



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : M^{me} HADJ BACHIR Rachida

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION: PROTECTION DES VEGETAUX ET ENVIRONNEMENT

Thème

**Contribution à l'étude des algues marines de la côte
de Salamandre de la Wilaya de Mostaganem :
inventaire et importance écologique**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr. GHERMAOUI Mohammed	MAA	President
Mr. BENACEUR Farouk	MAB	Examination
Mr. GOUZI Hicham	MCA	Rapporteur
Mr. BENCHETTOUH Ahmed	MAA	Co-rapporteur

Promotion : Juin 2015



DEDICACE

JE Dédie ce Travail à : La mémoire de mon père qui m'a toujours aimé que Dieu le tout puissant l'accueille en son vaste paradis

Ma maman à qui je dédicace ce travail et qui est tout pour moi

A mon mari

A mes deux enfants

A toute ma famille

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier, notre dieu Allah le tout puissant, de nous avoir aidé à la réalisation de ce travail.

Je remercie très sincèrement le promoteur Monsieur GOUZI Hicham, Maître de Conférences au Département de Biologie de l'Université Amar Telidji de Laghouat, d'avoir accepté de diriger ce travail et surtout pour ses conseils, de sa patience et de sa générosité.

Je voudrai souligner son enthousiasme communicatif a l'étude des algues, de m'avoir inculqué la réflexion scientifique et surtout de m'avoir soutenu pendant les moments difficiles.

Je tiens également à exprimer mes vifs remerciement à Monsieur Ghermaoui Maître Assistant au département de Biologie de l'Université Amar Télidji de Laghouat, Mohammed, d'avoir accepté de présider ma soutenance.

Je remercie infiniment Monsieur Benaceur Farouk, Maître Assistant au département de Biologie de l'Université Amar Télidji de Laghouat, d'avoir accepté d'examiner mon travail.

Enfin, toutes personnes ayant participé du pré ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, trouve ici mes remerciements les plus sincères.

Rachida.

Résumé

A l'heure actuelle, les algues marines ont suscitées l'attention de plus chercheurs car ces dernières ce sont utilisés comme de bons boindicteurs de la pollution marines.

Pour cela, cette étude a pour objectif d'établir un inventaire des algues marines de la cote de Salamandre de la wilaya de Mostaganem ceci afin d'évaluer l'état de cet écosystème marin.

L'identification des algues marines récoltées a été effectuée à l'aide d'un guide d'identification. Une diversité d'algues autochtones a été observée avec une abondance d'algues vertes *Ulva lactuca* et *Enteromorpha* sp. et d'algues brunes en particulier le genre *Cystoseira* sp et *Dictyota dichotoma* et d'une algue rouge *Corallina elongata*.

Trois espèces d'algues envahissantes ont été trouvées *Asparagopsis armata*, *Caulerpa racemosa* et *Caulerpa prolifera* dont leurs présence confirme la présence d'une pollution. Ces deux espèces algales menaces donc la biodiversité de l'aire marine de Salamandre d'où l'établissement d'un programme de leur surveillance est une nécessité majeure.

Mots clés : Mostaganem, cote de salamandre, algues marines, bioindicateurs, surveillance, pollution.

Abstract

At present, marine algae have aroused the attention of most researchers since these are used as good bioindicator of marine pollution. For this, this study aims to establish an inventory of marine algae of the Salamander rating of Mostaganem area. This is to assess the state of the marine ecosystem.

Identification of seaweed harvested was performed using an identification guide. A variety of indigenous algae was observed with an abundance of green algae *Ulva lactuca* and *Enteromorpha* sp. And brown algae in particular the type *Cystoseira* sp and *Dictyota dichotoma* and the red alga *Corallina elongata*.

Three species of invasive algae were found *Asparagopsis armata*, *Caulerpa racemosa* and *Caulerpa prolifera* which their presence confirms the presence of pollution. Both species algal biodiversity threats so the Salamander marine area where the establishment of a program of their surveillance is a major necessity.

Keywords : Mostaganem, salamandre coast, seaweed, bio-indicators, monitoring, pollution.

ملخص

في الوقت الحاضر، قد أثارت الطحالب البحرية انتباه معظم الباحثين حيث تستخدم هذه المؤشرات الحيوية جيدة للتلوث البحري. لهذا، تهدف هذه الدراسة إلى وضع جرد للتصنيف لطحالب البحرية لساحل سلمندر من ولاية مستغانم. هذا هو لتقييم حالة النظام البيئي البحري. تم إجراء تحديد الطحالب البحرية التي حصدت باستخدام دليل تحديد الهوية الخاص.

لوحظ وجود مجموعة متنوعة من الطحالب الأصليين مع وفرة من الطحالب الخضراء *Ulva lactuca* و *Enteromorpha* sp و الطحالب البنية وبخاصة نوع *Cystoseira* sp و *Dictyota dichotoma* و الطحالب الحمراء *Corallina elongata*. تم العثور على نوعين من الطحالب الغازية *Asparagopsis armata* و *Caulerpa racemosa* التي تؤكد بوجودها على وجود التلوث. كلا النوعين تهددان التنوع البيولوجي الطحالب في المنطقة البحرية السلمندر حيث إنشاء برنامج المراقبة الخاصة بهم هو ضرورة كبرى.

كلمات المفتاحية: مستغانم، الساحل السلمندر، الطحالب البحرية، و-المؤشرات الحيوية، مراقبة، التلوث.

Tableau de matière

Dédicace	I
Remerciements	II
Résumé	III
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Introduction	1
Synthèse bibliographique	3
I. Généralités sur les algues marines	3
I.1. Définition.....	3
I.2. Classification et cycle de vie.....	3
I.2.1. Algues vertes (Chlorophytes).....	4
I.2.2. Algues rouges (Rodophytes).....	5
I.2.3. Algues brunes (Phéophytes ou Chromophytes).....	6
I.2.4. Algues bleu verts (Cyanophytes).....	7
I.3. Compositions bioactifs des algues marines.....	8
I.3.1. Phlorotannins.....	8
I.3.2. Polysaccharides sulfatés (SPS).....	9
I.3.3. Caroténoïdes.....	10
I.3.4. Peptides.....	10
I.3.5. Acides gras polyinsaturés (AGPI).....	11
I.3.6. Fucostérol.....	11
I.3.7. Sels minéraux.....	12
I.4. Propriété nutritionnelle et domaines d'utilisation.....	12
I.4.1. Domaine de la nutrition.....	12
I.4.1.1. Alimentation humaine.....	12
I.4.1.2. Alimentation animale.....	13
I.4.2. Domaine thérapeutique.....	13
I.4.3. Domaine environnemental.....	13
I.4.4. Domaine industriel.....	13
II. Facteurs écologiques de la répartition des algues marines	14
III. Zonation des algues marines	15
Matériels et méthodes	16
I. Présentation des sites d'échantillonnage.....	16
II. Identification des algues.....	16
III. Généralités sur les algues marines étudiées.....	16
III.1 <i>Caulerpa racemosa</i>	16
III.2 <i>Caulerpa prolifera</i>	17
III.3 <i>Enteromorpha intestinalis</i>	18
III.4 <i>Ulva lactuca</i>	19
III.5 <i>Asparagopsis armata</i>	20
III.6 <i>Corallina elongata</i>	21
III.7 <i>Cystoseira tamariscifolia</i>	21
III.8 <i>Dictyota dichotoma</i>	22
Résultats et discussion	24
Conclusion	28
Références bibliographiques	29

	Page
Figure 1 : Le cycle de reproduction de <i>Ulva lactuca</i> (Simon, 2002).....	5
Figure 2 : Le cycle de développement d' <i>Asparagopsis armata</i> (Otero et al., 2013).....	6
Figure 3 : Le cycle de développement du fucus (Roland, 2008).....	7
Figure 4 : quelque produits antioxydants de phlorotannins dérivés des algues marines (Li et Kim, 2011).....	9
Figure 5 : Les polysaccharides sulfatés antioxydants ont dérivé des algues marines : fucoidan, carraghénane et ulvan (Li et Kim, 2011).....	9
Figure 6 : les antioxydants dérivés des caroténoïdes d'algues marines (Li et Kim, 2011).....	10
Figure 7 : Structure du fucosterol (Li et Kim, 2011).....	12
Figure 8 : Le site de la récolte des algues marines (Salamandre-Mostaganem).....	16
Figure 9 : Thalle de <i>Caulerpa racemosa</i>	17
Figure 10 : Thalle de <i>Caulerpa prolifera</i>	18
Figure 11 : Thalle d' <i>Enteromorpha intestinalis</i>	18
Figure 12 : Thalle d' <i>Ulva lactuca</i>	19
Figure 13 : Thalle d' <i>Asparagopsis armata</i>	20
Figure 14 : Thalle de <i>Corallina elongata</i>	21
Figure 15 : Thalle de <i>Cystoseira tamariscifolia</i>	22
Figure 16 : Thalle de <i>Dictyota dichotoma</i>	22

Introduction.

Les zones côtières sont parmi les systèmes écologiques les plus productifs et représentent de ce fait un intérêt majeur pour la société humaine. Cependant, elles sont gravement menacées par la pression anthropique et l'élévation du niveau de la mer induite par le changement climatique (Crooks et Turner, 1999). Pour la gestion de ces écosystèmes, il est plus que nécessaire d'identifier les signaux biologiques clés (impacts) qui indiquent l'intensité du stress anthropogène ou le niveau du statut écologique. A cet effet, ces dernières années, diverses applications d'indices d'évaluation de la qualité écologique, basées sur les invertébrés benthiques des substrats meubles ont été entreprises (Borja *et al.*, 2003; Rosenberg *e al.*, 2004 ; Simboura *et al.*, 2005; Labruno *et al.*, 2006). Néanmoins, peu d'études ont été orientées vers les substrats rocheux (Mangialajo *et al.*, 2007).

L'intérêt porté aux végétaux marins et en particulier aux algues est en progression continue de par le monde et ce pour différentes raisons. Les vertus des algues sont connues depuis longtemps, elles constituent une source importante de produits utilisés par l'Homme, notamment pour leurs richesses en protéines, glucides, lipides, sels minéraux, etc. C'est pour cela que ces plantes sont utilisées dans plusieurs domaines tels que l'agriculture, l'alimentation animale et humaine, les industries agro-alimentaires, en thalassothérapie, en cosmétique, en médecine (Pérez, 1997). Elles contribuent ainsi au développement des activités socio-économiques mondiales.

L'utilisation des algues marines en médecine et en pharmacie est connue depuis la plus haute antiquité mais reste limitée, d'où l'étude systématique des algues marine à des fins thérapeutiques n'a véritablement commencé que dans la seconde partie du vingtième siècle et a tout de suite suscité de grands espoirs grâce à la découverte des molécules rares et actives. D'autre part, la qualité de l'eau et des milieux aquatiques est au cœur des enjeux sanitaires et environnementaux actuels. La pollution de l'eau et des milieux aquatiques constitue un problème majeur tant pour la population, utilisatrice des ressources en eau, que pour la faune et la flore pour lesquelles l'eau représente le milieu de vie (Torresa *et al.*, 2007; Kosovel *et al.*, 1988 ; Viessman *et al.*, 2008).

Toutefois, les connaissances sur les origines et les mécanismes de l'introduction des différentes espèces, leur densité, leur répartition, leurs habitudes saisonnières ou leur importance écologique pour la biodiversité méditerranéenne sont très limitées (Abdulla *et al.*, 2008).

Les algues jouent un rôle primordial dans le maintien de l'équilibre écologique du milieu aquatique et sont un indicateur de l'état des milieux marins. A cet effet, ces dernières années, diverses applications d'indices d'évaluation de la qualité écologique, basées sur les algues ont été entreprises.

L'Algérie, avec sa façade Méditerranéenne, longue de 1500 Km, est un pays profondément influencé par la mer, ce qui implique l'existence de milliers d'espèces marines particulièrement les algues qui présentent une biomasse très importantes par rapports à d'autres pays. En Algérie, l'intérêt porté à la valorisation des algues marines est très récent, comparé à celui dans plusieurs pays. Ceci est probablement lié au manque de données d'écologie et de biochimie sur les algues des cotes algériennes potentiellement exploitables (Zellal, 2012).

Par conséquent, l'objectif principal de cette étude est d'établir d'une part un recensement de la flore algale qui se développe dans la côte de Salamandre de la Wilaya de Mostaganem et d'essayer de les identifier en établissant un alguier et d'autre part de montrer leur importance économique et écologique.

Ce mémoire a été organisé en différents parties décrivant les étapes successives de cette étude.

La première partie concerne un rappel bibliographique aussi précis que possible sur les algues marines. Dans la deuxième partie, nous décrirons les procédures expérimentales mises en jeu dans cette étude. La troisième partie est consacrée à une discussion des résultats expérimentaux obtenus. Une récapitulation succincte des résultats ainsi que les perspectives ouvrant la voie à des études ultérieures sur les algues marines sont regroupées dans la dernière partie.

Synthèse bibliographique.

I. Généralités sur les algues marines

I.1. Définition

Les algues sont des plantes primitives non fleurissantes sans racine, ni tige et ni feuilles (Sathya, 2013). Elles sont des Thallophytes chlorophylliens se développant dans l'eau ou dans des milieux très humides. Bien que surtout abondantes dans les eaux des mers, et les eaux douces (lacs et mares), et des eaux thermales, on en trouve également sur les rochers humides et sur la terre. Exceptionnellement, elles peuvent être endophytes de tissus animaux ou végétaux (Feldmann, 1963) et même dans la neige. Elles se nourrissent directement à partir de leur surface cellulaire et prélèvent les éléments nutritifs dans le milieu qui les baigne ou les humecte (Cabioch, 2006). Elles sont plus rares en milieu aérien.

Les algues sont des organismes autotrophes, c'est à dire capables de photosynthèse à la tributaires de la lumière. Or celle-ci est absorbée par l'eau et à quelques mètres de profondeur l'éclairement devient insuffisant pour assurer une assimilation compensant les pertes dues à la respiration. Elles sont limitées pour cette raison en milieu aquatique à une zone superficielle qui, en général, ne dépasse pas 40 à 60 mètres de profondeur (ce qui, à l'échelle océanique représente une mince pellicule ; au-delà, le milieu marin est dépourvu de producteurs). On distingue dans les populations algales deux grands ensembles. Le premier est constitué d'espèces qui flottent ou nagent en pleine eau ; elles sont en général microscopiques et souvent unicellulaires. Elles forment la partie végétale et productrice du plancton et *phytoplankton* (du grec, *plankton*= errant). Le second ensemble *phytobenthos* (du grec, *benthos* = fond) est constitué par des espèces fixées au fond.

Elles constituent en particulier une riche frange de végétation sur le littoral. Parmi ces Algues côtières se rencontrent des espèces dont les thalles atteignent de grandes dimensions et un degré élevé d'organisation pluricellulaire (Roland, 2008). L'air, la lumière et des sels dissous sont, en plus de l'eau, nécessaires à leur développement.

Les algues constituent en réalité un vaste ensemble hétérogène d'embranchements très distincts les uns des autres et n'ayant entre eux que peu de caractères communs (Feldmann, 1963).

I.2. Classification et cycle de vie

Les Algues ont des couleurs variées dues à la présence de pigments masquant plus ou moins la chlorophylle. Ce caractère conduit à subdiviser le groupe en trois grandes lignées qui s'opposent par un ensemble de caractères biochimiques, structuraux et fonctionnels ((Roland, 2008).

L'ensemble des algues a été classé selon leurs pigmentations en :

- Chlorophytes (Algues vertes)
- Rodophytes (Algues rouges)
- Phéophytes ou Chromophytes (Algues brunes)
- Cyanophytes (Algues bleues).

I.2.1. Algues vertes (Chlorophytes)

La plus part des algues vertes vivent en eau douce, mais de nombreuses espèces se rencontrent en milieu océanique comme composantes de la végétation benthique ou bien du phytoplancton. Quelques autres sont terrestres, se développant dans des endroits humides au voisinage des mousses et des fougères. Certaines algues vertes peuvent également former des associations symbiotiques avec d'autres organismes. Les algues vertes synthétisent les chlorophylles a et b, et stockent l'amidon dans les plastes.

Il existe environ 7500 espèces d'algues vertes réparties dans plusieurs classes, parmi lesquelles : les Chlorophyceae, les Ulvophyceae et Charophyceae. Ces classes diffèrent par la disposition et l'ancrage des flagelles, par la chronologie de la disposition des fuseaux à la télophase, et par la manière dont se produit la cytodierèse après la division nucléaire (Nabors, 2009).

La reproduction peut se manifester à l'observation de deux manières. Dans les cas les plus simple et les plus aisément observables, un ensemble de cellules végétatives transforment intégralement leur contenu en cellules fertiles (spores ou gamètes). Tel est le cas des Ulvales, dont on observe fréquemment sur les grèves les extrémités décolorées après complètes libération des éléments fertiles (Figure 1). Chez ces espèces, après élimination de la région morte décolorée, le thalle, demeuré intact, se répare jusqu'à l'apparition d'une seconde poussée reproductrice. Chez d'autres espèces, au contraire, le thalle se reproduit une seule fois, se transforme intégralement en éléments reproducteurs (holocarpie des *Caulerpa*, *Flabellia*, *Halimeda*) et ne survit pas à la période de reproduction. Dans d'autres cas par exemple *codium*, des cellules spécialisées apparaissent au moment de la reproduction et sont relativement peu accessibles à l'observation sans les moyens de le microscope.

Les cycles biologiques sont divers, depuis le cycle digénétiques isomorphe (alternance entre un sporophyte diploïde et un gamétophyte haploïde identiques) des *Ulva* et *Cladophorajus* qu'au cycle monogénétique des *codium* et *Caulerpa* (une seule génération productrice de gamètes), auxquels s'ajoutent des cas intermédiaires (cycles digénétiques hétéromorphes) ainsi que de nombreuses possibilités d'aberrations (apoméiose, apomixie, parthénogénèse).

Les algues vertes marines présentent différents cas de longévité. Certaines sont pérennantes, c'est-à-dire susceptibles de vivre plusieurs années, avec une croissance et une reproduction généralement saisonnières que *codium* et *Halimeda*. D'autres sont au contraire annuelles et éphémères; elles ont une vie courte et connaissent une succession de génération au cours de l'année. Certains d'entre elles peuvent en outre présenter des périodes de prolifération importantes et spectaculaires sous l'effet d'un fort ensoleillement et d'un enrichissement du milieu en sels nutritifs. Tel est le cas des *Ulvales* (Cabioc'h et al, 2006).

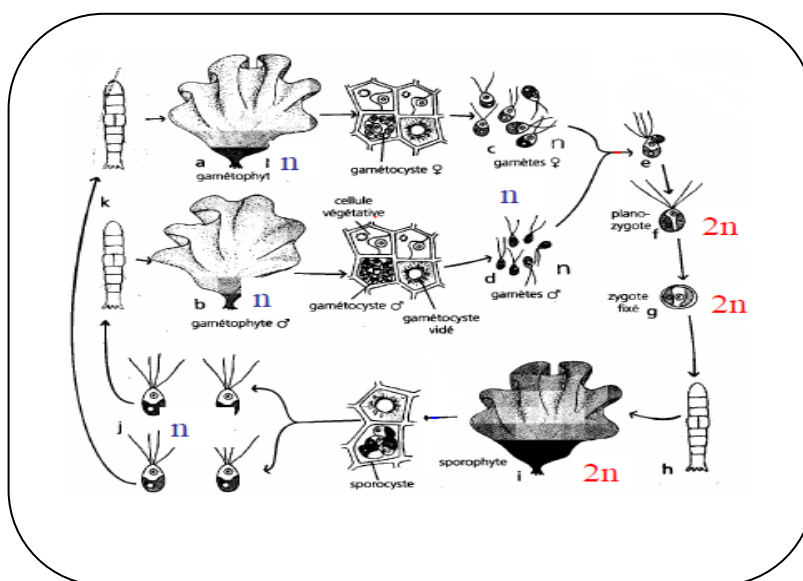


Figure 1 : Le cycle de reproduction de *Ulvalactuca* (Simon, 2002).

I.2.2. Algues rouges (Rodophytes)

Sont rouge dû à leur teneur élevée de phycoérythrine et phycocyanine, qui masque d'autres colorants (Graham et Wilcox , 2000). La plus part des 5000 espèces connues sont marines. Parmi les espèces identifiées moins de 100 vivent en eau douce. La plupart des algues rouges sont pluricellulaires, avec des thalles pouvant mesurer jusqu'à 30 cm de longueur. Les différentes espèces ont un mode de vie libre (parfois épiphyte) ou parasite.

Les parois d'algues rouges possèdent une charpente cellulosique, mais elles sont essentiellement constituées de mucilage contenant des agars et des carragénanes, tous polymères de galactose qui sont utilisés comme épaississants alimentaires. De nombreuses algues rouges forment en outre des dépôts de carbonate de calcium dans leurs parois. Ces algues appartiennent au groupe des *Corallinacées*.

Les algues rouges sont connues par la complexité de leur cycle de vie. La majorité des espèces possède trois phases pluricellulaires : une phase gamétophytique haploïde et deux phases sporophytiques diploïdes. L'une des phases sporophytiques (tétrasporophytes), produit par moise des spores (tétraspores) qui germent en donnant des gamétophytes mâles ou femelles. Les gamétophytes mâles libèrent des spermaties (gamètes non flagellées), qui seront transportées par les courants jusqu'aux cellules reproductrices femelles portées par les gamétophytes femelles (Figure 2).

Après la fécondation, le zygote se divise par mitose, produisant la seconde phase sporophytique, le carposporophyte, qui reste d'ailleurs fixé sur le gamétophyte femelle, aux dépens duquel il vit en parasite. Le carposporophyte libère des carpospores, qui vont se développer en donnant de nouveaux sporophytes (Nabors, 2009).

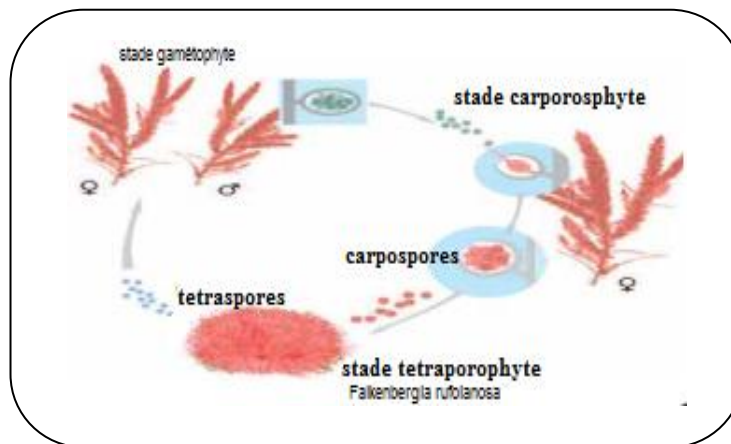


Figure 2 : Le cycle de développement d'*Asparagopsis armata* (Otero et al., 2013).

I.2.3. Algues brunes (Phéophytes ou Chromophytes)

Ces algues sont brunes en raison de leurs concentrations élevées de fucoxanthin et d'autres caroténoïdes de xanthophylle (Karleskint et al., 2009). Les caractéristiques principales des algues brunes, indépendamment de leur abondance de caroténoïdes de xanthophylle, est le stockage des produits photosynthétiques excessifs sous forme de laminaran et de mannitol et de fait que leurs murs de cellules se composent de cellulose, d'acide fucinique, et d'acide alginique (Kumar et Singh, 1979; Wiencke et al., 2007). Les plastes bruns de ces algues, qui comptent quelques 1500 espèces, contiennent trois chlorophylles (a, c₁ et c₂) plus ou moins masquées par divers pigments jaunes et orangés, les parois des cellules sont riches en un polysaccharide particulier, l'acide alginique, présent sous forme d'alginate.

Le paranoïde (corpuscule continu dans le plaste et impliqué dans la photosynthèse). L'amidon est toujours absent chez les phéophycées. Chaque algue brune est male, femelle, ou hermaphrodite. Leur cycle peut comporter une ou deux générations (Nabors, 2009).

La reproduction se fait par voie sexuée et asexuée, à l'aide de cellules spécialisées sporocystes ou gamétocystes, il ya deux grands types de cycles biologiques qui ont été reconnus :

- Dans la majorité des cas le cycle digénétique comporte la succession d'un gamétophyte producteur de gamètes et d'un sporophyte producteur de spores.
- un second ensemble d'algues brunes est caractérisé par une réduction extrême du gamétophyte. Seule persiste une génération diploïde (sporophyte) qui héberge un gamétophyte inclus et réduit, producteur de gamètes. Le cycle est alors monogénétique. Tel est le cas des fucales (Figure 3) (Cabioc'h et *al.*, 2006).

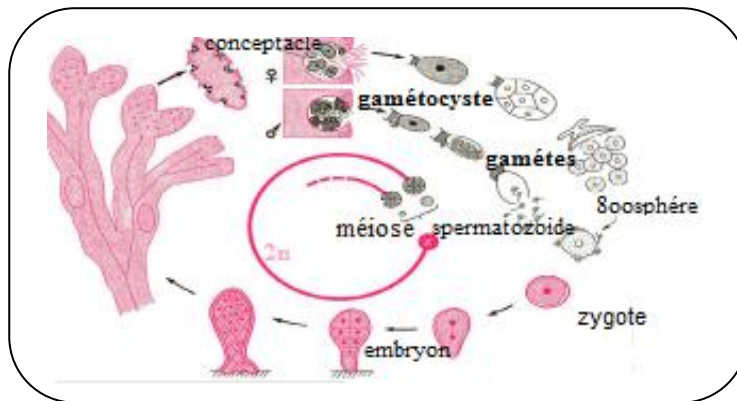


Figure 3 : Le cycle de développement du fucus (Roland, 2008).

I.2.4. Algues bleu vert Cyanophytes

Les algues bleues appartenant au domaine des Eubactéries. Ce sont des organismes autotrophes grâce à la présence de la chlorophylle et des pigments surnuméraires 'phycobilines' qui sont des phycocyanines (bleues) et des phycoérythrine (rouges). Ce sont également des procaryotes; leur matériel génétique est sous forme d'ADN nu. Elles sont caractérisées par l'absence de plastes, de mitochondries, d'appareil de Golgi et de réticulum endoplasmique. Elles ne possèdent jamais de flagelles.

Les Cyanobactéries se présentent sous différentes formes : unicellulaires solitaires, unicellulaires coloniales informes, cénobies, trichomes qui peuvent être simples, ramifiés ou présentant des fausses ramifications.

Les cyanobactéries se reproduisent uniquement par voie asexuée. Parmi les modes de division rencontrés, on cite :

- La scissiparité (division binaire) : se fait par apparition d'une membrane annulaire qui se développe vers le centre en se refermant à la manière d'un diaphragme iris.
- La Fragmentation de la colonie : chez les espèces à trichomes, donne des structures spécialisées qui sont des coccospores (spores isolées) ou des hormogonies (filaments de quelques cellules). Des cellules particulières permettent également la fragmentation du thalle. Ce sont des nécriidies, des cellules disjonctrices et des hétérocystes. Les hétérocystes sont des cellules volumineuses et enkystées qui sont réparties le long du trichome. Ce sont des cellules spécialisées également dans la fixation de l'azote de l'air dans un milieu aérobique. Ces structures sont caractéristiques de certaines familles. Des espèces non munies d'hétérocystes peuvent fixer l'azote de l'air mais seulement en anaérobiose (Ourari, 2013).

I.3. Compositions bioactifs des algues marines

I.3.1. Phlorotannins

Les phlorotannins sont des composés phénoliques constitués par la polymérisation du phloroglucinol ou défini en tant qu'unité du monomère 1,3,5-trihydroxybenzène et biosynthétisés par la voie d'acétate malonate. Les phlorotannins ont été identifiés à partir de plusieurs familles d'algues brunes, telles que les Alariaceae, les Fucaceae et les Sargassaceae. Beaucoup d'études ont prouvé que les phlorotannins sont le seul groupe phénolique détecté en algues brunes et peuvent constituer jusqu'à 15 % de leurs poids secs. Les phlorotannins sont les composants fortement hydrophiles avec une large gamme de taille moléculaire entre 126 et 650 kDa (Sathya et al., 2013). En outre, il a été rapporté que les Laminariaceae sont plus riches en phlorotannins comparés à d'autres algues marines (Kannan et al., 2014). Des études ont été menées sur deux espèces *Eisenia bicyclis* et *Ecklonia cava* résultant en un nombre important de phlorotannins à savoir : phloroglucinol, phloroglucinol tétramère, eckol, dieckol (Figure 4), bieckol, phlorofucofuroeckol **A** et dioxinodehydroeckol.

Les phlorotannins ont plusieurs activités biologiques salutaires de santé, y compris l'activité antioxydante qui est fortement liée aux cycles de phénol qui agissent en tant que pièges d'électron pour éliminer les peroxydes, aux anions de superoxyde et aux radicaux d'hydroxyle.

Les phlorotannins des algues brunes ont jusqu'à huit cycles reliés ensemble et sont donc des extracteurs plus efficaces de radical libre que des polyphénols dérivés des plantes terrestres (Sathya et al., 2013).

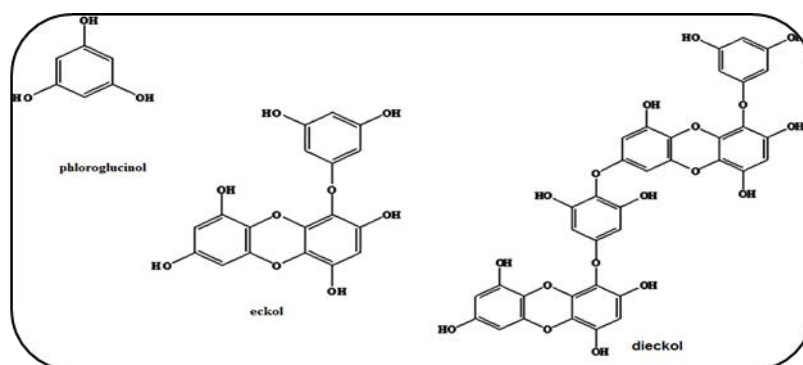


Figure 4: quelque produits antioxydants de phlorotannins dérivés des algues marines (Li et Kim, 2011).

I.3.2. Polysaccharides sulfatés (SPS)

Les polymères des sucres simples liés par des liaisons glycosidiques. Ces polymères chimiquement anioniques, constituent une grande variété d'applications comme stabilisateurs, épaississants, et émulsifiants en nourriture (Kannan *et al.*, 2014).

Les algues marines sont la source la plus importante de SPS non animal et la structure chimique de ces polymères change selon l'espèce d'algues. La quantité présente de SPS s'avère différer selon les trois divisions principales des algues marines, Chlorophyceae, Rhodophyceae, et Phéophyceae. Les principales SPS trouvées dans les algues marines incluent des fucoidan et des laminarans d'algues brunes et du carragénanes des algues rouges, et ulvan des algues vertes (Figure 5). L'activité antioxydante du SPS dépend de leurs dispositifs structuraux tels que le degré de sulfatage, de poids moléculaire, de type du sucre majeur, et d'embranchement glycosidique. Par exemple, le SPS à faible poids moléculaire montre une activité antioxydante efficace que SPS de poids moléculaire élevé. En outre, le SPS des algues marines sont connus pour être des extracteurs et des antioxydants de radicaux libres importants pour la prévention des dommages oxydants, qui sont un contribuant important dans la carcinogénèse (Li et Kim, 2011).

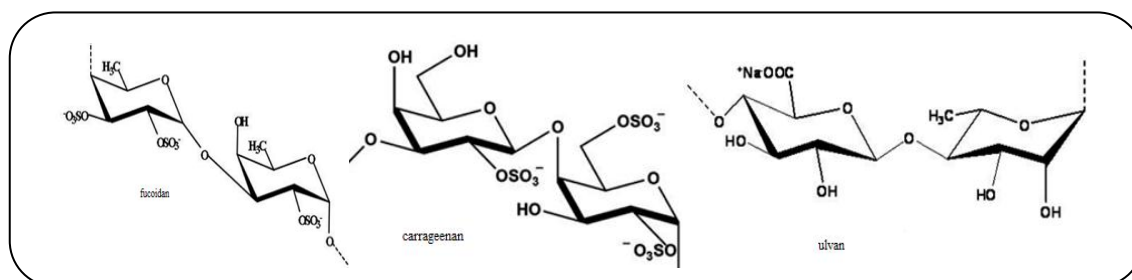


Figure 5 : Les polysaccharides sulfatés antioxydants ont dérivé des algues marines : fucoidan, carragénane et ulvan (Li et Kim, 2011).

I.3.3. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments organiques tétraterpénoïde, ce sont synthétisés naturellement au niveau des chloroplastes et des chromoplastes des plantes et quelques autres organismes photosynthétiques comme les algues, quelques types de champignons et bactéries.

Les caroténoïdes communs, comme la lutéine, l'astaxanthine, et la zéaxanthine, sont connus comme xanthophylles mais le fucoxanthin et l'astaxanthine (sont les constituants principaux des caroténoïdes d'algues marines). Le fucoxanthin est l'un des caroténoïdes marins le plus abondants, et contribue plus que 10 % de toute la production estimée des caroténoïdes en nature, spécialement dans l'environnement marin (Figure 6) (Rengasamy et al., 2014). C'est une xanthophylle, de la formule $C_{42}H_{58}O_6$, se trouvant comme pigment accessoire dans les chloroplastes des algues brunes, par exemple, *Sargassum siliquastrum* leur donnant une couleur brune ou verte-olive (Wijesinghe et al., 2012).

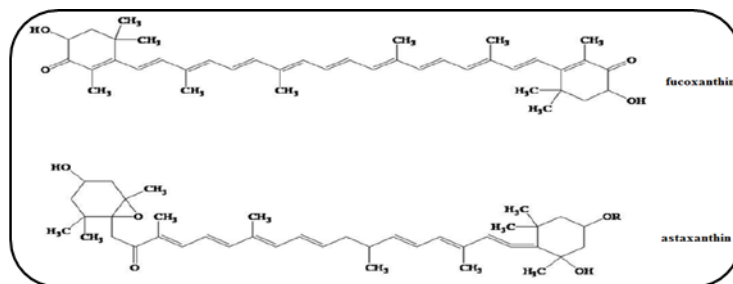


Figure 6 : les antioxydants dérivés des caroténoïdes d'algues marines (Li et Kim, 2011).

I.3.4. Peptides

Il y a une grande évidence suggérant que l'algue est dérivée des protéines et des fragments de peptide qui peuvent exercer des effets biologiques *in vitro* et *in vivo*. Les peptides bioactives peuvent être produits par des réactions hydrolytiques en utilisant des diverses protéases.

La structure primaire des protéines naturelles se compose de certaines séquences d'acide aminé qui ont la capacité d'exercer les avantages physiologiques dans les êtres humains. Ce genre de peptides est inactif dans la séquence de la protéine parentale et peut être libéré dans différentes manières telles que l'hydrolyse par les enzymes digestives et par les micro-organismes protéolytiques.

Récemment les peptides marins ont ouvert une nouvelle perspective dans le développement pharmaceutique. Les protéines et les peptides biologiquement actifs ont été isolés non seulement dans les animaux marins, mais également dans les algues. En ce qui concerne les potentialités nutraceutiques et pharmaceutiques, différents protéines et peptides avec diverses bioactivités ont été découverts.

Quelques espèces rouges ou vertes d'algue contiennent une quantité de protéines considérablement élevée. Cependant, l'extraction de la protéine de la plupart des algues est difficile en présence de grandes quantités de polysaccharides dans les cloisons cellulaires, tels que des alginates de phéophycées ou les carragénanes de certains Rhodophycées (Wijesinghe et Jeon, 2012).

I.3.5. Acides gras polyinsaturés (AGPI)

Les phospholipides et les glycolipides sont les principales classes de lipides présents dans les algues. Lorsque la température de l'environnement diminue, les algues peuvent accumuler des acides gras polyinsaturés (AGPI). Les espèces qui vivent dans les régions froides contiennent plusieurs AGPI que les espèces vivant dans des températures plus élevées. AGPI à chaîne longue (LC-PUFA) font partie de l'entretien de la santé de l'homme et ils ne sont synthétisés que par les plantes. Ces lipides sont constitués d'au moins 20 atomes de carbone avec au moins deux doubles liaisons. Lorsque la première double liaison est située dans le troisième atome de carbone, la molécule de lipide est désignée comme les oméga-3 (n-3LC-PUFA). La recherche a montré que n-3 AGPI-LC constitué 10,38% des acides gras totaux présents dans *Enteromorpha* spp (Chojnacka, 2012).

I.3.6. Fucostérol

Tous les eucaryotes contiennent universellement grandes quantités (20 à 30 %) des stérols plus élevés dans leurs membranes plasmiques. Les règnes eucaryotes ont différents stérols plus élevés pour leur armature de membrane, tels que le cholestérol chez les animaux, l'ergostérol dans les champignons et le phytostérol chez les plantes. Les phytostérols (stérols végétaux) sont des triterpènes et la plupart d'entre eux contiennent 28 ou 29 atomes de carbone et 1 ou 2 carbone-carbone doubles liaisons, typiquement une dans le noyau stérol et parfois un second dans la chaîne alkyle latérale.

Fucostérol est un phytostérol trouvé dans les algues brunes bien reconnu pour ses activités biologiques bénéfiques pour la santé, tels que, les antioxydants, réduction du cholestérol, et des activités antidiabétiques (Figure 7).

Le fucostérol obtenu à partir de la fraction n-hexane de *Pelvetia siliquosa* (Phéophyceae) efficace contre les radicaux libres et l'hépatotoxicité. En outre, le fucostérol augmente l'activité de piégeage des radicaux libres par les enzymes, tels que le superoxyde dismutase, catalase et glutathion peroxydase. En outre, le saringosterol, un dérivé du fucostérol, découvert en plusieurs algues brunes (Phéophyceae), tels que *Lessonia nigrescens* et *Sargassum ringgoldianum*, a montré un pouvoir inhibiteur de croissance de *Mycobacterium tuberculosis* (Li et Kim, 2011).

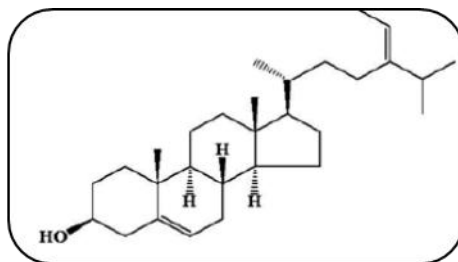


Figure 7 : Structure du fucosterol (Li et Kim, 2011).

I.3.7. Sels minéraux

Les algues sont une source riche en minéraux. Leur contenu dans la biomasse est parfois aussi élevée que 40%. Ceci est dû à l'accumulation des ions métalliques de l'eau salée par les algues et la concentration des substances, comme les sels de carbonate, dans leurs thalles.

Quand les chercheurs ont examiné la teneur en minéraux dans les algues récoltées sur les plages japonaises, ils montrèrent que les ions de concentrations plus élevées sont le potassium (2,71 g / L), le magnésium (0,19 g / L) et le calcium (0,16 g / L) qui ont été détectés dans l'extrait de *Sargassum ringgoldianum* subsp. *coreanum*. *Codiumfragilea* été montré d'être une source riche d'ions de sodium (1,21 g / L). *Kappaphycus alvarezii* contient des niveaux élevés d'ions de magnésium (581,20 mg / l) et de calcium (460,11 mg / L) (Chojnacka, 2012).

I.4. Propriété nutritionnelle et utilisation des algues marines

I.4.1 Domaine de la nutrition

L'analyse des algues marines a montré qu'elles contiennent des quantités utiles de minéraux (potassium, phosphore, magnésium, de calcium, de sodium, de chlore et de soufre), d'oligoéléments et de vitamines (McHugh, 2003).

I.4.1.1 Alimentation humaine

En raison de leur valeur nutritive élevée, les algues sont traditionnellement employées pour l'alimentation, en particulier dans les pays asiatiques. Elles sont employées pour la préparation des salades, des potages, des vinaigres et aussi consommée dans les crèmes glacées, les pâtisseries, les confiseries, les desserts lactés, les laits chocolatés...etc, comme on les trouve, aussi, dans les conserves de viandes, les jus des fruits et les confitures (Cabioc'h et al, 2006 ; Kannan et al, 2014).

Récemment, l'utilisation des algues comme nourriture, en particulier comme épice et délicatesses, a été reconduite aux pays occidentaux dus au changement du style de vie et conventions diététiques (Kannan et al, 2014). Les algues les plus utilisées sont *Spirulina*, *chlorella*, *Dunaliella*, *Nostoc*, *Aphanizomenon* *Sargassum wightii* et *Ulva* (Anderset al., 2007 ; Meenakshi, 2009).

I.4.1.2 Alimentation animale

Pendant longtemps, les animaux, tels que, les moutons, les bovins et les chevaux, qui vivaient dans les zones côtières, consommés des algues, en particulier dans les pays européens où les grandes algues brunes ont été rejetés sur le rivage. Aujourd'hui la disponibilité d'algues pour les animaux a été ajouté à la production de farine d'algues marines à partir *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria digitata* et *Alaria esculenta*. En outre ; les études montrent que les farine d'algues marines sont vraiment bénéfiques pour les ovins et les bovins par contre chez les volailles l'ajout d'un repas *Ascophyllum* ne présente aucun effet sauf l'augmentation de la teneur d'iode des œufs (McHugh, 2003).

I.4.2 Domaine thérapeutique

Les algues sont une source naturelle des molécules bioactive avec une large gamme des activités biologiques, telles que les antibiotiques, les antiviraux, les antisudoraux, les antioxydants et les anti-inflammatoires (Bhagavathy, 2011). L'utilisation des algues marines pour des buts médicaux n'est pas nouvelle ; étant mentionné dans la médecine chinoise, les algues ont été employées dans la médecine pour le traitement du goitre, les maladies nephretique, antihelminthiques, cataracte, les maladies de peau, et comme source de vitamine suppléments pour le traitement de divers désordres intestinaux, tels que des vermifuges et états hypocholestérolémiques et hypoglycémiques (Kannan et al, 2014).

I.4.3. Domaine environnemental

La teneur élevée en matière organique, notamment en fibre, ainsi que les éléments minéraux solubles dans l'eau et oligoéléments dans les algues principalement les fucus et les laminaires font d'elles un excellent engrais (Saidani, 2010). Les microalgues peuvent être de bonnes candidates pour la production des combustibles, grâce à leur efficacité photosynthétique et leur croissance rapide comparée à la biomasse lignocellulosique (Miao et al., 2004 ; Minowa, et Yokoyama,1995). Et elles peuvent être aussi utilisées dans la dépollution des eaux usées en particulier celles polluées par des métaux lourds comme Cd, Cu, Ni, Pb et Zn (Leusch et al., 1995 ; Kumar et al., 2006 ; Herrero et al., 2005).

I.4.4. Domaine industriel

L'utilisation des algues comme matière première dans l'industrie des phycocolloïde ; deux types des algues sont essentiellement récoltés à cet effet, les algues brunes *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Ascophyllum nodosum*, dont, on extrait les polysaccharides d'alginate, et les algues rouges *Chondrus crispus* et *Mastocarpus stellatus* dont on extrait les polysaccharides de carragénanes. Ces substances particulières qui n'existent que chez ces végétaux et qui n'ont pas leur équivalent de synthèse sont recherchées pour leurs propriétés

physiques et utilisées surtout comme agent gélifiants, épaississant et stabilisateur. Leur pouvoir élevé de gélification ou d'épaississement permet de les utiliser à très faibles doses (de 0.01 à 0.5%) dans la plupart des cas. C'est pour cette raison qu'elles entrent de manière discrète dans une multitude d'application aussi variées que l'impression des textiles, le couchage de papier, l'enrobage des électrodes, les vernis, les colles, les dentifrices et les couches pour les bébés (Cabioc'h et *al.*, 2006).

II. Facteurs écologiques de la répartition des algues marines

Les algues sont liées à l'eau et peuvent dès lors s'installer dans tous les types d'habitat suffisamment humides et éclairés. On peut les retrouver en eau douce, en mer, sur sol humide et même sur la neige. Les algues étant photosynthétiques, elles sont dépendantes de la présence de la lumière. Aussi, Les algues nécessitent d'être fixées à un substrat, par conséquent, la texture, le degré de cohésion et la nature chimique du substrat ont une importance sur la répartition spatiale des espèces (Gévaert, 2001).

La répartition des algues le long des côtes est dépendante un certain nombre de facteurs écologiques que l'on peut grouper en :

- Facteurs physiques : Le substrat, la température et la lumière.
- Facteurs chimiques : La salinité, le PH, l'oxygène et les sels nutritifs.
- Facteurs dynamiques : L'agitation de l'eau et l'émersion.
- Facteurs biotiques : L'association avec d'autres espèces (Algues épiphytes ou épizoïques).

Les façades maritimes marocaines ont des profils côtiers variables (voir schéma) et des caractéristiques physico-chimiques et dynamiques différentes.

Les masses d'eaux marines méditerranéennes sont plus chaudes (25°C en été) et plus salées (38.5g/l) que celles de l'Atlantique. Cette différence de densité est due à une évaporation des eaux marines méditerranéennes qui ne sont pas compensées par les apports des cours d'eaux. Ce déficit en eau, fait appel à des courants océaniques superficiels qui pénètrent par le détroit de Gibraltar, un contre courant profond se produit et qui entraîne les eaux méditerranéennes vers l'atlantique pour compenser le courant de surface. Ces échanges d'eaux au niveau du détroit de Gibraltar sont à l'origine de la migration d'espèces animales et végétales entre l'Atlantique et la Méditerranée (Riadi, 1998).

Les côtes Atlantiques, où la biomasse algale est importante, ont une hydrologie complexe, elles sont influencées en particulier par les courants des Canaries de direction S.E. qui sont responsables en partie de la circulation des eaux de surface dont la température varie saisonnièrement entre 15°C à 23°C et la salinité entre 35.9 et 36.5g/l.

Une autre influence sur ces côtes, c'est les vents Alizés venant du Nord qui sont responsables de la remontée en surface d'eaux froides «Upwelling» riches en éléments nutritifs et une productivité primaire intense au niveau des zones concernées. Concernant l'amplitude des marées, celle-ci est beaucoup plus faible en Méditerranée (20 à 30 cm) qu'en Atlantique et ce qui influe en partie l'étagement des algues entre les deux côtes (Riadi, 1998).

III. Zonation des algues marines

Au niveau du système littoral photique, la diversité des conditions de vie des algues permet de distinguer un certain nombre de divisions superposées ou étages, au sein desquelles la nature du substrat (rocheux ou meuble) et les modes (battu ou abrité) permettent de caractériser les différents biotopes. L'étage est l'espace vertical du domaine marin benthique où les conditions écologiques indépendantes du substrat, mais fonction de la situation par rapport au niveau de la mer, sont sensiblement constantes ou varient régulièrement entre deux niveaux critiques marquant les limites de l'étage. Chaque étage a un peuplement caractéristique et ces limites sont révélés par le changement de son peuplement, au voisinage des niveaux critiques marquant les conditions limites des espèces intéressées. Ces étages bionomiques peuvent être divisés en sous étages et horizons, les principaux étages sont :

- L'étage supralittoral qui est la limite entre la végétation aérienne et niveau moyen des hautes mers de vive eau.
- L'étage littoral (Intercotidal) avec ces trois horizons: Horizon supérieur, moyen et inférieur. C'est la partie de la côte exposée à des alternances assez régulière d'émersion et submersion.
- L'étage infralittoral situé au dessous du niveau inférieur des basses mers de vive eau. Il est subdivisé en deux sous étages, l'un superficiel (photophile : Affinité des espèces pour la lumière) et l'autre profond (sciaphile : Affinité des espèces pour l'ombre).
- Au dessous de l'infralittoral, on distingue l'étage circalittoral assez mal caractérisé de point de vue floristique, les algues sont rares mais les organismes calcifiés sont abondant et forment les concrétions caractéristiques des fonds coralligènes (Riadi, 1998).

Matériels et méthodes.

I. Présentation des sites d'échantillonnage

Les prélèvements des algues ont été effectués pendant la période du mois de février et avril 2015 sur la côte marine de la plage salamandre (position GPS 35°55'04.49 N ; 0°03446.80 E) a 3 km de la wilaya de Mostaganem (Figure 8). Les échantillons d'algue récoltée ont introduits dans des flacons en verre fermé hermétiquement et seront transporté au laboratoire pour les identifier.



Figure 8 : Le site de la récolte des algues marines (Salamandre-Mostaganem)(Google Earth ,2015).

II. Identification des algues

Les algues marines récoltées de la cote marine de Salamandre ont été identifiées à l'aide de manuels d'identification des algues marines (Dhargalkar et Kavlekar , 2004 ; Robert et Rossignol, 2003).

III. Généralités sur les algues marines étudiées

III.1 *Caulerpa racemosa*

Description: C'est une Chlorobionte (algue verte) marine de couleur verte, reconnaissable par ses axes rampants (stolons) avec des rhizoïdes et des frondes (axe) dressés portant des ramules (Klein, 2011) souvent opposées, sphériques ou cylindriques en forme de petites massues ; sa taille peut atteindre entre 1 et 11cm (max 19) de haut et de 3 à 10 mm de large. Elle a une reproduction sexuée et végétative (Figure 9) (Boudouresque et *al.*, 2006).



Figure 9: Thalle de *Caulerpa racemosa*.

Habitat : *Caulerpa racemosa* colonise dans les habitats benthiques jusqu'au 40 m de profondeur (maximum 70 m).

Classification

Classe : *Chlorophycophyte*

Ordre : *Bryopsidale*

Famille : *Caulerpaceae*

Genre : *Caulerpa*

Espèce : *Caulerpa racemosa*

Utilisation : En Asiatique, habituellement il est servi cru comme de la salade ou mangé cuit, en outre, l'est employée pendant que l'alimentation des animaux et dans la médecine pour réduire la tension artérielle et pour traiter le rhumatisme (Chew et *al.*, 2008).

III.2 *Caulerpa prolifera*

Description : *Caulerpa prolifera* est une algue verte de limbes vert foncé et de forme ovale, mesurant environ 1,5 à 2,5 cm de large et 6 à 15 cm de long (Figure 10). Les feuilles de cette espèce se développent à partir de quelques stolons robustes, en émergeant perpendiculairement selon des intervalles de 1 à 2 cm ; elles sont en général ovales ou allongées linéairement avec des bords lisses. La *Caulerpa prolifera* se distingue par son absence de nervure proéminente sur la longueur des feuilles (Otero et *al.*, 2013).

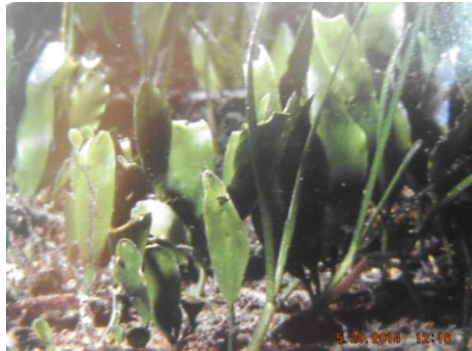


Figure 10: Thalle de *Caulerpa prolifera*.

Classification :

Classe : *Chlorophycophyte*

Ordre : *Bryopsidale*

Famille : *Caulerpaceae*

Genre : *Caulerpa*

Espèce : *Caulerpa prolifera*

Habitat : toute l'année ; substrat meuble, sableux ou vaseux, entre 1et 15m de profondeur, souvent en association avec des magnoliophytes marins ; plus profondément en méditerranée orientale.

Utilisation : *Caulerpa prolifera* est une des algues méditerranéennes qui s'acclimatent très bien en aquarium (Boudouresque et al, 2006).

III.3 *Enteromorpha intestinalis*

Description : *Enteromorpha intestinalis* (cheveux de mer) est une algue verte fixée par un stipe atténué qui s'élargit vers le haut en un tube boursoufflé intestiniforme simple ou avec des proliférations basales semblables à la fronde principale ; vert clair ; de quelques centimètres jusqu'à 1m de haut et de 1mm à 10 cm de large (Figure 11).



Figure 11: Thalle d'*Enteromorpha intestinalis*.

Classification :

Classe : *Ulvophyceae*

Ordre : *Ulvales*

Famille : *Ulvaceae*

Genre : *Enteromorpha*

Espèce : *Enteromorpha intestinalis*

Habitat : toute l'année, maximum de l'hiver jusqu'au début de l'été ; biotopes photophiles, près du niveau ou un peu au dessus, dans les zones de ruissellement d'eau douce plus ou moins polluée ; flaques ; milieux portuaires et étangs littoraux (Boudouresque et al, 2006).

III.4 *Ulva lactuca*

Description : *Ulva lactuca* est une algue verte sous forme d'une lame orbiculaire de taille allant de 10 à 30 centimètres, plus ou moins lobée, qui s'attache au substrat rocheux par un petit disque formé de nombreux rhizoïdes issus des cellules basales (Figure 12). Elle est également connue sous le nom de *laitue de mer*, à cause de l'aspect de ses frondes organisées en lames aplaties rappelant les feuilles des laitues.



Figure 12: Thalle d'*Ulva lactuca*.

Classification :

Classe : *Ulvophyceae*

Ordre : *Ulvales*

Famille : *Ulvaceae*

Genre : *Ulva*

Espèce : *Ulva lactuca*

Habitat : C'est une espèce qui se développe dans les eaux peu profondes, sur les niveaux supérieurs du littoral.

Utilisation : Dans certains pays du nord, cette algue se consomme crue en salade (Sadi, 2010).

III.5 *Asparagopsis armata*

Description : belles touffes, rose pale, au contour pyramidal, atteignant parfois 30 cm de haut. Axe, cylindriques à la base, diversement ramifiés; le thalle porte de très nombreux ramules, surtout dans sa partie supérieure, ce qui lui donne un aspect caractéristique d'Asparagus (Figure 13). Mais surtout présence de rameaux épineux, en forme de harpon, de quelques centimètres de long. Les thalles sont des gamétophytes; cystocarpes ovoïdes de 2mm de diamètres.les tetrasporophytes très différents morphologiquement étaient désignés autrefois sous le nom de «*Falkenbergia rufolanosa* ». C'est une est espèce annuelle, infralittorale, photophile, épiphyte sur d'autres algues, originaire d'Australie et de Nouvelle Zélande (Boudouresque et *al*, 2006).



Figure 13: Thalle d'*Asparagopsis armata*.

Classification :

Classe : *Rhodophycophyte*

Ordre : *Bonnemaisoniales*

Famille : *Bonnemaisoniaceae*

Genre : *Asparagopsis*

Espèce : *Asparagopsis armata*

Habitat: cette algue se développe sur les fonds rocheux au niveau de l'étage infralittoral, de la surface jusqu'à 40 m de profondeur.

Utilisation: *Asparagopsis armata* à des composés organiques halogènes volatiles comme l'iode, chlorés et bromés qui sont des propriétés antifongique et antimicrobienne (Garon-Lardiere, 2004).

III.6 *Corallina elongata*

Description : *Corallina elongata* = *Corallina mediterranea*, algue dressée ramifiée, formée de branches calcifiées articulées, nées d'une croute basale. Forme et couleur variable, le plus souvent gris violacé ; articles (segment calcifiés) aplatis, souvent losangiques et pourvus d'une carène. Ramification nettement pennée (Figure 14). Gamétophyte et tétrasporophyte semblable. Conceptacle toujours unipores et situés en position latérale.



Figure 14: Thalle de *Corallina elongata*.

Classification :

Classe : *Rhodophycophyte*

Ordre : *Corallinale*

Famille : *Corallinaceae*

Genre : *Corallina*

Espèce : *Corallina elongata*

Habitat : pérennante, infralittorale, relativement photophile, plus nettement abondante dans les milieux battus. Peut supporter un assèchement et forme à basse mer un revêtement continu au bord des cuvettes littorales.

Utilisation : les *corallina* étaient autrefois utilisés en pharmacie pour leurs propriétés vermifuges (Boudouresque et al, 2006).

III.7 *Cystoseira tamariscifolia*

Description : *Cystoseira tamariscifolia* ou *Cystoseira éricoïdes* est une algue brune épineuse à forte iridescence bleu turquoise en état d'immersion, lorsque les thalles sont jeunes et peu couverts d'épiphytes. Peut atteindre 60 cm de long. Flotteurs généralement bien visibles (Figure 15).



Figure 15: Thalle de *Cystoseira tamariscifolia*.

Classification :

Classe : *Phéophycophyte*

Ordre : *Fucale*

Famille : *Cystoseiraceae*

Genre : *Cystoseira*

Espèce : *Cystoseira tamariscifolia*

Habitat : c'est une espèce pérennantes, vivant dans les milieux abrités de la mi-marée à l'infra littoral (Boudouresque et *al*, 2006).

III.8 *Dictyota dichotoma*

Dictyota dichotoma présente un thalle aplati en lanières avec une ramification dichotome et des rameaux de même longueur à l'extrémité arrondie qui mesurent entre 5 et 10 mm de large (Figure 16). Elle se fixe au substrat par des rhizoïdes qui se terminent par des disques adhésifs. Elle mesure généralement entre 10 et 25 cm de long, mais elle peut parfois atteindre 50 cm en été. Elle épiphyte souvent d'autres organismes tels que les algues ou les gorgones (Cabioc'h et *al.*, 1992).



Figure 16 : Thalle de *Dictyota dichotoma*.

Classification :

Classe : *Phaeophyceae*

Ordre : *Dictyotales*

Famille : *Dictyotaceae*

Tribu : *Dictyoteae*

Habitat : Les différentes espèces de *Dictyota* sont réparties sur les cinq continents, principalement dans les eaux chaudes et tempérées. *Dictyota dichotoma* est l'espèce-type du genre *Dictyota*. Elle est très commune en Europe, que ce soit en mer Méditerranée (du détroit de Gibraltar jusqu'en Turquie) ou le long de la façade Atlantique (des Açores à la Norvège). Elle est également présente en mer Rouge, en mer Noire, au Japon et dans l'océan Indien.

Parmi les algues appartenant au genre *Dictyota*, six espèces ont été identifiées en mer Méditerranée : *D. dichotoma*, *D. fasciola*, *D. linearis*, *D. ciliolata*, *D. mediterranea* et *D. spiralis*. Le long des côtes françaises, *D. dichotoma* est, sous ses différentes formes et variétés, l'espèce la plus courante. *D. fasciola*, *D. spiralis* et *D. linearis* ont également déjà été référencées sur le littoral français à l'inverse de *D. ciliolata* et *D. mediterranea*. *D. ciliolata* a été répertoriée uniquement en Espagne tandis que la présence de *D. mediterranea* a été relevée sur les côtes espagnoles, italiennes et grecques (Viano, 2010).

Résultats et discussion.

Nous avons pu établir un inventaire des algues benthiques de la côte marine de Salamandre de la région de Mostaganem. Une grande biodiversité algale a été constatée avec une abondance et une répartition variables. Le Tableau ci-dessous regroupe les différentes espèces d'algues ainsi identifiées. Il ressort suite à nos campagnes d'échantillonnage qu'une dominance qualitative et quantitative des Chlorophytes au niveau du site de Salamandre, par rapport aux deux autres groupes d'algues.

D'après plusieurs auteurs cette dominance d'algues vertes (*Ulva* et *Enteromorpha*) indique que l'aire marin de Salamandre est fortement perturbé et près des apports d'eau douce (Golubic, 1970; Bellan et Bellan-Santini, 1972; Rodriguez-Prieto et Polo, 1996 ; Belsher, 1977 ; Ballesteros *et al.*, 1984; Kadari-Meziane, 1994).

D'après Chouba *et al.* (2010) et Teichberg *et al.* (2010), le développement excessif des macroalgues vertes (*Enteromorpha intestinalis* et *Ulva lactuca*) est du à une pollution conduisant à l'eutrophisation du système qui sera à l'origine des crises d'anoxie estivales.

Les espèces d'algues vertes et rouges, *Ulva* spp. et *Hypnea* spp. favorisent aussi l'existence du poisson-lapin (Otero *et al.* 2013).

Nous avons constaté aussi qu'au début de la période estivale une prolifération importante d'algue marine *Ulva lactuca* sous forme d'une "marée verte". Dans les nombreux sites touristiques qu'elle affecte, elle doit faire l'objet de ramassages intensifs lors de la saison. Il s'agit d'une forme d'eutrophisation marine côtière, provoquée par un enrichissement excessif des eaux en nutriments. Cette biomasse algale, parfois énorme, finit par se décomposer et/ou se disperser en grande partie à la fin de la belle saison (Merceron, 1999). De plus, elle constitue une nuisance très importante pour le tourisme local (Klein, 2011).

Tableau 1 : Les espèces d'algues marines présentes au niveau de la cote marine de Salamandre de la Wilaya de Mostaganem.

Famille	Espèce	Répartition
Chlorophycées	<i>Caulerpa racemosa</i>	+
	<i>Ulva lactuca</i>	+++
	<i>Caulerpa prolifera</i>	+
	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	+++
Rhodophycées	<i>Asparagopsis armata</i>	+
	<i>Corallina elongata</i>	+++
Phéophycées	<i>Cystoseira tamariscifolia</i>	+++
	<i>Dictyota dictoma</i>	++

+ : moins abondante ; ++ : abondante ; +++ : très abondante.

Il est tout d'abord nécessaire de rappeler que les proliférations d'espèces natives sont des phénomènes naturels, mais qui ont pris de l'ampleur, en termes de fréquence et de magnitude, dans le cadre des impacts anthropogéniques et des changements climatiques. On peut constater que cette augmentation de l'ampleur et du nombre des proliférations de macroalgues pose actuellement des problèmes dans les écosystèmes marins côtiers. Parmi ces problèmes, le plus important est l'hypoxie ou l'anoxie. Les proliférations de macro-algues peuvent conduire à des conditions anoxiques, particulièrement si les algues concernées sont peu consommées par les herbivores (Nelson et *al.*, 2003).

La décomposition des macro-algues sur la plage est à l'origine de la formation, parmi d'autres, de l'hydrogène sulfureux (H₂S) (Brenaut et *al.*, 2004). L'hydrogène sulfureux pose, en concentrations élevées, des problèmes sanitaires (irritation des yeux, de la peau et des voies respiratoires, maux de tête, nausées).

Nous avons observé la présence également des forêts de *Cystoseira* spp. Ces algues brunes sont très importantes écologiquement en tant que sites de reproduction pour un certain nombre d'espèces de poissons littoraux. Les *Cystoseires* sont actuellement considérées en tant qu'habitat menacé dans plusieurs régions de l'ouest de la Méditerranée (Otero et *al.*, 2013).

Divers travaux soulignent que les populations des *Cystoseires* sont extrêmement sensibles à la qualité de l'eau. L'eutrophisation est un facteur important expliquant la disparition des espèces de *Cystoseira*, d'autres polluants tels que des métaux lourds, herbicides, insecticides, halogénés ou polychlorobiphényles (PCBs) issus de l'agriculture et des activités industrielles pourrait également jouer un rôle dans la structure des assemblages côtiers rocheux peu profonds des peuplements de *Cystoseires* ainsi que d'autres espèces appartenant à l'ordre des Fucales ou des Laminariales est élucidé (Belmokhtar, 2012).

La *Cystoseira* est utilisée comme bioindicateur des éléments traces comme l'As, Cr, Cd et Co⁺ (Al-Masri, 2002). D'après Hashem Khalil Kawas et al. (2010), l'eau marine de Salamandre est de mauvaise qualité vue la dominance des espèces d'algues du genre *Ulva* par rapport aux espèces du genre *Cystoseires*.

Nous avons signalé la présence de macroalgues invasives. Il s'agit notamment des espèces de *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* et d'*Asparagopsis armata*.

Les études portant sur les macroalgues invasives en général, et l'espèce *Caulerpa racemosa* en particulier, sont rares et fragmentaires pour Algérie.

Caulerpa racemosa est une macro-algue verte d'Australie du sud-ouest qui a été introduite en Méditerranée par un vecteur encore inconnu.

Depuis sa première signalisation en Libye en 1990 (Nizamuddin 1991), elle a connu une expansion géographique sans précédent jusqu'à la colonisation quasi complète de la Méditerranée (Klein et Verlaque 2008).

En Algérie, *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux a été pendant longtemps la seule espèce du genre *Caulerpa* présente sur ses côtes (Hamel, 1930 ; Ould Ahmed, 2004).

Caulerpa racemosa a été observée pour la première fois en Algérie en 2005, sans pour autant être abondante (Seridi et Kabrane, 2010 ; Bachir Bouiadjra et al., 2010a,b). Depuis que cette algue marine est signalée dans le nord de la Méditerranée, le suivi de son expansion est devenu une préoccupation d'actualité car elle peut provoquer des changements drastiques des écosystèmes hôtes.

Dans les communautés macro-algales, *Caulerpa racemosa* provoque une diminution de la diversité et de l'abondance des espèces natives et un changement dans la composition spécifique et la structure des communautés (Klein et Verlaque, 2008).

Une des caractéristiques du genre *Caulerpa* est de contenir plusieurs métabolites très particuliers comme la caulerpicine : les *Caulerpa* sont peu broutées par la faune marine.

Norris et Fenical (1982) attribuent cette faible préférence alimentaire pour ces algues à la présence des toxines, qui sont des constituants chimiques de défense. Certains mollusques, rares invertébrés qui consomment les *Caulerpa*, deviennent eux-mêmes toxiques en concentrant deux à trois fois plus que dans les *Caulerpa* caulerpine et caulerpicine (Doty et Aguilar-Santos, 1970 ; Norris et Fenical, 1982).

La présence de *Caulerpa racemosa* var. sur la côte marine de Salamandre, peut entraîner la prolifération de polychètes, de bivalves et d'échinodermes ainsi qu'une diminution du nombre de gastéropodes et de crustacés.

La facilité et la rapidité avec laquelle *Caulerpa racemosa* continue de coloniser des zones de plus en plus étendues, pourraient à terme menacer les macroalgues, les herbiers de posidonies, les fonds coralligènes,... (Gravez et al., 2005; Dumay, 2008).

L'introduction de cette nouvelle population invasive se fait de manière accidentelle ou volontaire mais est toujours le fruit de l'Homme. Le commerce et le transport de personnes ou de marchandises sont les principaux vecteurs de ces organismes (Dairain et Johanne Vad, 2012).

D'après nos connaissances, nous avons signalé pour la première fois la présence d'une autre espèce invasive d'algue rouge *Asparagopsis armata* dans la côte de Salamandre.

Cette algue rouge est originaire d'Australie occidentale. Elle est probablement introduite dans les eaux européennes par l'intermédiaire de l'ostréiculture. Aujourd'hui, *Asparagopsis*

armata est présente dans toute l'Europe, aussi bien dans le bassin méditerranéen que dans l'océan atlantique, et est très envahissante (Otero et *al.*, 2013).

Dès qu'elles deviennent envahissantes, il est impossible de les éradiquer ni même de la confiner. La manière la plus efficace et la moins coûteuse de contrôler éventuellement cette espèce consiste à agir dès le début du processus d'invasion (Otero et *al.*, 2013).

D'après ces mêmes auteurs, l'algue rouge *Asparagopsis* peut être un épiphyte sur d'autres organismes, surtout sur les espèces de *Corallina*, colonisant de nombreux habitats différents, allant des mares littorales aux fonds rocheux jusqu'à 20 m de profondeur. Pour cela, la présence de *Corallina elongata* confirme la facilité de la reproduction de l'algue *Asparagopsis*.

Actuellement nous ne possédons pas de connaissances sur les dégâts provoqués par les espèces macroalgales invasives en Algérie. Les espèces invasives proliférant très vite dans l'écosystème hôte, l'éradication doit être une action rapide qui nécessite donc une législation adaptée et un réseau d'acteurs qualifiés.

Asparagopsis armata et *Cystoseira tamariscifolia* peuvent être valorisées vue leur applications pharmaceutique et environnementale (Ainane, 2011 ; Pinteus et *al.*, 2015).

Conclusion.

Cette étude permet d'une part de pallier l'absence des données sur les macroalgues évoluant au niveau de la côte marine de Salamandre de la Wilaya de Mostaganem, et d'autre part servir de base pour des études ultérieures plus approfondies.

L'approche développée dans cette étude préliminaire et les résultats issus des différentes campagnes d'investigations *in situ* nous a permis de connaître que les Macrophytes marins, de la côte marine de salamandre qui est réparties sur trois groupes d'algues : les chlorophycées, les rhodophycées et les phéophycées. D'après les résultats obtenus et les données citées dans la littérature, il apparaît évident la relation entre les caractères qualitatifs et quantitatifs des Macrophytes et les effets anthropiques marquants, en particulier cet air marin ce qui confère à ces végétaux marins le statut de bio-indicateurs de l'état écologique du milieu marin côtier.

Deux espèces envahissantes, *Caulerpa racemosa* et *Asparagopsis armata* ont été signalé dans la zone marine prospectée. Ces dernières peuvent être employées comme outils dans la biosurveillance de la qualité environnementale des côtes marines.

La qualité de l'eau peut être définie selon un gradient variant d'un statut élevé ou milieu de bonne qualité dominé par des espèces du genre *Cystocleires* vers un mauvais statut ou milieu perturbé dominé par des espèces d'*Ulva* et d'autres algues vertes.

Une biosurveillance des cotes marine de l'Ouest Algérien est nécessaire afin de maîtriser la prolifération spatiotemporelle des espèces introduites et par conséquent de préserver les biodiversités des espèces benthiques qui risquent d'être menacé.

Vue sa richesse en métabolites secondaires biologiquement actifs, l'algue marine rouge *Asparagopsis armata* peut être valorisée à l'échelle industrielle ceci afin de réduire son impact sur l'écosystème marin.

Du fait de l'intensification de l'urbanisation et des activités socio-économiques autour de la côte marine de Salamandre de la région de Mostaganem le taux des polluants ne pourront qu'augmenter et l'épuration des eaux des rejets par un système de station d'épuration adéquat s'avère nécessaire, si l'on veut conserver un équilibre de cet écosystème aquatique.

Comme perspective, il serait intéressant de réaliser des inventaires sur d'autres côtes marines de l'Ouest d'Algérie et d'effectuer des dosages de quelques polluants comme les métaux lourds au niveau des algues marines ainsi identifiées.

Références bibliographiques.

- Abal, E. G. & Dennison, W. C. (1996).** Seagrass depth range and water quality in southern Moreton bay. Queensland, Australia. *Mar. Freshwater Res* , 47 (6), 763-771.
- Aguilera-morales M., Casas-valdez M., Carrillo-dominguez M., Gonzalez-acosta B. & Pérez-gilb F. (2005).** Chemical composition and microbiological assays of marine algae *Enteromorpha* spp as a potential food source. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 79-88.
- Ainane, T. (2011).** Valorisation de la biomasse algale du Maroc: Potentialités pharmacologiques et Applications environnementales, cas des algues brunes *Cystoseira tamariscifolia* et *Bifurcaria bifurcata*. Université Hassan II – Casablanca, Faculté des Science Ben Msik Casablanca, 185pages.
- Al-Masri, M.H. (2002).** Marine environment studies on the Syrian coast: biomonitors. CIESM workshops series. (15) 136p.
- Amado Filho, G. M., Andrade, L. R., Karez, C. S., Farina, M. & Pfeiffer, W. C. (1999).** Brown algae species as biomonitors of Zn and Cd at Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Environmental Research* , 48, 213-224.
- Amado Filho, G. M., Karez, C. S., Andrade, L. R., Yoneshigue-Valentin, Y. & Pfeiffer, W. C. (1997).** Effects on growth and accumulation of zinc in six seaweed species. *Ecotoxicology and Environmental Safety* , 37, 223-228.
- Amel, G. (1930).** Les caulerpes méditerranéennes. *Revue Algologique*, n° 5, p. 229-230.
- Andersson, S. G., Karlberg, O., Canback, B. & Kurland, C. G. (2003).** On the origin of mitochondria: a genomics perspective. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* , 358, 165-177.
- APG. (1998).** An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* , 85, 531–553.
- APGII. (2003).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* , 141, 399–436.
- APGIII. (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. (T. L. FLONDON, Éd.) *Botanical Journal of the Linnean Society* , 161 (2), 105–121.
- Ardizzone, G. D. & Pelusi, P. (1984).** Yield and damage evaluation of bottom trawling on *Posidonia* meadows. (BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A., OLIVIER J. Éd.). *International Workshop on Posidonia oceanica beds, GIS Posidonie publ., Fr.* , 1, 63-72.

- Arévalo, R., Pinedo, S., Ballesteros, E. (2007).** Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin* 55, 104-113.
- Arisawa, M., Hayashi, K., Nikaido, T., Koike, K., Fujita, D., Nunomura, N., Tanaka, M., Sazaki, T. (1997).** Screening of some Marine organism extracts for cAMP phosphodiesterase inhibition, cytotoxicity and antiviral activity against HSV- 1. *International Journal of pharmacognosy* , 35 (1), 6-11.
- Arzel, P. & Castric-Fey, A. (1997).** Les forêts de Laminaires in : Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et mer du Nord. Synthèse, menaces et perspectives. *Muséum National d'Histoire Naturelle* , 159-167.
- Augier, H. & Boudouresque, C. F. (1971).** Découverte des cystocarpes de *Feldmannophycus rayssiae* (J. Feld. & G. Feld.) nov. gen. (Rhodophycées, Gigartinales). *Bulletin de la Société Phycologique de France*, 16, 25-30.
- Augier, H. (1985).** L'herbier à *Posidonia oceanica*, son importance pour le littoral méditerranéen, sa valeur comme indicateur biologique de l'état de santé de la mer, son utilisation dans la surveillance du milieu, les bilans écologiques et les études d'impact. *Vie marine* , 7, 85-113.
- Augier, H., Gilles, G. & Ramonda, G. (1984).** L'herbier de *Posidonia oceanica* et la pollution par le mercure sur le littoral des Bouches du Rhône et du Var (France).(Boudouresque C.F., Jeudy DE Grissac A., Olivier J. Éd.). *International Workshop on Posidonia oceanica beds, GIS Posidonie publ., Fr* , 1, 399-406.
- Bachir Bouiadjra B., Belbachir N., Benkada M.Y., Maarouf A. et Riadi H. (2010a).** Sur la présence de l'algue marine *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J, Agardh (*Caulerpales, Chlorophyta*) devant la côte Mostaganemoise (Ouest Algérie). *Acta Botanica Malacitana*, vol. 35, p. 1-7.
- Bachir Bouiadjra B., Taleb M.Z., Benkada M.Y., Marouf A., Youcef M. et Riadi H. (2010b).** First record of the invasive alga *Caulerpa racemosa* (*Caulerpales, Chlorophyta*) in the Gulf of Arzew (western Algeria). *Aquatic Invasions*, vol. 5, suppl. 1, p. 97-101.
- Ballesteros, E., Pérez, M. & Zabala, M. (1984).** Aproximación al conocimiento de las comunidades algales de la zona infralitoral superior en la costa catalana. *Collectanea Botanica*,15,69–100.

- Bellan, G. & Bellan-Santini, D. (1972).** Influence de la pollution sur les peuplements marins de la région de Marseille. (M. RUIVO, Éd.) Marine Pollution and Sea Life. Fishing News Ltd. Survey, 396–401.
- Bellan, G. & Bellan-Santini, D. (1972).** Influence de la pollution sur les peuplements marins de la région de Marseille. (M. Ruivo, Éd.) Marine Pollution and Sea Life. Fishing News Ltd. Survey, 396–401.
- Bellan-Santini, D. (1968).** Influence de la pollution sur les peuplements benthiques Revue Internationale d’Oceanographie Medicale, 10, 27–53.
- Belmokhtar, (2012).** *Cystoseira amentacea* v. *Stricta* : indicateur de la qualité des eaux cotieres de l’ouest algérien. Mémoire de Magister en Biologie et Pollution Marines. Université d’Oran. Algérie. 63pages.
- Blandin, P. (1986).** Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d’Ecologie ,17, 211-307.
- Booth E. (1981).** Some factors affecting seaweed fertilizers. Porc. 8th Internal. Seaweed Symp., Santa Barbara, 661-665.
- Boudouresque, C.F. (1971a).** Contribution à l’étude phytosociologique des peuplements algaux des côtes varoises. Vegetatio, Netherl 22, 83-184.
- Boudouresque, C.F. (1971b).** Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée Occidentale. (Fraction algale): la sous-strate sciaphile des peuplements des grandes *Cystoseira* de mode battu. Bulletin du Musée d’Histoire Naturelle de Marseille, Fr., 31, 141-151.
- Boudouresque, C.F. (1971c).** Méthodes d’étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). Téthys 3 (1), 79-104.
- Boyle, T.P., 1984.** The effect of environmental contaminants on aquatic algae. In: Shubert, L.E. (Ed.), Algae as Ecological Indicators. Academic Press, London., 237-256.
- Bryan, G.W., Langston, W.J. (1992).** Bioavailability accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. Environmental Pollution 76, 89-131.
- Bryan, G.W., Langston, W.J., 1992.** Bioavailability accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. Environmental Pollution 76, 89-131.

- Cabioc'h, J., J.Y. Floc'h, A. Le Toquin, C.F. Boudouresque, A. Meinesz and M. Verlaque. (1992).** Guide des algues des mers d'Europe". Ed. Delachaux et Niestlé., Paris. 232 p.
- Cail-Milly N. & Prouzet P. (2000).** Pêches basques et sud-landaises. Ressources, flottilles, économie, commercialisation. Editions IFRIMER., Repères Océan, n° 17, 121p.
- Chouba L., Chebil L.A et Herry, S. (2010).** Etude saisonniere de la contamination metallique des macroalgues de la lagune nord de tunis. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, 37 : 123-131.
- Chrétiennot-Dinet M-J. (1990).** Atlas du phytoplancton marin, vol. 3: Chlorarachnophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglénophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnésiophycées, Rhodophycées, Tribophycées. Editions du CNRS, Paris.
- Dixon P.S. (1958).** The structure and development of the thallus in the British species of Gelidium and Pterocladia. Ann. Bot., 22, 353-368.
- El Bacha S., El Gourji A., Givernaud Th., Lemoine Y. & Mouradi A. (2004b).** Ecophysiological of the agarophyte Gracilaria multipartite (Clemente) Harvey (Rhodophyceae, Gracilariales). Actes Inst. Agron.Vet., Maroc, 24 (3-4), 95-103.
- El Bacha S., El Gourji A., Givernaud Th., Lemoine Y. & Mouradi A. (2004b).** Ecophysiological of the agarophyte Gracilaria multipartite (Clemente) Harvey (Rhodophyceae, Gracilariales). Actes Inst. Agron.Vet., Maroc, 24 (3-4), 95-103.
- El Bacha S., Mouradi A., El Gourji A., Benazzouz B. & Givernaud T. (2004a).** Biological cycle of the agarophyte Gracilaria multipartite (Clemente) Harvey (Rhodophyceae, Gracilariales) on the Moroccan Atlantic. Actes Inst. Agron.Vet., Maroc, 24(1-2), 23-34.
- El Gamal A. (2009).** Biological importance of marine algae. Dept of Pharmacognosy, College of Pharmacy, King Saud University, P.O. Box 2457, Riyadh 11451, Saudi Arabia, review article.
- Gévaert, F. (2001).** Importance des facteurs de l'environnement et du phénomène de photoinhibition sur la production des grandes algues marines'', Thèse de Doctorat, Université des sciences et technologies de Lille, France.
- Golubic, S. (1970).** Effect of organic pollution on benthic communities. Marine Pollution Bulletin, 1, 56-57.

- Guiry M D., Saunders GW., Maggs CA., F Ni Chualain 2004.** The invasive genus *Asparagopsis* (Bonnemaisoniaceae, Rhodophyta): molecular systematics, morphology, and ecophysiology of falkenbergia isolates. *J. Phycol.* 40, 1112–1126.
- Hashem Khalil Kawas N., Taleb M. Z., Boutiba Z. (2010).** Utilisation des macrophytes pour l'évaluation du stress environnemental : cas de la cote Oranaise. 2eme colloque international *bel 02*, Oran-Algérie.
- Klein, J., Verlaque, M. (2008).** The *Caulerpa racemosa* invasion: A critical review. *Marine Pollution Bulletin* 56 (2008) 205-225.
- Kosovel V., Avanzini A., Scarcia V., Furlani A. (1988).** Algae as possible sources of antitumoural agents. Preliminary evaluation of the “in vitro” cytostatic activity of crude extracts. *Pharmacological Research Communications*, Vol 20, pp 27-31.
- Mad Pan collection. (2009).** Surveillance des espèces envahissantes marines dans les aires marine protégées (AMP) Méditerranée. Guide pratique et stratégique à l' attention.
- Manneville O. & Grenoble S.U. (2010).** Les lichens et algues de nos côtes (surtout rocheuses).
- Meines et Hesse. (1991).** Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* Méditerranée, Laboratoire «Environnement marin littoral», Université de Nice-Sophia Antipolis, Parc Valrose, 06034 Nice Cedex, France. *OCEANOLOGICA ACTA- VOL.14- N°4* Boyle, T.P., 1984. The effect of environmental contaminants on aquatic algae. In: Shubert, L.E. (Ed.), *Algae as Ecological Indicators*. Academic Press, London., 237-256.
- Meinesz, A et Hesse, B. (1991).** Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale. *Oceanologica Acta*, 14, 4, 415-426.
- Melquiot P. (2003).** 1001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable. Version 1.1 édition RECYCONSULT.
- Michel Lauret., Oheix Valérie Derolez J. & Laugier T. (2011).** Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon. Réseau de Suivi Lagunaire, Ifremer, Cépralmar, Agence de l'Eau RM&C, Région Languedoc-Roussillon, 148p.
- Nizamuddin M. (1991).** The Green Marine Algae of Libya. Elga Publ., Bern, 227 pp.
- Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B., Savini, D. (2013).** Surveillance des espèces envahissantes marines dans les aires marines protégées (AMP) méditerranéennes : guide pratique et stratégique à l'attention des gestionnaires. UICN. 136 pages.

- Ould Ahmed N. (1994).** Étude des espèces phytobenthiques au voisinage de la centrale thermique de Mers El Hadjaj (golfe d'Arzew ; Ouest Algérien) : Mention particulière sur une espèce remarquable chlorophyte, *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamoureux. Thèse de Magister, Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ISMAL), Alger, 177 p.
- Ould Ahmed N. et Meinesz A. (2007)** - First record of the invasive alga *Caulerpa racemosa* on the coast of Algeria. *Cryptogamie, Algologie*, vol. 28, n° 3, p. 303-305.
- Ould Ahmed N. et Meinesz A. (2007).** First record of the invasive alga *Caulerpa racemosa* on the coast of Algeria. *Cryptogamie, Algologie*, vol. 28, n° 3, p. 303-305.
- Pinteus S., Alves C., Monteiro H., Araujo E., Horta A., Pedrosa R. (2015).** *Asparagopsis armata* and *Sphaerococcus coronopifolius* as a natural source of antimicrobial compounds. *World J Microbiol Biotechnol*, 31:445–451.
- Riadi, H. (1998).** Etude nationale sur la biodiversité Projet GEF/6105-92. Biodiversité des algues marines. Direction de l'Observation des Etudes et de la Coordination. 103pages.
- Seridi, H. et Kabrane, K. (2010).** Progression de *Caulerpa racemosa* (caulerpales, *Chlorophyta*) sur le littoral algérien. *Actes du "4th Mediterranean Symposium on Marine 68 Vegetation"* (Yasmine-Hammamet), S. EL ASMI, H. LANGAR et W. BELGACEM édit., Édit. RAC/SPA (Regional Activity Centre for Specially Protected Areas), Tunis, p. 125-128.
- Torresa M.R., Sousaa A.P.A., Silva Filhoa E.A.T., Melo D.F., Feitosab J.P.A., de Paulab R.C.M., Limaa M.G.S. (2007).** Extraction and physicochemical characterization of *Sargassum vulgare* alginate from Brazil, *Carbohydrate Research*, Vol 342, pp 2067-2074.
- Viano, Y. (1992).** Recherche de molécules non-toxiques actives en antifouling à partir d'organismes marins de Méditerranée. Thèse de doctorat en Chimie. Université du Sud Toulon-Var, France. 254pages.
- Viessman W., Hammer M.J., Perez E.M., Chadik P.A. (2008).** *Water Supply and Pollution Control*, Edition Prentice Hall, 8th Edition, pp 864.
- Villares, R., Puente, X. & Carballeira, A. (2001).** *Ulva* and *Enteromorpha* as indicators of heavy metal pollution. *Hydrobiologia*. 462, 221-232.
- Ward, T. J. (1989).** The accumulation and effects of metals in seagrass habitats. In: Larkum A.W.D., McComb A.J., Shepherd S.A. edits. *Biology of seagrasses*, Aquatic Plant Studies 2. Elsevier publ , 797-820.

Warnau, M., Fowler, S. W. & Teyssié, J. L. (1996). Biokinetics of selected heavy metals and radionuclides in two marine macrophytes : the seagrass *Posidonia oceanica* and the alga *Caulerpa taxifolia*. *Marine Environmental Research* , 41, 343-362.

Robert, C et Rossignol A. (2003). Algues et faune du littoral du Saint-Laurent maritime : Guide d'identification. Institut des sciences de la mer de Rimouski, Rimouski; Pêches et Océans Canada (Institut Maurice-Lamontagne), Mont-Joli. 113 pages.