

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المعهد الوطني لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

Option : Aquaculture

Extraction de phycocolloïdes alginiques à base de deux Fucophyceae:
Cystoseira barbata (Goodenough et Woodward) C. Agardh et *Sargassum*
vulgare C. Agardh et étude de la flore algale associée dans la baie de
Bou-Ismaïl



Présenté par : BENALI MYRIAM et KARALI AMINA

Soutenu le : 04 Juillet 2006

Devant la commission d'examen composée de :

Président : F. LOUANCHI Maître de conférence à l'ISMAL

Examineur : S. GRIMES Chargé de cours à l'ISMAL

Examineur : C. AISSOU Chargée de cours à l'ISMAL

Co-promoteur : O. BENCHABANE Chargé de cours à l'INA

Promoteur : N. OULD AHMED Chargée de cours à l'ISMAL

Promotion : 2005 – 2006

Sommaire :

Introduction

Chapitre I : Généralités

I.1 L'utilisation des algues	1
I.2 Propriétés des alginates	3
I.2.1 Définition, composition et structure	3
I.2.2 Localisation et biosynthèse.....	5
I.2.3 Poids moléculaire	8
I.2.4 Poids équivalent.....	8
I.2.5 Solubilité.....	8
I.2.6 Rapport M/G.....	8
I.2.7 Viscosité.....	8
I.2.8 Gélification.....	8
I.2.9 Aspect toxicologique	9
I.3. Domaines d'application des alginates.....	9
I.3.1 Application des alginates dans l'industrie alimentaire	10
I.3.2 Application des alginates dans l'industrie non alimentaire.....	10
I.3.2.1 En agriculture.....	11
I.3.2.2 En pharmacologie	11
I.3.2.3 Traitements des eaux	11
I.3.2.4 En biotechnologie	11
I.3.2.5 En textile.....	11
I.3.2.6 Autres utilisations.....	12
I.4. Extraction des alginates	12
I.4.1 Principe d'extraction.....	12
I.4.2 Principe de transformation de l'alginate en acide alginique.....	13
I.5 Les espèces alginophytes.....	14
I.6 Variations du taux d'alginates et du rapport M/G	14
I.6.1 Selon les espèces.....	14
I.6.2 Selon la partie végétative de l'algue.....	15
I.6.3 Selon les saisons.....	16

I.7 Etude de la flore algale	17
I.7.1 Critères de choix des deux alginophytes étudiés ; <i>Sargassum vulgare</i> C. Agardh et <i>Cystoseira barbata</i> (Goodenough et Woodward) C. Agardh	17
I.7.1.1 Critères communs aux deux espèces et leur position systématique.....	17
I.7.1.2 Critères du choix de <i>Sargassum vulgare</i> C. Agardh	17
I.7.1.3 Critères du choix de <i>Cystoseira barbata</i> (Goodenough et Woodward)C. Agardh.	19
I.8 Description de <i>Sargassum vulgare</i> et de <i>Cystoseira barbata</i>	19
I.8.1 <i>Sargassum vulgare</i>	19
I.8.1.1 Description	19
I.8.1.2 Biologie.....	20
I.8.1.3 Ecologie	20
I.8.1.4 Signalisations antérieures	20
I.8.2 <i>Cystoseira barbata</i>	20
I.8.2.1 Description.....	20
I.8.2.2 Biologie.....	21
I.8.2.3 Ecologie.....	21
I.8.2.4 Signalisations antérieures.....	21
I.9 Possibilités de culture de <i>Sargassum vulgare</i> et <i>Cystoseira barbata</i>	23
I.10 Données sur baie de Bou-Ismaïl.....	24
I.10.1 La station de Bou-Ismaïl.....	25
I.10.1.1 Situation géographiques.....	25
I.10.1.2 Aspects météorologiques	26
I.10.1.3 Facteurs hydrodynamiques.....	27
I.10.1.4 Pollution de la station de Bou-Ismaïl.....	27
I.10.2 La station de l'anse de Kouali	27
I.10.2.1 Situation géographique.....	27
I.10.2.2 Aspects météorologiques	28
I.10.2.3 Facteurs hydrodynamiques.....	29
I.10.2.4 Pollution de l'anse de Kouali.....	29

Chapitre II: Matériels et méthodes

II.1. La récolte des algues destinées à l'extraction.....	30
II.2 Etude au laboratoire.....	32
II.2.1 Détermination spécifique.....	32
II.2.2 Le séchage.....	32
II.2.3 Le broyage.....	32
II.2.4 Extraction des alginates.....	32
II.2.5 La purification.....	32
II.2.6 Le test d'identification de l'alginate.....	33
II.2.7 Le rapport M/G.....	33
II.3 La récolte de la flore algale associée.....	34
II.3.1 L'échantillonnage.....	34
II.3.2 Etude au laboratoire.....	34
II.3.2.1 Détermination et Systématique adoptée.....	34
II.3.2.2 Les paramètres analytiques.....	34
II.3.2.2.1 Le coefficient T.....	34
II.3.2.2.2 Le coefficient Q.....	35
II.3.2.2.3 La dominance qualitative DQ%.....	35
II.3.2.2.4 Le rapport R/P.....	35
II.3.2.2.5 Les groupes écologiques.....	35

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1 Extraction des alginates.....	36
III.1.1 Le rendement en alginates.....	36
III.1.2 L'identification de l'alginate.....	38
III.1.3 Le rapport M/G.....	38
III.2 Flore algale.....	38
III.2.1 La liste floristique au niveau des deux sites.....	39
III.2.1.1 Bou-Ismaïl.....	39
III.2.1.2 Anse de Kouali.....	41
III.2.2 Les paramètres analytiques.....	44

Conclusion

Bibliographie

Annexes

Liste des abréviations

- A° : Angstrum
- AFAA : Agence Française pour l'Algologie appliquée
- C° : degré Celsius
- C.E.T: Complexe d'Extension Touristique
- cm : centimetre
- CMC: Carboxy-Méthyl-Cellulose
- CNDPA : Centre National de Documentation pour la Pêche et l'Aquaculture.
- CROP : Centre de Recherches d'Océanographie et des Pêches
- CT : Coupe transversale
- FAO: Food and Agriculture Organisation
- ECOREP: Entreprise de Construction et Réparation des bateaux de pêche.
- g: gramme
- GRAS: Generally Recognised As Safe
- ha : hectare
- H(Alg): Acide alginique
- Na⁺(Alg): Alginate de sodium
- I.S.M : Institut Supérieur Maritime.
- I.S.M.A.L : Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral
- I.N.A : Institut National d'Agronomie
- Km : kilomètre
- Kg : kilogramme
- l : litre
- m : mètre
- M/G : rapport acide mannuronique sur acide guluronique
- ml : millilitre
- mm : millimètre
- MPRH : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.
- Munda : Institut de l'Académie des Sciences, Ljubljana, Yougoslavie (Algues).
- µm : micromètre
- N : Nord
- NE : Nord Est
- N° : numéro
- R/P : rapport des Rhodophytes sur les Phaeophytes
- UNDP : United Nations for Development and Demonstration project
- US : United States

Liste des figures dans le texte

- Figure 1** : Les différentes utilisations des algues, avec les tonnages respectifs.
- Figure 2** : Mise en évidence de la place des phycocolloïdes parmi les colloïdes.
- Figure 3** : Représentation d'un acide mannuronique, et d'un acide guluronique.
- Figure 4** : Structure de l'acide alginique.
- Figure 5** : Représentation de la structure en « boîte à oeuf » de l'alginate.
- Figure 6** : Voie de synthèse proposée pour l'acide alginique
- Figure 7** : Représentation de l'acide alginique en « egg-box » (pouvoir gélifiant).
- Figure 8** : Principales utilisations de l'acide alginique et de ses sels
- Figure 9** : Variations saisonnières du taux d'alginate chez *Laminaria*
- Figure 10** : Classification des deux algues récoltées
- Figure 11** : Thalle de *Sargassum vulgare*
- Figure 12** : Thalle de *Cystoseira barbata*
- Figure 13** : Localisation de la baie de Bou-Ismaïl
- Figure 14** : Localisation de la station de Bou Ismaïl
- Figure 15** : Localisation de la station de l'anse de Kouali
- Figure 16** : Station de récolte à Bou-Ismaïl
- Figure 17** : Station de récolte à Kouali
- Figure 18** : Exposition de *Sargassum vulgare* à la dessiccation
- Figure 19** : Dominance qualitative globale DQ (%) des grands groupes systématiques d'algues dans la station de Bou-Ismaïl.
- Figure 20** : Dominance qualitative globale DQ (%) des grands groupes systématiques d'algues à l'anse de Kouali.

Liste des tableaux dans le texte

Tableau 1 : Principaux alginophytes produits de par le monde

Tableau 2 : Teneurs en acide alginique et le rapport M/G des principaux alginophytes

Tableau 3 : Proportion de l'acide mannuronique (%) dans des alginates extraits des différentes parties de thalès.

Tableau 4 : Données climatiques pour le mois de Février (période de la récolte de nos algues)

Liste des tableaux en annexe

Tableau 1 : Affinité écologique des espèces recensées au niveau de Bou-Ismaïl.

Tableau 2 : Affinité écologique des espèces recensées au niveau de Kouali.

Illustrations des algues en annexe

Introduction générale

Introduction générale

L'engouement pour l'utilisation des algues marines ne cesse de s'accroître et les stocks naturels ne répondent plus aux exigences quantitatives mais aussi qualitatives du marché actuel. Si l'on prend en compte les chiffres avancés par la FAO en 2004, il est question d'une production algale annuelle totale de 5.5 à 6 milliards de dollars US, dont 5 pour la consommation humaine et 1 milliards de dollars pour les substances extraites de ces algues (les phycocolloïdes). Le reste revient à diverses utilisations.

C'est face à cette demande grandissante, dans une optique de développement durable et d'optimisation des rendements, que les recherches se penchent aujourd'hui sur divers aspects de l'algologie, à savoir, la taxonomie, l'écologie, la génétique, la physiologie, la biochimie, la culture, l'économie, l'utilisation directe ou indirecte et autres.

En Algérie, les travaux sur la flore algale sont surtout connus par d'anciens travaux; les premiers remontent à ceux de Montagne (1838), de Debray (1897) et notamment ceux de J. Feldmann et G. Feldmann dont les travaux se sont étalés sur plusieurs années (*in* Ould Ahmed, 1994). Perret Boudouresque et Seridi (1989) dénombrent 468 taxons en Algérie. Seridi (1990), porte ce nombre à 478 taxons. 5 nouvelles espèces algales sont recensées par Ould Ahmed (1994) à Arzew, auxquelles s'ajoutent 12 nouvelles espèces recensées par Kadari-Méziane (1994).

Quant à leur utilisation, et selon le Comité interministériel pour l'élaboration, l'évaluation et le suivi du programme pour la préservation et la mise en valeur des ressources algales, la totalité des phycocolloïdes utilisés dans l'industrie ou en thalassothérapie est importée (Zeid, 2004). Les gisements naturels d'algues pour une exploitation, économiquement rentable, ne sont pas connus.

Cependant, des essais à petite échelle d'extraction de phycocolloïdes, notamment des alginates, ont été réalisés, ils ont concerné quelques espèces du genre *Cystoseira* :

Cystoseira sedoides : (Benchabane, 1988); *Cystoseira crinita* : (Mammeri et Oulamara, 1993); *Cystoseira tamariscifolia* : (Benmekki et Djimili, 2004); *Cystoseira stricta* (Amarache, 2005)... etc.

Ce présent travail s'intègre d'une part, dans le cadre d'une contribution à la mise en place d'une base de données pour le recensement du phytobentos de la baie de Bou-Ismaïl, et d'autre part, à la recherche d'algues à intérêt économique en vue de leur mise en valeur.

Il sera donc question dans ce travail, et dans le cadre d'une coopération avec l'I.N.A, d'évaluer les taux d'alginates respectivement extraits de deux espèces de Chromobiontes; *Sargassum vulgare* C. Agardh, récoltée à 200m de l'ECOREP à Bou-Ismaïl et *Cystoseira barbata* (Goodenough et Woodward) C. Agardh, récoltée à l'anse de Kouali, et d'en apprécier le pouvoir gélifiant. En parallèle, une étude systématique de l'ensemble des espèces associées et épiphytes aux deux alginophytes est réalisée. Son interprétation est appuyée sur un certain nombre de paramètres analytiques qui visent à mieux connaître le biotope dans lequel nos deux espèces sont susceptibles de vivre.

Un seul échantillonnage pour chacun des deux sites, à une profondeur comprise entre 0 et -100cm et une seule saison ont été pris en considération.

Généralités

Chapitre I : Généralités

I.1 L'utilisation des algues

Il y a diversification effrénée des usages et applications des algues marines et des produits dérivés de ces dernières qui sont résumés dans la figure 1.

L'Homme utilise principalement les algues, selon deux manières :

- Par une consommation directe et ceci concerne les algues dites : « Alimentaires »; ces dernières sont d'une incomparable richesse en éléments minéraux, notamment en iode. Leur intérêt nutritionnel réside également dans les fibres, les protéines, les vitamines et les lipides qu'elles renferment (Pérez, 1997).
- Par l'utilisation de leurs extraits tels que les phycocolloïdes, notamment dans la gélification des solutions aqueuses. C'est, selon, Campbell (1995), le cas des algues dont une bonne partie de la matière organique qu'elle contiennent sont des polysaccharides que l'humain ne peut digérer. On en extrait alors, et à des fins commerciales, des substances gélifiantes contenues dans leurs parois. Ces colloïdes ou encore appelés les « structurants » extraits d'algues marines, représentent plus de 39% des colloïdes produits dans le monde (Pérez, 1997). Ils sont représentés par les alginates, les carraghénanes et les agars, les deux derniers ne faisant pas partie de notre travail, seules leurs brèves définitions sont données comme suit, et dont les utilisations sont résumées dans la figure 2.

Les Carraghénanes

Les carraghénanes sont des substances extraites de la paroi des Rhodobiontes (Algues rouges), ce sont des polymères qui dérivent du galactose.

L'agar

On désigne sous le nom d'agars des substances qui, extraites de certaines Rhodobiontes de l'ordre des Gelidiales, des Gigartinales ou des Ceramiales, sont capables de donner spontanément des gels en Solution dans l'eau. Selon Yaphe et al (1984) (*in* Pérez, 1997), l'agar est un mélange de polymères du galactose, ce dernier se présente sous deux configurations.

- Ajoutés à cela, d'autres usages de moindre importance, (Pérez 1997) :
 - en pharmacie
 - en cosmétologie
 - en agriculture

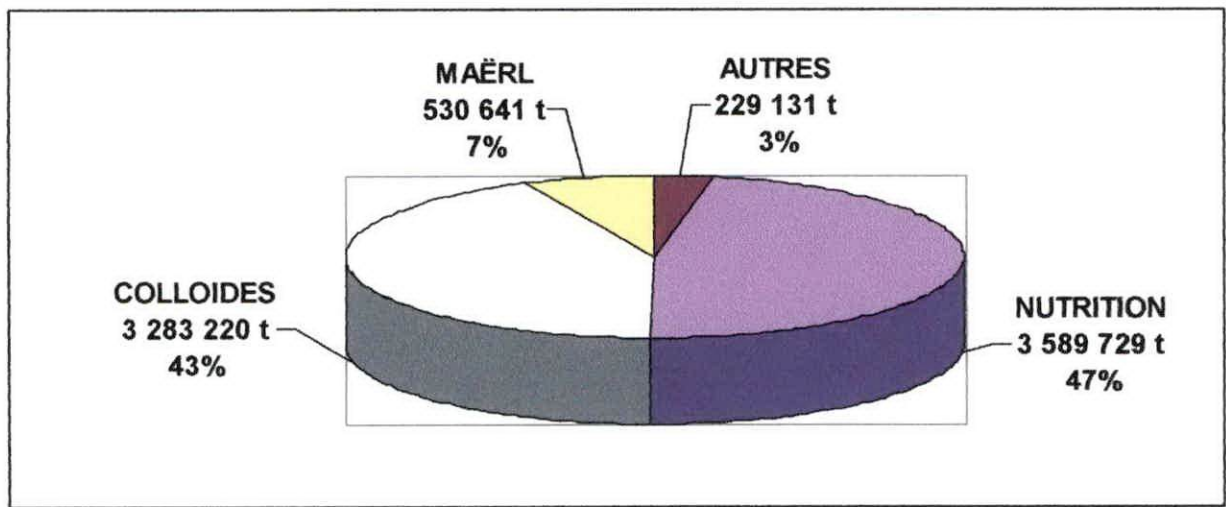


Figure 1 : Les différentes utilisations des algues, avec les tonnages respectifs. (Pérez, 1997).

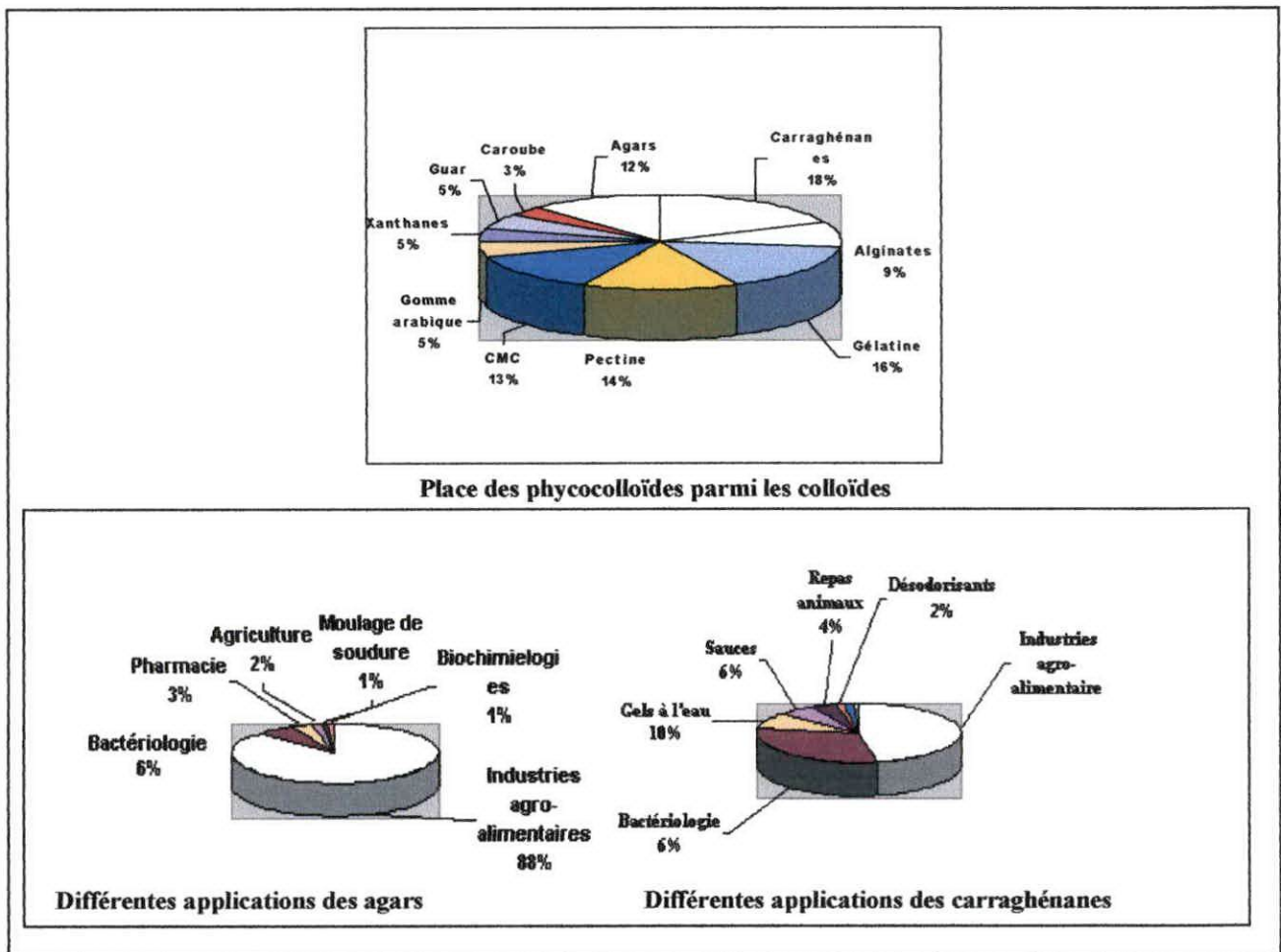


Figure 2 : Mise en évidence de la place des phycocolloïdes parmi les colloïdes utilisés et applications des agars et carraghénanes pour épaissir ou gélifier les solutions aqueuses. (Pérez, 1997).

1.2 Propriétés des alginates

En solution, le sel d'alginate n'apporte ni goût, ni odeur, ni couleur (Pérez, 1997).

1.2.1 Définition, composition et structure

- **Définition**

Les alginates sont des sels bien définis de l'acide alginique : copolymère constitué d'un enchaînement de deux acides hexuroniques, tous les deux liés en 1 → 4 selon une séquence qui n'est pas régulière. (Martin, 1986) (*in* Benmekki et Djimili, 2004).

- **Composition**

D'après Pérez (1997), les alginates sont des sels de l'acide alginique. Sa molécule est constituée d'éléments tous semblables (les monomères). Le monomère est le mannose, sucre à 6 carbones, se présentant ici sous forme d'acide mannuronique ou d'acide guluronique figure3. Il y a dans cette molécule entre 1500 et 2000 monomères associés en une chaîne linéaire.

La partie active de la molécule, c'est à dire celle qui en fait un acide est le radical COOH qui constitue la « latérale » de chaque monomère.

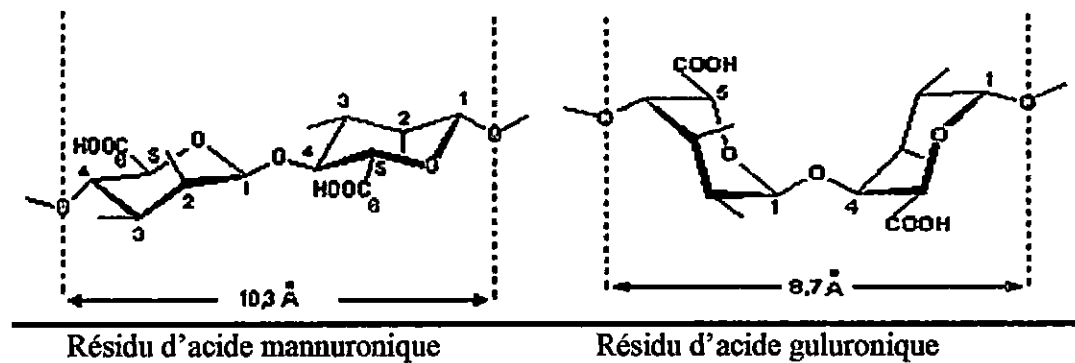


Figure3 : Représentation d'un acide mannuronique, et d'un acide guluronique.

- **Structure**

- **Structure primaire de l'alginate**

Cette structure est établie par un polymère polysaccharidique naturel ; l'acide alginique, qui est constitué par deux unités monosaccharidiques, L'acide D.mannuronique et l'acide L.guluronique, ces deux unités sont liées entre elles par des liaisons glycosidiques de type

$\beta(1 \rightarrow 4)$.

La molécule d'acide alginique contient des zones uniquement formées par des acides mannuroniques: séquences dites "dures", des zones uniquement constituées d'acides guluroniques: séquences dites "dures" également, enfin des zones d'alternance entre acides guluroniques et acides mannuroniques : séquences dites: "fragiles". (Bodard, 1983) figure 4. Plus il y aura de séquences "fragiles", moins l'acide alginique sera stable.

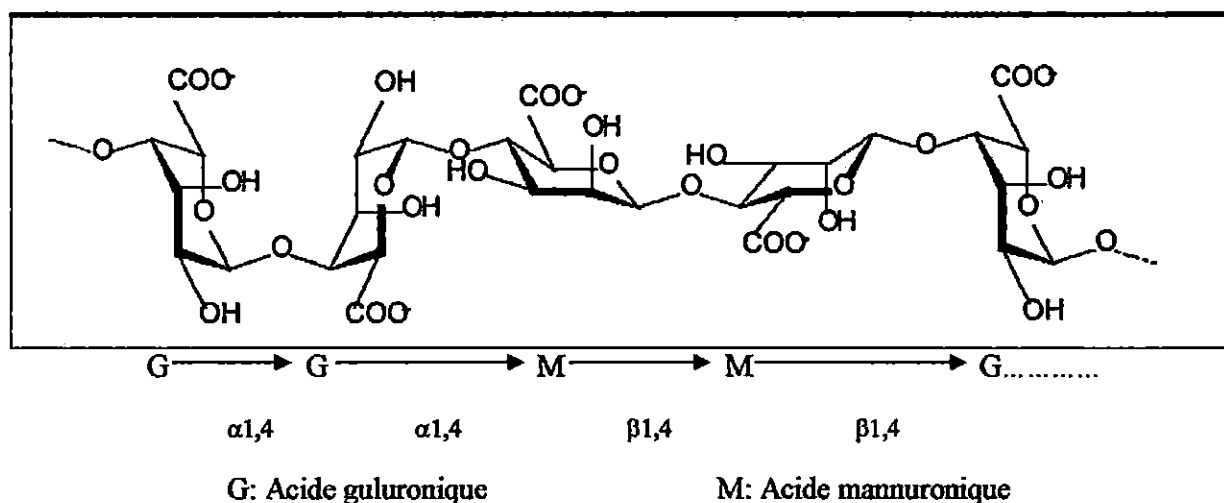


Figure 4: Structure de l'acide alginique

- **Structure secondaire et tertiaire de l'alginate**

D'après Bodard (1983), le gel est obtenu par diffusion lente de solution d'ions alcalins ou d'ions alcalino-terreux (surtout Ca^{++}). Les blocs d'acides guluroniques, retiennent par coordination les ions calcium (figure 1 en annexe). L'agrégation des chaînes parallèles conduit à un assemblage géométrique tridimensionnel régulier appelé "boîte à oeufs" inonorréversible et non thermoréversible. Ceci signifie que l'assemblage en question est sensible à l'environnement ionique, mais insensible à l'action de la température. Ce phénomène ne peut se produire avec les blocs d'acides mannuroniques, dits groupes M, car dans ces derniers, les groupes carboxyliques

sont orientés à l'opposé. En conséquence, la rigidité du gel est fonction de la proportion et de la longueur du bloc G (figure 2 en annexe). Dans la pratique, la texture et la qualité recherchées du gel sont obtenues en jouant sur la concentration en ions alcalins du milieu. Le gel d'alginate peut être redissous facilement en l'immergeant dans une solution contenant une concentration élevée d'ions sodium, potassium, ou magnésium. figure5.

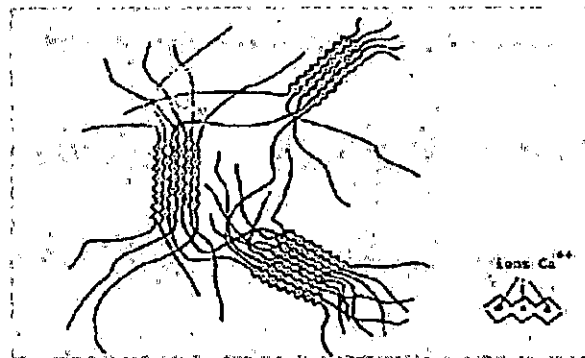


Figure 5 : Représentation de la structure en « boîte à oeufs » de l'alginate de calcium

(Bodard, 1983)

1.2.2 Localisation et biosynthèse

La découverte de l'acide alginique date de 1883, elle est due au professeur Stanford. Après trempage d'une lame de *Laminaria digitata* dans une solution alcaline, suivie d'une attaque acide, il obtint un précipité blanchâtre auquel il donna le nom d'algine (Pérez, 1997).

• Localisation

Les observations d'Anderson (1956), de Baardeth (1966) et de Cully (1966), (*in* Amarache, 2005) font ressortir que l'acide alginique est principalement localisé dans la lamelle moyenne et la membrane primaire.

Selon Braud (1974), l'acide alginique semble situé uniquement au niveau de la paroi cellulaire des Fucophycées.

Selon Lestang (1980), la majeure partie des alginates se trouve dans le thalle sous forme de gel, surtout calcique, peu soluble dans l'eau salée et dans l'eau froide.

- **Biosynthèse des alginates**

Le processus de la biosynthèse de l'acide alginique a été élucidé grâce aux travaux de Giusburg (1964), Bidwell (1967), de Lestang et Haug (1971), de Madgwich et al (1973) (*in* Lestang et al, 1980) figure 6.

Le fructose -6-p subit au cours de la photosynthèse une réduction au niveau de la fonction cétonique(C=O) par le NADH/H⁺ donnant ainsi naissance à deux polyalcools : D-mannitol-6p et D-sorbitol-6p, ce dernier n'est que L-gulitol 1-p en renversant la formule.

En présence du GTP, les deux polyalcools se transforment successivement en GDP-D-mannose et GDP-L- gulose qui subiront une oxydation de la fonction alcool primaire pour devenir deux acides uroniques : l'acide D-mannuronique et l'acide L- guluronique, vont se lier en liaison 1 → 4 par l'intermédiaire d'une ligase pour obtenir l'acide alginique.

L'algine pourrait s'enrichir en acides guluroniques, à obscurité, grâce à la C-5 épimérase.

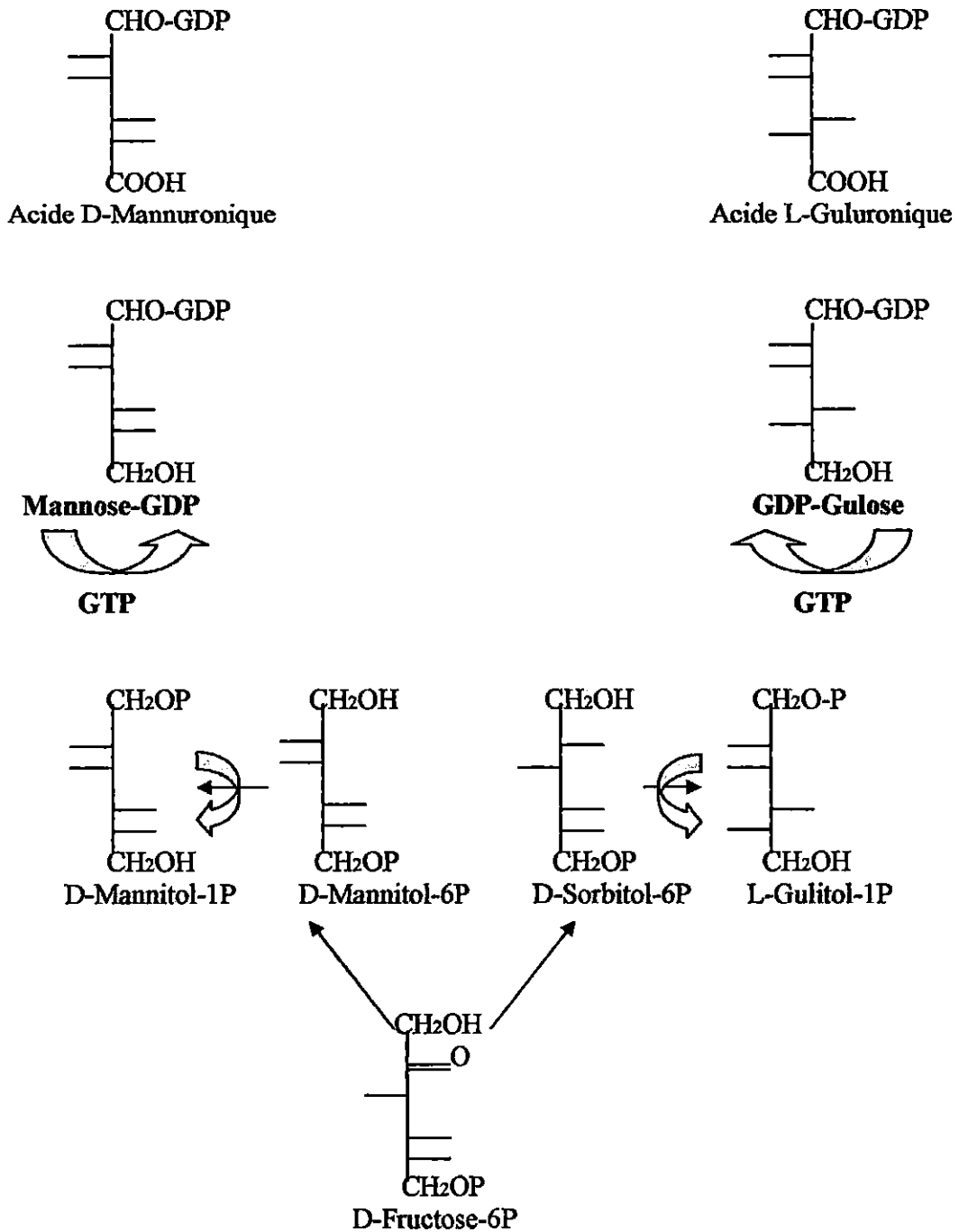


Figure 6 : Voie de synthèse proposée pour l'acide alginique (Lestang et al, 1980)

1.2.3 Poids moléculaire

Selon Lestang et al (1980), le poids moléculaire des alginates est compris entre 20000 et 700000. D'après Ito et Hori (1989) les alginates commerciaux ont un poids moléculaire compris entre 32 000 et 200 000, avec un degré de polymérisation de 180 à 930.

1.2.4 Poids équivalent

D'après Martin (1986) (*in* Djimili et Benmekki, 2004), la valeur théorique du poids de l'équivalent d'un motif uronique est de 176.

1.2.5 Solubilité

La solubilité dans l'eau des alginates dépend des cations associés au groupement carboxyle, ainsi, les alginates sous la forme de sels formés avec des ions monovalents Na^+ , K^+ , NH_4^+ , ainsi que sous la forme propylène-glycol et alginate de triéthanolamine, à faible poids moléculaire, sont solubles dans l'eau. (Pérez, 1997).

1.2.6 Rapport M/G

La qualité de l'alginate est appréciée par le rapport M/G. d'après Haug et al (1969-1974) (*in* Amarache, 2005), ce rapport est fonction de l'espèce, de la variation saisonnière, de la portion de l'algue brune en étude.

Les parois des cellules adultes et les régions corticales ainsi que les stipes, sont plus riches en acide guluronique. (Lestang et al, 1980).

1.2.7 Viscosité

La viscosité est considérée comme l'un des principaux critères de qualité du point de vue commercial. La viscosité des alginates dépend du degrés de polymérisation, la concentration, la température, le pH et la présence d'ions di ou trivalents. (Braud, 1974).

1.2.8 Gélification

Selon Pérez (1997). En présence d'ions bivalents ou trivalents, les zones à acides guluroniques de plusieurs molécules s'associent pour former une structure semblable à une boîte à œufs dans laquelle les œufs correspondent aux ions. Les groupements d'acides guluroniques qui permettent de former, à froid, des gels durs, irréversibles pouvant résister à 400C° . Plus le groupement contiendra d'acides guluroniques, plus l'acide alginique sera gélifiant. D'après le même auteur, on obtiendra un polymère bon gélifiant lorsque le rapport M/G sera voisin de 0.5. figure 7

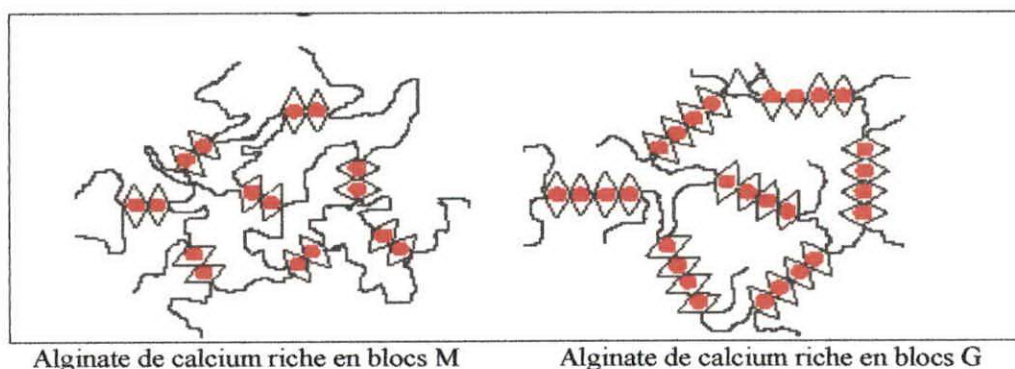


Figure 7 : Représentation de l'acide alginique en « egg-box » (pouvoir gélifiant).

1.2.9 Aspect toxicologique

L'alginate a obtenu le statut d'aliment et de produit pharmaceutique inoffensif ou « GRAS » par la « US Food and Drug Administration » (Hugh, 1987), dans les débuts des années 1970. Cependant, il faut signaler que les épaississants et gélifiants sont soumis aux critères de pureté généraux concernant leurs teneurs admissibles en métaux. (Bhoyroo, 1986) (*in* Hadji, 1988). Les algues manifestent une forte affinité pour différents métaux toxiques du fait qu'ils soient des cations bivalents, et que les groupes fonctionnels des polysaccharides algaux tel que ceux de l'acide alginique, manifestent une forte affinité pour les cations bivalents, cette affinité se classe dans l'ordre décroissant suivant :

Pb>Cu>Ba>Sr>Ca>Co>Ni>Zn et Mn>Mg. (Adrian, 1985).

Il semblerait aussi que la prise excessive d'alginate diminuerait l'absorption de certains minéraux (Anonyme, 2003) (*in* Amarache, 2005).

1.3 Domaines d'application des alginates

On répertorie les applications d'alginates selon deux catégories ; à savoir le domaine de l'industrie alimentaire, et celui du non alimentaire.

Le résumé des utilisations les plus importantes est représenté en figure 8.

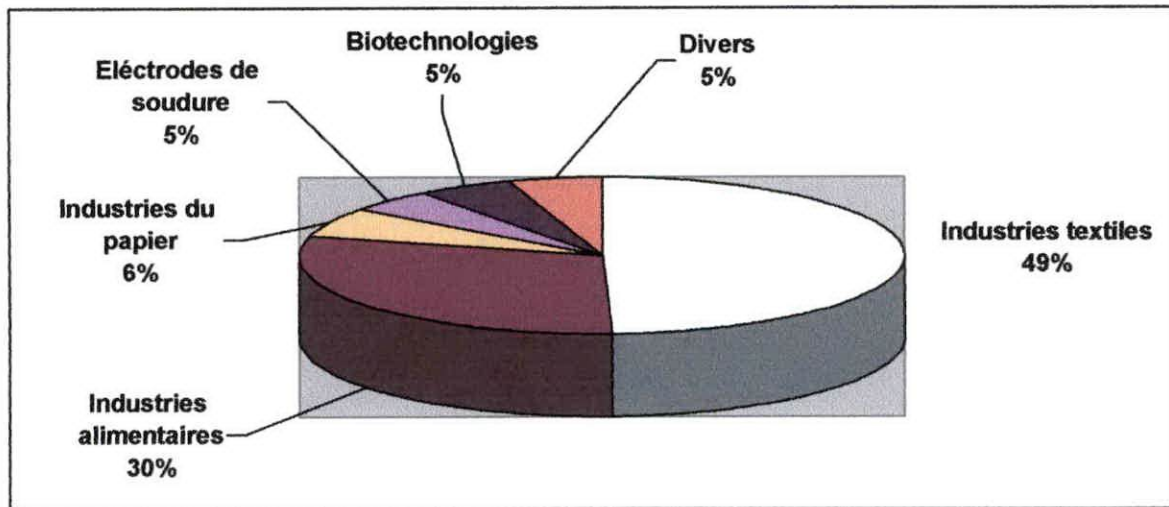


Figure 8 : Principales utilisations de l'acide alginique et de ses sels (Pérez, 1997).

I.3.1 Application des alginates dans l'industrie alimentaire

Les alginates interviennent comme liant (charcuterie), stabilisant (crèmes), gélifiant (pâtisserie, pâtes de fruits), ainsi que rétenteur d'humidité (biscuiterie), agent clarifiant (vinaigres). (Louisot, 1983) (*in* Touil et Souami, 1993).

Les additifs les plus utilisés en industrie alimentaire ont pour fonction technologique principale l'épaississement des denrées, selon Codex alimentarius (1999), ces additifs sont munis de codes commerciaux respectifs :

- E400 : Acide alginique
- E401 : Alginate de sodium
- E402 : Alginate de potassium
- E403 : Alginate d'ammonium
- E404 : Alginate de calcium
- E405 : Alginate de propylène glycol

I.3.2 Application des alginates dans l'industrie non alimentaire

L'utilisation de l'acide alginique dans les domaines non alimentaires représente 70% des usages. (Pérez, 1997). Selon l'auteur divers usages de cette " poudre" sont à noter:

1.3.2.1 En agriculture

Le gel d'alginate assure d'une part une protection physique contre la pénétration des germes pathogènes lorsque des parties de la plante sont blessées, et d'autre part une protection des racines sans réduire leur potentiel d'absorption des éléments minéraux du sol. (Mabeau, 1990).

1.3.2.2 En pharmacologie

Les alginates sont utilisés en odontologie, permettant la prise d'empreintes dentaires. La pâte d'alginate de sodium utilisée, est associée à du phosphate de calcium et à un acide faible (acide adipique).

Les alginates sont aussi utilisés pour la fabrication de pansements ; car l'alginate de sodium constitue une interface entre la plaie et le tissu du pansement évitant ainsi les phénomènes d'adhérence sur la plaie.

La production de pénicilline à partir du champignon filamenteux *Penicillium chrysogenum* est optimisée grâce à des oligosaccharides d'alginates (Ariyo, 1997).

1.3.2.3 Traitements des eaux

L'alginate de sodium ou de potassium accélère la sédimentation des impuretés, en dissolvant l'alginate de sodium, par l'ajout d'un acide jusqu'à environ pH=2, l'alginate est décomposé en libérant un nuage d'acide alginique plus dense que l'eau, celui-ci se dépose rapidement sur le fond du bassin entraînant dans ses fibres toutes les particules en suspension.

1.3.2.4 En biotechnologie

La production des billes d'alginate se fait par mélange d'alginate de sodium et d'une culture de bactéries, de levures ou autres organismes cellulaires. La suspension obtenue passe goutte à goutte à travers une grille calibrée. Ces gouttes finissent leurs trajets dans une solution de chlorures de calcium pour devenir des billes d'alginate de calcium emprisonnant les constituants de la culture initiale qu'on pourra éliminer facilement une fois leur rôle terminé. Ce procédé est appliqué dans la production des yaourts.

Des essais sont en cours pour emprisonner dans une enveloppe d'alginate de calcium des cellules humaines, les îlots de Langerhans, chargées de sécréter de l'insuline. L'objectif est de parvenir à transplanter ces cellules dans le corps des malades, avec l'idée qu'elles pourraient fournir de l'insuline sans phénomène de rejets.

1.3.2.5 En textile

Les alginates de sodium sont utilisés pour épaissir les solutions des colorants, essentiellement les colorants réactifs servant à l'impression.

Le tissu imprimé est plongé dans une solution ammoniacale d'alginate de calcium, l'ammonium s'évapore, les couleurs sont protégées des rayons du soleil et les tâches empêchées

de pénétrer au cœur des fibres. L'alginate de calcium dissous dans l'ammonium, sert à imperméabiliser par simple vaporisation, tentes, parapluies, chaussures, vêtements.

1.3.2.6 Autres utilisations

L'acide alginique rentre dans plusieurs fabrications industrielles à savoir les films protecteurs, les pellicules photographiques, les vernis, la colle, les couches-culottes pour bébés...

I.4. Extraction des alginate

I.4.1 Principe d'extraction

Selon Haug (1964) (*in* Hugh, 1987), le principe d'extraction se fait selon les étapes suivantes :

Broyage des algues

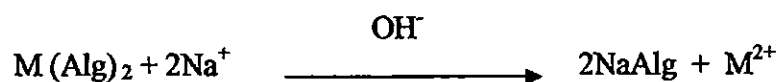
Le broyage du matériel algal, a pour objectif principal la pénétration rapide et efficace des différents réactifs dans l'algue.

Traitement de la poudre algale avec le formaldéhyde

Ce processus fut utilisé par ce dernier, qui avait trouvé que les composés phénoliques réagissaient avec le formaldéhyde pour donner des produits insolubles, ce qui fait qu'il n'y aura aucun groupement phénolique, ni pigment qui coloreraient les produits de l'extraction alcaline.

Extraction alcaline

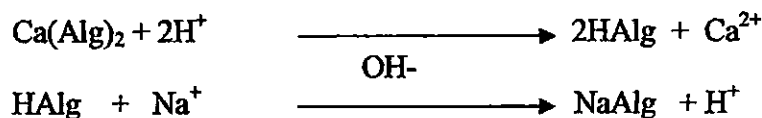
L'acide alginique est principalement présent dans les algues brunes sous forme de sels de calcium, de magnésium et de sodium. La première étape de son extraction est la conversion de l'alginate de calcium et de magnésium insoluble, en alginate de sodium soluble, grâce à un échange ionique, dans des conditions alcalines.



M : cation

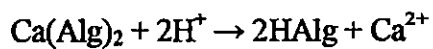
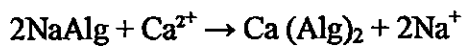
Alg : Alginate

Dans le but de faciliter le processus d'échange ionique, la poudre d'algino-phyte est traitée avec un acide minéral dilué avant le traitement alcalin.



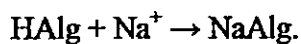
I.4.2 Principe de transformation de l'alginate en acide alginique (Na⁺ (Alg) → H (Alg))

La solution d'alginate de sodium est filtrée, puis précipitée avec les ions Ca²⁺ pour former le sel insoluble de calcium. Ce dernier est transformé en acide alginique par voie d'acidification afin d'éliminer les ions calcium.



Remarque : on peut passer de l'acide alginique à l'alginate de sodium :

Le gel d'acide alginique, après hydratation, est additionné de carbonate de sodium (Na₂CO₃) pour le convertir en sels de sodium une nouvelle fois.



Enfin, ce sel est séché et broyé en poudre d'alginate de sodium.

1.5 Les espèces alginophytes

Une espèce est considérée comme étant un bon alginophyte, lorsque sa teneur en acide alginique est supérieure à 18%. Et qu'elle constitue des peuplements suffisamment importants pour assurer le fonctionnement de l'usine durant toute l'année. (Pérez, 1997). tableau 1.

Tableau 1: Principaux alginophytes produits de par le monde (Pérez, 1997)

Pays	Alginophytes Tonnes sèches	Espèce
USA	55 000	<i>Macrocystis</i>
Chine	53 000	<i>Laminaria japonica</i>
Norvège	35 000	<i>Laminaria hyperborea</i>
France	14 500	<i>Laminaria digitata</i> <i>Laminaria hyperborea</i> , <i>Ascophyllum</i> , <i>Fucus</i>
Grande-Bretagne	13 000	<i>Laminaria hyperborea</i> <i>Ascophyllum</i> , <i>Fucus</i>
Japon	10 000	<i>Macrocystis importé</i> <i>Ecklonia importé</i> <i>Laminaria importé</i>
Canada	5600	<i>Laminaria longicuris</i>
Inde	3200	<i>Sargassum</i> , <i>Turbinaria</i>
Chili	6400	<i>Macrocystis</i> , <i>Lessonia</i> , <i>Durvillea exportés</i>
Espagne	500	<i>Laminaria ochroleuca</i>
Irlande	4000	<i>Laminaria</i> , <i>Ascophyllum</i> <i>exportés</i>
Australie	3000	<i>Macrocystis exporté</i>
Total	202 700	

1.6 Variations du taux d'alginate et du rapport M/G

1.6.1 Selon les espèces

Selon (Pérez, 1997), chaque espèce présente une teneur en acide alginique et un rapport M/G qui lui sont propres). tableau 2.

Tableau 2 : Teneurs en acide alginique et le rapport M/G des principaux alginophytes. (Pérez, 1997).

Espèce	Taux d'alginate	M /G
<i>Macrocystis pyrifera</i>	18 à 21	1.56
<i>Laminaria japonica</i>	20 à 26	2.26
<i>Laminaria hyperborea</i> Lame	24 à 30	1.38
Stipe		0.65
<i>Laminaria digitata</i>	22 à 36	2.26
<i>Ascophyllum nodosum</i>	15 à 20	1.56
<i>Fucus serratus</i>	18 à 28	1.31
<i>Ecklonia cava</i> Lame	35 à 38	2.64
Stipe		1.39
<i>Sargassum diaphanum</i>	20 à 26	0.52

I.6.2. Selon la partie végétative de l'algue

Selon Lestang et al (1980), les parois des cellules adultes et les régions corticales ainsi que les stipes sont les plus riches en acide guluronique. tableau 3.

Les ramifications sont souvent un élément constitutif de l'algue dont le rôle est souvent sous-estimé. Elles ont vraisemblablement une composition différente des parties plus âgées : Elles possèdent à priori des teneurs en pourcentage moins élevées de matière sèche du fait de la croissance rapide et des parois nouvellement formées (AFAA, 1987).

Tableau 3 : Proportion de l'acide mannuronique (%) dans des alginates extraits des différentes parties de thalles (Lestang, 1980).

<i>Ascophyllum nodosum</i>		<i>Laminaria digitata</i>	<i>Laminaria hyperborea</i>	
Partie supérieure	72	Fronde âgée	57.5	55.5
Partie moyenne	61	Fronde nouvelle	67.5	65.5
Partie base	47	Stipe	53.5	45.5
Cortex	50.5	Fronde cortex	60	33
Moelle	59	Fronde moelle	68	41

I.6.3 Selon les saisons

De nombreux auteurs s'accordent à penser que la production de phycocolloïdes suit des cycles saisonniers. (AFAA, 1987).

La variation saisonnière du taux et du rapport M/G de l'alginate, observée chez un bon nombre d'alginophytes, figure 9, pourrait être due à la variation liée à la partie du thalle utilisée ; lequel varie en fonction des saisons, c'est le cas par exemple de *Laminaria hyperborea*, dont le stipe est permanent et la fronde est annuelle (Gayral, 1966); on peut en déduire qu'en « mauvaise » saison, la biomasse de l'algue étant constituée uniquement de stipes. Ce qui induirait un meilleur rendement (% d'alginate /g de matière sèche) et un meilleur rapport M/G que pour la saison où l'algue serait entière.

Ce point est important à souligner pour notre travail, car les Cystoseires, sont également très polymorphes en fonction des saisons.

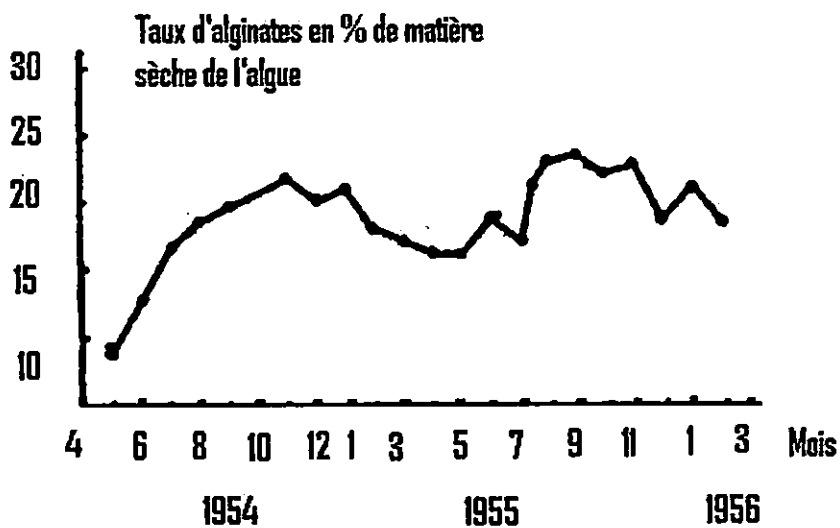


Figure 9 : Variations saisonnières du taux d'alginate chez *Sargassum pallium* FAO/UNDP (1990).

I.7 Etude de la flore algale

I.7.1 Critères du choix des deux alginophytes étudiés ; *Sargassum vulgare* C. Agardh et *Cystoseira barbata* (Goodenough et Woodward) C. Agardh, et leur position systématique

I.7.1.1 Critères communs aux deux espèces

- Toutes deux appartiennent à l'ordre des Fucales, figure 10, c'est-à-dire l'ordre dont les espèces sont les plus intéressantes pour l'extraction d'alginate. En Algérie, seuls deux genres sont connus; *Cystoseira* et *Sargassum*.
- Les deux espèces n'ont pas encore fait l'objet d'extraction. En effet seules quelques espèces du genre *Cystoseira* ont été mises à l'essai d'extraction d'alginate en Algérie.
- Leur cycle de reproduction étant monogénétique, les individus sont présents toute l'année dans le milieu naturel sous une forme macroscopique, leur cycle de reproduction est donc facile à maîtriser. Pour mieux cerner ce point, il est intéressant de faire une comparaison avec un alginophyte très exploité dans l'industrie. Cas des laminaires par exemple, dont le cycle de reproduction est digénétique hétéromorphe, avec une phase macroscopique (le sporophyte). Seule la génération sporophytique est exploitée dans l'industrie, quant à la phase microscopique, le gamétophyte, elle passe inaperçu et ne présente donc aucun intérêt pour son exploitation.

I.7.1.2 Critères du choix de *Sargassum vulgare*

- Contrairement à la majorité des espèces du genre *Cystoseira*, le *Sargassum vulgare*, n'est pas une espèce protégée (Boudouresque et al, 1990), il y a donc moins de restriction quant à son exploitation.
- C'est une espèce qui résiste à la dessiccation.
- Elle est très facile à récolter, un simple arrachage à la main pour les individus fixés, et un simple ramassage pour les individus en épave, ou en flottaison.
- D'autres espèces du même genre sont déjà exploitées dans certains pays ; L'industrie indienne est basée sur le *Sargassum diaphanum* qui caractérise la région du Sud. (Hugh, 1987).

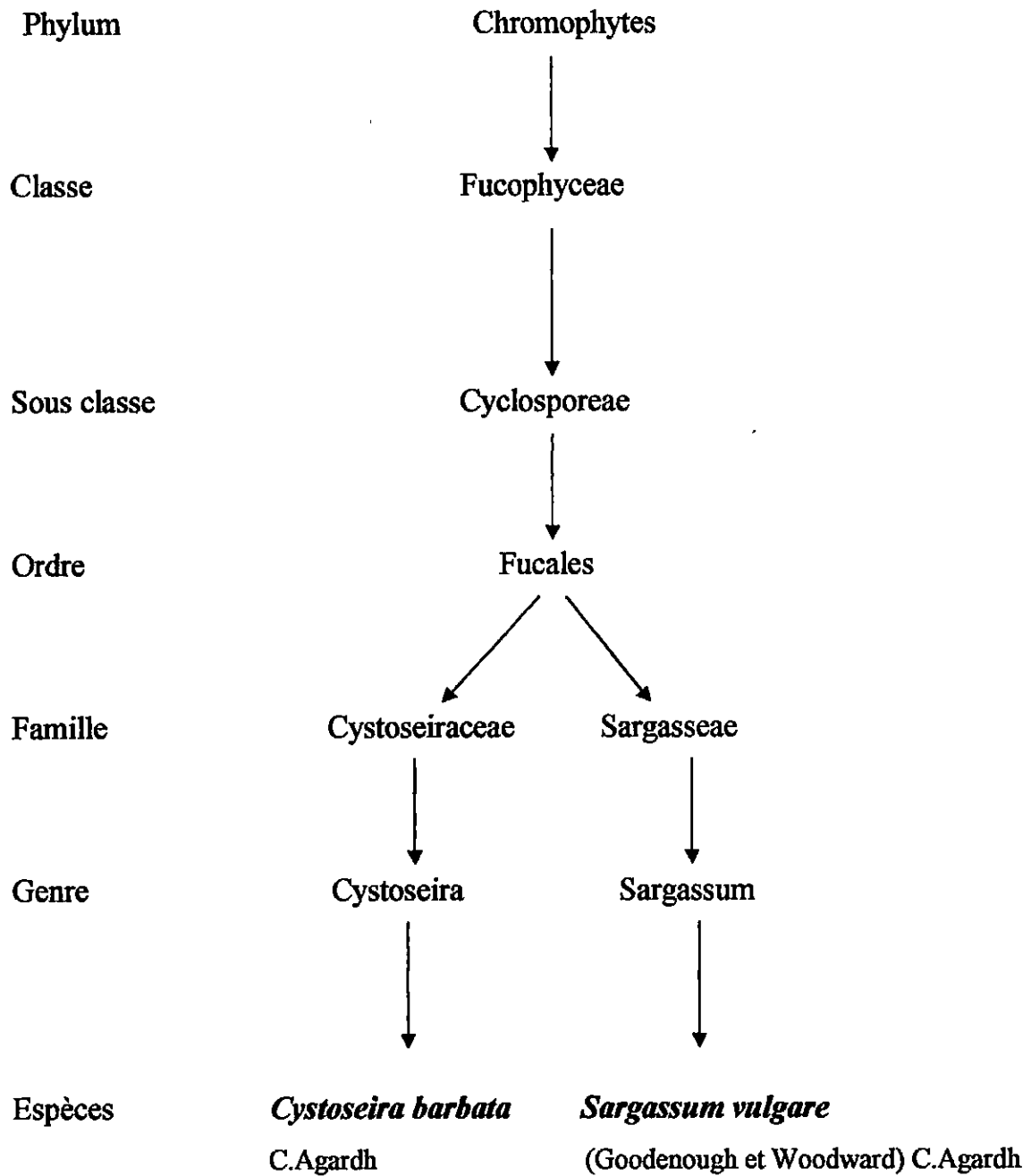


Figure 10: Classification des deux algues récoltées (Feldmann, 1937).

1.7.1.3 Critères du choix de *Cystoseira barbata*

L'intérêt de la culture de cette espèce est dû à sa richesse en alginate mais aussi en stéroïdes, diterpènes et en dérivés terpéniques phénoliques.

- Cette espèce est caractérisée par le phénomène de bouturage donc la régénération des stocks naturels est relativement rapide.
- La croissance dans le milieu naturel est très rapide (1 à 2cm/mois), la tige principale donne naissance à de longs rameaux, la croissance de la tige est de (5 à 15-20cm/mois).
- C'est une espèce cultivée en mer Noire, par les pays de l'Europe de l'Est.
- Hormis le fait qu'elle soit une espèce eurytherme et euryhaline, elle résiste aussi à la pollution organique. (Delepine et al, 1987).

1.8 Description de *Sargassum vulgare* et *Cystoseira barbata*

1.8.1 *Sargassum vulgare* C. Agardh

Noms vernaculaires (Delepine et al, 1987).

Angleterre : Common sargassum

Espagne : Sargazo comun

France: Sargasse commune

1.8.1.1 Description

Cette algue est de couleur rouge brunâtre, elle porte une « tige » courte (2 à 4cm) qui prend naissance à partir d'une base d'où partent en parallèle d'autres rameaux primaires longs d'environ 6cm, (pouvant atteindre 70cm selon d'autres descriptions de Feldmann (1937), Hamel (1939)). Ces rameaux primaires portent à leurs têtes des rameaux secondaires, nombreux, alternes, plus courts (5cm environ).

Les rameaux secondaires, portent des « feuilles » souvent distiques, denticulées de forme allongée, qui sont traversées par une nervure médiane nette, une coupe transversale à leur niveau montre un amas de cellules médullaires.

Cette espèce est aussi caractérisée par la présence d'aérocystes, nombreux de 3-5mm de diamètre, rattachés aux rameaux secondaires par les pédicelles.

Les organes reproducteurs, appelés réceptacles, se situent à l'aisselle des feuilles, ils sont de petite taille (de l'ordre du mm), fusiformes et non mucronés. Ce qui distingue cette espèce des autres *Sargassum*. (Ould Ahmed, 1994). L'algue est illustrée en figure 11.

I.8.1.2 Biologie

La structure est « parenchymateuse » complexe.

La croissance

Elle est apicale, assurée par une cellule initiale pyramidale se cloisonnant à la fois sur sa face inférieure et sur ses faces latérales.

Cytologie

La structure plastidiale est de type néo-homoplastidié, sans pyrénoides.

Taille

Les individus que nous avons récoltés mesuraient entre 50 à 70 cm.

Reproduction

Le cycle de reproduction du *Sargassum vulgare* est monogénétique haplophasique. Les algues sont des gamétophytes produisant les gamètes dans des conceptacles.

I.8.1.3 Ecologie

C'est une espèce photophile, thermophile de l'infra littoral, appartenant au groupe écologique (PhIT). (Boudouresque, 1984).

Nos individus ont été récoltés dans un biotope photophile, au niveau de l'infra littoral supérieur, en mode battu, à une profondeur moyenne de -50 cm.

1.8.1.4: Signalisations antérieures

En 1834 à Annaba (Steinheil), en 1838 et 1856 à Alger (Montagne), en 1931 à Cherchell et à Alger (Feldmann) (in Ould Ahmed, 1994), en 1939 à Oran (Hamel), en 1990 à Bordj El Kiffan, Surcouf et Sidi Fredj (Seridi), en 1994 à Bou-Ismaïl (Kadari-Méziane), en 1994 à Arzew (Ould Ahmed), en 1999 à El Djamila (Adour et Soumani).

I.8.2 *Cystoseira barbata* (Goodenough et Woodward) C. Agardh

I.8.2.1 Description

Le thalle est de couleur brun doré, la longueur totale du thalle peut dépasser un mètre, la longueur de la tige pérennante est de 6 à 30 cm, le diamètre de la tige est de l'ordre de 3 à 7 mm.

Le thalle est formé par :

- a) une seule tige tronconiforme, cylindrique pérennante (non caespiteuse) pouvant cependant se ramifier.
- b) de longs rameaux primaires assimilateurs et fructifères caducs, de teinte claire, souvent pourvus de petits flotteurs.

Parmi les particularités de cette espèce, il faut signaler :

- Le sommet de la tige unique est de teinte claire et toujours saillant, nu, lisse et tronqué.
- Absence de «feuilles», de tophules à la base des rameaux.
- Absence d'épines (lisse au toucher).
- Réceptacles mucronés.

L'algue est illustrée en figure 12.

Structure

La structure est uniaxiale, mais devenant rapidement complexe et « parenchymateuse » avec différenciation de trois types de « tissus » :

- Une assise externe de cellules assimilatrices (meristodermique) riche en plastes.
- Une zone de cellules corticales isodiamétrique, riche en physodes ou fucosane.
- Une zone centrale, médullaire formée d'hyphes très allongées à rôle conducteur de nutriments.

1.8.2.2 Biologie

Cytologie

La structure plastidiale est de type néo-homoplastidié (plastes petits, lenticulaires, pariétaux et dépourvus de pyrénoides). Les physodes sont abondants dans la partie corticale.

Reproduction

La reproduction se fait, soit par voie asexuée ; par bouturage naturel ou accidentel : un moignon peut bourgeonner, se détacher et se comporter comme un propagule à l'origine d'une nouvelle plante, soit par voie sexuée : les réceptacles terminaux sont mucronés, contenus dans des conceptacles hermaphrodites contenant des buissons de spermatocystes et d'oocystes et à maturité les zygotes mesurant 75 à 100 µm, sortent à travers l'orifice des conceptacles.

Selon Delepine et al (1987), la croissance dans le milieu naturel est de l'ordre 1 à 2cm/mois.

1.8.2.3 Ecologie

C'est une espèce photophile de l'infralittoral de mode relativement calme « PhIC ». (Boudouresque, 1984).

Elle est fixée sur des substrats durs, dans des cuvettes infralittorales ou sur des pierres disséminées sur la vase des lagunes côtières.

Cette espèce possède une remarquable faculté d'adaptation aux variations de température, de salinité, et de pollution organique. Elle existe particulièrement en mer Noire. (Delepine et al, 1987)

1.8.2.4 Signalisations antérieures

Elle a été signalée sur nos côtes comme suit :

En 1838 à Alger (Montagne), en 1846-1849 à Cherchell et Skikda (Montagne), en 1893-1897 à Bologhine (Debray) (in Ould Ahmed, 1994).



Figure 11 : *Sargassum vulgare*.



Figure 12: *Cystoseira barbata*

I.9 Possibilités de culture de *Sargassum vulgare* et *Cystoseira barbata*

➤ *Sargassum vulgare*

Il n'y a pas de données bibliographiques sur une éventuelle culture de cette espèce, par contre d'autres espèces du même genre sont cultivées, mais toujours de manière expérimentale.

Par bouturage :

C'est le cas du *Sargassum wightii*, dont les fragments obtenus à partir de la base, sont fixés à une corde en fibres de noix de coco et mis en culture en in shore, à une profondeur de 1m, une moyenne de croissance de 15.5cm a été enregistrée en 60 jours, partant d'une taille moyenne initiale de 7.7Cm. (Chauhan, 1967).

Par reproduction artificielle:

Chauhan (1967) a cultivé les gamètes de *Sargassum swartzii* dans des boites de pétri. Ces derniers se sont développés en plantules et ont continué leur croissance pendant 5 semaines. Les expériences ont été menées sur différents substrats, tels que des débris de coraux, des coquilles de bivalves, des pierres granitiques, des fils de nylon et des pierres rugueuses.

Des huit différents substrats utilisés, les blocs en ciment, les briques et le papier filtre se sont avérés être les meilleurs. En effet ces derniers, ont retenu respectivement 84.55%, 78.42% et 62% des plantules.

➤ *Cystoseira barbata*

Il y a des possibilités de culture de cette espèce par bouturage, du moment qu'en mer Adriatique, des essais de culture ont eu pour rendements selon Munda (1972) (in Delepine et al, 1987), 10 kg/m² (poids en matière sèche). En Méditerranée : des essais de culture pilotes peuvent laisser espérer pour des densités de 25 à 30 thalles/m², une production de 9 à 10 tonnes/ha (matière sèche). (Delepine et al, 1987).

I.10 Données sur la baie de Bou-Ismaïl

Afin de compléter les données concernant ces deux alginophytes et les espèces qui leurs sont associées, il est important de réunir un certain nombre d'informations sur les deux sites explorés, qui se trouvent tous deux dans la baie de Bou-Ismaïl.

Nous nous sommes limités à un certain nombre de facteurs qui nous paraissaient importants pour notre étude.

La baie de Bou-Ismaïl couvre une surface de l'ordre de 350 km², avec une ouverture de 40km (Leclair, 1972) (in Korichi, 1988).

La baie de Bou-Ismaïl est divisée en deux parties; une partie occidentale jusqu'à Tipaza et une partie orientale jusqu'à Aïn Benian à l'Est. Elle est délimitée par Ras Acrata à l'Est et Ras El Amouch à l'Ouest, la plaine de la Mitidja au Sud et la mer Méditerranée au Nord. figure 13
Ainsi, le réseau hydrographique débouchant dans la baie de Bou-Ismaïl est essentiellement constitué de deux Oueds, le Mazafran et le Nador ; ce dernier joue un rôle important dans la sédimentation de la baie (Le Gall, 1969).

Les coordonnées géographiques de la baie de Bou-Ismaïl sont les suivantes :

Latitude : 36°35' N

Longitude : 2°30' E

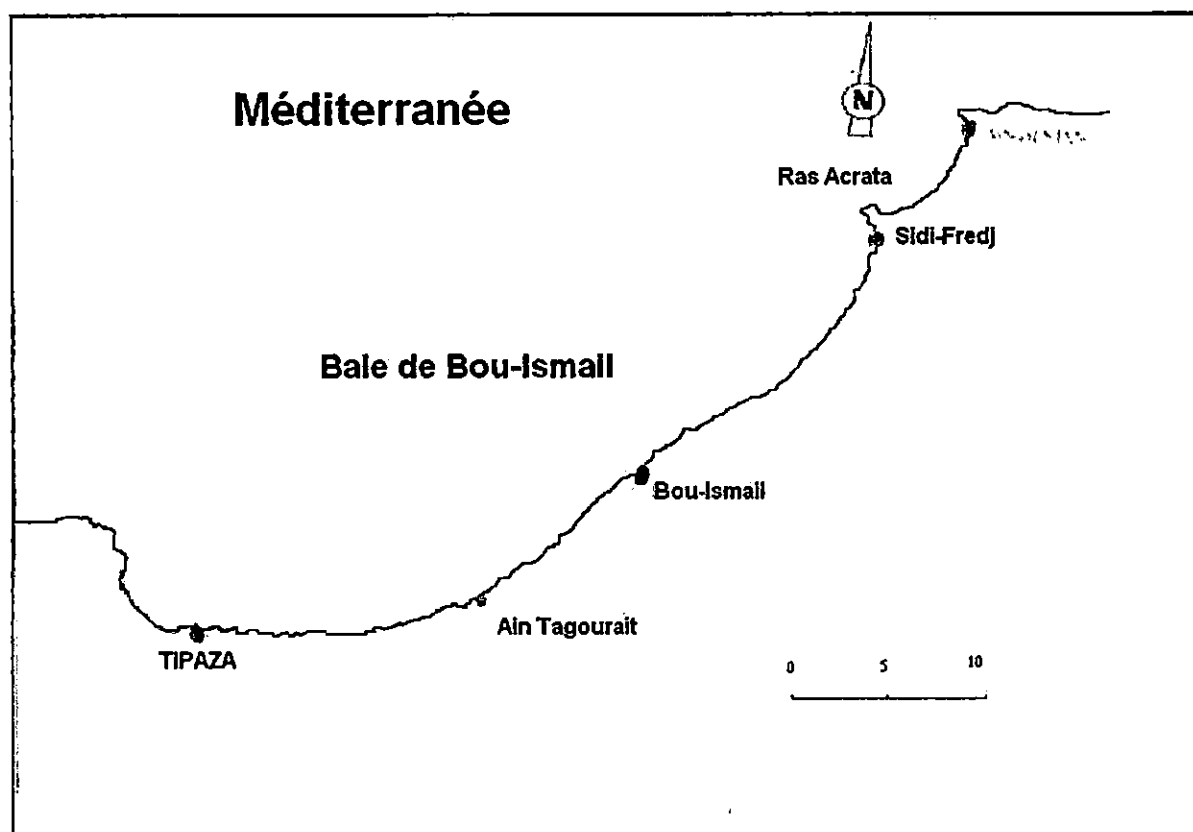


Figure 13 : La baie de Bou-Ismaïl. (Kadari-Méziane ,1994)

Les facteurs hydrodynamiques de la baie de Bou-Ismaïl

L'hydrodynamisme d'une région dépend des conditions météorologiques ; ainsi le vent a une influence directe sur les courants locaux (Kadri-Méziane, 1994)

Les facteurs hydrodynamiques de cette région, ont été étudiés lors du projet de protection du boulevard du front de mer par le CROP en 1983.

L'effet des courants accélérés par les conditions météorologiques hivernales provoque souvent l'arrivée massive d'algues flottantes. (Ould Ahmed, 1994).

Le courant le plus important provient de l'océan Atlantique, il pénètre par le détroit de Gibraltar, et longe les côtes algériennes en direction de l'Est. (Benzohra, 1993) (in Rebouh, 1997).

Les principaux facteurs caractérisant cette région sont :

- **La température**

La température joue un rôle important dans la distribution des algues, ce facteur est fonction de la latitude, qui conditionne les écarts entre température maximale et température minimale de l'eau dans le courant d'une année. (Gayral, 1966).

La moyenne thermique annuelle de l'eau superficielle varie entre 15°C et 23°C (Mouhoub, 1986) (in Korichi, 1988).

- **La salinité**

La salinité joue un rôle déterminant dans la physiologie de la flore algale, notamment lorsqu'il s'agit de conditions géographiques particulières cas de la Méditerranée. (Gayral, 1966).

La salinité maximum annuelle est de 37 ‰

Ces fluctuations sont liées à l'importance des précipitations en hiver (700mm/an) et à l'évaporation en été (Guilcher, 1997) (in Rebouh, 1997).

- **L'oxygène dissous**

Selon Kadari-Méziane (1994), en moyenne, le taux d'oxygène dissous varie entre 4 et 6 mg/l.

- **Le substrat**

Les algues sont très sensibles au substratum, car sa texture intervient dans leur fixation. Le substrat de la région de Bou-Ismaïl, est représenté par des grès, d'un point de vue chimique, la roche en place est de nature calcaire (Kadari-Méziane, 1994).

I.10.1 La station de Bou-Ismaïl

I.10.1.1 Situation géographiques

La ville de Bou Ismaïl est située à 45Km à l'Ouest d'Alger, elle se trouve au centre de la baie du même nom.

Bou-Ismaïl est encadré par le massif de Bouzaréah à l'Est, le massif de Chenoua à l'Ouest, la plaine de la Mitidja au Sud et la mer Méditerranée au Nord. (Braik, 1989).

figure 14.

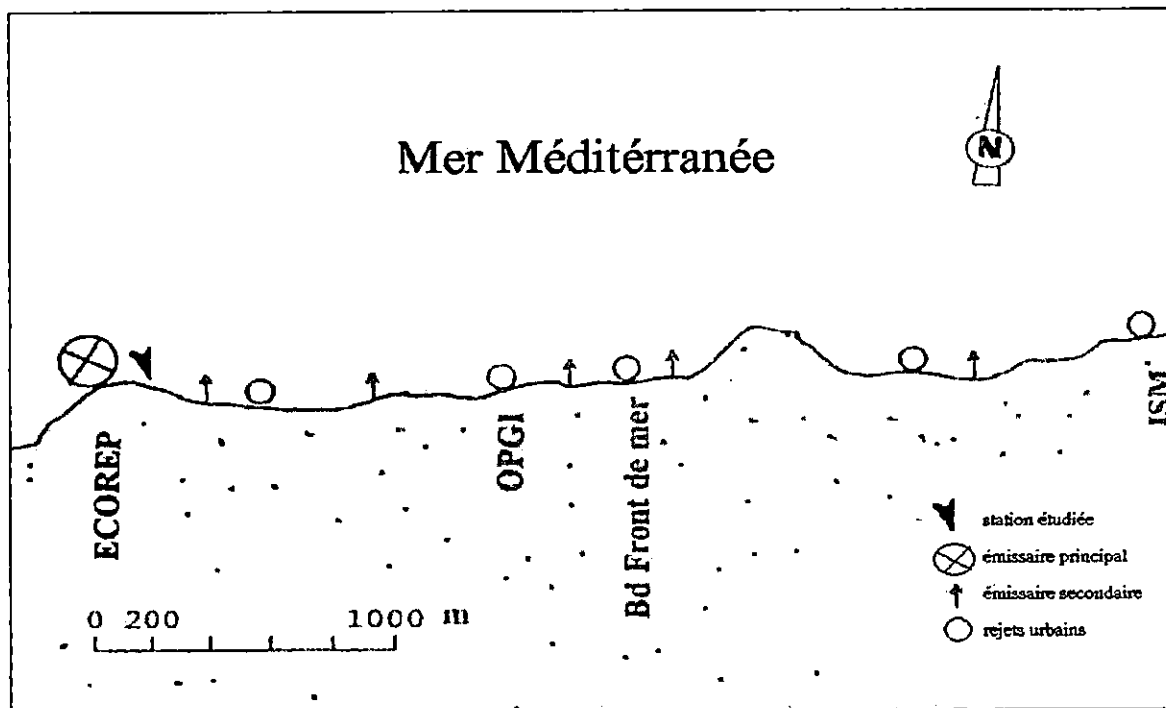


Figure 14 : Localisation de la station de Bou Ismail. (Kadari-Méziane, 1994)

I.10.1.2 Aspects météorologiques

- La température de l'air et la pluviosité

Tableau 4 : Données climatiques pour le mois de Février (période de la récolte de nos algues) :

Mois	T°C min	T°C max	Précipitations (mm)	Humidité (%)
Février	0.05	15.50	74.67	90.04

T°C max : température moyenne minimale

T°C min : température moyenne maximale

(Source : Données climatiques de la région de Bou Ismail pour l'année 1986, (in Kadari-Méziane, 1994)).

I.10.1.3 Facteurs hydrodynamiques

- **Les vents**

Selon les données du CROP, la baie est exposée essentiellement aux vents de Nord-Est en été, et aux vents Nord Nord-Ouest en hiver.

- **Les houles**

Les houles constituent un facteur écologique sur le littoral, elles ont un caractère saisonnier avec deux directions principales : Ouest- Nord Ouest de 30° et une direction N.N E de 20 à 40°. (Braik, 1989) ; (Kadari-Méziane, 1994).

- **Les courants**

Le courant dominant au large de la région étudiée est d'origine Atlantique. Le flux en provenance du détroit de Gibraltar coule le long de la côte algérienne, de l'Ouest vers l'Est, avec une largeur d'environ 50Km et devient instable, formant des tourbillons ou anticyclones accompagnés de phénomènes d'upwelling entre 1° et 2° Est. (Millot, 1985) (*in* Braik, 1989).

I.10.1.4 Pollution de la station de Bou-Ismaïl

Notre site se trouve à 200m de l'ECOREP, où se déverse l'émissaire principal de la ville de Bou Ismaïl. figure 14

D'après Kadari-Méziane (1994), l'émissaire principal de la ville de Bou Ismaïl est localisé au niveau de cette station, avec un rejet de 75% des effluents de la ville, ce qui représentait environ 1530m³/j.

Les Oueds déversant à Bou Ismaïl sont Oued Beni Messous, Oued Nador et Oued Mazafran (Kadari-Méziane, 1994).

I.10.2 La station de l'anse de Kouali

L'anse de Kouali est décrite comme étant l'une des anses les plus abritées de la baie (Legall, 1969). Elle échappe au mode battu généralisé sur les cotes algériennes par la présence d'un goulet qui la protège de la houle (Naceur et Seguini, 1996).

I.10.2.1 Situation géographique

L'anse de Kouali (ex- ferme de Monchy) se situe au niveau de la baie de Bou-Ismaïl, elle est considérée comme étant une petite baie ouverte vers le Nord, située à l'Est de la ville de Tipaza, à 19km de Bou-Ismaïl ville et à 70km d'Alger. Elle occupe une surface de 5 km².

Le plateau continental de cette anse présente une extension maximale au niveau de l'emboûchure du Mazafran à l'Est. figure 15

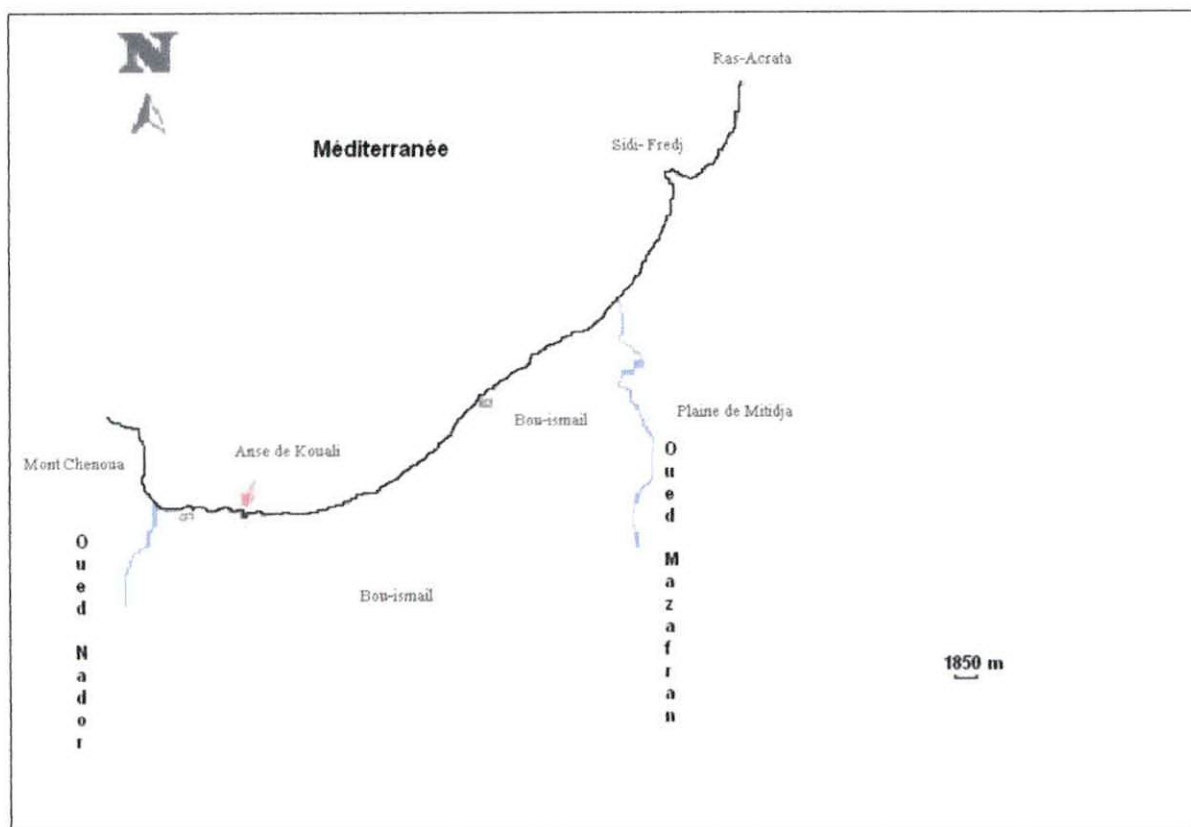


Figure 15 : Localisation station de l'anse de Kouali (Le Gall , 1969)

I.10.2.2 Aspects météorologiques

- **La température**

Benrahmoune (2005) a recueillie les températures de l'air suivantes auprès des services météorologiques de la wilaya de Tipaza.

Température maximale : 38°C

Température moyenne : 20°C

Température minimale : 7°C

- **La pluviosité**

Selon la même source

Pluies moyennes annuelles : 618mm

Pluies moyennes annuelles maximales par jour: 51 mm

I.10.2.3 Facteurs hydrodynamiques

La présence d'un goulet qui protège l'anse des houles du secteur Nord d'une part, et l'existence d'un îlot rocheux de grés calcaire et d'un récif barrière de *Posidonia oceanica* d'une autre part, ménagent une zone de calme hydrodynamique (Boumaza, 1995).

- **Les vents**

Les vents les plus dominants proviennent de deux directions :

30% des vents proviennent du Nord-Est avec un léger déplacement vers le Nord.

31% des vents proviennent du Sud-Ouest avec un déplacement vers l'Ouest. (De Giovanni, 1983) (*in* Rebouh, 1997) ; (Braïk, 1989).

- **Les houles**

Les amplitudes moyennes des houles varient entre 2 et 2.5m avec des maximums de 4 à 6m, et des périodes allant de 8 à 12 secondes (Benrahmoune, 2005).

- **Les courants marins**

Au large, le courant est principalement orienté vers l'Est, sa vitesse peut atteindre 20 à 30 Cm/s. (Benrahmoune, 2005).

I.10.2.4 Pollution à l'anse de Kouali

L'anse de Kouali reste éloignée des grandes sources de pollution (Naceur et Seguini, 1996).

Le réseau hydrographique qui y débouche est constitué de :

- L'oued Gasbayan à l'Ouest.
- Un petit cours d'eau au centre reliant l'oued Seris et l'oued hadjidjid.
- Un ravin à l'est.

Chapitre II : Matériels et méthodes

La station choisie pour les récoltes de nos algues à Bou Ismail se situe à 200m à l'Est de l'ECOREP.

Le site de l'Anse de Kouali se situe à 500m à l'Est du complexe touristique CET de Tipaza.

La profondeur des prélèvements est comprise entre 0 et -100cm.

II.1 La récolte des algues destinées à l'extraction

- La première récolte a eu lieu le 12 février 2006 à Bou Ismail.
La température atmosphérique était de 13°C, le temps nuageux et la mer légèrement houleuse.
Les algues prélevées sont du genre Sargassum, la quantité recueillie est d'environ 4kg.
figure 16: Station de récolte à Bou-Ismail.
- La seconde sortie a eu lieu le 06 mars 2006 à l'anse de Kouali.
La température atmosphérique était de 15°C, le temps ensoleillé avec quelques nuages épars et la mer calme.
Les algues prélevées sont du genre Cystoseira, la quantité recueillie est d'environ 4kg.

Les algues, imprégnées dans de l'eau de mer, ont été transportées au laboratoire dans des sacs en plastique et à l'abri de la lumière.

figure 17 : Station de récolte à Kouali.



Figure 16 : Station de récolte à Bou-Ismaïl.



Figure 17 : Station de récolte à Kouali.

Matériels et méthodes

II.2 Etude au laboratoire

II.2.1 Détermination spécifique

L'identification des deux espèces récoltées s'est faite par l'observation détaillée des différentes parties végétatives et appareils reproducteurs des deux algues. Il s'agit de *Cystoseira barbata* (Goodenough et Woodward) C. Agardh et *Sargassum vulgare* C. Agardh.

II.2.2 Le séchage

Avant le séchage, nos algues ont été lavées abondamment à l'eau de robinet, pour être débarrassées au maximum des impuretés et des épiphytes. Elles ont ensuite été mises à sécher.

Selon Haug et al (1974) (*in* Mameri et Oulamara, 1993), le séchage doit se faire sous un courant d'air à 35°C. Mais ne disposant pas d'un appareillage fournissant un tel courant, nous avons procédé à l'étalage des algues sur du papier journal pour un séchage à l'ombre, pendant environ 15 jours. On a complété cette opération en mettant nos algues pré-séchées à l'étuve à 60°C pendant une heure.

II.2.3 Le broyage

Nos algues ont été broyées selon la méthode de Pelligrini et al (1971) consistant en la pulvérisation des algues dans un broyeur électrique, afin d'obtenir une poudre de quelques microns de diamètre.

II.2.4 Extraction des alginates

Mode opératoire

On met 50g de poudre d'algues à gonfler pendant une nuit dans un volume de formaldéhyde (40%), à raison de 0.2ml/g.

On complète avec 250ml d'acide chlorhydrique (HCl) 0.2N, on répète l'opération une seconde fois et on jette le liquide. Le résidu est digéré dans une solution alcaline de carbonates de Sodium (Na_2CO_3) à 3%, afin d'extraire l'alginate de sodium.

On récupère la solution par filtration et on ajoute un volume égal d'éthanol ; par floculation, on récupère l'alginate de sodium. Ce dernier est semi purifié.

II.2.5 La purification

Mode opératoire

L'alginate de sodium semi purifié est redissout dans l'eau, additionné de chlorure de potassium (KCl) 0.2M puis, insolubilisé par de l'acide chlorhydrique (HCl) à pH = 2.0 -2.2.

Le précipité formé est recueilli par filtration, il est ensuite abondamment lavé à l'eau distillée, jusqu'à ce qu'il ne contienne plus de traces d'acide chlorhydrique.

Il est enfin redissout par affusion d'une quantité calculée de soude (NaOH), on le fait flocculer par un volume d'éthanol. On lave à l'alcool, à l'éther et on sèche dans un dessiccateur sous vide.

II.2.6 Le test d'identification de l'alginate

L'identification des alginates se fait :
Soit par spectroscopie infra-rouge (I.R).
Soit par addition d'un acide minéral ou d'un sel de calcium ; il y aura formation d'un précipité gélatineux. Nous avons opté pour le test avec l'acide minéral (H_2SO_4).

Mode opératoire

On ajoute 1ml d'acide sulfurique 1N (H_2SO_4) à 5ml d'une solution aqueuse à 1% d'alginates de sodium.

II.2.7 Le rapport M/G

Principe

Cette méthode repose sur la différence de comportement des fragments guluroniques et des fragments mannuroniques envers KCl et $MgCl_2$. Cette méthode fut proposée par Haug et al (1967) (*in* Dziri, 1990).

Mode opératoire

Nous préparons deux solutions de chlorure de potassium (KCl) et chlorure de magnésium ($MgCl_2$) à 1%, nous ajoutons à chacune d'entre elles 0.5g d'alginate broyé. Nous agitons jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dissolution dans chaque solution.

La séparation se fait selon le schéma suivant :

	KCl	$MgCl_2$
Acide polyguluronique.....	Soluble.....	insoluble
Acide polymannuronique.....	insoluble.....	Soluble

Nous déduisons ensuite, selon la différence de solubilité, les pourcentages des deux acides par pesée des résidus non solubles.

II.3 La récolte de la flore algale associée

II.3.1 L'échantillonnage

Les prélèvements d'algues associées aux deux espèces, réalisés sur les deux sites, répondent à une récolte dite « sauvage », l'objectif de cette méthode n'étant pas de quantifier la flore algale mais d'avoir l'aspect qualitatif de la composition floristique. Les prélèvements ne se sont donc pas fait sur une surface bien déterminée mais d'une façon aléatoire. Les échantillons destinés à l'étude systématique ont été conservés dans de l'eau de mer formolée à 5 % pour leurs détermination ultérieure au laboratoire.

II.3.2 L'étude au laboratoire

II.3.2.1 Détermination et Systématique adoptée

Le tri des échantillons récoltés s'est fait selon les trois grands groupes systématiques retenus ; Rhodophycophytes, Chromophycophytes et Chlorophycophytes. La détermination spécifique fait appel à des critères cytologiques et anatomiques. En fait, il est impossible de déterminer avec exactitude une espèce sur terrain.

Pratiquement toutes les espèces sont donc observées sous loupe binoculaire et microscope optique, en utilisant, si nécessaire, des colorants tel que le lugol pour la mise en évidence de l'amidon intra-plastidial des Chlorobiontes et le bleu de Crésyl pour la mise en évidence des physodes des Chromobiontes.

La systématique utilisée est celle adoptée par Perret Boudouresque et Seridi (1990), reprise par Ould Ahmed (1994), et qui est actuellement utilisée.

Plusieurs clés de détermination ont été utilisées, nous citons :

Hamel (1931) ; Feldmann-Mazoyer (1940) ; Hamel et Lemoine (1952) ; Gayral (1966) ; Gayral (1975) ; Meinesz (1977) ; Delepine et al (1987); Perret Boudouresque et Seridi (1989); Verlaque (1987) ; Seridi, (1990) ; Boudouresque et Cabioch et al (1992) ; Ould Ahmed (1994).

II.3.2.2 Les paramètres analytiques

II.3.2.2.1: Le coefficient T

Après avoir établi la liste floristique complète de chaque site, on peut représenter le coefficient T comme étant le nombre total d'espèces d'une station.

Q : effectif du groupe systématique d'espèces.

T: nombre total des espèces

II.3.2.2.2 : Le coefficient Q

Le coefficient Q d'un groupe d'espèces représente, dans une station, son effectif absolu en espèces ; exemple : s'il existe 5 Fucophyceae dans une liste donnée, l'effectif est de 5
Donc $\Sigma Q=T$

II.3.2.2.3 : La dominance qualitative DQ%

La dominance qualitative DQ d'un groupe systématique d'un groupe écologique est définie comme étant le rapport de l'effectif (Q) de ce groupe sur le nombre total d'espèces (T) multiplié par cent.

La formule est : $DQ (\%) = Q/T.100$

II.3.2.2.4 : Le rapport R/P

Feldmann (1938) (*in* Ould Ahmed, 1994) a défini le rapport R/P comme étant le rapport du nombre de Rhodophyceae QR sur le nombre de Pheaophyceae QP. Ce rapport permet de caractériser la flore de la région d'étude, cette valeur augmente depuis les régions froides vers les régions chaudes.

II.3.2.2.5 Les groupes écologiques

Boudouresque (1984), définit les groupes écologiques comme étant un groupe d'espèces statistiquement liées entre elles et à un certain nombre de facteurs du milieu et qui se trouvent généralement ensemble dans la nature. Ils sont représentés par des initiales.

Par exemple:

Sargassum vulgare : Espèce photophile infralittoral thermophile (PhIT)

Cystoseira barbata : Espèce photophile infralittoral du mode relativement calme (PhIC).

Notre objectif à travers l'utilisation de ces paramètres est d'avoir un aperçu sur le type de flore (sur le plan systématique, écologique et biogéographique) susceptible d'accompagner nos deux espèces alginophytes.

Résultats et discussions

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1 Extraction d'alginate

III.1.1 Le rendement en alginate

Espèce	Rendement en alginate en % de matière sèche de la poudre
<i>Sargassum vulgare</i>	6.10
<i>Cystoseira barbata</i>	5.31

Selon la littérature, dont Pelligrini et al (1971) Ces résultats fournis sont à $\pm 2\%$ près afin de compenser les pertes lors des différentes manipulations, surtout lors des filtrations.

Nos rendements sont relativement inférieurs à ceux obtenus pour les autres Fucales étudiées en Algérie, à titre indicatif, certains résultats sont fournis ci-dessous :

Travaux	Le rendement en alginate en %
(Boulghalegh, 1987)	9.48
(Hadji, 1988)	8
(Dziri, 1990)	10.72

Ils sont inférieurs aux rendements compris dans l'intervalle de Larpent et al (1990) ; [14 - 40%]. Ceci pourrait être dû comme cité ci-dessus aux pertes enregistrées lors des manipulations. Nous pensons aussi aux facteurs suivants :

- N'ayant pas fait l'objet de travaux d'extraction d'alginate auparavant, on pourrait penser que ces deux espèces présentent tout simplement un faible taux en alginate.
- Le taux d'humidité de la poudre
Puisque nos espèces ont été séchées à l'air ambiant, il est possible que le poids sec de la poudre algale ait été faussé par les molécules d'eau, avec le risque supplémentaire d'humidification lors de la conservation de la poudre avant l'extraction.
- Pour le *Sargassum vulgare*, le facteur « Pollution »
Bien que n'ayant pas de données concernant l'impact direct de la pollution sur le taux d'alginate dans une algue, on pourrait penser à l'impact de la pollution sur l'activité enzymatique en général. Sachant que la biosynthèse des alginate est sous le contrôle d'enzymes telle que la 5-épimérase.
- Pour *Cystoseira barbata*, il est intéressant de noter que les individus que nous avons récoltés étaient fertiles. Du point de vue cytologique ; les cellules vont subir une transformation, se traduisant par un rétrécissement de la paroi, donc une probable diminution du taux d'alginate qu'elle contient, ajouté à cela que beaucoup des individus récoltés avaient perdu une partie de leur fronde, qui pourrait contenir un meilleur taux d'alginate que les autres parties restantes de l'appareil végétatif.

➤ Le facteur dessiccation

L'exposition des algues à l'air, constitue un stress dû à la déshydratation, cette dernière se traduit par l'incapacité des cellules à absorber les nutriments, les algues subissent donc le phénomène de dessiccation (Daws, 1997)

De ce fait, sachant l'importance entre autres des ions Calcium dans la structure des alginates de calcium et sachant que les individus de *Sargassum vulgare* récoltés étaient exposés à l'air, figure 18 (certains individus d'une longueur de plus de 60cm, étaient à une profondeur de 50cm environ). Le facteur dessiccation pourrait expliquer les faibles teneurs en alginates obtenues avec cette espèce.



Figure 18 : Exposition de *Sargassum vulgare* à la dessiccation à Bou-Ismail.

➤ L'épiphytisme

Nous avons constaté un important épiphytisme des thalles de nos algues, que nous n'avons pu entièrement éliminer par lavage. Le cas est surtout marqué pour le *Sargassum vulgare* dont les thalles étaient incrustés par des algues surtout calcifiées.

Donc, la poudre algale, ne serait pas constituée uniquement de *Sargassum* ou de *Cystoseira*.

L'épiphytisme notamment dû aux algues calcaires, pourrait induire une diminution de la pénétration de la lumière dans l'algue. Ce qui provoquerait une diminution de la photosynthèse ; Source principale de la biosynthèse de l'alginate.

III.1.2 L'identification de l'alginate

Il y a formation d'un précipité gélatineux juste après addition de l'acide minéral.

III.1.3 Le rapport M/G

Les rapports M/G obtenus sont

- *Sargassum vulgare*: M/G = 0.54
- *Cystoseira barbata*: M/G = 0.39

Ces rapports M/G traduisent tous les deux, un très bon pouvoir gélifiant, qui est d'autant plus important pour *Cystoseira barbata*.

À titre indicatif, nous pouvons aussi comparer nos résultats avec ceux d'autres travaux :

Travaux	Le rapport M/G
(Boulghalegh, 1987)	0.28
(Hadji, 1988)	0.36
(Dziri, 1990)	0.33

Les rapports M/G sont proches de ceux obtenus avec les autres fucales.

Ce qu'on peut constater par contre, c'est un rapport relativement supérieur, donc un pouvoir gélifiant moindre, de *Sargassum vulgare* par rapport aux *Cystoseires*.

Ce rapport M/G de 0.54 pour le *Sargassum vulgare*, est pratiquement le même signalé dans la littérature pour le *Sargassum diaphanum* qui est de 0.52. (Pérez, 1997)

III.2 Flore algale

III.2.1 La liste floristique au niveau des deux sites

Les algues ont été classées par ordre évolutif selon les trois grands groupes systématiques : Rhodobiontes, Chromobiontes et Chlorobiontes, puis selon quatre grandes classes : Les Bangiophycées, les Florideophycées (Rhodobiontes), les Phaeophycées (Chromobiontes) et les Chlorophycées (Chlorobiontes).

Pour chaque classe, les algues ont été réparties en Ordres.

Les genres et les espèces ont été classés selon un ordre alphabétique.

Les espèces les plus représentatives sont illustrées, certaines par leurs formes générales uniquement, d'autres par des coupes cytologiques en plus.

III.2.1.1 Bou-Ismail

Rhodobiontes

Classe : Bangiophycées

Ordre : Bangiales

Porphyra leucostica Thuret in Le Jolie

Ordre : *Porphyridiales*

Stylonema alsidii (Zanardini) Drew

Classe : Florideophycées

Ordre : Achrochaetiales

Rhodothamniella codii J.Feldmann

Ordre : Bonnemaisoniales

Asparagopsis armata (Harvey)

Trailiella intericata Batters stadium

Ordre : Ceramiales

Famille : *Ceramiucées*

Mesothamnion sp

Centroceras clavatum (C. Agardh)

Ceramium diaphanum (Lightfoot) Roth

Ceramium rubrum (Hudson) C. Agardh

Ceramium tenerrimum (Martens) Okamura.

Famille : *Dasyacées*

Alsidium corallinum (La Tourette) Kützing

Halopitys incurvus (Hudson) Batters

Heterosiphonia crispella (C. Agardh) Wynne

Polysiphonia sertrularoides (Grateloup) J. Agardh

Famille : *Rhodomelacées*

Herposiphonia secunda (C. Agardh) Ambrom

Famille : *Delesseriacées*

Acrosorium uncinatum (Turner) Kylin

Ordre : Corallinales

Corallina elongata Ellis et Solander

Corallina officinalis Linnaeus

Jania rubens (Linnaeus) Lamouroux

Jania adhaerens Lamouroux

Lithophyllum incrustans (Philippi)

Lithophyllum lichenoides (Philippi)

Lithophyllum sp

Mesophyllum lichenoides (Ellis) Lemoine

Ordre : Gelidiales

Gelidium latifolium (Greville) Bornet et Thuret.

Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis

Ordre : Gigartinales

Hypnea cervicornis J. Agardh

Peyssonnelia squamaria (Gmelin) Decaisne

Plocamium cartilagineum (Linnaeus) Dixon

Sphaerococcus coronopifolius Stackhouse

Chromobiontes

Classe : Phaeophycées

Ordre : Dictyotales

Dictyota dichotoma (Hudson).

Dictyota linereis (C. Agardh) Greville.

Padina pavonica (Linné) Gaillon.

Taonia atomaria woodward (C. Agardh)

Ordre : Ectocarpales

Ralfsia verrucosa (Areschoug) J. Agardh

Ordre : Fucales

Cystoseira compressa (Esper) Gerloff et Nizamuddin.

Sargassum vulgare C. Agardh

Ordre : Scytosiphonales

Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbès et Solier in Castagne

Petalonia fascia (Muller) Kuntze.

Ordre : Sphacelariales

Cladostephus verticillatus (Lightfoot) Lyngbye).

Stypocaulon scoparium (Linné) Kützing

Chlorobiontes

Classe : Chlorophycées

Ordre : Cladophorales

Chaetomorpha aerea (Goodenough ex Dillwyn) Kützing.

Chaetomorpha capillaris (Kützing) Børgensen.

Cladophora prolifera (Roth) Kützing.

Ordre : Codiales

Codium bursa (Linnaeus) C. Agardh

Codium effusum (Rafinesque) Delle Chiaje.

Codium fragile (Suringar) Hariot.

Ordre : Caulerpales

Udotea petiolata (Turra) Børgensen.

Ordre : Ulvales

Enteromorpha intestinalis Linnaeus (Link)

Ulva rigida (C. Agardh).

Ulva lactuca Linnaeus

III.2.1.2 Kouali

Rhodobiontes

Classe : Bangiophycées

Ordre : Bangiales

Porphyra leucostica Thuret in Le Jolie

Ordre : *Porphyridiales*

Stylonema alsidii (Zanardini) Drew

Florideophycées

Ordre : Bonnemaisoniales

Asparagopsis armata (Harvey)

Bonnemaisonia asparagoides (Woodward) C. Agardh

Trailiella intericata Batters (stadium)

Ordre : Ceramiales

Famille : Ceramiacées

Callithamnion granulatum (Ducluzeau) C. Agardh.

Ceramium ciliatum (Ellis) Ducluzeau.

Ceramium circinatum (Kützing) J. Agardh

Ceramium diaphanum (Lightfoot) Roth.

Ceramium ehionotum J. Agardh.

Ceramium ordinatum (Kützing)

Ceramium rubrum (Hudson) C. Agardh.

Ceramium tenerrimum (Martens) Okamura

Ceramium flaccidum (Harvey Ex Kützing) Ardissonne

Ceramium sp

Famille : Rhodomelacées

Alsidium helminthocorton (La tourette) Kützing.

Chondria scintillatus G. Feldmann

Halopitys incurvus (Hudson) Batters.

Herposiphonia secunda (C. Agardh) Ambromn.

Laurencia obtusa (Hudson) Lamouroux.

Laurencia papillosa (C. Agardh) Greville

Laurencia pinnatifida (Gmelin) Lamouroux.

Polysiphonia denudata (Dilwyn) Greville ex Harvey in Hooker

Polysiphonia elongata (Hudson) Sprengel

Polysiphonia fruticulosa (Wulfen in Jacquin) Sprengel

Polysiphonia martensiana (Kützing)

Polysiphonia sertrularoides (Grateloup) J. Agardh

Famille : Delesseriaceées

Acrosorium uncinatum (Turner) Kylin

Apoglossum ruscifolium (Turner) J. Agardh

hypoglossum hypoglossoides (Stackhouse) Collins et Hervey

Ordre : Corallinales

Corallina elongata Ellis et Solander

Corallina officinalis Linnaeus

Corallina longifurca Zanardini

Jania corniculata (Linnaeus) Lamouroux

Jania rubens (Linnaeus) Lamouroux

Jania adhaerens Lamouroux

Lithophyllum incrustans (Philippi)

Ordre : Gelidiales

Gelidium latifolium (Greville) Bornet et Thuret.

Ordre : Gigartinales

Gigartina acicularis (Roth) Lamouroux

Gigartina teedii (Roth) Lamouroux

Gracillaria Bursa-Pastoris (Gmelin) Silva

Gymnogorus Devoniensis (Grev) Schotter

Peyssonnelia sp

Plocamium cartilagineum (Linnaeus) Dixon

Sphaerococcus coronopifolius Stackhouse

Ordre : Rhodymeniales

Botryocladia botryoides (Wulfen in Jaquin) J.Feldmann

Champia parvula (C.Agardh) Harvey

Gastroclonium clavatum (Roch) Ardissonne.

Chromobiontes

Classe : Fucophycées

Ordre : Dictyotales

Dictyopteris membranaceae (Stackhouse) Batters.

Dictyota dichotoma (Hudson).

Dictyota linereis (C. Agardh) Greville.

Padina pavonica (Linné) Gaillon.

Zonaria tourefortii (Lamouroux) Montagne

Ordre : Ectocarpales

Ectocarpus confervoides (Roth) Kjellman

Ralfsia verrucosa (Areschoug) J.Agardh

Ordre : Fucales

Cystoseira barbata (Goodenough et Woodward) C.Agardh

Cystoseira compressa (Esper) Gerloff et Nizamuddin.

Cystoseira sauvageauna Hamel.

Cystostira sedoides (Desfontaines) C. Agardh.

Cystoseira tamariscifolia (Hudson) Papenfuss.

Sargassum vulgare C. Agardh.

Ordre : Scytosiphonales

Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbès et Solier in Castagne

Scytosiphon lomentaria (Lyngbye) Link.

Ordre : Sphacelariales

Cladostephus verticillatus (Lightfoot) Lyngbye

Halopteris filicina (Grateloup) Kützing

Stypocaulon scoparium (Linné) Kützing

Chlorobiontes

Classe : Chlorophycées

Ordre : Caulerpales

Udotea petiolata (Turra) Børgensen.

Ordre : Cladophorales

Blastophysa polymorpha Kjellman Printz

Chaetomorpha aerea (Goodenough ex Dillwyn) Kützing.

Chaetomorpha capillaris (Kützing) Børgensen.

Cladophora albida (Hudson) Kützing.

Cladophora leatervirens (Dillwyn) Kützing.

Cladophora prolifera (Roth) Kützing.

Cladophora rupestris (Linnaeus) Kützing

Ordre : Dasycladales

Dasycladus vermicularis (Scopoli) Krasser.

Acetabularia acetabulum (Linnaeus) Silva.

Ordre : Siphonocladales

Valonia utriculosa (Roth) C. Agardh.

Ordre : Ulvales

Enteromorpha intestinalis (Linnaeus) Link

Enteromorpha linza (Linnaeus) J. Agardh.

Ulva lactuca (C. Agardh).

III.2.3 : Les paramètres analytiques

1. Coefficient T :

Station	Coefficient T
Station 1 : Bou Ismail	51
Station 2 : Kouali	81

- Au total, 96 espèces ont été déterminées au niveau des deux sites.
- Le nombre d'espèces est supérieur à l'anse de Kouali (81), par rapport à celui de Bou-Ismaïl (51).

2. Coefficient Q :

	Rhodophycées	Phaeophycées	Chlorophycées	T
Bou Ismail	30	11	10	51
Kouali	48	18	15	81

Parallèlement, la diversité spécifique, est plus marquée dans l'anse de Kouali. Il est à remarquer que le site de Bou Ismail est caractérisé par une pollution d'origine organique (Kadari-Méziane, 1994) ce qui pourrait expliquer cette diminution de la couverture végétale.

3. Dominance qualitative DQ :

Les dominances qualitatives de chaque groupe systématique pour les deux sites, sont représentées comme suit :

	DQ Rhodophycées (%)	DQ Phaeophycées (%)	DQ Chlorophycées (%)
Bou Ismail	58.82	21.57	19.61
Kouali	59.26	22.22	18.52

Cependant, on remarque que la dominance qualitative pour les deux sites est pratiquement la même, ce qui s'expliquerait par la localisation des deux sites dans la même baie. (Figure : 19 et 20).

4. Le rapport R/P :

$$R/P = QR/QP.$$

Station	Rapport R/P
Bou Ismail	2.72
Kouali	2.66

- Nos résultats sont comparés à ceux obtenus par d'autres auteurs dans d'autres localités (in Ould Ahmed, 1994)
- Le rapport R/P est 1 en Groenland (Lund, 1959).
- Le rapport R/P est 3 en Algérie (Feldmann, 1931).
- Le rapport R/P est 2.8 en Turquie (Cirik, 1978).
- Le rapport R/P est de 4 à 5 près de la centrale électrique de Mers El Hadjadj, Arzew (Ould ahmed, 1994)

Ces résultats témoignent de la présence d'un peuplement à affinité relativement tempérée à chaude.

R/P obtenu est supérieur à celui des régions froides, il est inférieur à celui observé à proximité du rejet d'eau chaude de la centrale électrique à Mers El Hadjadj à Arzew.

5. Groupes écologiques :

Après attribution à chaque espèce le groupe écologique auquel elle appartient (tableaux 1 et 2 en annexe) nous faisons le constat suivant :

- À Bou Ismail : sur 51 espèces recensées, il existe 25 espèces (49.02%) appartenant au Super groupe Photophile au sens large (PhIsl), 5 espèces à affinité photophile infralittoral portuaire (super groupe pollution) soit : 9.80%, la majeure partie des espèces est à affinité photophile infralittoral relativement calme (PhIC), ce qui confirme, que nos algues ont bien été récoltées entre 0 et -100cm, dans une zone relativement calme.
- À Kouali : comme pour Bou Ismail, le plus grand effectif se trouve dans le groupe écologique photophile Infralittoral calme (PhIC). 7.40% des espèces récoltées à Kouali font partie du super groupe pollution, ce qui reste inférieur à la valeur enregistrée à Bou-Ismaïl.
Ces résultats appuient les données bibliographiques selon lesquelles la station de Bou-Ismaïl est plus polluée que la station de Kouali.

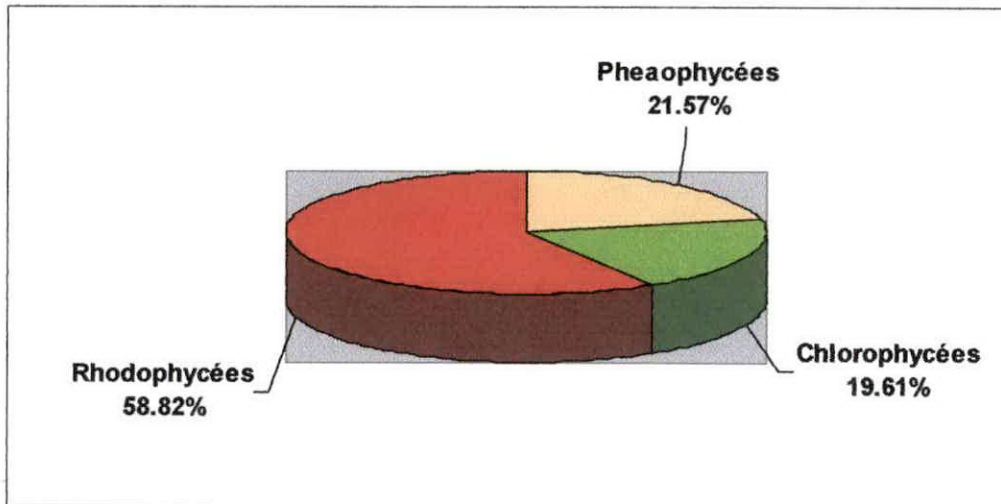


Figure 19 : Dominance qualitative globale DQ(%) des grands groupes systématiques d'algues dans la station de Bou-Ismaïl

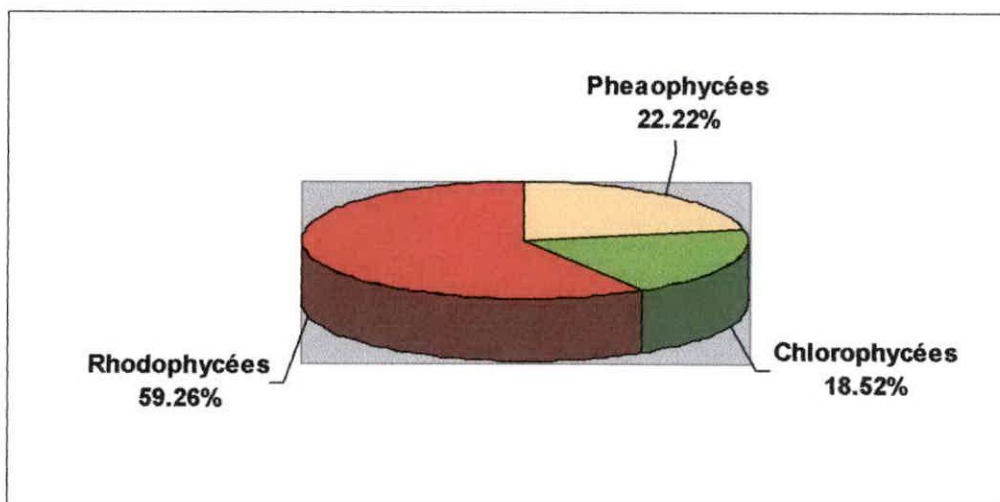


Figure 20: Dominance qualitative globale DQ (%) des grands groupes systématiques d'algues à l'anse de Kouali

Conclusion générale

Conclusion générale :

Notre étude axée essentiellement sur l'extraction des alginates d'une part, et sur la taxonomie de la flore algale associée à deux alginophytes d'autre part, est la première du genre en Algérie. En effet, les deux Fucophycées : *Cystoseira barbata* et *Sargassum vulgare* n'ont jusque là, pas fait l'objet d'extraction de phycocolloïdes.

Ceci constitue donc, une contribution et une initiation à la conduite d'une réflexion sur la possibilité de valorisation des algues.

Dans cette conclusion, nous reprenons les points clés qui ont été élaborés dans les deux volets étudiés.

- Les rendements en alginates obtenus sont dans ce cas présent, peu représentatifs (5.31% pour *Cystoseira barbata* du poids sec et 6.10% du poids sec pour *Sargassum vulgare*). Cependant, il y a lieu de considérer le pouvoir gélifiant obtenu pour les deux espèces étudiées (0.39 pour *Cystoseira barbata* et 0.54 pour *Sargassum vulgare*). En effet, le rapport M/G présente un résultat meilleur par rapport à celui observé chez les espèces communément utilisées en industrie (M/G de *Laminaria digitata* est de 2.26, celui d'*Ascophyllum nodosum* est de 1.56 et celui de *Fucus serratus* est de 1.31). Or, dans les alginates, ce qui importe le plus pour leur utilisation, c'est leur pouvoir gélifiant.
- L'espèce *Sargassum vulgare* étant une algue commune, abondante, "disponible", dont le cycle de vie est maîtrisable et ne fait pas partie des espèces protégées par la législation. Tel est le cas de certaines espèces du genre *Cystoseira*, ce qui rendrait possible son exploitation.
- Ces observations sont plus justifiées, dans la mesure où le taux d'alginates qu'elle contient est relativement supérieur à celui obtenu sur *Cystoseira barbata*. Donc vu les rapports M/G obtenus pour ces deux espèces, ce qui serait bien c'est d'affiner un peu la technique d'extraction et surtout faire un suivi annuel pour déterminer la période où le rendement serait meilleur, et pourquoi pas exploiter d'autres zones dans d'autres sites.
- En revanche, nos résultats ne sont qu'une conséquence d'essais à l'échelle de laboratoire, quant à l'échelle industrielle, tel est le cas des pays asiatiques ; grands utilisateurs des algues d'une manière générale, il est constaté qu'un meilleur rendement en alginates, est en relation avec le taux de matière sèche, laquelle est en relation avec la matière fraîche.
Cependant, vu l'absence de gisements sur nos côtes d'une part et considérant l'aspect de la protection de la végétation marine d'autre part, la réflexion sur l'utilisation des algues devrait reposer sur leur culture pour une biomasse plus importante et surtout pour leur durabilité. D'ailleurs, en ce qui concerne *Cystoseira barbata*, il faut retenir que c'est une espèce dont le mode de culture est établi par Munda (1972) (in Delepine et al, 1987), il serait donc intéressant de compenser le faible rendement en alginates par une augmentation de la biomasse algale exploitable via l'algoculture. Aussi, d'autres essais de culture sur d'autres espèces devraient être envisagés en vue de leur

valorisation. Pour ce faire, une connaissance exacte de la systématique des algues est impérative. Tel a été, entre autres, l'objet de la deuxième partie de notre étude

- L'identification de la flore algale en association avec nos deux alginophytes a décelé : Un effectif total de 96 espèces pour les deux sites 80 espèces accompagnatrices de *Cystoseira barbata*, (dont *Polysiphonia martensiana* remarquablement épiphyte) et 50 espèces associées à *Sargassum vulgare* et dont les épiphytes sont représentés, notamment par : *Corallina officinalis*, *Jania rubens*, *Dictyota dichotoma*.

Aussi, la répartition de la flore recensée en différents groupes systématiques et écologiques a permis de résulter un aperçu sur l'affinité biogéographique de cette flore. Ce paramètre est un élément supplémentaire pour caractériser le milieu dans lequel nos deux alginophytes sont susceptibles de se développer.

En dernier lieu, cette étude préliminaire, doit être complétée afin d'apporter une réponse aux divers points non élucidés dont :

- La relation de la concentration du milieu en ions bivalents ou trivalents avec le taux d'alginate et le pouvoir gélifiant, notamment les ions calcium, qui renforcent la structure dite en « boîte à œufs ».
- Le facteur « pollution » ; une même espèce devrait être étudiée dans deux sites différents afin de déterminer l'impact probable de divers polluants sur son rendement en alginate.
- Le facteur dessiccation ; le taux d'alginate de ces deux espèces, doit être évalué en fonction du temps d'émersion, pour évaluer l'impact de la dessiccation sur leur rendement en alginates
- Les variations selon les saisons : il serait intéressant d'étaler les essais d'extraction sur plusieurs saisons pour avoir un rendement plus représentatif.
- Les variations selon les différentes parties de l'appareil végétatif doivent être étudiées afin de cibler la portion du thalle la plus riche en alginate, c'est en quelque sorte, une optimisation du rendement de l'algue.

Enfin, une étude technico-économique s'impose et une orientation vers l'algoculture pourrait s'avérer nécessaire en vue de la préservation des ressources et de leur durabilité. Les enjeux économiques, s'ils s'avèrent importants, ne doivent pas nuire pour autant à l'écosystème marin.

Bibliographie

- **Adour S., Soumani K., 1999.** Contribution à l'étude des peuplements phytobenthiques du substrat dur du médiolittoral inférieur et infralittoral de la Madrague (Baie d'El Djemila). *Mémoire Ing., I.S.M.A.L., Alger, Fascicule I : 81p.*
- **Adrian J., 1985.** Les algues laminaires sont-elles acceptables en alimentation humaine?. *Médecine et nutrition, tome 21, N° 1: 50-55.*
- **AFAA., 1987.** Document extrait de Biotechnologies algales 3ème colloque, Montpellier, 17-18 Octobre 1985, *Hors série, Vol-6 : 137-150*
- **Amarache S., 2005.** Contribution à l'étude saisonnière de la composition biochimique de deux algues brunes des cotes algériennes : *Cystoseira stricta* et *Cystoseira sedoides*. *Mémoire Ing., I.N.A., Alger: 89p.*
- **Ariyo B.T., 1997.** Alginate oligosaccharides as enhancers of penicillin production in culture of *Penicillium chrysogenum*. *Biotechnologie and bioengineering, N° 53: 17-20.*
- **Benchabane O., 1988.** Etude biochimique d'une algue brune des côtes algériennes : *Cystoseira sedoides*. *Annales de l'I.N.A, Vol.12, n°1, Tome2*
- **Benmekki F., Djimili N., 2004.** Contribution à l'étude biochimique de deux algues brunes des cotes algériennes : *Cystoseira compressa* et *Cystoseira tamariscifolia*. *Mémoire Ing., I.N.A., Alger: 76p.*
- **Benrahmoune H., 2005.** Contribution a l'étude technico économique d'une ferme marine pour une production de 200 tonnes de loup (*Dicentrarchus labrax*) à Kouali3 Tipaza. *Mémoire Ing., I.S.M.A.L., Alger : 50p.*
- **Bodard M., 1983.** Mise au point sur les phycocolloides. *Bull. soc. Bot. N., vol.36, n°12 : 1-14.*
- **Boudouresque C.F., 1984.** Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée nord-occidentale : *Une revue Gior. Bot. Ital., 118(suppl.2) : 7-42*
- **Boudouresque C.F. Ballesteros E. Benmaiz N. Boisset. F. Bouladier E. Cinelli. F. Cirik. S. Kormaci M. Jeudy de Grissac A. Laborel. J. Lanfaranco E. Lundberg B. Mayhoub H. Meinesz A. Panayatodis P. et Sinnassamy J.M., 1990.** *Livre rouge « Gerard Vuignier » des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée.*

- **Boudouresque C.F., Cabioch J. et al., 1992.** Guide des mers d'Europe. *Ed. Neuchatel, Paris : 231p.*
- **Boulghalegh A., 1987.** Extraction des alginates à partir des algues brunes, possibilité d'utilisation en industrie alimentaire. *Thèse Ing., I.N.A., Alger: 38p.*
- **Boumaza S., 1995.** Phénologie, biomasse, lepidochronologie et production primaire de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L) Delile de l'anse de Kouali, Tipaza (Algérie). *Mag en océanologie, option écologie marine : 125 p*
- **Braik D., 1989.** Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou Ismail – sédimentologie- morphologie- problèmes d'érosion du littoral- aménagement. *Mag en géologie marine., U.S.T.H.B., Alger : 125p*
- **Braud J.P. 1974.** Etude de l'acide alginique extrait de *Laminaria ochrolenca*. *Revue des travaux de l'institut des pêches maritimes, tome 38, fascicule 2 : 163-192.*
- **Campbell N.A ., 1995.** Biologie. 3th Ed. *cypihot Saint Laurent, Quebec Canada: 500-670.*
- **Chauhan V.D. and Krishnamurthy V., 1967.** Observations on the output of zoospores, their liberation, viability and germination in *Sargassum swartzii* (Turn.) C. Ag. Proc. Semi. Sea Salt and Plants. CSMCRI, Bhavanagar, pp. 197–201(origine: Global aquaculture outlook in the next decades: an analysis of national aquaculture production forecasts to 2030. FAO, *Circulaire sur les pêches nr C1001. Rome. (Sous presse).<http://leba.unige.ch/anthony/CHAP3.PDF>).*
- **Codex alimentarius., 1999.** Dispositions générales. *VollA, 2^{eme} édition : 97-98*
- **Daws C.J., 1997.** Marine Botany. 2nd Ed: 578p.
- **Delepine R. boudouresque C.F. , Frada-Orestano C., Noailles M.C. et Asensi A., 1987.** Algues et autres végétaux marins. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. *Révision I méditerranée et mer Noire, Zone de pêche 37, Volume I Végétaux et invertébrés, FAO, Rome, Italie : 136p.*
- **Dziri S., 1990.** Etude chimio-taxonomique d'une algue brune des côtes d'Algérie. *Thèse Ing., I.N.A., Alger: 56 p.*
- **FAO/UNDP., 1990.** Regional Seafarming Resources Atlas Regional Seafarming Development and Demonstration Project (RAS/86/024),. (*Atlas series No. 1*):83 p.

- **Feldmann J., 1931.** Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie. Les algues de Cherchell. *Bull. Soc. Hist. Afr. Nord, Algeria*, 22 : 179-254.
- **Feldmann J., 1937.** Les algues marines des côtes des Alèbres : Cyanophycées, Chlorophycées et Phéophycées. *Revue algologique.*, vol.9, n° 3-4: 331 P.
- **Feldmann-Mazoyer G., 1940 :** Recherches sur les ceramiacées de la Méditerranée occidentale. *Thèse Sci .nat., Alger, Imprimerie Minerva, 510p.*
- **Gayral P .,1966.** Les algues des cotes Françaises (Manche et Atlantique)., *Ed Doin Paris : 611p*
- **Gayral P 1975.** Les algues : Morphologie, cytologie, reproduction, écologie. *Ed. Doin, Paris: 166p.*
- **Hadji A.,1988.** Contribution à l'étude chimique d'une algue brune des côtes d'Algérie. *Thèse Ing., I.N.A :52p*
- **Hamel G repris par Lemoine P., (1952).** Corallinacées de France et d'Afrique du Nord., *laboratoire de Cryptogamie., Robert Lami. : 117p.*
- **Hamel G., 1931.** Chlorophycées des cotes Françaises. *Rev. Algol., 1à 6: 1-168.*
- **Hamel G., 1939.** Phéophycées de France. *Paris I-XL VII,432pp+10pl*
- **Hugh D.J., 1987.** Production and utilisation of products from commercial seaweeds. (*origine: F.A.O Fish.Tech. Pap., (288): 18p.*
- **Ito K., Hori K., 1989.** Seaweed. Chemical composition and potential food uses. *Food review international, vol.5, N°1, pp.101-144.*
- **Kadari-Méziane Y., 1994.** Contribution à l'étude de l'impact de la pollution sur la distribution spatio-temporelle des peuplements phytobenthiques dans la baie de Bou-Ismaïl (Algérie). *Thèse Mag, E.N.S, vieux Kouba, Alger : 1-226.*
- **Korichi H.S., (1988).**Contribution à l'étude biologique de deux espèces de Saurels : *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) et *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) et de la dynamique de *Trachurus trachurus* en baie de Bou-Ismaïl. *Thèse de Magister., I.S.M.A.L : 258p*
- **Larpent J.P., Larpent-Gourdaud M. (1990).** *Mémento Tech de microbiologie. Ed. Lavoisier, Paris: 417 p.*
- **Legall J- Y., 1969.**Etude de l'endofaune des pelouses de zostéracées superficielle de la baie de Castiglione (Algérie). *Téthys 1(2) : 395-420*
- **Lestang-Bremond G., Quillet M. (1980).** Les polysaccharides des parois des algues brunes. *Les polymères végétaux. Ed. Bordas, Paris: 289-303*

- **Mabeau S., Rochas C., Vallot O. 1990.** De nombreux débouchés nouveaux ou potentiels. *Biofutur*, N°10: 30-35.
- **Mammeri O., Oulamara H 1993.** Contribution a l'étude biochimique de *Cystoseira crinita*. Utilisation des alginates extraits dans la gélification du lait en vue de la préparation du flan. *Mémoire Ing., INA., Alger: 70 p.*
- **Meinesz A., 1977.** Revision of the European species of *Cladophora* by C. *Van Den Hoek: 248p*
- **Naceur Y.K., Seguni O., 1996.** Cartographie bimorphosédimentologique de l'anse de Kouali (W de Tipaza). *Ing. d'Etat, aménagement du littoral, I.S.M.A.L. Alger : 62 p*
- **Ould Ahmed N., 1994.** Etude des espèces phytobenthiques 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* Lamouroux. *Thèse Mag., I.S.M.A.L., Alger: 263p+78 tab*
- **Pelligrini M., Pelligrini L., 1971.** Contribution à l'étude biochimique des Cystoseiraceae méditerranéennes. *Botanica Marina, Vol. 14 : 6-16*
- **Pérez R 1997.** Ces algues qui nous entourent : Conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisation, culture. *Ed. Ifremer : 272 p.*
- **Perret Boudouresque M ., Seridi H., 1989.** Inventaire des algues marines benthiques d'Algérie. G.I.S. *Posidonie Publi. Marseille.Fr.:1-117.*
- **Rebouh M., 1997.** Contribution à l'étude qualitative et quantitative de la flore épiphyte des feuilles l'herbier à *Posidonia oceanica* (L.) Delile de l'anse de Kouali. *Ing d'Etat., écologie marine., I.S.M.A.L. Alger : 93 p*
- **Seridi H., 1990.** Etude des algues marines benthiques de la région d'Alger. *Thèse de Mag. (U.S.T.H.B), Alger : 121p+129pl.*
- **Touil M.K., Souami M.A., 1993.** Contribution à l'étude biochimique de deux algues brunes. *Cystoseira crinita et Cystoseira stricta. Ing., I.N.A. Alger : 96p.*
- **Verlaque M., 1987.** Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophile marin en Méditerranée occidentale. Etude structurale et dynamique du phytobenthos et analyse des relations faune-flore, I et II. *Thèse de Doctorat d'Etat Sci. Nat., Univ. Aix-MarseilleII, 1-389+26Pl., I-XXXVI.*
- **Zeid N., 2004.** Production d'algues en Algérie. *Extrait d'un document du comité interministériel pour promouvoir la culture des algues : 2p.*

ANNEXE

Définitions des super groupes écologiques d'après (Boudouresque, 1984)

- 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 supralittorale

FM: Frange médiolittorale

- Super groupe Photophile au sens large (PhIs)

PhI: Photophile infralittoral

PhIB: Photophile infralittoral battu

PhIC: Photophile infralittoral relativement calme

PhIM: Photophile infralittoral thermophile de substrat meuble

PhIT: Photophile infralittoral thermophile

PhIG: Photophile infralittoral de supaturage

- 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

- Autres groupes

LSR: Large repartition géographique

SSP: Sans signification précise

ISR : Infralittoral de substrat dur

L'affinité écologique des espèces recensées et signification des différents groupes et super groupes écologiques.

Station N°1 : Bou-Ismaïl

Date : 12/02/2006

Profondeur : 0-100cm

Nombre d'espèces: 51

Tableau 1

Groupe systématique	Liste floristique	Groupe écologique
Rhodophycées	<i>Acrosorium uncinatum</i>	SI
	<i>Alsidium corallinum</i>	PhIT
	<i>Asparagopsis armata</i>	ISR
	<i>Ceramium diaphanum</i>	ISR
	<i>Ceramium rubrum</i>	PhIB
	<i>Ceramium tenerrimum.</i>	-
	<i>Centroceras clavatum</i>	-
	<i>Corallina elongata</i>	ISR
	<i>Corallina officinalis</i>	Ssp
	<i>Gelidium latifolium</i>	PhI
	<i>Gelidium pusillum</i>	PhIB
	<i>Halopitys incurvus</i>	PhIT
	<i>Herposiphonia secunda</i>	PhIC
	<i>Heterosiphonia crispella</i>	-
	<i>Hypnea cervicornis</i>	PhIT
	<i>Jania rubens</i>	PhI
	<i>Jania adherens</i>	PhI
	<i>Lithophyllum incrustans</i>	ISR
	<i>Lithophyllum lichenoides</i>	EM
	<i>Lithophyllum sp</i>	SSP
	<i>Mesophyllum lichenoides</i>	SIC
	<i>Mesothamnion sp</i>	SSP
	<i>Peyssonnelia squamaria</i>	SCIT
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	SSBf
	<i>Polysiphonia sertrularoides</i>	RMS
	<i>Porphyra leucostica</i>	RMS
	<i>Rhodothamniella codii</i>	PhIG
	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	SCI
	<i>Stylonema alsidii</i>	ISR
	<i>Trailiella intericata</i>	-

Phaeophycées	<i>Cladostephus verticillatus</i> <i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Cystoseira compressa</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Dictyota linereis</i> <i>Halopteris Scoparia</i> <i>Padina pavonica</i> <i>Petalonia fascia</i> <i>Ralfsia verrucosa</i> <i>Sargassum vulgare</i> <i>Stypocaulon scoparium</i>	PhIC PhIP PhIC PhIC PhIC PHIC PhIC PhIP RMI PhIT PhIC
Chlorophycées	<i>Chaetomorpha aerea</i> <i>Chaetomorpha capillaris</i> <i>Cladophora prolifera</i> <i>Codium bursa</i> <i>Codium effusum</i> <i>Codium fragile</i> <i>Enteromorpha intestinalis</i> <i>Udotea petiolata</i> <i>Ulva lactuca</i> <i>Ulva rigida</i>	RM EM AS PhIC SCI PhIG PhIP AS PhIP PhIP

Station N° 2: Anse de Kouali

Date: 06/03/2006

Profondeur: 0-100cm

Nombre d'espèces: 81

Tableau 2

Rhodophycées	<i>Acrosorium uncinatum</i>	SI
	<i>Alsidium corallinum</i>	PhIT
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>	SIC
	<i>Asparagopsis armata</i>	ISR
	<i>Bonnemaissonia asparagoides</i>	SCI
	<i>Botryocladia botryoides</i>	SSBs
	<i>Ceramium ciliatum</i>	FM
	<i>Ceramium circinatum</i>	-
	<i>Ceramium diaphanum</i>	ISR
	<i>Ceramium ehionotum</i>	SSBf
	<i>Ceramium flaccidum</i>	-
	<i>Ceramium ordinatum</i>	-
	<i>Ceramium rubrum</i>	PhiB
	<i>Ceramium tenerrimum</i>	-
	<i>Ceramium sp</i>	SSP
	<i>Callithamnion granulatum</i>	RMMI
	<i>Champia parvula</i>	Sc
	<i>Chondria scintillatus</i>	-
	<i>Corallina elongata</i>	ISR
	<i>Corallina granifera</i>	PhIT
	<i>Corallina officinalis</i>	Ssp
	<i>Gastroclonium clavatum</i>	EM
	<i>Gracillaria Bursa-Pastoris</i>	-
	<i>Gelidium latifolium</i>	Phi
	<i>Gigartina acicularis</i>	PhiP
	<i>Gigartina teedii</i>	PhiP
	<i>Gymnogorus Devoniensis</i>	-
	<i>Halopitys incurvus</i>	PhIT
	<i>Herposiphonia secunda</i>	PhiC
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	SCI
	<i>Jania corniculata</i>	PhiC
	<i>Jania rubens</i>	Phi
	<i>Jania adherens</i>	PhIT
	<i>Laurencia obtusa</i>	Phi
	<i>Laurencia papillosa</i>	FM
	<i>Laurencia pinnatifida.</i>	PhiB
	<i>Peyssonnelia sp</i>	SSP
	<i>Lithophyllum incrustans</i>	ISR

	<i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polysiphonia demudata</i> <i>Polysiphonia elongata</i> <i>Polysiphonia fructiculosa</i> <i>Polysiphonia martensiana</i> <i>Polysiphonia sertrularoides</i> <i>Porphyra leucostica</i> <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> <i>Stylonema alsidii</i> <i>Trailliella intericata</i>	SSBf SSP CC - - RMS RMS SCI ISR -
Phaeophycées	<i>Cladostephus verticillatus</i> <i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Cystoseira barbata</i> <i>Cystoseira compressa</i> <i>Cystoseira sauvageana</i> <i>Cystosira sedoides</i> <i>Cystoseira tamariscifolia</i> <i>Dictyopteris membranaceae</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Dictyota linereis</i> <i>Ectocarpus confervoides</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Halopteris Scoparia</i> <i>Padina pavonica</i> <i>Ralfsia verrucosa</i> <i>Sargassum vulgare</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i> <i>Zonaria tourefortii</i>	PhIC PhIP PhIC PhIC - PhIT - SI PhIC SS PhIP SCIT - PhIC RMI PhIT RMS SCI
Chlorophycées	<i>Acetabularia acetabulum</i> <i>Blastophysa polymorpha</i> <i>Chaetomorpha aerea</i> <i>Chaetomorpha capillaris</i> <i>Cladophora albida</i> <i>Cladophora leatervirens</i> <i>Cladophora prolifera.</i> <i>Cladophora rupestris</i> <i>Codium fragile</i> <i>Enteromorpha intestinalis</i> <i>Enteromorpha linza</i> <i>Dasycladus vermicularis</i> <i>Udotea petiolata</i> <i>Ulva lactuca</i> <i>Valonia utriculosa.</i>	PhIC - RM EM Ssp RMM ₂ AS Ssp PhIG PhIP - PhIT AS PhIP -

Liste des figures

- figure 1 : *Porphyra leucostica* Thuret in Le Jolis
figure 2 : *Rhodothamniella codii* J. Feldmann
figure 3 : *Gelidium latifolium* (Greville) Bornet ex Bornet et Thuret
figure 4 : *Hypnea cervicornis* J. Agardh
figure 5 : *Peyssonelia squamaria* (Gmelin) Decaisne
figure 6 : *Gigartina teedii* (Roth) Lamouroux
figure 7 : *Gracillaria bursa-pastoris* (Gmelin) Silva
figure 8 : *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse
figure 9 : *Corallina officinalis* Linnaeus
figure 10 : *Corallina elongata* Ellis et Solander
figure 13 : *Corallina corniculata* (Linnaeus) Lamouroux
figure 12 : *Corallina granifera* Ellis et Solander
figure 11 : *Jania adhaerens* Lamouroux
figure 14 : *Bonnemaisonia asparagoides*
figure 15 : *Ceramium diaphanum* (Lightfoot) (Roth) Harvey
figure 16 : *Ceramium rubrum* (Hudson) C. Agardh
figure 17 : *Ceramium tenerrimum* (Martens) Okamura
figure 18 : *Ceramium cillatum* (Ellis) Ducluzeau
figure 19 : *Mesothamnion sp*
figure 20 : *Callithamnion granulatum* (Ducluzeau) C. Agardh
figure 21 : *Heterosiphonia crispella* (C. Agardh) Wynne
figure 22 : *Acrosorium uncinatum* Var. *Venulosum* (Zanardini) Boudouresque et al.
figure 23 : *Hypoglossum hypoglossoides* (Stackhouse) Collins et Hervey
figure 24 : *Alsidium corallinum* (La tourette) Kützing
figure 25 : *Chondria scintillatus* G. Feldmann
figure 26 : *Halopitys incurvus* (Hudson) Batters
figure 27 : *Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Ambronn
figure 28 : *Laurencia pinnatifida* (Gmelin) Lamouroux
figure 29 : *Polysiphonia fructiculosa* (Wulfen in Jacquin) Sprengel
figure 30 : *Polysiphonia elongata* (Hudson) Sprengel
figure 31 : *Polysiphonia martensiana* Kützing
figure 32 : *Polysiphonia denudata* (Dillwyn) Greville ex Harvey in Hooker
figure 33 : *polysiphonia sertrularoides* (Grateloup) J. Agardh
figure 34 : *Botryocladia botryoides* (Wulfen in Jaquin) J. Feldmann
figure 35 : *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey
figure 36 : *Gastroclonium clavatum* (Roch) Ardissonne
figure 37 : *Dictyota linereis* (C. Agardh) Greville
figure 38 : *Taonia atomaria* Woodward (C. Agardh)
figure 39 : *Dictyopteris membranaceae* (Stackhouse) Batters
figure 40 : *Zonaria tourtefortii* (Lamouroux) Montagne
figure 41 : *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link
figure 42 : *Petalonia fascia* (Muller) Kuntze
figure 43 : *Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff et Nizamuddin
figure 44 : *Cystoseira sedoides* (Desfontaines) C. Agardh
figure 45 : *Cystoseira sauvageaunia* Hamel.
figure 46 : *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss

- figure 47 : *Cheatomorpha aerea* (Goodenough ex Dillwyne) Kützing
figure 48 : *Blastophysa polymorpha* Kjellman Printz
figure 49 : *Codium bursa* (Linnaeus) C. Agardh
figure 50 : *Codium fragile* (Surrigar) Hariot
figure 51 : *Ulva rigida* (C. Agardh).
figure 52 : *Acetabularia acetabulum* (Linnaeus) Silva
figure 53 : *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser

Bangiales



(a)



(b)

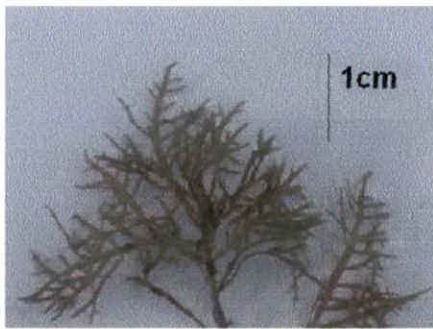
figure 1 : (a) : Aspect général du thalle de Lamina de *Porphyra leucostica*
(b) : Coupe transversale au niveau du thalle de *Porphyra leucostica* G: 10x10

Achrocheatiales

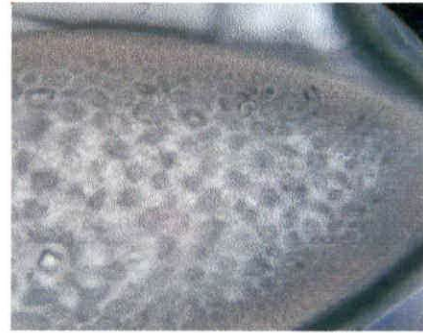


figure 2 : Aspect général du thalle de *Rhodothamniella codii* G : 10X10

Gelidiales



(a)



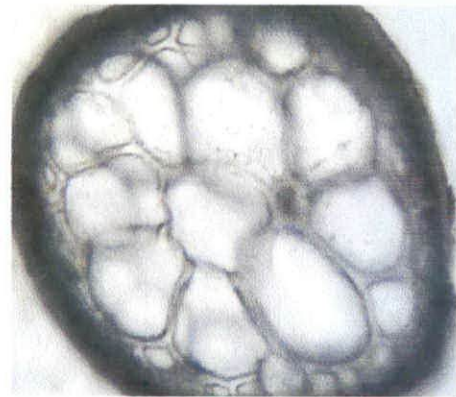
(b)

figure 3 : (a) Aspect général du thalle de *Gelidium latifolium*
(b) Coupe transversale au niveau du thalle de *Gelidium latifolium* G: 10x10

GIGARTINALES

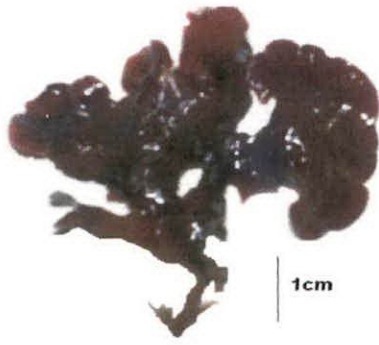


(a)

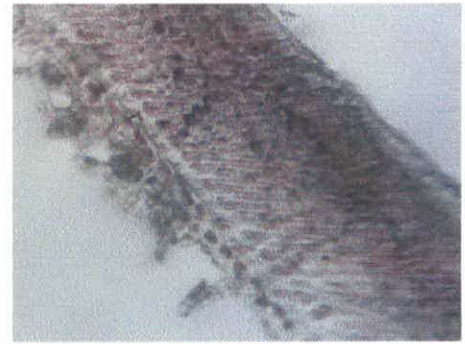


(b)

figure 4 : (a) Aspect général du thalle de *Hypnea cervicornis* G: X2
(b) CT au niveau du thalle d'*Hypnea cervicornis* G : 10X10



(a)

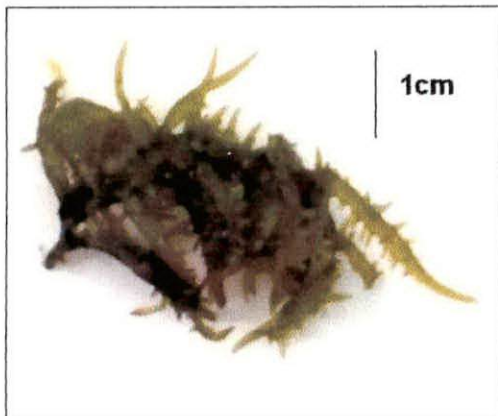


(b)

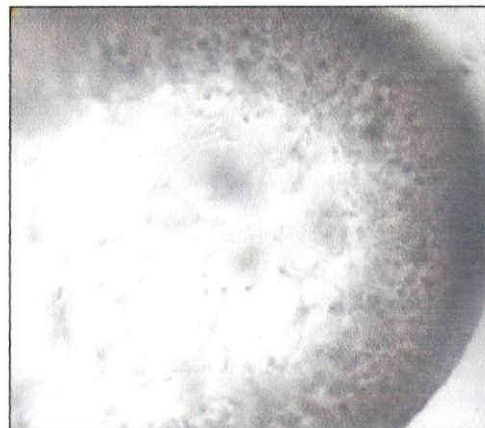


(d)

figure 5 : (a) : Aspect général du thalle de *Peyssonelia squamaria*
 (b) : coupe radiale au niveau de l'hypothalle de *Peyssonelia squamaria* G:10x10
 (c) : Tetrasporocystes G: 10 X 10



(a)



(b)

figure 6 : (a) : Aspect général du thalle de *Gigartina teedii*
 (b) : CT au niveau du thalle de *Gigartina teedii* G :10X10

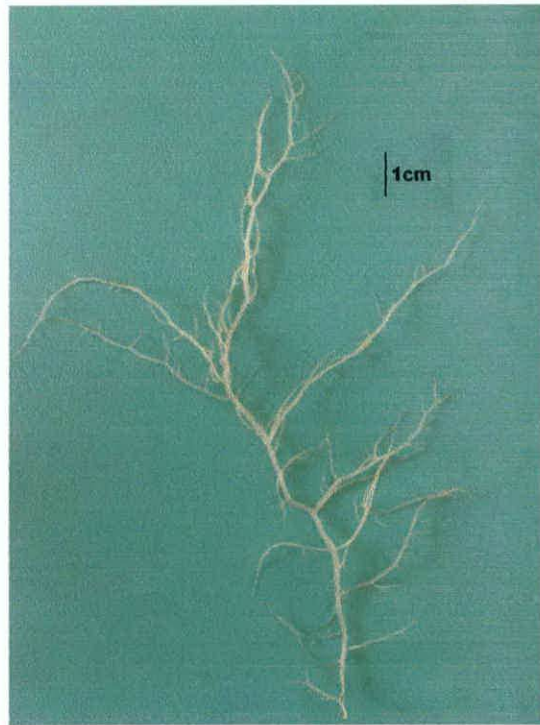
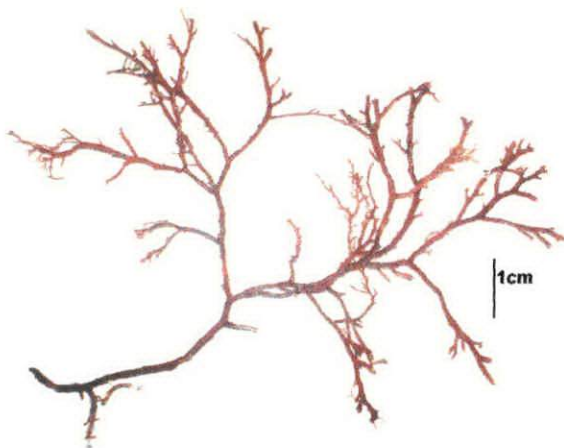
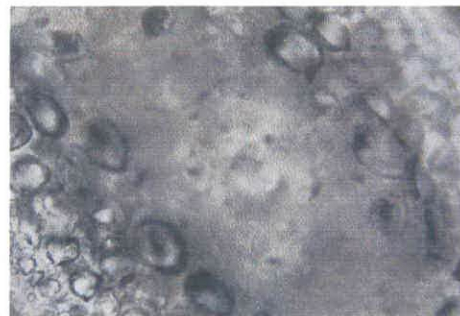


figure 7 : Aspect général du thalle de *Gracillaria bursa-pastoris*



(a)



(b)

figure 8 : (a) : Aspect général du thalle de *Sphaerococcus coronopifolius*
(b) : Partie centrale de la CT au niveau du thalle de *Sphaerococcus coronopifolius*
G : 40X10

CORALLINALES



figure 9



figure 10



figure 11



figure 12



figure 13

figure 9 : Aspect général du thalle de *Corallina officinalis* G: x4

figure 10 : Aspect général du thalle de *Corallina elongata* G: x4

figure 11 : Aspect général du thalle de *Corallina corniculata* G: x4

figure 12 : Aspect général du thalle de *Corallina granifera* G: x2

figure 13: Aspect général du thalle de *Jania adhaerens* G: x2

Bonnemaisoniales

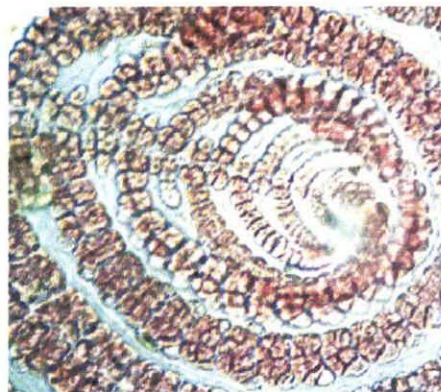


figure 14 : Partie apicale de *Bonnemaisonia asparagoides* Vue à plat G : 10X10

Ceramiales



figure 15



figure 16



figure 17



figure 18

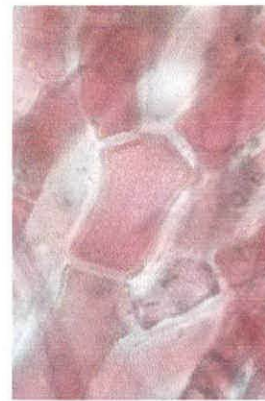


figure 19

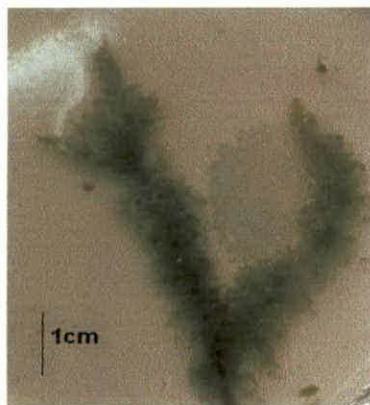
figure 15 : *Ceramium diaphanum* fertile G :10X10

figure 16 : *Ceramium rubrum* G :10X10

figure 17 : *Ceramium tenerrimum* G :10X10

figure 18 : *Ceramium ciliatum* G :10X10

figure 19 : *Mesothamnion sp* G :10X10



(a)



(b)

figure 20 : (a) Aspect général du thalle de *Callithamnion granulatum*

(b) *Callithamnion granulatum* G : 10x10



figure 21 : Aspect général du thalle de *Heterosiphonia crispella* G : 10X10

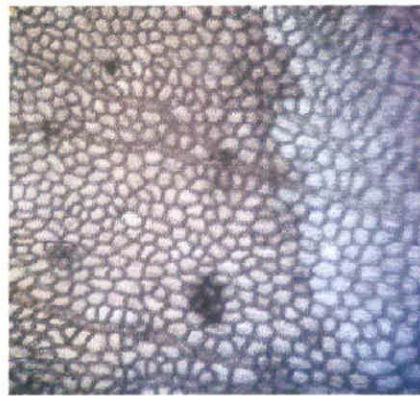


figure 22 : Vue à plat de *Acrosorium uncinatum* au grossissement
G : 10X10

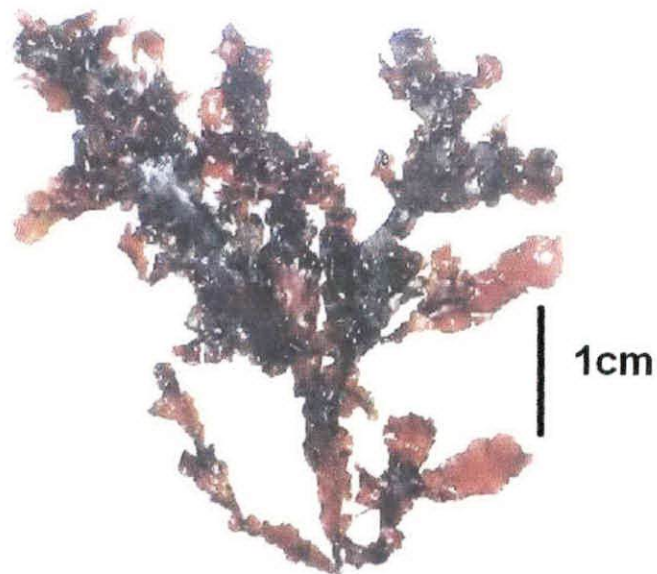


figure 23 : Aspect général du thalle de *Hypoglossum hypoglossoides*

Figure 26 : (a) Aspect général du thalle de *Haloptys incurvus*
 (b) CT au niveau du thalle de *Haloptys incurvus*
 (c) CT au niveau d'un carpospore de *Haloptys incurvus*

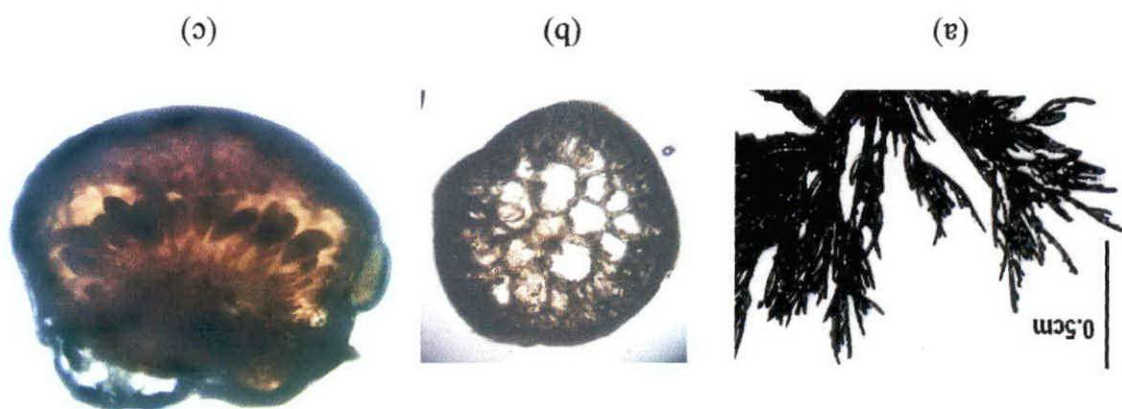
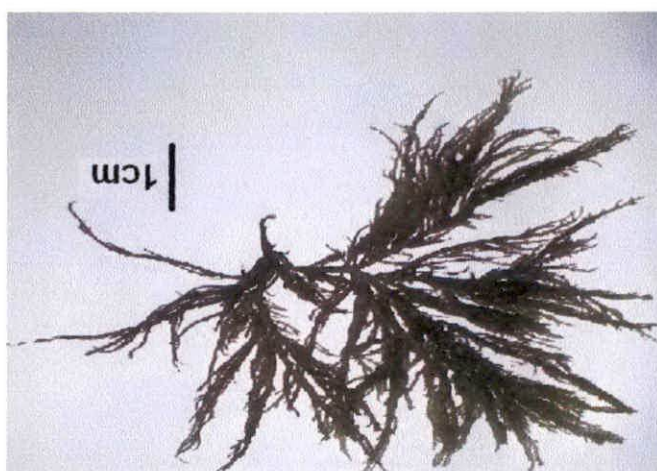


Figure 25 : (a) Aspect général du thalle de *Chondria scintillans*
 (b) CT au niveau du thalle de *Chondria scintillans*



Figure 24 : *Alsidium corallinum*





(a)



(b)

figure 27 : (a) : Aspect général du thalle de *Herposiphonia secunda* G : 10x10
(b) : CT au niveau du thalle de *Herposiphonia secunda* G : 40X10



figure 28 : Aspect général du thalle de *Laurencia pinnatifida*



(a)



(b)

figure 29 : (a) Aspect général du thalle de *Polysiphonia fruticulosa* Gx4
(b) CT sur le thalle de *Polysiphonia fruticulosa* G : 10x10

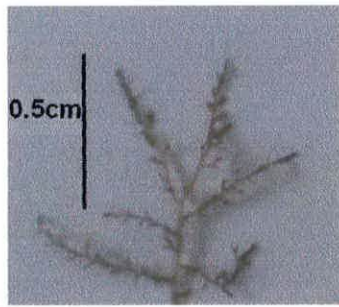


(a)



(b)

figure 30 : (a) Aspect général du thalle de *Polysiphonia elongata* (grandeur nature)
(b) CT sur le thalle de *Polysiphonia elongata* G : 10x10



(a)



(b)

figure 31 : (a) Aspect général du thalle de *Polysiphonia martensiana*
 (b) CT sur le thalle de *Polysiphonia martensiana* G : 10x10



(a)



(b)

figure 32 : (a) *Polysiphonia denudata* G : 2.5 x 10
 (b) CT sur le thalle de *Polysiphonia denudata* G : 10x10



figure 33 : *Polysiphonia sertrularoides*
 Avec les trois générations représentées ; le gamétophyte, le carposporophytes et le tetrasporophyte
 G:10X10



Aspect général du thalle de *Botryocladia botryoides*



figure 35 : Aspect général du thalle de *Champia parvula* G:X2

figure 34 :

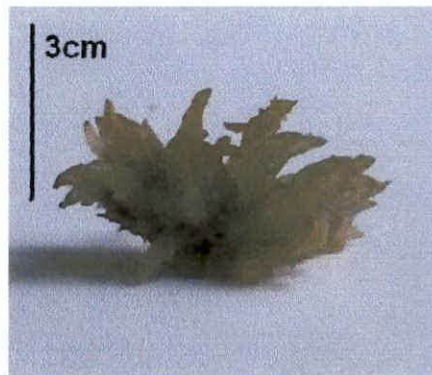


figure 36 : Aspect général du thalle de *Gastroclonium clavatum*

Fucophycées

Dictyotales

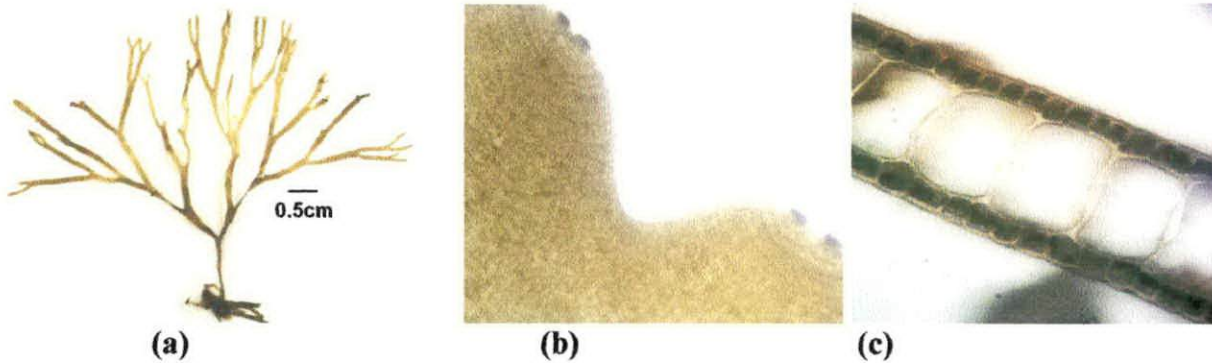


figure 37 : (a) : Aspect général du thalle de *Dictyota linereis*
 (b) : Extrémité apicale du thalle de *Dictyota linereis*.
 (c) : Coupe transversale dans la partie basale du thalle de *Dictyota linereis*



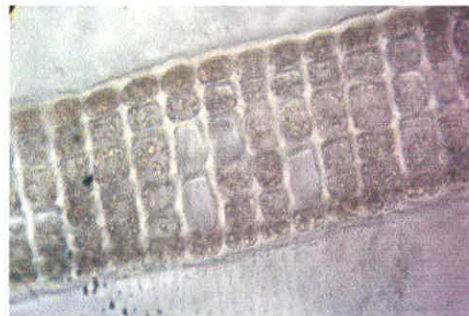
figure 38 : *Taonia atomaria*



figure 39 : Aspect général du thalle de *Dictyopteris membranaceae*



(a)



(b)

figure 40 : (a) : Aspect général du thalle de *Zonaria tourtefortii*
 (b) : CT au niveau du thalle de *Zonaria tourtefortii* G : 10 X 10

Scytosiphonales



(a)



(b)

figure 41 : (a) Aspect général du thalle de *Scytosiphon lomentaria*
 (b) CT au niveau du thalle de *Scytosiphon lomentaria* G : 10X10

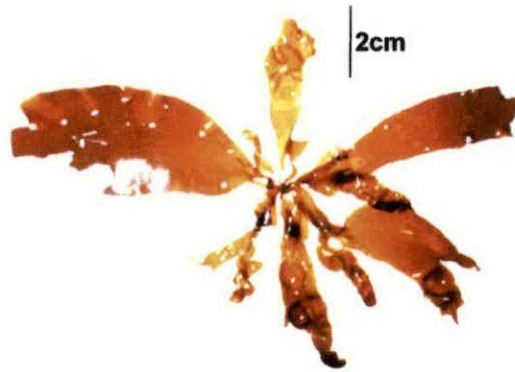


figure 42 : Aspect général du thalle de *Petalonia fasciata*

Fucales



figure 43 : Aspect général du thalle de *Cystoseira compressa*



figure 44 : Aspect général du thalle de *Cystoseira sedoides*

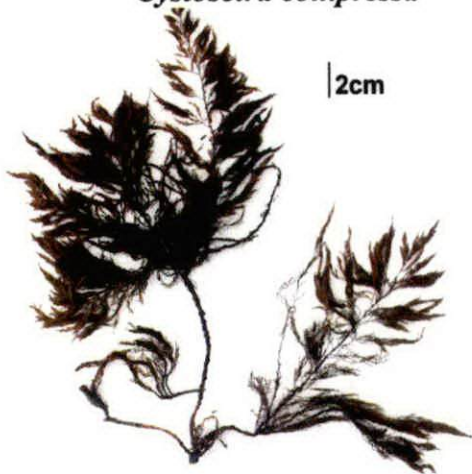


figure 45 : Aspect général du thalle de *Cystoseira sauvageaunia*



figure 46 : Aspect général du thalle de *Cystoseira tamariscifolia*

Chlorophycées

Cladophorales

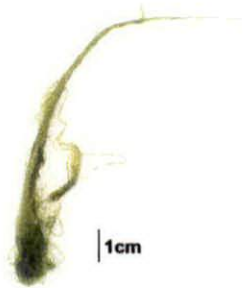


figure 47 : Aspect général du thalle de *Cheatomorpha aerea*

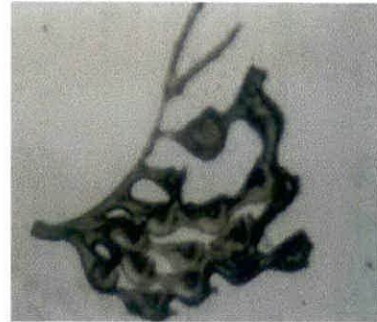


figure 48 : Fragment d'un thalle de *Blastophysa polymorpha* G:10X10

Codiales

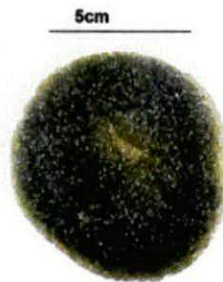


figure 49 : Aspect général du thalle de *Codium bursa*

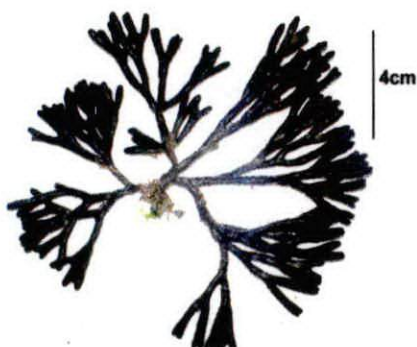


figure 50 : (a) Aspect général du thalle de *Codium fragile*
(b) Utricules de *Codium fragile*

Ulvales

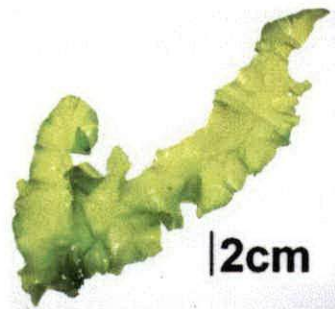


figure 51 : Aspect général du thalle de *Ulva rigida*

Dasycladales



figure 52: Aspect général du thalle de *Acetabularia acetabulum* grandeur nature



(a)



(b)

figure 52 : (a) : Aspect général du thalle de *Dasycladus vermicularis*
(b) : Utricules de *Dasycladus vermicularis* G : 10 X 10