Elles sont bien connues du public :

#### **Procaryotes**

##### **1-1-1-Cyanobiontes (algues bleues)**

Sont des algues procaryotes, caractérisées par une couleur bleu verdâtre due à la présence de Phycocyanine dominante. Ce sont des êtres vivants qui ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique. Ce groupe est constitué de 1500 à 2500 espèces (Garon – Lardiére, 2004).

#### **Eucaryotes**

##### **1-1-2-Rhodobiontes (algues rouges)**

Seul groupe de végétaux à se reproduire avec alternance de trois générations et à aucune étape de leur cycle cellulaire il n'y a de stade flagellé (Kornprobst, 2005).

Ces algues sont caractérisées par la dominance de la 'Phycoérythrine' leur donnant une couleur rouge clair à rouge cerise. Forment un groupe très diversifié au plan morphologique et systématique (6 000 espèces) (Garon – Lardiére, 2004).

### **1-1-3-Chromobiontes (algues brunes)**

Les algues brunes sont presque toutes marines, caractérisées par la dominance de la 'Fucoxanthine' qui leur donne la couleur jaune olive à jaune pâle. Elles montrent une grande diversité morphologique. Regroupées dans la classe des phycophyceés (2 000 espèces) (Garon – Lardière, 2004).

### **1-1-4-Chlorobiontes (algues vertes)**

Elles sont caractérisées par la dominance de la Chlorophylle 'a' et 'b' et la présence d'un vrai amidon chloroplastidial comme les végétaux supérieurs. Ce groupe est considéré comme étant le plus évolué par rapport aux autres groupes d'algues (Garon-Lardière, 2004). Ces quatre groupes d'algues existent dans la flore marine des substrats rocheux de l'Algérie.

### **1-2-Les algues de la côte algérienne**

Les études biologiques, écologiques et systématiques des algues marines de la côte algérienne sont dues tout particulièrement aux travaux de J. et G. Feldmann (1931-1961) (*in* Ould Ahmed, 2015).

Une étude détaillée des Ceramiacées récoltées dans l'Est, le Centre et l'Ouest de l'Algérie a été faite par Feldmann-Mazoyer de 1936 à 1949 (*in* Ould Ahmed, 2015).

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

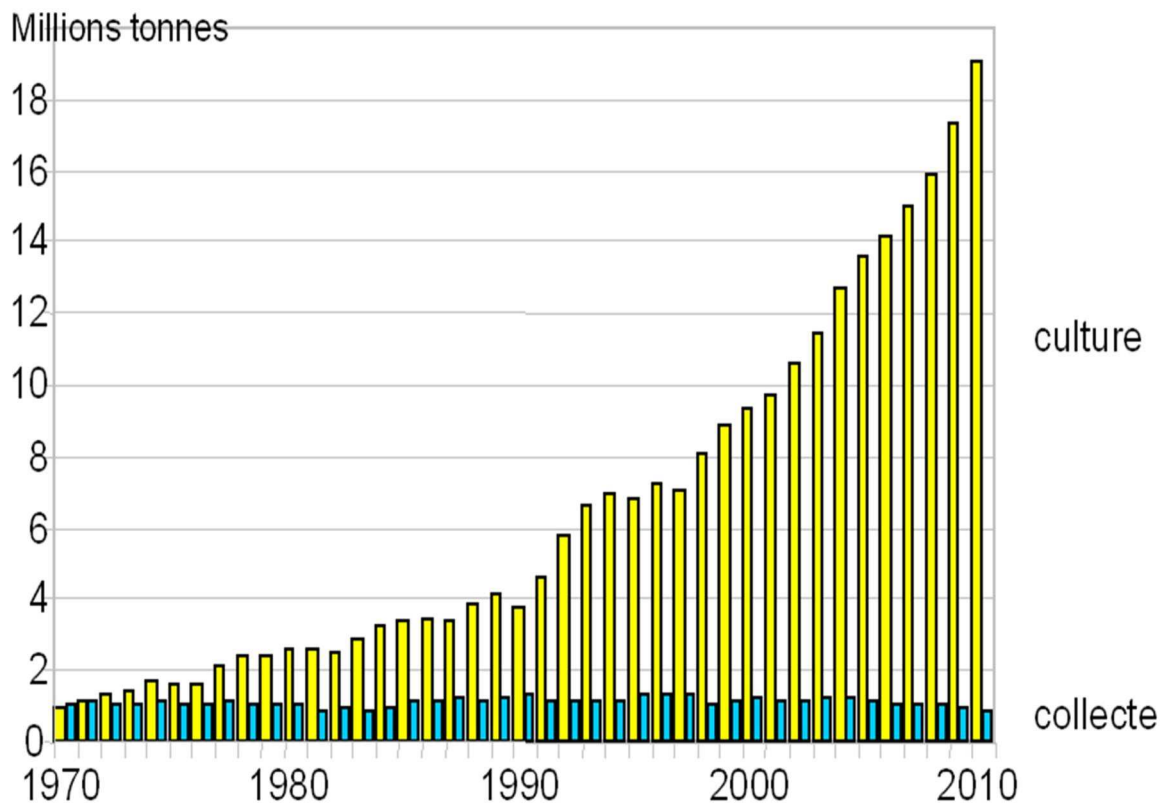
Perret Boudouresque et Sérirdi (1989) ont établi un inventaire global des algues marines de l'Algérie, en se basant sur les anciens travaux qui ont été réalisés avant les quelques études récentes qui ont été effectuées sur les côtes algériennes :

- Étude systématique au Centre par Sérirdi (1990 et 2007).
- L'étude phytosociologique liée au sujet thermique dans l'Ouest d'Algérie (golfe d'Arzew) par Ould Ahmed (1994).
- L'étude phytosociologique dans la baie de Bou-Ismaïl par Kadari Meziane (1994).
- Enfin une récente étude réalisée sur les côtes Ouest, Centre et Est d'Algérie par Ould Ahmed (2015).

Cependant, cet inventaire ne comporte pas les nouvelles espèces inventoriées, c'est la raison pour laquelle nous avons jugé utile de le mettre à jour.

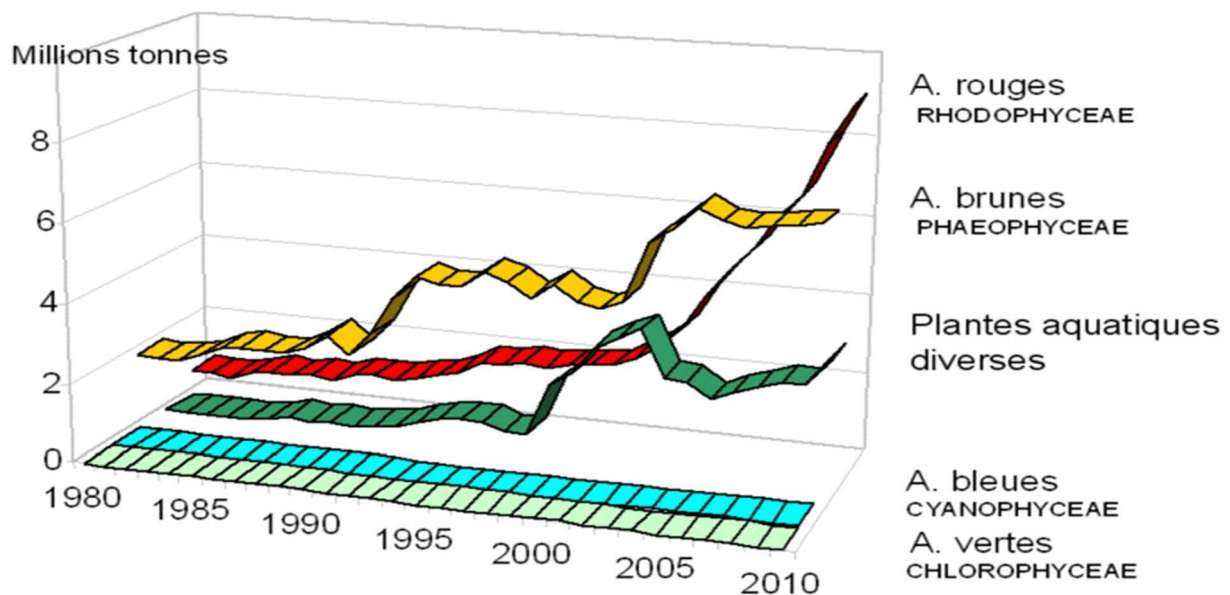
### 1-3-La production mondiale des algues

La production liée à la culture augmente régulièrement, alors que la cueillette stagne. Les productions pour l'année 2009 étant de 17,3 millions de tonnes pour l'algoculture et de 900 000 tonnes pour la collecte (Données FAO, 2011).



**Figure 1** : production des algues liées à la culture et la cueillette (Données FAO, 2011).

La production des algues change avec le groupe systématique. En 2010, la production des algues brunes est de 6.7 millions de tonnes, celle des algues rouges atteint 9 millions de tonnes. La culture des algues vertes reste limitée à 22 000 tonnes. Les algues bleues apparaissent en 2003 pour une production proche de 100 000 tonnes. Les autres végétaux aquatiques représentent 3 millions de tonnes (humides) (Données FAO, 2011).



**Figure 2** : production mondiale des algues selon les groupes systématiques (Données FAO, 2011).

### 1-4-La consommation mondiale d'algues alimentaires

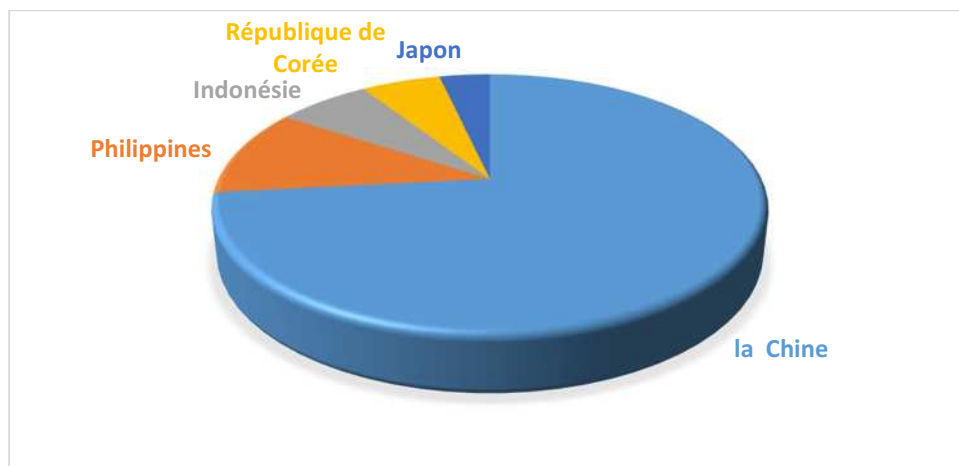
25 % des algues alimentaires sont destinées à l'industrie agroalimentaire qui utilise les substances gélifiantes extraites des algues pour fabriquer des desserts industriels ou des plats préparés. La majorité soit 75% de la production sont des algues consommées directement comme "légumes". Ce sont la Chine et le Japon qui consomment le plus d'algues. La consommation européenne représente environ 5% du total mondial (PERSON, 2010).

Depuis une trentaine d'années, la récolte des algues sauvages reste stable à **1 million** de tonnes (Données FAO, 2012).

### 1-5-La culture des algues

La quasi-totalité des algues produites en Asie. La culture de *Laminaria japonica* est à ce jour la plus importante avec 4,2 millions de tonnes cultivées principalement en Chine. Environ 200 espèces d'algues sont utilisées à travers le monde et une dizaine sont cultivées de façon importante, telle que les algues brunes *Laminaria japonica* et *Undaria pinnatifida*, les algues rouges *Porphyra*, *Eucheuma*, *Kappaphycus* et *Gracilaria*, les algues vertes *Monostroma* et *Ulva*.

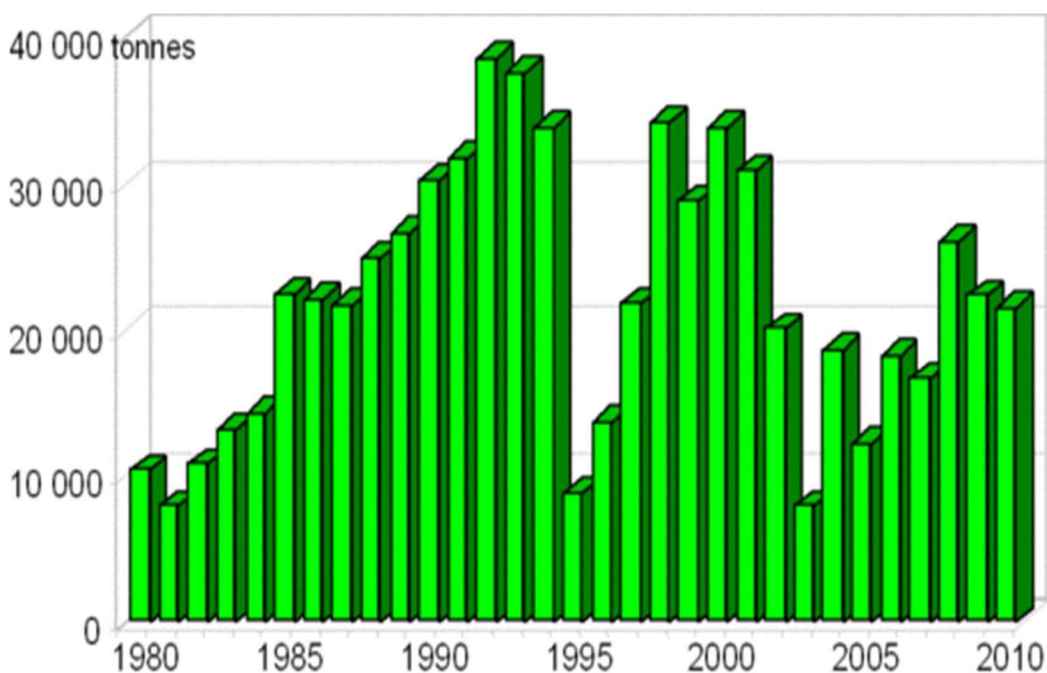
Aujourd'hui, 90% de la production mondiale est issue de l'aquaculture et 70% de cette même production provient de la Chine avec 10,1 millions de tonnes (5,2 milliards de dollars US). Pratiquement tout le reste de la production est également originaire de l'Asie : Philippines (1,5 millions de tonnes), Indonésie (0,91 millions de tonnes), République de Corée (0,77 millions de tonnes) et Japon (0,49 millions de tonnes) (PERSON, 2010).



**Figure 3 :** Les principaux pays producteurs d'algues

### 1-6-Algoculture des Chlorobiontes (algues vertes)

La production d'algues vertes reste limitée (en comparaison des productions d'algues brunes et rouges). C'est la Chine le pays le plus producteur d'algues vertes dans le monde.



**Figure 4 :** Algoculture des algues vertes dans le monde (Données FAO, 2010)

### **1-7-Utilisation des algues :**

Les algues sont plutôt considérées comme matière première pour l'industrie. Elles étaient utilisées dans la fabrication du verre au 16<sup>ème</sup> siècle. À partir du 19<sup>ème</sup> siècle, on les retrouve dans l'industrie pharmaceutique avec l'extraction de l'iode utilisée comme antiseptique puis dans l'industrie des colloïdes à partir du début du 20<sup>ème</sup> siècle avec l'extraction des alginates et des carraghénanes (PERSON, 2010).

#### **1-7-1-Alimentation humaine**

Les macro-algues se retrouvent sur différents secteurs en alimentation humaine. Elles sont avant tout consommées entières en tant que légumes principalement dans les pays asiatiques. Ce secteur représente 75% de la production mondiale. Leurs qualités nutritionnelles leur permettent de se positionner sur le marché des compléments alimentaires et leur forte teneur en polysaccharides les positionne dans l'industrie des colloïdes alimentaires (PERSON, 2010).

#### **1-7-2-Alimentation animale**

Les algues sont aujourd'hui des ingrédients introduits dans l'alimentation animale pour plusieurs applications. On les retrouve dans la formulation des aliments sous forme de farines. Elles peuvent aussi intervenir comme compléments alimentaires en nutrition animale (PERSON, 2010).

#### **1-7-3-Médecine et Pharmacie**

Un très grand potentiel dans ce domaine (plus de 50 espèces) lié à la mise en évidence d'action antimicrobienne et à la découverte de différents types de substances biochimiques. C'est d'ailleurs dans ce domaine que l'augmentation du nombre de produits commercialisés a été la plus rapide et la plus spectaculaire en relation avec l'attrait certain des populations vers l'exploitation et l'utilisation de produits de la mer (tant en utilisation thérapeutique, allopathique ou homéopathique que dans une optique de produits cosmétologiques) (PERSON, 2010).

#### **1-7-4-Epuration des eaux**

Dans la mesure où les algues épurent les eaux en utilisant les sels nutritifs souvent en excès en raison des pollutions à condition de les récolter avant leur décomposition par les bactéries et donc avant l'eutrophisation du milieu (Delepine *et al.*, 1987).

### 1-7-5-Autres utilisations possibles

Parmi celles-ci, citons l'extraction et la fabrication de pigments naturels qui peuvent prendre de l'importance dans un proche avenir, par exemple le pigment bleu (phycocyanine) des Spirulines ou le pigment rouge (phycoérythrine) des algues rouges (Delepine *et al.*, 1987).

### 2-Particularité des Chlorobiontes

Les algues vertes actuellement peu valorisées, présentent également un contenu protéique non négligeable puisque ce dernier peut atteindre 20% de la matière sèche. Dans des conditions de milieux particulièrement riches en azote (nitrate, urée ou ammoniacque), le contenu en protéines des algues vertes peut même augmenter jusqu'à 40% de la matière sèche (PERSON, 2010).

#### 2-1-Les Ulvanes

Les Ulvanes sont des polysaccharides anioniques sulfatés et carboxylés solubles dans l'eau extraits de la paroi d'algues vertes appartenant à l'ordre des Ulvales en particulier *Ulva spp.* et par extension *Enteromorpha spp.*. Les sucres entrant dans la composition des ulvanes sont majoritairement le L-rhamnose sulfaté en position 3, l'acide D-glucuronique et l'acide L-iduronique et minoritairement le D-galactose, le D-glucose et le D-xylose. Les ulvanes constituent le seul exemple connu d'occurrence de l'acide L-iduronique dans le règne végétal (PERSON, 2010).

Jusqu'à présent, les ulvanes ne sont pas disponibles dans le commerce. Il a été récemment proposé que les ulvanes pourraient être :

- une source de précurseurs de sucres rares pour la synthèse de produits chimiques fins
- une source d'oligosaccharides qui pourrait être utilisée comme produit phytopharmaceutique ou cosmétique,
- un agent texturant pour la viscosation de formulations ou la conception de gels thermoréversibles avec des textures contrôlées avec précision.

#### 2-2-Fabrication de papier

C'est en Italie, à la demande de la ville de Venise qui était à l'époque (1992) submergée par le phénomène de marée verte, que l'idée de faire du papier avec des algues vertes est née.

La papeterie a développé un processus industriel qui permet la transformation des déchets végétaux en fibres qui sont ensuite intégrées dans la fabrication du papier (PERSON, 2010).

### **2-3-Aquaculture**

Les macro-algues présentent aussi des applications en aquaculture. Les extraits d'algues vertes sont utilisables en tant que facteurs d'appétence pour formuler des aliments pour saumons dans lesquels l'huile de poisson est remplacée par une huile végétale.

La Co-culture crevettes/algues vertes pratiquée au Mexique permet d'améliorer la qualité sanitaire de l'élevage, de faire des économies d'aliments et d'améliorer la pigmentation rosée des crustacés élevés (PERSON, 2010).

### **2-4-Biogaz et électricité**

La production de biogaz issu de la digestion anaérobie des algues vertes (ex : *Ulva sp*) est un mode de production de biocarburants gazeux très intéressant. En effet l'utilisation de cette technologie de conversion élimine plusieurs obstacles clés responsables des coûts actuellement élevés relatifs aux biocarburants d'algues (séchage, extraction et conversion du combustible). Le biogaz produit peut être converti en bioélectricité ou amélioré pour remplacer le gaz nature. Cette méthode peut être rentable, et plusieurs études réalisées démontrent le potentiel de cette approche (PERSON, 2010).

# *Chapitre 2*

## *Matériel et méthodes*

### Chapitre II : Matériels et méthodes

#### 1-Actualisation de la liste floristique des Chlorobiontes

Perret-Boudouresque et Seridi en 1989, par un recensement de tous les travaux effectués sur la flore benthique algérienne, ont dénombré 468 taxons. Parmi ces espèces, nous recensons 65 Chlorobiontes.

Afin d'actualiser cet inventaire, nous avons procédé par l'intégration de toutes les nouvelles Chlorobiontes apparues après cette étude : celles identifiées par Seridi (1990), Ould Ahmed (1994), Kadari Meziane (1994), Ould Ahmed et Meinesz (2007), Seridi (2007) et Ould Ahmed (2015).

#### 2-Nouvelles espèces signalées

Seridi (1990 et 2007) :

*Codium fragile* (Suringar) Hariot

Ould Ahmed (1994 et 2015) :

*Bryopsis secunda* J.Agardh

*Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman & Boudouresque

*Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock

*Ulvela lens* P.L.Crouan & H.M.Crouan

Kadari Meziane (1994) :

*Ulva prolifera* O.F.Müller (sous le nom d'*Enteromorpha prolifera* (O.F.Müller) J.Agardh)

Par ailleurs, à l'exception des travaux de 2015 (Ould Ahmed, 2015), tous ces ouvrages présentent les noms de genres et espèces selon l'ancienne taxonomie.

Nous avons alors donné pour chaque espèce sa nouvelle nomenclature suivie par son éventuel non usuel et son appartenance aux différents sous-groupes taxonomiques (Famille, Ordre, Classe) actualisés.

### Exemple :

#### Nouvelle nomenclature

*Flabellia petiolata*

Classe : Ulvophyceae

Ordre : Bryopsidales

Famille : Udoteaceae

#### Ancienne nomenclature

*Udotea petiolata*

Classe : Ulvophyceae

Ordre : Cladophorales

Famille : Udoteaceae

### 3 -Paramètres analytiques

Une fois la nouvelle liste floristique complète établie, un certain nombre de paramètres analytiques sont utilisés. Ceux-ci sont extraits de l'étude phytosociologique établie par

Boudouresque (1971) est définis comme suit :

#### 3-1-Coefficient T

Il représente le nombre total d'espèces d'un relevé ou d'une station donnée ; notamment les espèces supérieures ou égales à 2 mm. Les espèces inférieures à 2 mm ne sont pas significativement représentées, elles sont donc considérées dans le même coefficient T.

#### 3-2-Coefficient Q

Ce coefficient représente l'effectif absolu en espèces d'un ensemble considéré dans un relevé (unité systématique ou groupe écologique etc.).

Par exemple : s'il existe 7 Bryopsidales dans un relevé :  $QC=7$

$$\Sigma Q = T$$

#### 3-3-Dominance qualitative DQ

La dominance qualitative DQ(en %) d'un sous-ensemble d'espèce est le rapport du coefficient Q du sous-ensemble considéré sur le nombre des espèces (T) multiplié par 100.

$$DQ = (Q/T)*100$$

Par exemple la dominance qualitative des Cladophorales dans une relève est :

$$DQch = (Qch/T)*100$$

### 3-4-Indice de similitude de Sørensen

La diversité bêta (diversité- $\beta$ ) est une mesure de la biodiversité qui consiste à comparer la diversité des espèces entre écosystèmes ou le long de gradients environnementaux. Cela suppose de comparer le nombre de taxons qui sont uniques à chacun des écosystèmes.

C'est le taux de variation en composition d'espèces dans l'ensemble des habitats ou parmi des communautés. Cela donne une mesure quantitative de la diversité des communautés des environnements changeants.

$$\beta = \frac{2C}{S1+S2}$$

Où, S1= le nombre total d'espèces enregistrées dans la première communauté, S2= le nombre total d'espèces enregistrées dans la deuxième communauté, et C= le nombre d'espèces communes aux deux communautés.

L'indice de Sørensen est une mesure très simple de la biodiversité bêta, variant de 0 quand il n'y a pas d'espèces communes entre les deux communautés, à la valeur 1 lorsque les mêmes espèces existent dans les deux communautés.

Pour notre étude, nous avons jugé intéressant d'utiliser l'indice de similitude de Sørensen afin de comparer la communauté des Chlorobiontes actuelle des côtes algériennes avec celle d'un pays méditerranéen voisin comme la Tunisie. Nous avons alors recensé le nombre total de Chlorobiontes actuellement présente en Tunisie (Guiry et Guiry, 2015) pour établir cette comparaison.

### 4-Les groupes écologiques

D'après Boudouresque (1984), un groupe écologique est l'ensemble des espèces statistiquement liées entre elles (affinités sociologiques), et à un certain nombre du milieu, se trouvant généralement ensemble dans la nature.

## Chapitre II : Matériels et méthodes

---

Un groupe peut réunir des espèces de comportement autoécologique très différent, pourvu qu'elles croissent ensemble et atteignent leur optimum de développement simultanément pour certaines conditions de milieu.

L'auteur délimite cinq groupes écologiques :

- Super groupe Médiolittoral au sens large (**Rmsl**)

**EM** : Encorbellement médiolittoral

**GM** : Grottes médiolittorales

**RM** : Roche médiolittorale

**RMI** : Roche médiolittorale inférieure

**RMM1** : Roche médiolittorale moyenne

**RMM2** : Roche médiolittorale moyenne

**RMS** : Roche médiolittorale supérieure

**RS** : Roche supra littorale

**FM** : Frange médiolittorale

- Super groupe Photophile au sens large (**Phlsl**)

**PhI** : Photophile infralittoral

**PUB** : Photophile infralittoral battu

**PhIC** : Photophile infralittoral relativement calme

**PhIM** : Photophile infralittoral thermophile de substrat meuble

**PhIT** : Photophile infralittoral thermophile

**PhIG** : Photophile infralittoral de surpâturage

- Super groupe Sciaphile au sens large (**SICsl**)

**AS** : Antisciaphile

**SC** : Sciaphile de mode relativement calme

**SCI** : Sciaphile infralittoral de mode relativement calme

**SCIT** : Sciaphile infralittoral de mode relativement calme tolérance

**SI** : Sciaphile infralittoral

**SIC** : Sciaphile infralittoral et circalittoral

**SSB** : Sciaphile superficiel battu

**SSBc** : Sciaphile superficiel battu d'affinité chaude

**SSBf** : Sciaphile superficiel battu d'affinité froide

**Srh** : Sciaphile rhéophile

**SM** : Sciaphile meuble

• Super groupe pollution

**PhIP** : Photophile infralittoral portuaire

**ISR** : Infralittoral de substrat dur

**HP** : Herbier de posidonies

**ETN** : Eutrophe et thionitrophile

**HSPP** : Hémisciaphile des petits ports

• Autres groupes

**LSR** : Large répartition géographique

**SSP** : Sans signification écologique précise

L'utilisation de ces paramètres analytiques nous permet d'avoir un aperçu du type de flore présente dans la région d'étude du point de vue taxonomique, écologique, et biogéographique.

### **5-Mise en évidence des espèces à intérêt aquacole**

En plus de la mise à jour de l'inventaire des Chlorobiontes des côtes algériennes et l'actualisation de sa taxonomie, puis son analyse à l'aide de différents paramètres analytiques, nous avons fait une recherche bibliographique approfondie afin de préciser les différentes possibilités d'utilisation des espèces inventories. Ces espèces pourraient avoir un intérêt aquacole et économique.

# *Chapitre 3*

## *Résultats et discussion*

**Chapitre III : Résultats et discussions**

**1- Inventaire des espèces :**

Selon la nouvelle taxonomie, une seule classe de Chlorobiontes est aujourd'hui à considérer. Il s'agit de la classe des **Ulvophycées**.

Notre inventaire est désormais constitué de 71 Ulvophyceae.

Chaque espèce est représentée avec son nom actuel suivi d'un éventuel non usuel.

Les Classes, Ordres, Familles, genres et espèces sont donnés dans l'ordre alphabétique.

**La liste totale des Chlorobiontes :**

**1-Classe des Ulvophycées :**

**1-1- Ordre Bryopsidales**

**1-1-1-Famille Bryopsidaceae**

*Bryopsis corymbosa* J.Agardh

*Bryopsis cupressina* var. *adriatica* (J.Agardh) M.J.Wynne (= *Bryopsis cupressoides* var. *adriatica* J.Agardh)

*Bryopsis duplex* De Notaris

*Bryopsis hypnoides* J.V.Lamouroux (= *Bryopsis monoïca* Funk)

*Bryopsis muscosa* J.V.Lamouroux

*Bryopsis plumosa* (Hudson) C.Agardh

*Bryopsis secunda* J.Agardh) \*\*\*

*Pseudobryopsis myura* (J.Agardh) Berthold (= *Trichosolen myurus* (J.Agardh) W.R.Taylor)

**1-1-2-Famille Caulerpaceae**

*Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V.Lamouroux

*Caulerpa cylindracea* Sonder (= *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman & Boudouresque) \*\*\*

**1-1-3-Famille Codiaceae**

*Codium adhaerens* C.Agardh

*Codium bursa* (Olivi) C.Agardh

*Codium decorticans* (Woodward) M.A.Howe

*Codium effusum* (Rafinesque) Delle Chiaje

*Codium fragile* (Suringar) Hariot \*\*

*Codium tomentosum* Stackhouse

*Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje

**1-1-4-Famille Derbesiaceae**

*Derbesia tenuissima* (Moris & De Notaris) P.L.Crouan & H.M.Crouan  
(=*Halicystis parvula* F.Schmitz ex Murray)

*Pedobesia simplex* (Meneghini ex Kützing) M.J.Wynne & F.Leliaert  
(=*Pedobesia lamourouxii* (J.Agardh) Feldmann, Loreau, Codomier & Couté)

*Pedobesia solieri* Feldmann ex Abélard & Knoepffler

**1-1-5-Famille Halimedaceae**

*Halimeda tuna* (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux

**1-1-6-Famille Ostreobiaceae**

*Ostreobium quekettii* Bornet & Flahault

**1-1-7-Famille Udoteaceae**

*Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin (=*Udotea petiolata* (Turra)  
Børgesen)

*Penicillus capitatus* Lamarck (=*Espera mediterranea* Decaisne)

*Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Børgesen

**1-2-Ordre Cladophorales**

**1-2-1-Famille Anadyomenaceae**

*Anadyomene stellata* (Wulfen) C.Agardh

**1-2-2-Famille Boodleaceae**

*Cladophoropsis membranacea* (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen

**1-2-3-Famille Cladophoraceae**

*Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing

*Chaetomorpha capillaris* (Kützing) Børgesen

*Chaetomorpha linum* (O.F.Müller) Kützing (= *Chaetomorpha chlorotica* (Montagne) Kützing)

*Cladophora albida* (Nees) Kützing

*Cladophora coelothrix* Kützing

*Cladophora dalmatica* Kützing

*Cladophora echinus* (Biasoletto) Kützing

*Cladophora hutchinsiae* (Dillwyn) Kützing

*Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützing

*Cladophora lehmanniana* (Lindenberg) Kützing

*Cladophora pellucida* (Hudson) Kützing

*Cladophora prolifera* (Roth) Kützing

*Cladophora ruchingeri* (C.Agardh) Kützing

*Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützing

*Cladophora sericea* (Hudson) Kützing

*Cladophora vagabunda* (Linnaeus) Hoek

*Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey

**1-2-4-Famille Valoniaceae**

*Valonia macrophysa* Kützing

*Valonia utricularis* (Roth) C.Agardh

**1-3-Ordre Dasycladales**

**1-3-1-Famille Dasycladaceae**

*Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser

**1-3-2-Famille Polyphysaceae**

*Acetabularia acetabulum* (Linnaeus) P.C.Silva

*Parvocaulis parvulus* (Solms-Laubach) S.Berger, U.Fettweiss, S.Gleissberg, L.B.Liddle, U.Richter, H.Sawitzky & G.C.Zuccarello (= *Polyphysa parvula* (Solms-Laubach) Schnetter & Bula Meyer)

**1-4-Ordre Ulotrichales**

**1-4-1-Famille Gomontiaceae**

*Gomontia polyrhiza* (Lagerheim) Bornet & Flahault

**1-4-2-Famille Monostromataceae**

*Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock \*\*\*

**1-4-3-Famille Ulotrichaceae**

*Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret

*Ulothrix subflaccida* Wille

**1-5-Ordre Ulvales**

**1-5-1-Famille Kornmanniaceae**

*Blidingia marginata* (J.Agardh) P.J.L.Dangeard ex Bliding

*Tellamia contorta* Batters

**1-5-2-Famille Phaeophilaceae**

*Phaeophila dendroides* (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Batters

**1-5-3-Famille Ulvaceae**

*Blastophysa rhizopus* Reinke (= *Blastophysa polymorpha* Kjellmann)

*Ulva clathrata* (Roth) C.Agardh (= *Enteromorpha clathrata* (Roth) Greville)

*Ulva compressa* Linnaeus (= *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Nees)

*Ulva flexuosa* Wulfen (= *Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J.Agardh)

*Ulva intestinalis* Linnaeus (= *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees)

*Ulva lactuca* Linnaeus (= *Ulva fasciata* Delile)

*Ulva linza* Linnaeus (= *Enteromorpha linza* (Linnaeus) J. Agardh)

*Ulva prolifera* O.F. Müller (= *Enteromorpha prolifera* O.F. Müller J. Agardh \*)

*Ulva rigida* C. Agardh

*Ulvella lens* P.L. Crouan & H.M. Crouan \*\*\*

#### 1-5-4-Famille Ulvellaceae

*Entocladia major* (Feldmann) R. Nielsen (= *Acrochaete major* (J. Feldmann) M. Perret-Boudouresque & H. Seridi)

*Entocladia pennata* (Feldmann) R. Nielsen

*Epicladia flustrae* Reinke

*Ulvella porphyrae* (Feldmann) R. Nielsen, C.J. O'Kelly & B. Wysor (= *Pseudodictyon porphyrae* Feldmann)

*Ulvella viridis* (Reinke) R. Nielsen, C.J. O'Kelly & B. Wysor (= *Acrochaete viridis* (Reinke) R. Nielsen)

### 2-Paramètres analytiques :

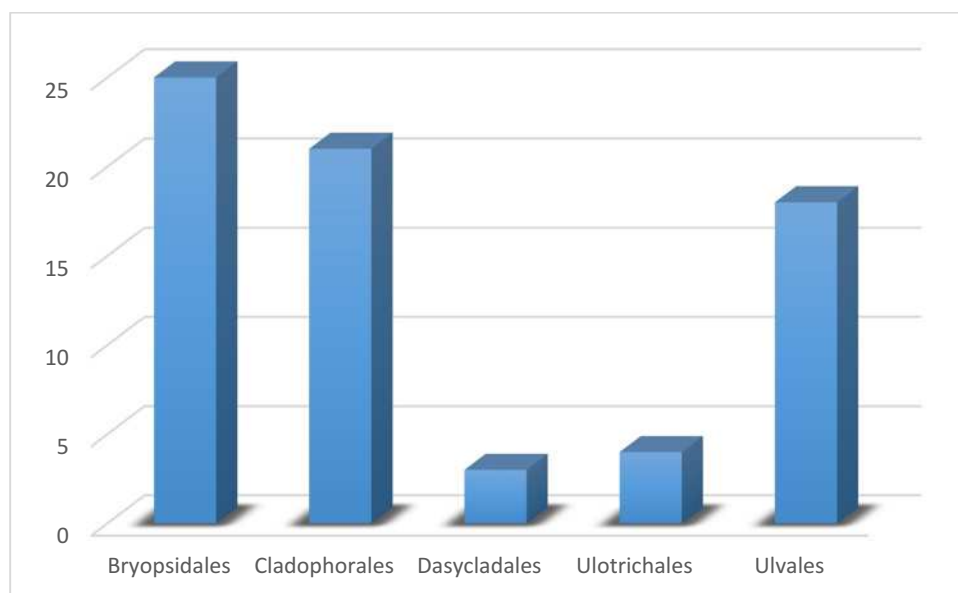
#### 2-1-Le nombre total d'espèces (coefficient T) :

L'inventaire actuel comprend 71 espèces de Chlorobiontes, 6 nouvelles espèces ajoutées au nombre de Chlorobiontes (65 espèces) inventoriées par Perret Boudouresque et Seridi (1989).

Ceci représente 14,34% de la totalité des espèces dénombrées à ce jour en Algérie (495 espèces).

#### 2-2-Coefficient Q des Ordres systématiques (figure 6) :

Sur les 71 espèces inventoriées, on dénombre 25 Bryopsidales, 21 Cladophorales, 3 Dasycladales, 4 Ulotrichales, 18 Ulvales.



**Figure 5** : Le coefficient Q des différents Ordres systématiques.

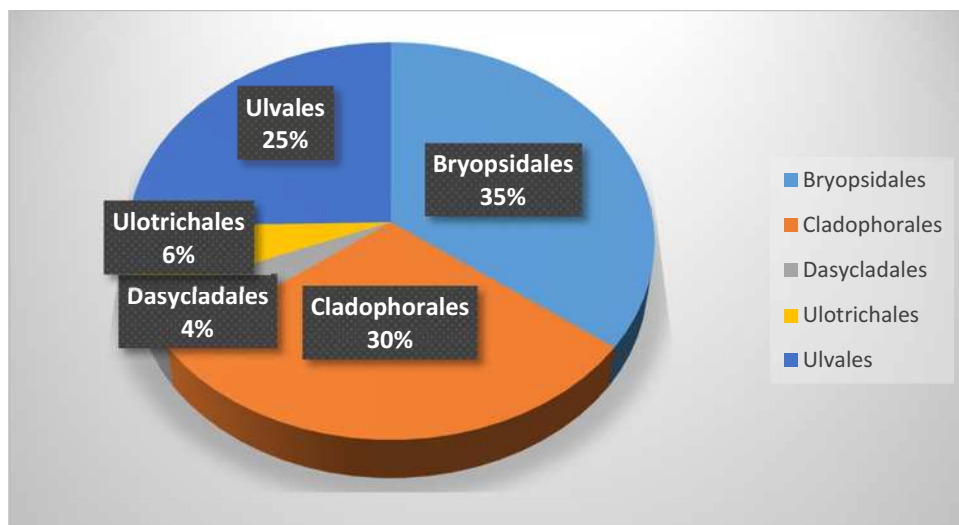
Cet inventaire met en évidence un coefficient Q élevé de 2 groupes : les Bryopsidales et Cladophorales avec respectivement 25 et 21 espèces, suivi des Ulvales : 18 espèces.

Les Dasycladales et les Ulotrichales sont les moins représentés.

#### 2-3-Le coefficient DQ des sous unités systématiques (Ordres) (figure 7) :

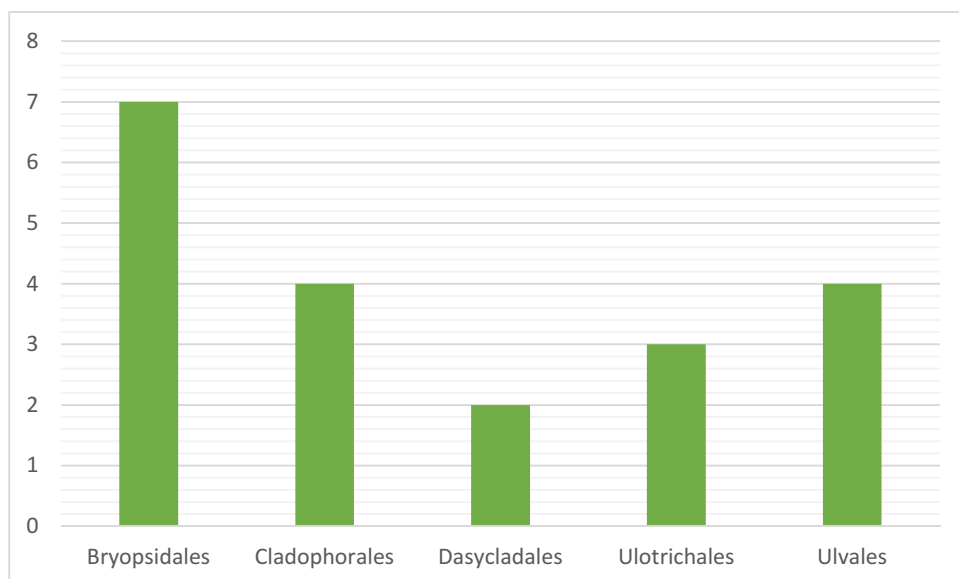
La dominance qualitative des Bryopsidales et Cladophorales est la plus élevée, soit 35 % et 30 %, suivie par celle des Ulvales (25 %).

Les Dasycladales et les Ulotrichales sont les moins représentées qualitativement et ne dépassent pas les 6 %.



**Figure 6 :** Le coefficient DQ (en %) des différents Ordres systématiques.

### 2-4-Le coefficient Q des différentes Familles (figure 8) :

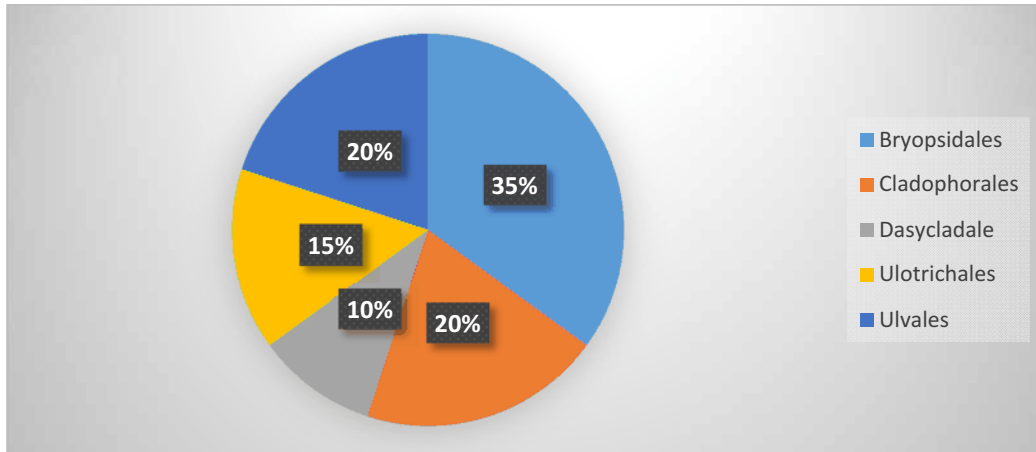


**Figure 7 :** Le coefficient Q des différentes Familles

Le coefficient Q est le plus élevé pour les Bryopsidales avec 7 Familles, suivi par les Cladophorales et les Ulvales avec 4 Familles pour chaque groupe.

Les autres Ordres sont moins dominants avec 3 Familles pour les Ulotrichales et 2 Familles pour l'Ordre Dasycladale.

### 2-5-Le coefficient DQ des différentes Familles (figure 9) :



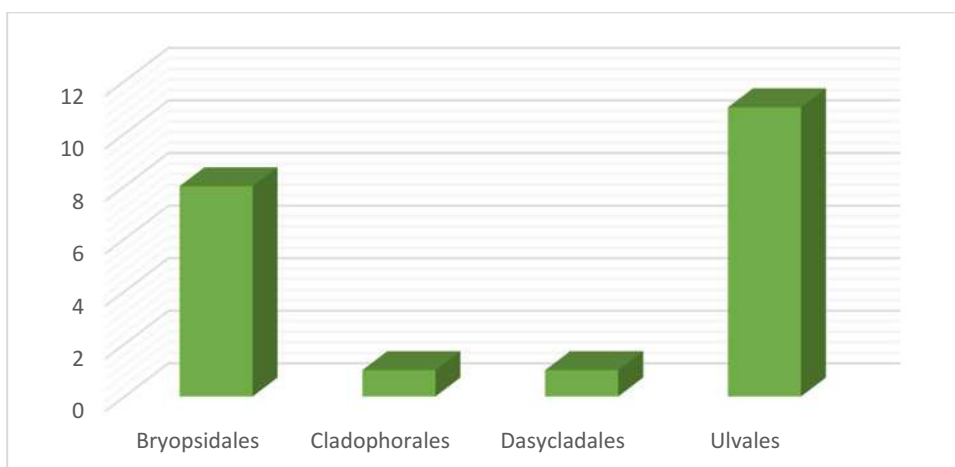
**Figure 8** : Le coefficient DQ des différentes Familles

La dominance qualitative des Bryopsidales est la plus élevée soit 35 %, suivie par celles des Cladophorales et les Ulvaes par 20 % pour chacun.

Les Dasycladales et les Ulotrichales sont les moins représentées qualitativement par 10 et 15 % respectivement.

### 2-6-Coefficient Q des espèces ayant une nouvelle nomenclature (figure 10) :

21 espèces ont changé de noms taxonomiques, soit 8 Bryopsidales, 1 Cladophorale, 1 Dasycladale et 11 Ulvaes.



**Figure 9** : Le coefficient Q des genres et espèces ayant une nouvelle nomenclature.

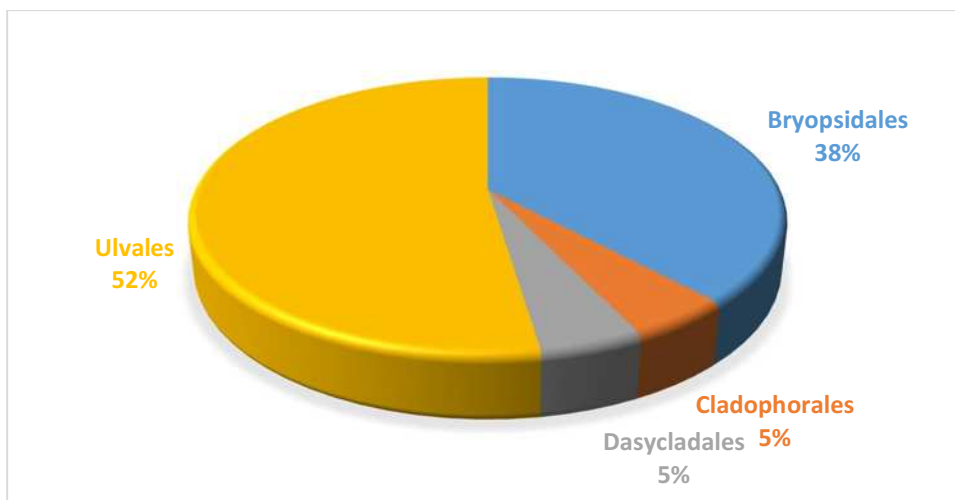
Les Ulvales ont le plus grand nombre d'espèces ayant changé de nom taxonomique avec 11 espèces, suivis par les Bryopsidales : 8 espèces.

Les Cladophorales et les Dasycladales ont chacun une seule espèce qui a changé de nom.

### 2-7-Le coefficient DQ des genres et espèces ayant une nouvelle nomenclature

(Figure 11) :

Les espèces ayant changé de noms systématiques représentent 29,57 % des Chlorobiontes ; avec un maximum de 52 % pour les Ulvales, 38 % des Bryopsidales et 5 % pour les Cladophorales et les Dasycladales.



**Figure 10** : le coefficient DQ des genres et espèces ayant une nouvelle nomenclature (%).

### 2-8-Le coefficient de similitude de Sørensen :

Le total des Chlorobiontes signalées au niveau des côtes algériennes est de 71 espèces.

Cet effectif est relativement comparable à celui recensé en Tunisie (voir annexe) : 85 espèces (Guiry et Guiry, 2015).

Les résultats obtenus mettent en évidence la présence de 55 espèces communes, exemple : *Bryopsis duplex*, *Caulerpa prolifera*, *Chaetomorpha aerea*, *Ulva lactuca*...etc.

L'indice de similitude obtenu est égal à 0,73 ce qui représente 73 % d'espèces comparées.

On parle d'une biodiversité bêta de 0.73, ce qui nous permet d'affirmer que les deux communautés se rapprochent sur le plan taxonomique et écologique.

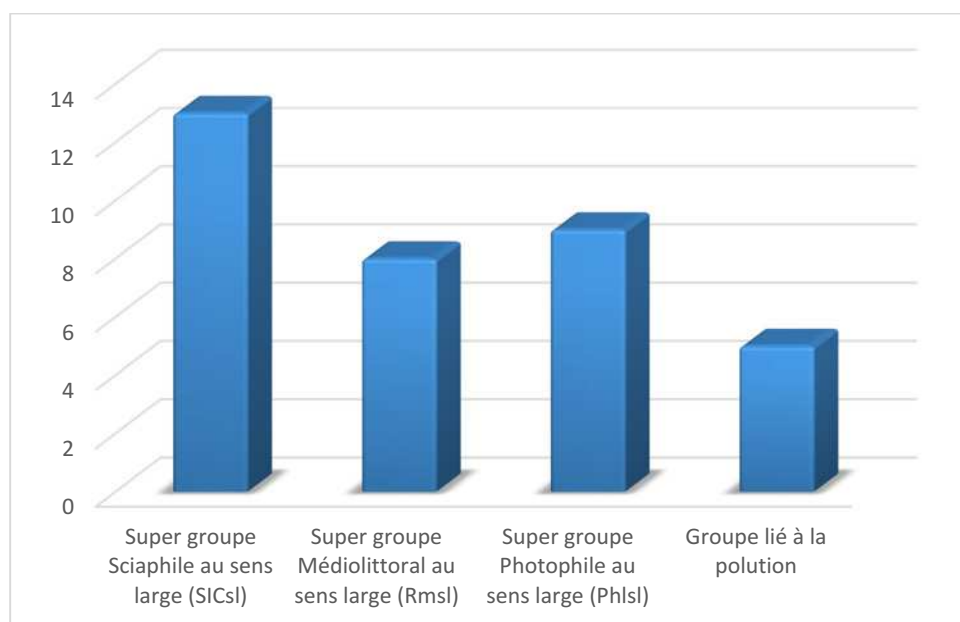
### 3-Groupes écologiques :

#### 3-1- Le coefficient Q des différents groupes écologiques (figure 12) :

Après l'attribution de la chaque espèce à son groupe écologique tel que défini par Boudouresque (1984) (Tableau en annexe), nous obtenons les résultats suivants :

Sur 71 espèces recensées, 13 espèces appartiennent au Super groupe Sciaphile au sens large (**SICsl**), les espèces du Super groupe Photophile au sens large (**Phlsl**) vient en seconde position avec un effectif de 9 espèces, suivi du Super groupe Médiolittoral au sens large (**Rmsl**) avec 8 espèces, exemple : *Bryopsis corymbosa*, *Ulva lactuca* ...etc.

En revanche, les espèces indicatrices de pollution sont très peu représentatives, avec seulement 5 espèces telles que : *Cladophora sericea*, *Ulva prolifera*...etc.



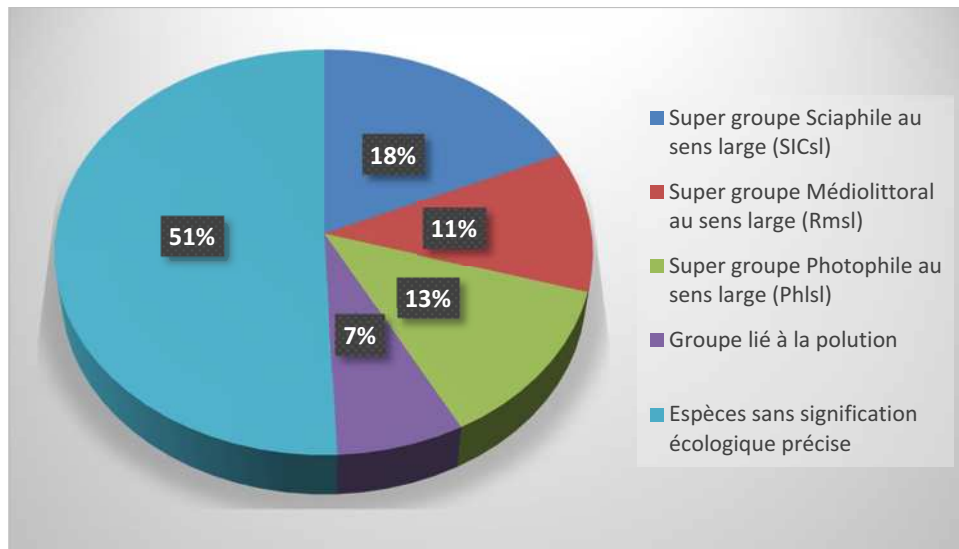
**Figure 11** : le coefficient Q des différents groupes écologiques

#### 3-2-Le coefficient DQ des différents groupes écologiques (figure 13) :

La flore de Chlorobiontes des côtes algériennes révèle une dominance relativement importante du groupe écologique Super groupe Sciaphile au sens large (**SICsl**) avec 18% suivi du Super groupe Photophile au sens large (**Phlsl**) avec 13% suivi du Super groupe Médiolittoral au sens large (**Rmsl**) (11%).

Les espèces appartenant au groupe lié à la pollution restent relativement peu représentatives avec seulement 7% de l'ensemble des Chlorobiontes.

51% de chlorobiontes, représente la dominance qualitative des espèces n'ayant pas une signification écologique précise.



**Figure 12** : le coefficient DQ des différents groupes écologiques

### 4-Valorisation des espèces inventoriées :

#### 4-1-Introduction

Les Chlorobiontes (algues vertes) sont très intéressantes puisqu'elles présentent également un contenu protéique non négligeable et très riche en vitamines (A, B1, B2, C, B6, B12). La consommation de 100 g de végétaux marins suffit à couvrir les besoins quotidiens en vitamines d'un homme de 80 kg (Pérez, 1997).

Prenant l'exemple d'une algue verte commune sur nos côtes : *Ulva lactuca*, c'est une espèce qui est formée d'un thalle mince et aplati, ne comportant que deux couches de cellules possédant chacune un seul chloroplaste (organite contenant de la chlorophylle). Peut atteindre un mètre de longueur dans les eaux riches en matières organiques.



**Figure 13** : *Ulva lactuca*

## Chapitre III : Résultats et discussions

---

Cette algue peut se manger crue ou cuite, elle sert aussi de fertilisant en agriculture particulièrement lorsqu'elle prolifère suite à l'eutrophisation des eaux, on peut aussi utilisée dans le domaine médecine en raison de sa richesse en divers vitamines et des substances antimicrobiennes (tableau 1 en annexe).

### 4-2-Résultats

Une étude bibliographique détaillée est réalisée afin de préciser l'utilisation et l'intérêt aquacole et économique de la plupart des algues identifiées.




#### 4-2-1-Domains d'utilisations des espèces inventoriées




Les 71 espèces de Chlorobiontes que nous avons recensées sur les côtes algériennes, 18 espèces pourraient être utilisées dans les divers domaines suivants:




##### 4-2-1-1-Alimentation humaine

Les algues suivantes sont utilisées dans l'alimentation humaine :



<p><b>Figure 15 : <i>Chaetomorpha aerea</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle dans l'alimentation humaine (en se référant à l'utilisation de certaines espèces dans le sud-est asiatique).</p>	 <p>Gr. nat</p>
<p><b>Figure 16 : <i>Chaetomorpha capillaris</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation dans l'alimentation humaine.</p>	 <p><a href="http://www.algaebase.org">www.algaebase.org</a></p>
<p><b>Figure 17 : <i>Chaetomorpha linum</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation dans l'alimentation humaine.</p>	 <p><a href="http://www.algaebase.org">www.algaebase.org</a></p>

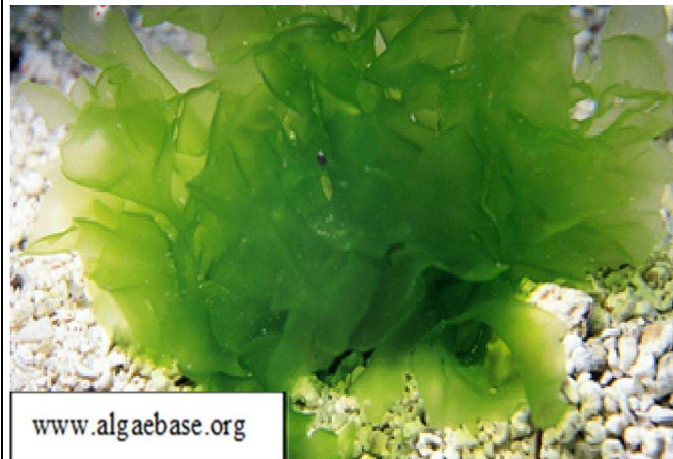
<p><b>Figure 18 : <i>Codium fragile</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle dans l'alimentation humaine (en se référant aux habitudes japonaises)</p>	 <p>Gr. nat</p>
<p><b>Figure 19 : <i>Codium vermilara</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle dans l'alimentation humaine</p>	 <p>www.algaebase.org</p>
<p><b>Figure 20 : <i>Enteromorpha compressa</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle en alimentation humaine (si on se réfère aux pratiques asiatiques)</p>	 <p>www.algaebase.org</p>

<p><b>Figure 21 : <i>Enteromorpha intestinalis</i></b> <sup>2</sup></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle en alimentation humaine (si on se réfère aux pratiques asiatiques).</p>	 <p>www.algaebase.org</p>
<p><b>Figure 22 : <i>Ulva lactuca</i></b> <sup>1</sup></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle dans l'alimentation humaine sous forme de salade.</p>	 <p>Gr. nat</p>
<p><b>Figure 23 : <i>Ulva prolifera</i></b> <sup>2</sup></p> <hr/> <p>Utilisée en alimentation humaine</p>	 <p>www.algaebase.org</p>

**Figure 24 :** *Ulva rigida*<sup>2</sup>

---

Utilisation potentielle dans l'alimentation humaine sous forme de salade.



#### 4-2-1-2-Alimentation animale

Les algues vertes suivantes pourraient être valorisées en alimentation animale :

**Figure 25 :** *Caulerpa prolifera*<sup>2</sup>

---

Pour l'alimentation animale  
(Comme en Tunisie, par exemple)






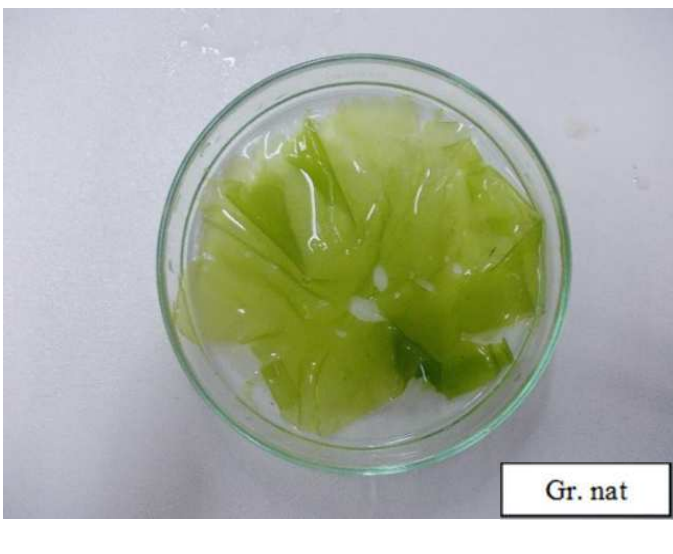

**Figure 26 :** *Codium bursa*<sup>2</sup>

---

Utilisée en alimentation animale





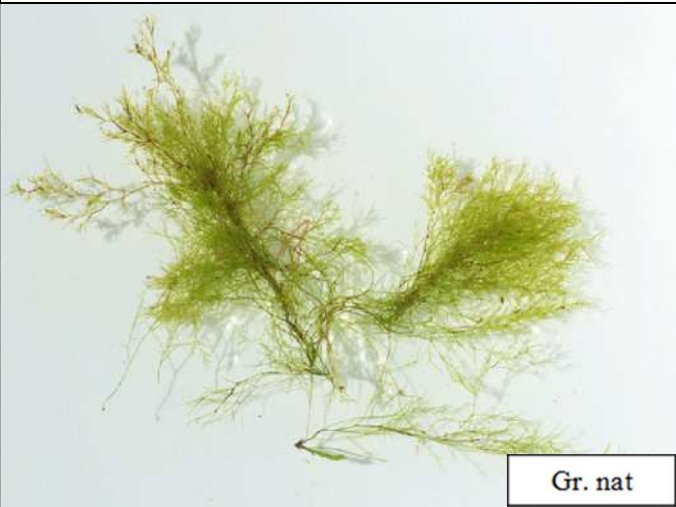

<p><b>Figure 27 : <i>Codium fragile</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisée pour les volailles (essais réalisés en France).</p>	
<p><b>Figure 28 : <i>Codium vermilara</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Alimentation des volailles</p>	
<p><b>Figure 29 : <i>Halimeda tuna</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation dans l'alimentation animale en Tunisie.</p>	


<p><b>Figure 30 : <i>Ulva lactuca</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle dans l'alimentation animale</p>	
<p><b>Figure 31 : <i>Ulva rigida</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle dans l'alimentation animale</p>	

#### 4-2-1-3-Aquaculture

En aquaculture, les espèces d'algues suivantes peuvent être utilisées dans ce domaine :



<p><b>Figure 32 : <i>Caulerpa prolifera</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Très utilisée dans les aquariums, où elle se développe facilement.</p>	
---	--

<p><b>Figure 33 : <i>Chaetomorpha aerea</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Pourrait être intéressante comme espèce à cultiver en aquaculture, compte tenu de sa facilité de multiplication à l'état non fixé.</p>	 <p>Gr. nat</p>
<p><b>Figure 34 : <i>Cladophora lateaverens</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Intéressante pour sa forte concentration en cellulose et en protéines.</p>	 <p>Gr. nat</p>
<p><b>Figure 35 : <i>Cladophora rupestris</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisée en aquaculture pour sa forte concentration en cellulose et en protéines.</p>	 <p>Gr. nat</p>

<p><b>Figure 36 : <i>Ulva lactuca</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Pourrait facilement être cultivé pour la production de biomasse.</p>	 <p>Gr. nat</p>
---	---

4-2-1-4-Agriculture

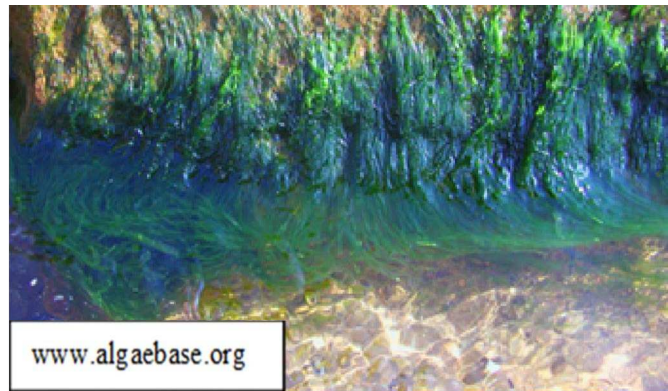
Trois algues vertes peuvent utilisées en agriculture :

<p><b>Figure 37 : <i>Codium bursa</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Peut être utilisée en agriculture</p>	 <p><a href="http://www.algaebase.org">www.algaebase.org</a></p>
<p><b>Figure 38 : <i>Ulva lactuca</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisées comme engrais naturels sur les cultures agricoles à cause de sa forte teneur en azote et en phosphore.</p>	 <p>Gr. nat</p>

**Figure 39 :** *Ulva prolifera*<sup>2</sup>

---

Utilisation possible en agriculture.



#### 4-2-1-5-Médecine et pharmacie

Sur les 18 espèces, 14 entre elles peuvent être utilisées dans la médecine et pharmacie :

**Figure 40 :** *Caulerpa prolifera*<sup>2</sup>

---

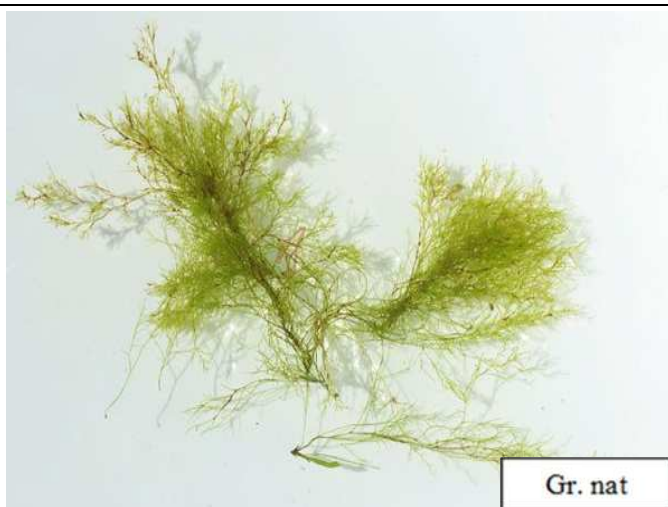
Utilisée en médecine (en raison de diverses substances récemment mises en évidence comme la caulerpicine et la caulerpine).

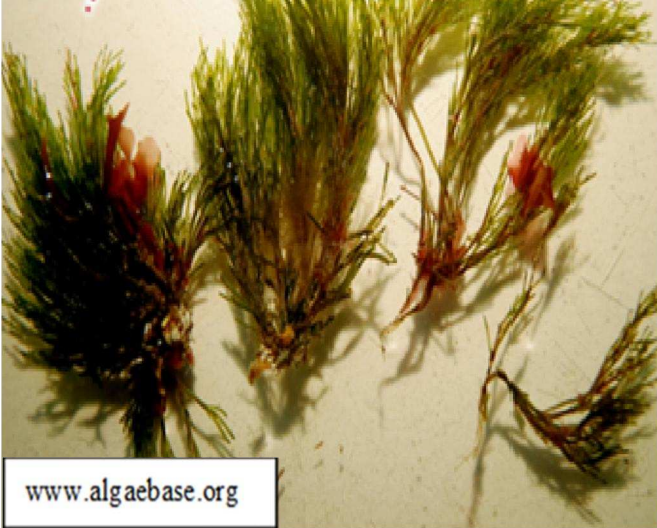




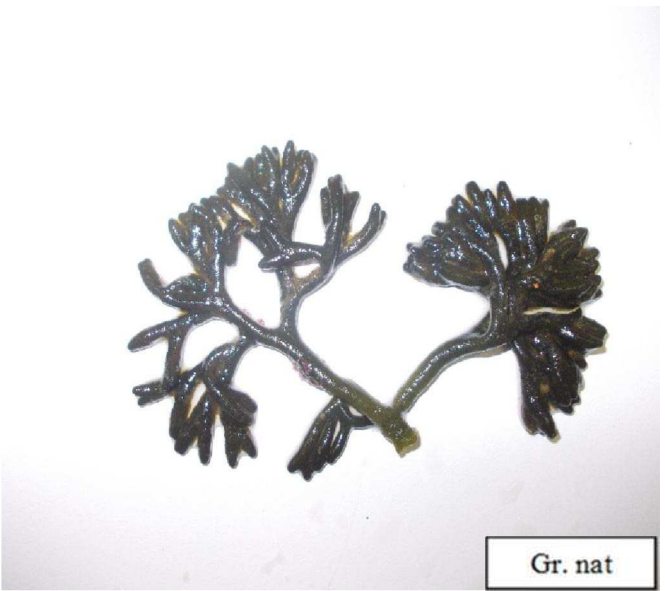

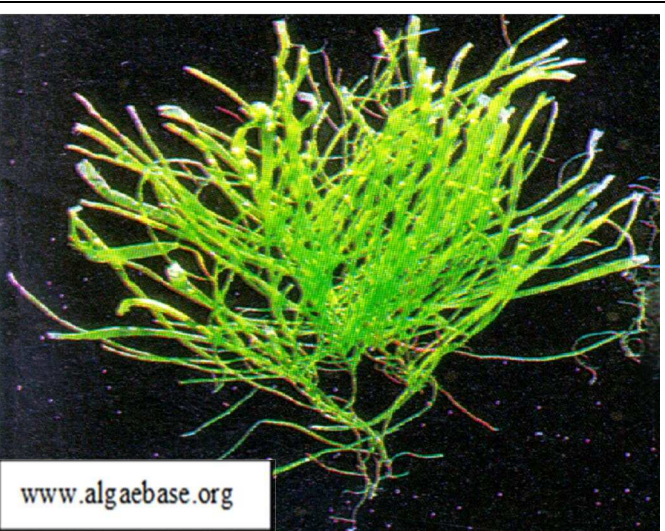
**Figure 41 :** *Cladophora lateaverens*<sup>1</sup>



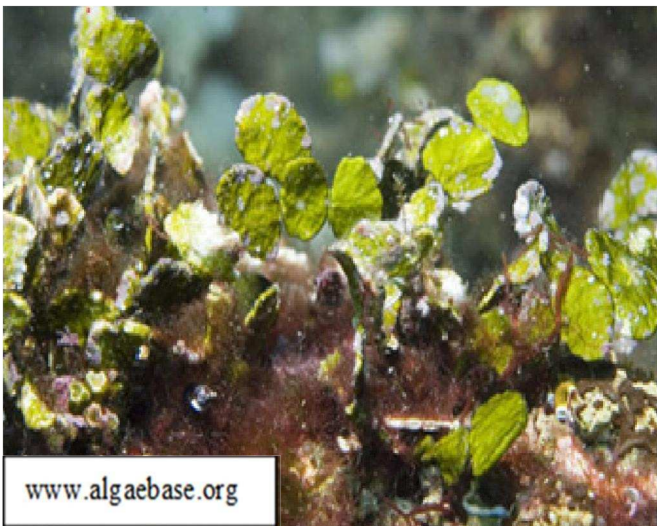
---

Utilisation potentielle médicale en raison des actions antivirales démontrées et utilisée en thérapeutique homéopathique.



<p><b>Figure 42 :</b> <i>Cladophora prolifera</i><sup>2</sup></p> <hr/> <p>A fait l'objet de différents travaux biochimiques.</p> <p>Utilisation potentielle médicale en raison des actions antibactériennes et antivirales découvertes.</p>	 <p>www.algaebase.org</p>
<p><b>Figure 43 :</b> <i>Cladophora rupestris</i><sup>1</sup></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle médicale en raison des actions antivirales démontrées et utilisée en thérapeutique homéopathique.</p>	 <p>Gr. nat</p>
<p><b>Figure 44 :</b> <i>Codium bursa</i><sup>2</sup></p> <hr/> <p>Utilisée en médecine et pharmacie</p>	 <p>www.algaebase.org</p>

<p><b>Figure 45 : <i>Codium fragile</i><sup>1</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle médicale en raison de son action antibactérienne et antibiotique.</p>	 <p>Gr. nat</p>
<p><b>Figure 46 : <i>Codium vermilara</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle médicale en raison de son action antibactérienne et antibiotique.</p>	 <p><a href="http://www.algaebase.org">www.algaebase.org</a></p>
<p><b>Figure 47 : <i>Enteromorpha compressa</i><sup>2</sup></b></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle en médecine (en raison de la présence des vitamines A, B1, B2 et de substances antimicrobiennes découvertes chez cette espèce dans la mer Baltique).</p>	 <p><a href="http://www.algaebase.org">www.algaebase.org</a></p>

<p><b>Figure 48 :</b> <i>Enteromorpha intestinalis</i> <sup>2</sup></p> <hr/> <p>utilisée en médecine en raison de la présence des vitamines et de substances antimicrobiennes</p>	
<p><b>Figure 49 :</b> <i>Enteromorpha linza</i> <sup>1</sup></p> <hr/> <p>Utilisation médicale potentielle grâce aux actions antimicrobiennes démontrées.</p>	
<p><b>Figure 50 :</b> <i>Halimeda tuna</i> <sup>2</sup></p> <hr/> <p>Utilisation potentielle médicale en raison de ses actions antimicrobiennes.</p>	

**Figure 51 :** *Ulva lactuca*<sup>1</sup>

---

Utilisation médicale en raison des vitamines C et B1 et des substances antimicrobiennes.



**Figure 52 :** *Ulva prolifera*<sup>2</sup>

---

Utilisation en médecine et pharmacie et autres utilisations possibles.



**Figure 53 :** *Ulva rigida*<sup>2</sup>

---

Utilisation potentielle dans le domaine médical en raison des vitamines C et B1 et des substances antimicrobiennes.



4-2-1-6-Production d'énergie

**Figure 54 :** *Codium bursa*<sup>2</sup>

---

Y compris pour la production d'énergie (méthanisation de la biomasse).

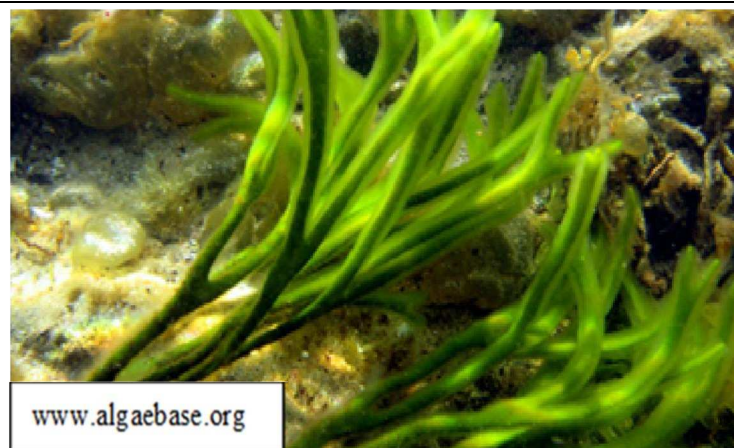


4-2-1-7-Cosmétique

**Figure 55 :** *Codium tomentosum*<sup>2</sup>

---

On l'utilise en cosmétologie



### 4-3-Discussion :

À partir des résultats de cette deuxième partie de notre étude, nous déduisons que parmi les principaux domaines d'utilisation de nos algues, on retrouve essentiellement le domaine de la santé et celui de l'alimentation humaine.

- Dans le domaine de la médecine et pharmacie, on estime 14 espèces d'algues utilisables, soit une dominance qualitative  $DQ=77.77\%$  (ex : *Enteromorpha compressa*, *Ulva prolifera*.....etc.).
- Pour ce qu'est du domaine de l'alimentation humaine, on retrouve 11 espèces avec une dominance qualitative  $DQ=61.11\%$  (ex : *Ulva lactuca*, *Chaetomorpha aerea*, *Codium vermilara*, *Enteromorpha compressa*...etc.).
- Dans le domaine de l'alimentation animal on retrouve 7 espèces, avec une dominance qualitative  $DQ=38.88\%$  (ex : *Codium fragile*, *Halimeda tuna*, *Ulva rigida*.....etc.).
- Pour l'aquaculture, 5 espèces peuvent être utilisées, soit une dominance qualitative  $DQ=27.77\%$  (ex : *Caulerpa prolifera*, *Chaetomorpha aerea*...etc.).
- 3 espèces pourraient être valorisées dans le domaine de l'agriculture avec une dominance qualitative  $DQ=16.66\%$  (ex : *Codium fragile*, *Halimeda tuna*, *Ulva rigida*...etc.).
- Seulement une espèce est utilisable en production d'énergie (*Codium bursa*) et qu'une seule utilisée en cosmétique (*Codium tomentosum*) avec  $DQ=5.55\%$  pour chacune.

Nous pouvons ainsi conclure que les algues vertes des côtes algériennes pourraient être plus utilisables en aquaculture, médecine et pharmacie, suivis par celui de l'alimentation humaine et enfin dans l'alimentation animale.

*Conclusion*

## Conclusion

Notre étude a porté sur la mise à jour de l'inventaire des Chlorobiontes des côtes algériennes, ainsi que l'actualisation de sa taxonomie. Nous dénombrons à ce jour 71 espèces de macroalgues du groupe des Chlorobiontes sur les côtes algériennes.

- L'ordre des Bryopsidales est le plus dominant avec 25 espèces, soit 35% de l'ensemble des chlorobiontes, suivie des Cladophorales (21 espèces, soit 30%) et en dernier les Ulvales (18 espèces, soit 25%).
- Sur le plan écologique, l'inventaire des Chlorobiontes des côtes algériennes révèle une présence importante des espèces Sciaphiles avec 13 espèces, soit 18% (exemple : *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna*, *Codium effusum ...etc.*) suivi des espèces Photophiles (9 espèces, soit 13% telles que : *Caulerpa prolifera*, *Codium bursa*, *Codium fragile....etc.*).

En revanche, les espèces dites indicatrices de pollution sont peu présentes sur nos côtes avec 5 espèces, soit 7% comme exemple : *Bryopsis plumosa*, *Derbesia tenuissima*, *Cladophora sericea...etc.*

En comparaison avec la flore des Chlorobiontes de la côte tunisienne, l'indice de similitude de Sørensen obtenu signifie que les deux communautés algales se rapprochent sur le plan taxonomique et écologique, comme exemple : *Bryopsis duplex*, *Caulerpa prolifera*, *Chaetomorpha aerea*, *Ulva lactuca...etc.*

Les Chlorobiontes présentes sur nos côtes s'avèrent très intéressantes dans divers domaines industriels tels que :

- La santé, comme : *Caulerpa prolifera*, *Cladophora lateaverens....etc.*
- Dans l'alimentation humaine, telle que : *Caulerpa prolifera*, *Chaetomorpha aerea*, *Codium fragile...etc.*
- Alimentation animale, exemple : *Codium vermilara*, *Halimeda tuna....etc.*
- En aquaculture, comme : *Caulerpa prolifera*, *Cladophora rupestris....etc.*
- Et enfin en agriculture, exemple : *Ulva prolifera*, *Ulva lactuca*, *Codium bursa...etc.*

La présence, sur nos côtes, des espèces algales à diverses utilisations est intéressante sur le plan économique, à condition de tenir compte de la préservation des ressources végétales et la durabilité de l'écosystème marin. C'est la raison pour laquelle, il est nécessaire de développer l'algoculture en Algérie.

Ce présent travail peut être désormais considéré, comme un outil de référence relatif à l'inventaire et la taxonomie actuels des Chlorobiontes des côtes algériennes.

# *Bibliographie*

## Bibliographies

Arzel, P. (1992). Les algues et invertébrés marins des pêches françaises. *Paris : Ifremer*, 392p.

Arzel, P. (2003). Les algues : produits, saveurs et santé de la mer. *Paris : Ifremer*, 103p.

Benarous, A. (2012). Etude de la flore algale de la cote Est d'Alger (Boumèrdes) : Taxonomie et utilisation. *Mémoire Ingénieur d'état. ENSSMAL.*, Alger, 51p.

Benarous, A. (2012). Etat des connaissances et possibilité d'exploitation des macro-algues en Algérie. *Mémoire Master LMD. ENSSMAL.*, Alger, 41p.

Boudouresque, C.F. e : Boudouresque, E. (1969). Contribution à la flore des algues marines de l'Algérie. *Bul l Mu s His t nat. Marseille. Fr. . 2°*, pp. 129-136

Boudouresque, C.F. (1971). Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (*en particulier phytobenthos*). *Théthys. Fr.*, vol. 3(1), pp. 79-104.

Boudouresque, C.F. (1984). Groupes écologiques des algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée nord-occidentale : *Une revue Gior. Bot. Ital.*, pp. 118 (suppl-2) 7-42.

Boudouresque, C.F et Cabioch, J. (1992). Guide des algues des mers d'Europe. *Edit Neuchate, Paris*, (231p.). *Rapp. Comm. Int. Mer medt.*

Boudouresque, C.F Noilles, M.C. (1992) .Elément pour une flore des algues de la région de *Banyulssur-Mer*, 27p.

Boudouresque, C.F et Cabioch, J. (2006). Guide des algues des mers d'Europe. *Edit De la chaux et Niestlé.*, Paris, 267p.

Chalabi, A. Semroud, R. Grimes, (2002). Plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique en Région Méditerranéenne. *Rapp Nat PAS BIO. Algérie*, 153p.

Chouiref, M. & Fatnassi, W. (2010). Recherche des espèces algales à intérêt aquacole dans la région de Tipaza : Utilisation et Valorisation. *Mémoire Ingénieur d'état. ENSSMAL.*, Alger, 57p.

Delepine, R. (1982). Valorisation et utilisation des algues, *Paris : Ifremer*, 211p.

Delepine, R. (1988). Valorisation des algues et autres végétaux aquatiques. *Paris : Ifremer*, 349p.

Delepine, R. Boudouresque, C.F. Frada-Orestano, C. Noilles, MC et Asensi, A. (1987). Algues et autres végétaux marins. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Révision méditerranée et mer noire, zone de la pêche, volume I végétaux et invertébrés. FAO, Rome, 136p.

Données F.A.O. (2010). Algoculture des algues vertes dans le monde

Données F.A.O. (2011). Production des algues

Données F.A.O. (2012). La récolte d'algues alimentaires sauvages

Feldmann, J. (1931). Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie. Les algues de Cherchell. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*. Algérie, 22, pp. 179-254.

Feldmann, J. et Feldmann, G. (1942). Addition à la flore des algues marines de L'Algérie, Fascicule 2. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord*, Algeria, 33, pp. 230-245.

Feldmann, J. (1947). Addition à la flore des algues marines de L'Algérie. Fascicule 4. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord*, Algeria, 38, pp. 80-91.

Feldmann, J. (1961). Note sur les Algues marines de la Galite. *Rapp. P. V. Réunion. Commiss. Internation. Explor. Sci. Mer médit.*, vol. 16(2), pp. 503-508.

Fischer, W. M.-L. Bauchot, et M. Schneider, (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. Rome, FAO, Vol. 1, 760 p.

Franq, M. et al. (2007). Projet « vert » : algue alimentation. *Edit Ecole supérieure d'Agronomie : E.S.A, Franc*, 13p.

Gayral, P. (1966). Les algues des côtes françaises (Manche et Atlantique)., *Edit Douane*, Paris, 611p.

Geraldine, T. (2004). Les algues : un monde à découvrir. *Edit Qubecor*, 120p.

- Guilcher, A. (1979). Précis d'hydrologie marine et continentale. Masson, 2<sup>e</sup> Edit. Paris, 344p.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2015). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 13 Mai 2015
- Hamel, G. (1931). Chlorophycées des côtes françaises. *Rev. Algol* 1 à 6, 168p.
- Jean-Marie, D. (2006). Les algues alimentaires : riches légumes de la mer. *Edit medicis*, 126p.
- Jean-paul, A & Yann, L. (2005). Les algues. *Edit Jean Paul gisserot*, 27p.
- Kadari-Meziane, Y. (1994). Contribution de la pollution sur la distribution spatio-temporelle des peuplements phytobenthiques dans la baie de Bou-Ismaïl (Algérie), *Thèse magister, E.N.S, Vieux Kouba, Alger*, pp. 1-226.
- Karali, A. (2010). Contribution à l'étude des biocénoses Remarquables (bioconcrétionnements) de la région centre la côte algérienne (diversité, taxonomie, caractérisation des peuplements associés). *Thèse magister, U.S.T.H.B., Alger*, 108p.
- Méchèle, C. (1995). Découvrez les algues : propriétés, application, recettes. *Edit Chiron*, 195p.
- Millot, C. (1985). Some features of the Algerian current. *J Geophys. Res.*, C4, 90p.
- Ould Ahmed, N. (1994). Etude des espèces phytobenthique au voisinage de la centrale thermique de mers El Hadjadj (Golf d'Arzew ; Ouest algérien). Mention particulière sur une espèce remarquable chlorophyte caulerpale ; *Caulerpa prolifera* Lmouroux *Thèse magister. I.S.M.A.L. Alger*, 263p+78tab+annexes
- Ould-Ahmed, N. et Meinesz, (2007). First record of the invasive algae *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta) on the coast of Algeria. *Edit Cryotogamie, Algologie. Vol. 28(3)*, pp.303-305.
- Ould Ahmed, N. (2015). Etude des algues des côtes algériennes : connaissance, caractérisation, conservation et utilisation. *Thèse Doctorat. E.N.S.A. Alger*, 207p.
- Perez, R. (1992). La culture des algues marines dans le monde. *Paris : Ifremer*, 613p.

- Perez, R. (1997). Ces Algues qui nous entourent : conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisation, culture. *Paris : Ifremer, 272p.*
- Perret-Boudouresque, M et Seridi, H. (1989). Inventaire des algues marines benthiques d'Algérie. *G.I.S Podonie Publi. Marseille. France, 117p.*
- Person, J. (2010). Algues, filières du futur. *Edit Adebitech, 163p.*
- Sayah, A. (2010). Etude de la flore algale de la région ouest d'Alger : Taxonomie et valorisation. *Mémoire Ingénieur d'état. ENSSMAL., Alger, 81p.*
- Seridi, H. (1990). Etude des algues marines benthiques de la région d'Alger. *Thèse magister. U.S.T.H.B., Alger, 129p, +130 pl., +117p.*
- Seridi, H. (2007). Étude de la flore algale de l'Algérie. Etude phytosociologique des peuplements algaux photophiles de l'infralittoral supérieur de substrat dur. *Thèse Doctorat d'état en Sciences Biologiques. U.S.T.H.B., Alger, 174p.*
- Tebbal-Baba Ali, A. (2011). Composition chimique et minérale de quatre algues benthiques de la région de Kouali (Tipaza). *Mémoire Ingénieur d'état. ENSSMAL., Alger, 70p.*
- Verlaque, M. (1987). Contribution à l'étude du phytobenthos d'un photophile marin en Méditerranée Occidentale Etude structurale et dynamique du phytobenthos et analyse des relations faune-flore. *Thèse de doctorat d'état Univ : Aix Marseille, 389p.*
- Véronique, L. & Jean-Yves, F. (2010). Les secrets des Algues. *Edit Quae, Versailles Cedex, 167p.*

# *Annexes*

**Tableau 1 :** Composition chimique moyenne d'*Ulva lactuca* (Delepine R., 1988).

COMPOSITION (sur extrait sec)	TENEUR	COMPOSITION	TENEUR
Matière grasse %	2,8	Hystidine	0,198
Cellulose %	5,3	Arginine	0,673
Extractif non azoté %	41	Tryptophane	0,15
<b><u>Matières minérales</u></b>	35,3	NH <sub>3</sub> (après hydrolyse 6N)	1,51
Phosphore total %	0,24	<b><u>Polysaccharides %</u></b>	
Calcium %	2	Acides uroniques	7,8
Magnésium %	2,2	Glucose	3,9
Sodium %	0,9	Mannose	1,2
Soufre %	7	Rhamnose	17,0
Fer mg/Kg	1570	Xylose	3,0
Zinc mg/Kg	1 6	Galactose	1,3
Manganèse mg/Kg	57	<b><u>Vitamines</u></b>	
Cuivre mg/Kg	9	Vitamines A UI	6050
Iode mg/Kg	220	Vitamines B1 mg/Kg	3,98
Cobalt mg/Kg	0,45	Vitamines B12	0,054
Sélénium	0,063	Vitamines C mg/Kg	19,9
Nickel mg/Kg	32,4	Vitamines D UI	864
Cadmium mg/Kg	0,101	Vitamine E mg/Kg	33,7
Plomb mg/Kg	0,896	<b><u>Pigments (mg/Kg)</u></b>	
Mercuré mg/Kg	0,149	Chlorophylles a	1130
Bore mg/Kg	18,1	Chlorophylles b	329
Chrome mg/Kg	24,2	Caroténoïdes	187
Molybdène mg/Kg	2,75	Carotènes	1,51
Arsenic mg/Kg	4,68	dont	
<b><u>Acides aminés %</u></b>		-α Carotène	0,17
Méthionine + Cystine	0,52	-β Carotène	1,34
Méthionine	0,30	-γ Carotène	-
Cystine	0,21	Xanthophylles	185
Lysine	0,68	dont	
Acide aspartique	1,78	-Lutéine	58
Thréonine	0,78	-Zéaxanthine	16
Serine	0,83	-Autres	11
Acide glutanique	1,48		
Proline	0,628		
Glycine	0,92		
Alanine	1,30		
Valine	0,891		
Isoleucine	0,527		
Leucine	1,03		
Tyrosine	0,371		
Phénylalanine	0,734		

**Tableau 2** : Groupe écologique de chaque espèce inventoriée (Boudouresque C.F.,1984).

<b>Ordres</b>	<b>Espèces</b>	<b>Groupes écologiques</b>
<b>Bryopsidales</b>	<i>Bryopsis corymbosa</i>	EM
	<i>Bryopsis cupressina</i>	SSP
	<i>Bryopsis duplex</i>	PhIB
	<i>Bryopsis hypnoides</i>	SCI
	<i>Bryopsis muscosa</i>	EM
	<i>Bryopsis plumosa</i>	PhIP
	<i>Bryopsis secunda</i>	SSP
	<i>Caulerpa prolifera</i>	PhIM
	<i>Caulerpa cylindracea</i>	SSP
	<i>Codium adhaerens</i>	SSP
	<i>Codium bursa</i>	PhIC
	<i>Codium decorticatum</i>	SSP
	<i>Codium effusum</i>	SCI
	<i>Codium fragile</i>	PhIG
	<i>Codium tomentosum</i>	SSP
	<i>Codium vermilara</i>	SCI
	<i>Derbesia tenuissima</i>	ETN
	<i>Flabellia petiolata</i>	AS
	<i>Halimeda tuna</i>	AS
	<i>Ostreobium quekettii</i>	SSP
	<i>Pedobesia simplex</i>	SSP
	<i>Pedobesia solieri</i>	SSP
	<i>Penicillus capitatus</i>	PhIM
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i>	SIC	
<i>Pseudobryopsis myura</i>	SSP	
<b>Cladophorales</b>	<i>Anadyomene stellata</i>	PhIT
	<i>Chaetomorpha aerea</i>	RM
	<i>Chaetomorpha capillaris</i>	EM
	<i>Chaetomorpha linum</i>	SSP
	<i>Cladophora albida</i>	SSP
	<i>Cladophora coelothrix</i>	SSBc
	<i>Cladophora dalmatica</i>	RMM2
	<i>Cladophora echinus</i>	PhIC
	<i>Cladophora hutchinsiae</i>	SCI
	<i>Cladophora laetevirens</i>	RMM2
	<i>Cladophora lehmanniana</i>	SCI
	<i>Cladophora pellucida</i>	SSB
	<i>Cladophora prolifera</i>	AS
	<i>Cladophora ruchingeri</i>	SSP
	<i>Cladophora rupestris</i>	SSP
	<i>Cladophora sericea</i>	ETN
	<i>Cladophora vagabunda</i>	SSP
	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	SSP
	<i>Rhizoclonium riparium</i>	SSP

	<i>Valonia macrophysa</i> <i>Valonia utricularis</i>	SC SSB
<b>Dasycladales</b>	<i>Acetabularia acetabulum</i> <i>Dasycladus vermicularis</i> <i>Parvocaulis parvulus</i>	PhIC PhIT SSP
<b>Ulvales</b>	<i>Blastophysa rhizopus</i> <i>Blidingia marginata</i> <i>Epicladia flustrae</i> <i>Entocladia major</i> <i>Entocladia pennata</i> <i>Phaeophila dendroides</i> <i>Tellamia contorta</i> <i>Ulva clathrata</i> <i>Ulva compressa</i> <i>Ulva flexuosa</i> <i>Ulva intestinalis</i> <i>Ulva lactuca</i> <i>Ulva linza</i> <i>Ulva prolifera</i> <i>Ulva rigida</i> <i>Ulvella lens</i> <i>Ulvella porphyrae</i> <i>Ulvella viridis</i>	SSP SSP SSP SSP SSP SSP SSP SSP SSP RMM2 SSP SSP PhIP SSP SSP SSP PhIP SSP SSP SSP
<b>Ulotrichales</b>	<i>Gomontia polyrhiza</i> <i>Monostroma grevillei</i> <i>Ulothrix flacca</i> <i>Ulothrix subflaccida</i>	SSP SSP RMS SSP

**Tableau 3** : Liste des chlorobiontes des côtes Tunisiennes (Guiry et Guiry, 2015)

Nom de l'espèce	Nom actuel
<i>Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P.C.Silva	
<i>Acrochaete viridis</i> (Reinke) R.Nielsen	<i>Ulvella viridis</i> (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C.Agardh	
<i>Blidingia marginata</i> (J.Agardh) P.J.L.Dangeard ex Bliding	
<i>Bryopsis balbisiana</i> J.V.Lamouroux	<i>Bryopsis duplex</i> De Notaris
<i>Bryopsis duplex</i> De Notaris	
<i>Bryopsis hypnoides</i> J.V.Lamouroux	
<i>Bryopsis muscosa</i> J.V.Lamouroux	
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C.Agardh	
<i>Caulerpa prolifera</i> (Forsskål) J.V.Lamouroux	
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J.Agardh	
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> (Sonder) Verlaque, Huisman & Boudouresque	<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>turbinata</i> (J.Agardh) Eubank	<i>Caulerpa chemnitzia</i> (Esper) J.V.Lamouroux
<i>Caulerpa taxifolia</i> (M.Vahl) C.Agardh	
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing	
<i>Chaetomorpha capillaris</i> (Kützing) Børgesen	<i>Chaetomorpha ligustica</i> (Kützing) Kützing
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F.Müller) Kützing	
<i>Chaetomorpha mediterranea</i> var. <i>crispa</i> (Feldmann) Gallardo et al.	<i>Chaetomorpha ligustica</i> (Kützing) Kützing
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing	
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützing	
<i>Cladophora crystallina</i> (Roth) Kützing	<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützing	
<i>Cladophora echinus</i> (Bialetto) Kützing	
<i>Cladophora feredayi</i> Harvey	
<i>Cladophora fracta</i> (O.F.Müller ex Vahl) Kützing	
<i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Kützing	
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing	
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing	
<i>Cladophora lutescens</i> Kützing	<i>Cladophora dalmatica</i> Kützing
<i>Cladophora pellucida</i> (Hudson) Kützing	
<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützing	
<i>Cladophora ruchingeri</i> (C.Agardh) Kützing	
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing	
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing	
<i>Cladophora utriculosa</i> Kützing	<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek	

Cladophoropsis membranacea (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen	
Cladophoropsis modonensis (Kützing) Reinbold	Cladophora coelothrix Kützing
Codium bursa (Olivi) C.Agardh	
Codium decorticatum (Woodward) M.A.Howe	
Codium effusum (Rafinesque) Delle Chiaje	
Codium fragile subsp. tomentosoides (van Goor) P.C.Silva	Codium fragile subsp. fragile (Suringar) Hariot
Codium tomentosum Stackhouse	
Codium vermilara (Olivi) Delle Chiaje	
Dasycladus claviformis (Roth) C.Agardh	Dasycladus vermicularis (Scopoli) Krasser
Dasycladus vermicularis (Scopoli) Krasser	
Derbesia lamourouxii (J.Agardh) Solier	Pedobesia simplex (Meneghini ex Kützing) M.J.Wynne & F.Leliaert
Derbesia tenuissima (Moris & De Notaris) P.L.Crouan & H.M.Crouan	
Enteromorpha clathrata (Roth) Greville	Ulva clathrata (Roth) C.Agardh
Enteromorpha compressa (Linnaeus) Nees	Ulva compressa Linnaeus
Enteromorpha flexuosa (Wulfen) J.Agardh	Ulva flexuosa Wulfen
Enteromorpha intestinalis (Linnaeus) Nees	Ulva intestinalis Linnaeus
Enteromorpha linza (Linnaeus) J.Agardh	Ulva linza Linnaeus
Enteromorpha muscoides (Clemente) Cremades	Ulva clathrata (Roth) C.Agardh
Enteromorpha prolifera (O.F.Müller) J.Agardh	Ulva prolifera O.F.Müller
Enteromorpha ramulosa (Smith) Carmichael	Ulva clathrata (Roth) C.Agardh
Enteromorpha ramulosa var. robusta Hauck	Ulva clathrata (Roth) C.Agardh
Entocladia viridis Reinke	Ulvella viridis (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor
Flabellia petiolata (Turra) Nizamuddin	
Gomontia polyrhiza (Lagerheim) Bornet & Flahault	
Halicystis parvula F.Schmitz ex Murray	Derbesia tenuissima (Moris & De Notaris) P.L.Crouan & H.M.Crouan
Halimeda tuna (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux	
Halimeda tuna f. platydisca (Decaisne) E.S.Barton	Halimeda tuna (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux
Microdictyon tenuius J.E.Gray	Microdictyon umbilicatum (Velley) Zanardini
Pedobesia lamourouxii (J.Agardh) Feldmann, Loreau, Codomier & Couté	Pedobesia simplex (Meneghini ex Kützing) M.J.Wynne & F.Leliaert
Penicillus capitatus Lamarck	
Pringsheimiella scutata (Reinke) Marchewianka	Ulvella scutata (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B.Wysor
Pseudobryopsis myura (J.Agardh) Berthold	
Pseudochlorodesmis furcellata (Zanardini) Børgesen	

<i>Pseudochlorodesmis tenuis</i> Ercegovic	
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey	
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing	
<i>Tellamia contorta</i> Batters	
<i>Trichosolen myurus</i> (J.Agardh) W.R.Taylor	<i>Pseudobryopsis myura</i> (J.Agardh) Berthold
<i>Udotea petiolata</i> (Turra) Børgesen	<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret	
<i>Ulothrix implexa</i> (Kützing) Kützing	
<i>Ulothrix pseudoflacca</i> Wille	<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret
<i>Ulothrix subflaccida</i> Wille	
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	
<i>Ulva olivascens</i> P.J.L.Dangeard	<i>Umbraulva dangeardii</i> M.J.Wynne & G.Furnari
<i>Ulva rigida</i> C.Agardh	
<i>Valonia aegagropila</i> C.Agardh	
<i>Valonia macrophysa</i> Kützing	
<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C.Agardh	