

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire Magister

Spécialité : Biologie

Option : Biodiversité et conservation des zones humides

Intitulé du thème :

***Contribution à l'étude éco biologique des macro-algues
des zones humides côtières d'Oran : taxonomie,
distribution spatiale diversité génétique et exploitation.***

Présenté par : Mme MANSOURI Asmaa

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury :	Mr Kerfouf Ahmed	(Pr - UDL Sidi Bel Abbés)
Examineur :	Melle Bennabi Faiza	(MCA- UDL Sidi Bel Abbés)
Promoteur :	Mme Toumi Benali Fawzia	(MCA- UDL Sidi Bel Abbés)

Date de soutenance : 2016

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à mon encadreur madame TOUMI BENALI Fawzia qui a manifesté beaucoup d'intérêt et consacré énormément de temps pour ce travail. Je la remercie vivement pour son guide précieux et ses judicieux conseils pratiques durant la préparation de ce mémoire Je lui exprime ma vive reconnaissance et ma profonde et respectueuse considération.

Je tiens à exprimer mes remerciements au professeur KERFOUF Ahmed pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail et pour avoir bien accepté de présider ce jury.

Mes remerciements vont vers mademoiselle BENNABI Faiza pour l'honneur et aussi le plaisir qu'elle m'a fait en acceptant de faire partie de ce jury et examiner ce travail.

Je ne manquerai pas de remercier sincèrement le Pr RAMDHANI Mohamed (Professeur Univ. Rabat) et le Pr madame EL KHIATI Nedjet (Professeur Univ. Casablanca) pour l'aide qu'ils ont apporté à la réalisation de ce travail.

Je remercie tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de cette thèse.

Grand merci à ma famille toute entière et particulièrement mon père, ma mère et mon marie pour tout ce qu'ils m'ont apportés avec leur soutien indéfectible.

Dédicace

Avec l'aide de Dieu tout puissant

Je dédie ce modeste travail à :

- ❖ *Mon cher Papa Mansouri Ben Amar qui a mené durement sa vie pour me voir là où j'en suis maintenant et s'est sacrifié toujours à l'effet de me rendre heureuse ; Cher père je me rappelle toujours de tous les moments où tu m'a poussé à travailler et à réussir; Merci et j'espère que vous trouvez dans ce travail l'expression de ma gratitude et mon respect.*
- ❖ *A ma chère mère Razzar Hadjla qui m'a entouré d'affections tout au long de ma vie.*
- ❖ *A Mon Très Cher Petit Poussin Drif Walid :C'est à toi mon adorable ange ,ma joie , mon petit trésor que maman dédie ce travail pour te dire que tu resteras pour toujours le rayon du soleil qui égaye ma vie.
Je t'aime mon bébé et je te souhaite tous le bonheur du monde.*
- ❖ *A Mon Mari Drif Mohamed: Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré. Cher mari j'aimerais bien que tu trouve dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères car grace à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour. Que dieu le tout puissant nous accorde un avenir meilleur.*
- ❖ *Mes très chères sœurs*
 - ✓ *Hanane, son mari Mohamed et ces enfants.*
 - ✓ *Hadjira, son mari Reda et sa petite fille.*
 - ✓ *Dalila, son mari Abdellah et ces enfants.*
- ❖ *A mes chers frères*
 - ✓ *Adel, sa femme kheira et ces enfants.*
 - ✓ *Mon petit frère Walid je te souhaite tous le bonheur du monde.*
- ❖ *A ma chère sœur et amie Benali imene et sa famille.*
- ❖ *A ma tante Razzar Rekia, et son fils Nekrouf Abdellah.*
- ❖ *A ma belle-mère Bouazza Khiera.*
- ❖ *A tous les membres de la famille Mansouri et Drif.*

Résumé

La flore macroalgale benthique marine est une masse biologique intéressante pour la biosurveillance et l'évaluation de la qualité des écosystèmes marins côtiers. Elle représente aussi un indicateur sensible aux variations marine abiotiques et biotiques

Dans le même contexte, s'inscrit notre travail qui est une étude préliminaire ayant pour objectif de déterminer l'évolution de la distribution spatiales des macrophytes dans les trois stations du littoral oranais (Ouest Algérien), choisies en fonction de degré de dégradation, une est impactée et les deux autres sont considérées comme non impactées, par la pression anthropique du tissu urbains et de toutes les activités industrielles de proximité.

L'étude révèle la présence de 22 espèces répertorié dans l'étage supralittoral entre les trois grands groupes de thallophytes : 5 Phéophytes, 8 Chlorophytes et 9 Rhodophytes.

Au niveau de la station 1 de Marsa El Hadjaj les Rhodophytes occupent le recouvrement moyen global le plus important (47,80%) par rapport aux deux autres groupes d'algues, les Chlorophytes : (33,06%) et les Phéophytes (19,14%), avec un recouvrement dominant de *Hyphenia musiformis* (30%).

Les Chlorophyte sont représenté particulièrement par *Ulva lactuca* ayant le recouvrement le plus intéressant de toutes les Chlorophytes (23,8%) et les Phéophytes sont représentées par *Padina pavonica* qui a un recouvrement de (17%).

Les autres stations de cristel (Ain Defla, Ain Franine), sont caractérisées par un RMG important des Chlorophytes (48,35% et 52,53%), respectivement, avec un recouvrement notable de *Ulva lactuca* (25,2% et 27%), respectivement *Hyphenia musiformis* présente le taux de recouvrement le plus remarquable (23,2% et 12,8%), respectivement.

Il est à noter la présence au niveau de ces deux stations de *Cystoseria stricta* (17,8% et 12,8%), une Phéophytes indicatrice de bon état des lieux.

Il est à noter, toute fois, l'invasion de l'espèce *Caulerpa racemosa*,(Chlorophytes), dans les deux station (Marsa El Hadjaj et Ain Farnine), avec un recouvrement de (7,8% et 3%),respectivement, mais son absence total dans la station d'Ain Defla .

Mots clés : Flore Macroalgale, biosurveillance, distribution spatial, littoral oranais, ouest algérien.

ملخص

والقاعية النباتات البحرية الطحالب الكبيرة هو كتلة بيولوجية مثيرة للاهتمام الرصد البيولوجي وتقييم جودة النظم الإيكولوجية البحرية الساحلية. وإنما هو أيضا غير الأحيائية البحرية مؤشر حساس والتغيرات البيولوجية في نفس السياق، هو جزء من عملنا هو دراسة أولية تهدف إلى تحديد تطور التوزيع المكاني للأوراق الكبيرة في المحطات الساحلية ثلاثة من وهران (غرب الجزائر)، واحدة متأثر مرس الحجاج اثنين عين الدفلى عين فرانين، تعتبر غير متأثر بالضغط البشري، والنشاط العمراني والصناعي بالإضافة إلى طبيعة هذا المكان الذي يجعل صعوبة الوصول. جري الجرد بهدف متابعة تطور المكاني للمجتمعات الكلي الطحالب وتكوينها النباتي وقد تم تسجيل 22 نوعا بين المجموعات الرئيسية الثلاث: 9 طحالب الحمراء , 8 طحالب الخضراء، 5 الطحالب البني. لاحظ في محطة مرس الحجاج نسبة ال RMG للطحالب الحمراء كبير جدا بالمقارنة مع اثنين من مجموعات أخرى من الطحالب، وجمع وأكثر وضوحا من هيمنة *Hypnia musciformise*، *Ulva lactuca*، الأنواع الأكثر شيوعا هي طحالب الخضراء. لكن اثنين من المحطات الأخرى عين الدفلى، عين فرانين تتميز بـ RMG كبير للطحالب الخضراء *Ulva lactuca*، *Caulerpa racemosa*، نقلت في كل من محطة عين فرانين و مرس الحجاج يظهر الغازية من هذه الطحالب، وهو تدريجيا على طول الساحل الجزائري الغربي. وفي هذا السياق أن المذكرة لغرض الرصد البيولوجي وتقييم حالة النظم الإيكولوجية البحرية الساحلية من خلال وجود نوع من الطحالب الكبيرة.

الكلمات الرئيسية: النباتات البحرية الطحالب الكبيرة، الرصد البيولوجي، التوزيع المكاني، ساحل وهران، غرب الجزائر.

Abstract :

The benthic marine flora macroalgae is an interesting biological mass for biomonitoring and assessment of the quality of coastal marine ecosystems. It is also a sensitive indicator of marine abiotic and biotic changes.

In the same context, a part of our work is a preliminary study aimed to determine the evolution of the spatial distribution of macrophytes in the three coastal stations of Oran (western Algeria), chosen according to the degree of degradation, is impacted and the other two are considered as not impacted by human pressure of urban fabric and all industrial activities nearby.

The study revealed the presence of 22 species listed in the supralittoral floor between the three major groups of thallophytes: Phaeophytes 5, 8 and Chlorophytes 9 Rhodophytes.

1 at the Marsa El Hadjaj the station Rhodophytes occupy the largest global average recovery (47.80%) compared to the other two groups of algae, Chlorophyta: (33.06%) and Phaeophytes (19, 14%), with an overlap dominant *Hypnea musiformis* (30%).

The chlorophytes are represented especially by *Ulva lactuca* having the most interesting collection of all Chlorophyta (23.8%) and are represented by Phaeophytes *Padina pavonica* has a cover (17%).

Other coastal stations (Ain Defla Ain Farnine), are characterized by an important RMG of Chlorophyta (48.35% and 52.53%), respectively, with a significant recovery of *Ulva lactuca* (25.2% and 27%), respectively *Hypnea musiformis* presents the most remarkable recovery rate (23.2% and 12.8%) respectively.

Note the presence at these two stations *Cystoseria stricta* (17.8% and 12.8%), an indicator of good Phaeophytes inventory.

Note, all times, the invasion of the species *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta) in both stations (Marsa El Ain and Hadjaj Farnine), with a recovery (7.8% and 3%), respectively but its total absence in the Ain Defla station.

Keywords: Flora macroalgal, biomonitoring, spatial distribution, Oran coast, western Algeria

Liste des figures

Figure 1 : Principales catégories d'habitats des zones humides Algérie (Benkaddour, 2010).....	5
Figure 2 : Représentation schématique de l'algue et sa fixation au substrat.....	12
Figure 3 : Répartition des algues marines selon le spectre lumineux et selon la profondeur..	15
Figure 4 : Macroalgues marines décrites à Mayotte ou dans l'archipel des Comores.....	16
Figure 5 : Schémas des modes de ramifications	17
Figure 6 : Pollution d'origine industrielle (cas d'Arzew).	20
Figure 7 : pollution par les hydrocarbures au niveau de Marsat El Hadjadj.....	27
Figure 8 : Répartition des étages littoraux.....	27
Figure 9 : Position géographique de la baie d'Oran.....	31
Figure 10 : Image LANDSAT-7 du 12/02/2002. Identification des structures marines dynamiques (MEGA,2002)	33
Figure 11 : situation géographique de Ain Franin, ain defla (cristel) et marsa el hadjaj Googel Maps 2016.....	36
Figure 12 : Quadrat utilisé pour l'échantillonnages.....	40
Figure 13 : Sites d'échantillonnages.....	41
Figure 14 : Séparations et assèchement des espèces récoltées.....	42
Figure 15 : <i>Colpomenia sinuosa</i>	43
Figure 16 : <i>Cystoseira stricta</i>	44
Figure 17 : <i>Dictyota dichotoma</i>	45
Figure 18 : <i>Padina pavonica</i>	46
Figure 19 : <i>Sargassum muticum</i>	47
Figure 20 : <i>Caulerpa prolifera</i>	48
Figure 21 : <i>Caulerpa racemosa</i>	49
Figure 22 : <i>Cladophoropsis membranacea</i>	50
Figure 23 : <i>Codium decorticatum</i>	51
Figure 24 : <i>Codium fragile</i>	52
Figure 25 : <i>Enteromorpha compressa</i>	54
Figure 26 : <i>Enteromorpha intestinalis</i>	55

Figure 27 : <i>Ulva lactuca</i>	56
Figure 28 : <i>Asparagopsis armata</i> Harvey.....	58
Figure 29 : <i>Corallina elongata</i>	59
Figure 30 : <i>Gelidium</i>	60
Figure 31 : <i>Gelidium crinale</i>	61
Figure 32 : <i>Gracilaria verrucosa</i>	62
Figure 33 : <i>Hypnea musciformis</i>	63
Figure 34 : <i>Laurencia papillosa</i>	65
Figure 35 : <i>Osmundea pinnatifida</i>	66
Figure 36 : <i>Squamaria sp.</i>	67
Figure 37 : le pourcentage des trois groupes d'algues au niveau de la station de Marsa El Hadjaj	70
Figures 38 : le recouvrement pour chaque espèce d'algues au niveau de la station de Marsa El Hadjaj.....	71
Figure 39 : Recouvrement moyen global des trois groupes d'algues au niveau de la station de Marsa El Hadjaj.....	72
Figure 40 : La fréquence pour chaque espèce d'algue au niveau de Marsa El Hadjaja.....	73
Figure 41 : le pourcentage des trois groupes d'algues au niveau de la station d'Ain defla.....	74
Figures 42 : le recouvrement pour chaque espèce d'algues au niveau de la station d'Ain Defla.....	75
Figure 43 : Recouvrement moyen global des trois groupes d'algues au niveau de la station d'Ain Defla.	76
Figure 44 : Fréquence pour chaque espèce d'algue au niveau d'Ain Defla.....	77
Figure 45 : le pourcentage des trois groupes d'algues au niveau de la station d'Ain Franine.....	78
Figures 46 : le recouvrement pour chaque espèce d'algues au niveau de la station d'Ain Franine.....	79
Figure 47 : Recouvrement moyen global des trois groupes d'algues au niveau de la station d'Ain Franine.....	80
Figure 48 : La fréquence pour chaque espèce d'algue au niveau d'Ain Franine.....	81
Figure 49 : La fréquence pour chaque espèce d'algue au niveau des trois stations.....	82

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coefficient de recouvrement des espèces au niveau des trois stations d'échantillonnage.....	69
---	----

Liste des abréviations

°C : degré Celsius

DGF : Direction Générale des Forêts.

Ha : hectares

OD : Oxygène Dissout.

ONG : Office National Météorologique de Guemar.

ONM : Office National Météorologique.

PCB : biphényles polychlorés.

pH : Potentiel hydrogène

PVC : Polymère de chlorure de vinylidène.

Ri : Pourcentage approximatif de la surface du substrat couverte en projection par l'espèce i.

RMG : recouvrement moyen global

µg/l : microgramme par litre.

Table des matières

Introduction	1
---------------------------	---

Première partie : Revue bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur les zones humides

1- Généralités sur les zones humides.....	3
1-1 Définition.....	3
1.2 Fonctionnement des zones humides.....	3
1.2.1 Fonctions hydrologiques.....	3
A-Régulation des débits.....	3
B-Epuration des eaux.....	4
1.2.2 Fonctions biologiques.....	4
1.2.3 Fonctions économiques.....	4
1.2.4 Fonctions sociales et culturelles.....	4
1.3 Les zones humides en Algérie.....	5
1.4 Typologie des habitats de zones humides d'Algérie.....	5
1.5 Utilisation des zones humides Algériennes.....	5
1.5.1 Agriculture et pâturage.....	5
1.5.2 la pêche.....	6
1.5.3 Extraction de sel.....	6
1.6 Menaces exercées sur les zones humides.....	6
1.6.1 menaces industrielles.....	9
1.6.2 Menaces biologiques.....	9
1.6.3 Menaces dues à l'intensification de l'agriculture.....	9
1.6.4 Extraction de granulats.....	10
1.6.5 Urbanisation.....	10
1.7 protections des zones humides.....	10

Chapitre 2 : Généralités sur les algues

2 Généralités sur les algues	11
2.1 Généralité.....	11
2.2 Généralités sur les macro-algues marines.....	11

2.2.1 Classification des algues.....	13
➤ Classification pigmentaire des algues.....	13
a. Algues vertes ou Chlorophycées.....	13
b. Algues brunes ou Phéophycées.....	14
c. Algues rouges Rhodophycées.....	14
➤ Classification structurale et morphologique.....	17
2.2.3 Mode de reproduction des macroalgues.....	18
2.2.4 Répartition des algues.....	18
❖ Facteurs abiotiques.....	19
a. Durée de submersion par la mer.....	19
b. Agitation de l'eau.....	22
c. Nature du substrat.....	23
d. Éclairement.....	23
e. Températures et ses variations.....	24
f. Salinité de l'eau et ses variations.....	24
g. Teneur en nitrates ou en phosphates.....	24
❖ Facteurs biotiques.....	24
2.2.4 Utilisation et intérêt économique des algues.....	25
2.2.5 La pollution.....	26
A- Principaux polluants.....	26
❖ Les polluants biologiques.....	26
❖ Les polluants chimiques.....	26
❖ Les polluants physiques.....	28
2.2.6 Eutrophisation des écosystèmes aquatiques.....	28

Chapitre 3 : Présentation des zones d'Etudes

3 Présentation de la zone d'étude.....	30
3.1 Généralités sur la Méditerranée.....	30
3.2 Présentation de la zone d'étude.....	31
3.2.1 Climat.....	32
a. Le vent.....	32
b. Les précipitations.....	32
c. Température.....	32
3.2.2 Caractéristiques hydrologiques.....	32

3.2.3 Pression anthropique.....	32
3.2.4 Caractéristiques des eaux du littoral.....	34
-Température.....	34
-Salinité.....	34

Deuxième partie : partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1 Matériel et méthodes.....	35
1.1 Localisation et description des stations ou sites d'études.....	35
La Station 1 : Mersa El Hadjaj.....	35
La station 2 : d'Aïn Defla (Kristel).....	36
La station 3: d'Ain Franine	36
1.2 Méthodologie retenue.....	37
a- Abondance-dominance.....	37
b- Le pourcentage.....	38
c- Le recouvrement	38
d- Le recouvrement moyen global.....	38
e- La fréquence (F).....	39
1.3 période d'échantillonnage.....	39
1.4 Modalités de prélèvement.....	39
1.5 Tri et conservation du matériel récolté.....	41
1.6 Identification des espèces.....	41

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2 Résultats et discussions.....	43
2.1 Description et écologie des macroalgues collectées dans les trois stations.....	43
2.1.1 Le groupe des Phéophytes.....	43
1- <i>Colpomenia sinuosa</i>	43
2- <i>Cystoseira stricta</i>	44
3- <i>Dictyota dichotoma</i>	45
4- <i>Padina pavonica</i>	46
5- <i>Sargassum muticum</i>	47
2.1.2 Le groups des chlorophytes.....	48
1. <i>Caulerpa proliféra</i>	48
2- <i>Caulerpa racemosa</i>	49

3- <i>Cladophoropsis membranacea</i>	50
4- <i>Codium dec...orticutum</i>	51
5- <i>Codium fragile</i>	52
6- <i>Enteromorpha compressa</i>	52
7- <i>Enteromorpha intestinalis</i>	54
8- <i>Ulva lactuca</i>	56
2.1.3 le groupe des Rhodophytes.....	58
1- <i>Asparagopsis armata</i> Harvey.....	58
2- <i>Corallina elongate</i>	59
3- <i>Gelidium</i> sp.....	60
4- <i>Gelidium crinale</i>	61
5- <i>Gracilaria verrucosa</i>	62
6- <i>Hypnea musciformis</i>	63
7- <i>Laurencia papillosa</i>	65
8- <i>Osmundea pinnatifida</i>	66
9- <i>Peyssonnelia</i> sp.....	67
2-2. Analyse de la diversité benthique des macrophytes.....	68
2-2-1 Station de Marsa El Hadjaj.....	70
A- Répartition des groupes benthiques macrophytes.....	70
B- Estimation du taux de recouvrement pour chaque espèce.....	71
C- Le recouvrement moyen global	72
D- Fréquence.....	72
2-2-2 Station d'Ain Defla.....	74
A- Répartition des groupes benthiques macrophytes.....	74
B- Estimation du taux de recouvrement pour chaque espèce.....	75
C- Le recouvrement moyen global.....	76
D- Fréquence.....	77
2-2-3 Station d'Ain Franine.....	78
A- Répartition des groupes benthiques macrophytes.....	78
B- Estimation du taux de recouvrement pour chaque espèce.....	79
C- Le recouvrement moyen global.....	80
D- Fréquence.....	81
Conclusion	84
Référence bibliographiques	86

Introduction

Les zones humides se rencontrent partout, sous tous les climats et dans tous les pays. Elles couvrent entre 0,75 et 1,3 milliard d'hectares dans le monde (**Ramsar, Iran, 1971**)

Faisant partie des écosystèmes les plus riches du monde, les zones humides marines sont d'une valeur exceptionnelle, elles contribuent le plus à la subsistance humaine et le développement (**Ramsar, Iran, 1971**) et représentent les milieux les plus productifs car elles sont le berceau de la diversité biologique et fournissent l'eau et un nombre considérable d'espèces de plantes et d'animaux. Elles préservent de forte concentration d'oiseaux, de mammifères, de reptiles, d'amphibiens, de poissons, d'invertébrés, et de matériel génétique végétal (**Allaili, 2012**).

Malheureusement, Malgré des décennies d'actions pour leur conservation par les ONG et par les gouvernements, notamment dans le cadre de la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, elles connaissent un retard en matière de maintien et de protection de la diversité par rapport au domaine continental (**Benallal, 2014**).

En revanche, le phénomène de l'urbanisation, le développement du tourisme balnéaire et les diverses pollutions marines causées par les diverses activités industrielles ont amplifié les pressions sur le patrimoine naturel jusqu'à le compromettre dans de nombreuses zones côtières. Les conséquences se mesurent en termes de fragilisation des habitats les plus remarquables, la réduction de la productivité marine, l'érosion de la biodiversité, le recul du trait de côte, la raréfaction des espèces les plus vulnérables et l'apparition des espèces indicatrices de la pression anthropique.

La nécessité de ce fait, de sauvegarder les espaces littoraux d'intérêt écologique majeur n'est plus à démontrer (**Benallal, 2014**).

Dans le même contexte, nous menons cette modeste étude, qui s'inscrit dans le cadre d'une bio surveillance de l'écosystème marin à partir d'une approche comparative de trois stations côtières, en établissant un inventaire exhaustif des macrophytes benthiques restitué sous forme de liste des espèces présentes et leur taux de recouvrement qui représentent une masse florale d'intérêt économique remarquable et une partie de la diversité biologique marine.

Pour cela, notre travail sera donc réparti en trois parties :

La première partie est une revue bibliographique constituée de trois chapitres :

Un sur les généralités des zones humides,

Le second sur les macrophytes benthiques

Le troisième sur la présentation de la zone d'étude

La deuxième partie sera consacrée à la présentation du matériel utilisé ainsi que la méthodologie suivie, à savoir :

- ❖ La méthode d'échantillonnage
- ❖ Identification au laboratoire
- ❖ Paramètres analytiques

La troisième partie sera dédiée à la présentation et à l'interprétation des résultats obtenus lors de cette étude.

Ces trois parties seront sanctionnées par une conclusion générale, puis une liste globale de toutes les références utilisées pour élaborer ce modeste travail.

1 Généralités sur les zones humides

1.1 Définition

Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières, ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres (**Ramsar, 2013**).

Elles se rencontrent partout, sous tous les climats et dans tous les pays et elles couvrent entre 0,75 et 1,3 milliard d'hectares dans le monde (**Abadli et Harkati, 2015**).

Le rôle et les valeurs des zones humides ont été reconnus en 1971 au plan international par la convention de Ramsar dont l'Algérie est signataire. Faisant partie des écosystèmes les plus riches du monde, les zones humides sont d'une valeur exceptionnelle. (**Abadli et Harkati, 2015**)

Dans la région méditerranéenne, elles contribuent le plus à la subsistance humaine et au développement. Bien qu'elles ne couvrent, environ, que 1,5 à 3% de la surface de la terre, elles représentent 45% des services écologiques évalués.

Malheureusement, ces dernières décennies, et en dépit des progrès significatifs, les zones humides sont toujours trop souvent considérées comme des terres inutiles, et fragiles au lieu d'être perçues comme des zones riches et essentielles à la survie humaine, malgré des décennies d'actions pour leur conservation par les ONG et les gouvernements, notamment dans le cadre de la convention relative aux zones humides d'importance internationale (**Ramsar, Iran, 1971**).

1.2 Fonctionnement des zones humides

1.2.1 Fonctions hydrologiques

A-Régulation des débits

Les zones humides sont de gigantesques éponges se gonflant en période de pluie pour stocker les trop-pleins des précipitations (c'est le rôle écrêté de crue). En prime, elles barrent efficacement la route aux débordements des rivières et ruisseaux, diminuant du même coup les risques d'inondations.

En période de sécheresse, elles restituent l'eau aux rivières évitant leur mise à sec (c'est le soutien du débit d'étiage). De plus, l'intensité des sécheresses est atténuée par une restitution à l'atmosphère de l'eau stockée via l'évaporation et l'évapotranspiration de la végétation. En

plus, une grande part de l'eau de ces zones contribue à recharger les nappes phréatiques (**Abadli et Harkati,2015**).

B-Epuration des eaux

Les zones humides ont des facultés d'autoépuration importantes ; et contribuent à améliorer la qualité de l'eau des rivières et des nappes phréatiques, en agissant comme des pièges favorisant l'absorption des éléments toxiques, qui peuvent être éliminer, totalement ou partiellement, par voie microbienne. D'autant plus que la végétation intervient en assimilant, et donc en mobilisant, pendant des temps plus ou moins longs, une partie de ces éléments, tel que, l'azote, le phosphore, et les métaux.

1.2.2 Fonctions biologiques

Les zones humides assurent, à l'échelle régionale, des fonctions essentielles pour la communauté animale et végétale et ses richesses permettent d'assurer l'alimentation de ces espèces de façon permanente ou périodique.

Ce sont aussi, des espaces de reproduction privilégiés pour de nombreuses espèces de poissons, de crustacés ou d'amphibiens. Elles assurent aussi la fonction d'abri notamment lors des crues pour les poissons, un lieu d'accueil indispensable pour la plupart des oiseaux migrateurs et sont souvent des refuges pour les espèces végétales rares. (**Abadli et Harkati, 2015**).

1.2.3 Fonctions économiques

Elles assurent une ressource en eau (pour la consommation humaine, pour l'agriculture et les besoins industriels). Elles permettent aussi la production de végétaux (plancton, roseaux, bois, cresson) et d'animaux (poissons, coquillages, oiseaux), capitale pour le maintien de la pêche, la chasse ou l'élevage. Elles fournissent aussi des matériaux de construction et du fourrage et du pâturage pour l'agriculture.

1.2.4 Fonctions sociales et culturelles

Les zones humides constituent des supports d'activités de pleine nature et susceptibles de favoriser le développement local : chasse, pêche, observation de la nature, photographie, découverte pédagogique... et surtout elles représentent un fantastique atout touristique et pédagogique (**Abadli et Harkati, 2015**).

1.3 Les zones humides en Algérie

L'Algérie est riche en zones humides, ces milieux font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Elle dispose au total de 1451 zones humides dont 762 naturelles et 689 artificielles (DGF, 2004), et l'ensemble des zones humides classées, couvre une superficie de 2,99 millions d'hectares.

En outre, 10 autres sites sont en cours de classement, ce qui permettra d'atteindre une superficie de 3,5 millions d'hectares d'espaces classés (DGF, 2004).

1.4 Typologie des habitats de zones humides d'Algérie

La proportion des différents types de zones humides algériennes selon la typologie Ramsar, sont classés, par ordre d'importance décroissant, comme suite.

- Les zones humides continentales, avec un pourcentage de 52%.
- Les zones humides artificielles à raison de 47%.
- Les zones humides marines/ côtières avec 1% (Djouadi, 2011).

Ces proportions sont illustrées dans la figure n°1 suivante :

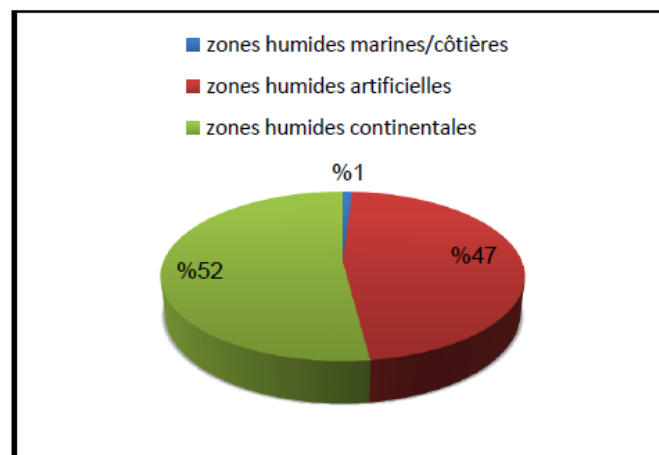


Figure 1 : Principales catégories d'habitats des zones humides en Algérie (Benkaddour, 2010)

1.5 Utilisation des zones humides Algériennes

Les zones humides algériennes, offrent aux communautés locales de nombreuses ressources, elles fournissent gratuitement des biens pour les riverains, grâce à différentes activités qui y sont menées (Abadli et Harkati, 2015).

1.5.1 Agriculture et pâturage

Les zones humides du Nord et des Hauts plateaux, sont le siège d'une agriculture. Elles assurent une ressource en eau (pour la consommation humaine, pour l'agriculture et les besoins industriels). Elles permettent aussi la production de végétaux (plancton, roseaux, bois) et

d'animaux (poissons, coquillages, oiseaux), et représentent une capitale pour le maintien de la pêche, la chasse ou l'élevage. Elles fournissent aussi des matériaux de construction du fourrage et du pâturage pour l'agriculture (**Benkaddour, 2011**).

1.5.2 la pêche

Plusieurs zones humides algériennes connaissent des activités de pêche. C'est le cas notamment, des zones de la région d'El-Kala, et le cas du lac Tonga, où on pêche principalement de l'anguille. La lagune du lac Mellah et le lac Ouberia, sont également des lieux de pêche importants sur le plan économique, en raison de leur productivité primaire élevée. Du côté du lac Mellah, se trouve une station de pêche et d'aquaculture halieutique qui exploite plusieurs espèces dont certaines sont destinées à l'exportation (**Benkaddour, 2011**).

1.5.3 Extraction de sel

Certaines catégories des zones humides (les Chotts et les Sebkhas), sont utilisées, principalement, pour l'extraction du sel ; comme par exemple, la région de chott Merouane qui occupe une zone d'exploitation de sel sur une superficie de 70 ha, avec une production annuelle de 100.000 tonnes, destiné à la consommation locale et à l'exportation (**Benkaddour, 2011**).

1.6 Menaces exercées sur les zones humides

Plusieurs contraintes et agressions anthropiques sont à l'origine de la pollution et la dégradation des zones humides, ce qui représente une menace sérieuse, non seulement sur ces zones, mais aussi, sur la santé de l'être humain lui-même et sur ses animaux domestiques.

Le littoral oranais est de plus en plus agressé de nos jours par toutes les nuisances du mode civilisé : activités industrielles, tourisme intensif et urbanisation massive avec comme corollaire une ampleur sans cesse croissante d'une pollution d'origine domestique (**Kerfouf et al., 2010**)

Présentant de nombreuses possibilités de développement, les zones côtières d'Oran et de Mostaganem se trouvent exposées à des pollutions, nuisances et autres dégradations résultant de multiples activités économiques (**Kacemi, 2006**). Les sédiments plus que l'air ou l'eau, sont capables d'accumuler les polluants organiques et inorganiques. Les sources sont principalement agricoles, industrielles, minières ou urbaines. Dispersés par voie atmosphérique ou apportés, sous forme d'engrais, de résidus ou déchets solides ou liquides, les polluants peuvent être immobilisés dans le sédiment ou bien transiter vers les nappes phréatiques, les eaux superficielles, les plantes, les animaux et les hommes (**Dali, 2005**)

1.6.1 Menaces industrielles

La pollution de production peut être considérée sous la rubrique des quatre grands secteurs d'activités humaines : l'industrie, l'énergie, le transport et l'agriculture.

Avec l'augmentation marquée de la population et l'industrialisation, un nouvel ensemble des polluants est apparus (**Goldstein, 2002**).

Ainsi, l'installation des zones industrielles affectent principalement, les embouchures des fleuves et provoquent la disparition irréversible des écosystèmes estuariens (vasières, prairies humides...). Ils contribuent fortement à modifier le régime sédimentaire des estuaires. Les installations industrielles, et les rejets ponctuels, accidentels ou permanents de substances issues du fonctionnement des complexes industriels : hydrocarbures, métaux lourds, organochlorés, autres produits chimiques, matières en suspension, incitent également des pollutions importantes, et qui peuvent être également caractérisés par leurs classes chimiques ou physiques, par leurs utilisations, par leurs sources industrielles, par la forme ou ils sont susceptibles d'être présents (dans l'air, l'eau, la nourriture ou d'autres médias), par les organes qu'ils attaquent ou leur effets sur la santé, par les lois qui contrôlent leur utilisations et par leur formes de présences causant problème a l'échelle local, régional ou mondial (**Goldstein, 2002**).

De ce fait, plusieurs de ces produits sont spécifiquement conçus pour être toxiques et persistants (**Angel, 2007**). Cependant, les contaminants les plus nuisibles à la santé sont les produits chimiques d'origines naturelles, tels que (**Roberts et al. 2007**) :

-L'arsenic qui provient des pesticides, des produits de conservation du bois et de l'exploitation minière (**Roberts et al. 2007**).

- Le fluor quand sa concentration dépasse les 10 mg / l

-Le sélénium : se trouvant surtout au voisinage des mines.-L'uranium : se trouvant dans les eaux souterraines, associé aux roches granitiques et aux dépôts minéraux. (**Fawell et Nieuwenhuijsen, 2003**)

- Le fer et le manganèse : peuvent survenir à des concentrations élevées dans certaines eaux de source en conditions anaérobies (**W.H.O, 2003**),

-Les métaux lourds, et les solvants, tels que le tétrachloréthane, qui se trouvent parfois dans les eaux souterraines et les hydrocarbures en particulier les huiles de pétrole (**Bathing et.,al, 2003**)

- Un autre ensemble qui regroupe : l'azote organique et ammoniacal, le phosphore et les composés organo halogénés.

- Les hydrocarbures aromatiques à faible poids moléculaires... à des concentrations moins de 30 µg/l (**Fawell et Nieuwenhuijsen, 2003**).

- Les produits utilisés dans le traitement des eaux potables destinés à éliminer les microorganismes, augmentent dans de nombreux cas les contaminants chimiques. Néanmoins, le processus peut en lui-même conduire à la formation d'autres contaminants tels que les trihalométhanes et les acides halo-acétiques qui provient de la réaction chimique des oxydants

naturels avec les matières organiques. Le traitement des eaux, cependant, peut prendre de nombreuses formes et peut utiliser différents produits chimiques y compris : le chlore, les chloramines, le dioxyde de chlore et l'ozone. **(Fawell et Nieuwenhuijsen, 2003)**.

- Le PCB (biphényles polychlorés), autre fois largement utilisé comme lubrifiant et liquide de refroidissement **(Angel, 2007)**.

En parallèle, chaque année, les chasseurs tirent un nombre important de cartouche (environ 250 millions de cartouches sont tirées sur le territoire français par exemple) et l'immense majorité d'entre elles se retrouvent dispersées dans les milieux naturels, dont près de la moitié dans les zones humides. Cette accumulation d'éléments métalliques et de plastiques de l'enveloppe dans le milieu naturel est responsable d'une importante pollution des habitats naturels. Les cartouches à grenailles de plomb sont responsables d'intoxications **(web master 1)**.

En plus de ces polluants chimiques, il est indispensable d'évoquer les polluants physiques qui, eux aussi, ont un rôle considérable dans la pollution des zones humides. Cette pollution qualifiée de physique est due essentiellement aux substances en suspension (matières solides) **(Boyd, 1970)**, bien que sa forme commune soit la pollution thermique **(Nsikak, 2008)**.

Elle peut englober également plusieurs autres aspects : couleur, transparence, pH dont on peut citer :

-Les matières en suspension désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau et la troublent.

- Les déchets solides divers (objets d'origines variés) posent des problèmes d'esthétiques.

- Les matières colorantes modifiant la transparence du milieu.

- La pollution thermique due au rejet des eaux utilisées pour le refroidissement des installations industrielles diverses.

-Les acides et les alcalins déchargés par l'industrie chimique et d'autres installations industrielles **(Koller, 2004)**.

-Les risques nucléaires résultent des accidents divers ou des rejets des centrales nucléaires, ou dans le pire des cas, à partir d'une explosion nucléaire. Ces polluants sont notamment une série d'éléments et des composés radioactifs y compris les éléments dérivés de l'uranium, le plutonium, le césium, et l'iode **(Bridgman, 2001)**.

1.6.2 Menaces biologiques

Les humains sont les plus importants pollueurs biologiques de la planète : les contaminants fécaux sont parmi les polluants biologiques de toute les zones humides et les sources d'eau potable ;

Par conséquent, l'homme et les animaux domestiques sont souvent contaminés par des microbes pathogènes (**Trevors et Saier, 2007**).

Les bactéries présentes dans la matière organique peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine et animale (**Buriks, 2000**), telles que les streptocoques (**Bridgman, 2001**), *Cryptosporidium*, *Escherichia coli* O157, etc. (**Raj, 2007**).

En outre, la pollution virale de la biosphère peut aussi avoir des effets dévastateurs et selon les estimations, il y en a dix fois plus de virus sur la terre que l'ensemble des cellules vivantes (**Trevors et Saier, 2007**).

En revanche, de nombreuses espèces non indigènes ont été introduites dans les zones humides, menaçant les espèces indigènes et pouvant provoquer un déséquilibre écologique. Leur introduction est dans la grande majorité des cas est due à l'homme, que ce soit de manière volontaire ou involontaire. Certaines présentent un caractère envahissant qui modifient largement le fonctionnement des écosystèmes comme le ragondin (*Myocastor coypus*), les jussies (*Ludwigia sp.*) ou encore l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*) (**Trevors et Saier, 2007**).

1.6.3 Menaces dues à l'intensification de l'agriculture

De nombreuses zones humides ont été transformées en terres arables au cours du siècle dernier par drainage, assèchement et remblaiement. Outre la disparition physique des zones humides que peut occasionner l'agriculture intensive, celle-ci contribue lourdement à détériorer les écosystèmes liés à l'eau, notamment par les pollutions diffuses et ponctuelles dues aux intrants agricoles : traitements phytosanitaires, épandages de fumures animales, amendements et engrais (Nitrates et phosphates). Ces pollutions sont responsables d'intoxications (empoisonnement d'organismes, accumulation dans les chaînes trophiques) et de dysfonctionnements trophiques (eutrophisation, « blooms », marées vertes...) (**Web master 2**)

Par ailleurs, un grand nombre de rivière, fleuve ou cours d'eau ont subi de profondes modifications de leur structure par dragage, curage, recalibrage ou encore endiguement ; La création de canaux artificiels ou encore le bétonnage contribuent également à la dégradation des zones humides et les objectifs poursuivis sont essentiellement la lutte contre les crues et l'assainissement agricole. Ces travaux entraînent des modifications importantes des habitats, de

la composition biologique (frayère, faune, flore...) et du fonctionnement écologique des cours d'eau et des zones humides (**Web master 2**).

1.6.4 Extraction de granulats

L'extraction des granulats provenant des zones alluviales peuvent entraîner la perte de zones humides en modifiant considérablement, le fonctionnement de la nappe phréatique en asséchant les marais riverains. Celle provenant du lit mineur est aujourd'hui interdite, mais l'impact des exploitations passées sur la dynamique des flux solides et liquides perturbe encore le fonctionnement général de l'écosystème alluvial.

1.6.5 Urbanisation

Le développement de l'urbanisation et ses aménagements correspondants (lotissements, routes, zones d'activités, parkings, décharges...) se fait au détriment des zones humides : disparition totale, cloisonnement, mitage des zones humides, pollution chimique et physique...

D'autres formes d'urbanisation, plus extensives, comme les campings, les résidences secondaires, les aires de loisir, ou les parkings... sont situées à proximité ou empiètent les zones humides.

1.7 protections des zones humides

A partir de ces trois dernières décennies, une prise de conscience collective s'est opérée, avec la loi de 1992, sur l'eau et sa préservation, et la création d'un observatoire national des zones humides en 1995, ainsi que, la prise en compte des zones humides, dans les programmes d'intervention des agences de l'eau.

Pour sa part, le Comité de bassin a adopté une charte des zones humides en 2000 après avoir intégré leur protection et leur mise en valeur dans le **Sdage de 1996.**, pour tenir les engagements de la directive sur l'eau et pour atteindre le bon état des eaux à l'horizon :

- Poursuivre activement les actions de préservation durable des zones humides encore existantes en tenant compte de leur présence sur le territoire dans tout projet d'aménagement urbain, touristique, agricole ;
- Restaurer, voire reconquérir un grand nombre d'entre elles en rétablissant leur fonctionnement naturel (**Web master 2**)

2 Généralités sur les algues

2.1 Généralité

Les algues sont des végétaux beaucoup moins connus que les plantes terrestres, et beaucoup plus difficiles à appréhender. Elles occupent en grande partie les milieux aquatiques, en particulier marins et sous-marins et constituent un ensemble d'organismes extrêmement divers qu'il est fort difficile de présenter de manière univoque. Un grand nombre d'entre elles, pour ne pas dire une large majorité, sont des formes unicellulaires (micro-algues) dont la reconnaissance nécessite des techniques microscopiques parfois très élaborées. Sur le plan de la systématique, les algues sont également très diversifiées ce qui témoigne de leur très longue histoire génétique. Elles ne constituent pas au sein des végétaux un ensemble homogène, mais se répartissent entre plusieurs lignées évolutives complètement indépendantes les unes des autres. Ainsi, pour ce qui concerne les algues marines, on distingue essentiellement trois voies d'évolution : la lignée brun-jaunes avec les algues brunes, la lignée rouge avec les algues rouges et la lignée verte qui regroupe à la fois les algues vertes, les mousses, les fougères et les plantes à fleurs. Il y a en effet, malgré les convergences de forme, plus de différences génétiques entre une algue brune comme un *Fucus* (goémon de rive) et une algue verte de genre *Ulva* (laitue de mer), qu'entre cette dernière et un chêne ! Cette grande hétérogénéité explique la richesse et la diversité biochimique à l'origine de leur exploitation (**Person, 2015**)

2.2 Généralités sur les macro-algues marines

Ce sont des organismes photosynthétiques, les algues sont conventionnellement définies comme des végétaux peuplant le milieu aquatique, les lieux humides et de nombreux milieux terrestres. On les rencontre aussi bien en eau de mer qu'en eau douce, sur les sols mouillés, sur diverses végétations, au sein de communautés symbiotiques (**Hopkins, 2003**).

Elles possèdent toute de la chlorophylle (pigment vert), mais elles ne constituent pas un ensemble homogène. Elles se répartissent entre un certain nombre de voies évolutives indépendantes les unes des autres (**Cabioc'h et al., 1992**) et elles sont une source importante de polysaccharides (agars, carraghénines, alginates) (**Ehrhardt, 1973 ; Nisizawa, 1979**).

En outre, les algues marines (phéophytes) sont des plantes thallophytes chlorophylliennes, aquatiques et autotrophes, grâce à la photosynthèse. Selon la classification classique, elles se distinguent par un appareil végétatif (thalle) sans racine, ni tige, ni feuille (**Gayral, 1958**). Ces thallophytes marins forment des touffes plus ou moins denses selon les

espèces et les conditions environnementale, et constituent un refuge et abri de camouflage et de vie pour de nombreux invertébrés (Crustacés isopodes, amphipodes, crabes, crevettes, Mollusques comme les moules, gibulles et les annélides Polychètes). Certaines espèces se fixent également entre les interstices des crampons pour résister à la force du courant.

La fixation au substrat se fait à l'aide d'un crampon pour piéger les sédiments riches en matière organique détritique et en bactéries. Le stipe sert de support physique pour la fixation pour un ensemble d'espèces d'algues rouges : *Palmaria palmata*, et sert de protecteur de l'excès de lumière et résiste contre la force de la houle et des courants marins. Le stipe, parfois non visible, se termine par une arborescence ou plusieurs ramifications (**frondeou thalle**), formée de tissus souples plus ou moins perméables suivant la saison et le milieu ambiant (Figure 2), qui permettent l'absorption des substances pour assurer la nutrition et l'accumulation des réserves (**Boudarel, 1948**), qui peut être aussi découpée en filaments, en cordons ou en lanières (**Cabioch et al., 1992**).

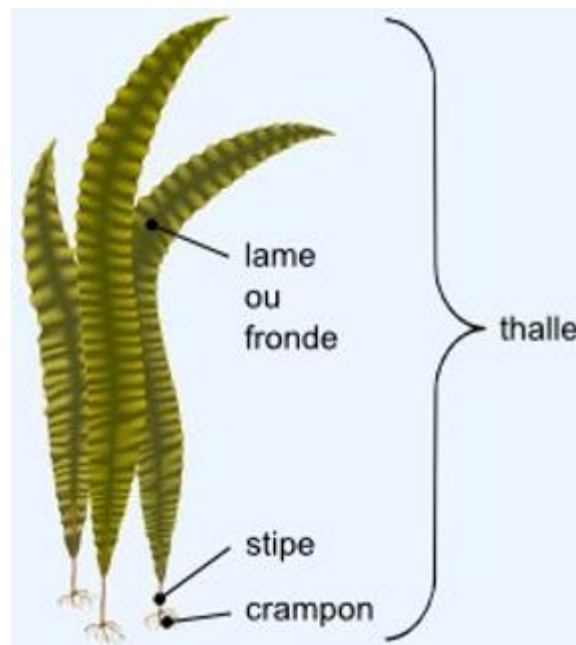


Figure 2 : Représentation schématique de l'algue et sa fixation au substrat
(Web master 3).

2.2.1 Classification des algues

De nombreux critères écologiques, physiologiques ou biochimiques interviennent dans la phylogénie des algues ; nous citons, les structures cellulaires, le mode de nutrition, l'habitat ou même la nature et la localisation des pigments.

Malgré cette importante diversité et complexité structurale, une dizaine d'embranchements permettent de classer ces végétaux (**Pérez, 1997**). Différents critères rentrent en considération, à savoir :

- Leurs compositions pigmentaires,
- Leurs caractéristiques structurales, et morphologiques
- Leurs modes de reproduction (**Pérez, 1997; Reviere, 2002**).

➤ Classification pigmentaire des algues

En se basant sur la nature des pigments chlorophylliens, on distingue trois classes : les algues rouges, les algues brunes et les algues vertes (**Lamouroux, 1813 ; Roland & Vian, 1999 ; Kiltzing, 1843 ; de Reviere, 2002**).

a. Algues vertes ou Chlorophycées

Les algues vertes sont apparues il y a environ 1,3 milliard d'années. Elles sont caractérisées par leur coloration vertes (chlorophylles a et b et contiennent des caroténoïdes leur donnant des couleurs parfois jaune-orangée. Comme les plantes vertes elles ont besoin de lumière rouge et un peu de la lumière bleue et ne peuvent donc pas pousser en profondeur. Ces algues sont souvent présentées dans l'étage médiolittoral (**Jacqueline et al., 1992**).

Elles colonisent tous les types d'habitats, depuis les fonds sableux ou coralliens jusqu'à des profondeurs importantes selon l'intensité de la lumière qui traverse les couches des masses d'eau.

Elles regroupent des organismes variés dont les tailles et qui peuvent aller de quelques microns à plus d'un mètre de long, dont les aspects peuvent être très divers.

Certaines espèces d'algues vertes sont défavorablement célèbres comme indicateurs des dérèglements de l'environnement causés par l'homme, ce sont par exemple, les ulves impliquées dans l'extension des marées vertes ou *Caulerpa taxifolia*, espèce tropicale qui envahit les fonds méditerranéens. Mais la plupart des espèces ne témoignent que de l'adaptation spécifique à certaines conditions naturelles, couvrant des types de milieux très diversifiés. Dans les eaux

douces notamment, ce sont majoritairement les algues vertes qui sont présentes. Quelques espèces se sont également adaptées à la vie terrestre aérienne

(Web master 3). Leur reproduction est à la fois asexuée et sexuée. Dans une population apparemment semblable de laitues de mer, certains individus sont haploïdes et d'autres, diploïdes.

b. Algues brunes ou Phéophycées

Les Algues brunes sont apparues il y a environ 1,1 milliard d'années. Elles possèdent les deux chlorophylles (Chlorophylle a et c) et la fucoxanthine (couleur brune). Les réserves nutritives sont dominées par le laminarine (hydrate de carbone). Leur pigment brun-jaune leur donne une coloration allant du jaune paille au marron foncé **(Seridi et al., 1989)**.

Ces algues sont communes dans l'étage supra-littoral et infralittoral supérieur et se fixent solidement sur les rochers par un crampon solide.

Elles forment des herbiers sur les pentes et les rochers et se répartissent depuis les faibles profondeurs jusqu'à 70 m. 1750 espèces d'algues brunes ont été recensées dans le monde **(Seridi et al., 1989)**.

La plupart des algues brunes présentent une alternance entre une génération haploïde et diploïde. Les anthérozoïdes et les oosphères sont produits sur des plants différents.

c. Algues rouges - Rhodophycées :

Les algues rouges sont apparues il y a environ 1,7 milliard d'années. Elles se distinguent par leur coloration rouge et possèdent des pigments riches en Phycoérythrine (couleur rouge), et les deux chlorophylles : a et d. Les réserves nutritives sont largement dominées par le Rhodamylon ou amidon floridéen **(Web master 4)**.

Ces plantes marines fréquentent tous les types d'habitats y compris les zones profondes et très peu éclairées. Les espèces calcaires participent à la construction des récifs.

Les algues rouges, ou Rhodophycées constituent un groupe d'algues multicellulaires et pour la plupart, des algues marines. Les individus se fixent sur les rochers, les coquillages ou d'autres algues. Elles sont caractérisées par une composition pigmentaire avec un seul type de chlorophylle, la chlorophylle a, des caroténoïdes et des pigments caractéristiques : les phycobilibiprotéines. Les algues rouges, n'ont pas besoin de lumière rouge, mais de lumière bleue (et un peu de lumière verte) ce qui explique qu'elles poussent beaucoup plus profond dans

l'eau. Grâce à leur couleur, les algues rouges sont donc adaptées aux grandes profondeurs, elles vivent là où les algues vertes ne pourraient pas survivre (**Web master 4**).

Il est à noter que toutes les espèces des macro-algues marines possèdent de la chlorophylle *a*. Il suffit de tremper les algues vivantes, brunes et rouges, dans de l'eau bouillante pour que les pigments excédentaires se dissolvent à cause de la chaleur et les algues deviennent toutes vertes, tandis que l'eau se colore.

L'eau de mer agit comme un filtre sur la lumière qui la traverse. C'est-à-dire le rouge disparaît à partir de 10 m, le jaune à partir de 50-60m, le vert et le bleu 100m.

Cette différence de pénétration des composantes du spectre lumineux est à l'origine de la distribution des algues en fonction de la profondeur (**figure 3**).

Avec les Rhodophytes ont atteint la complexité maximale pour les cycles de reproduction. Les cycles sont généralement trigénétiques avec la succession de trois générations.

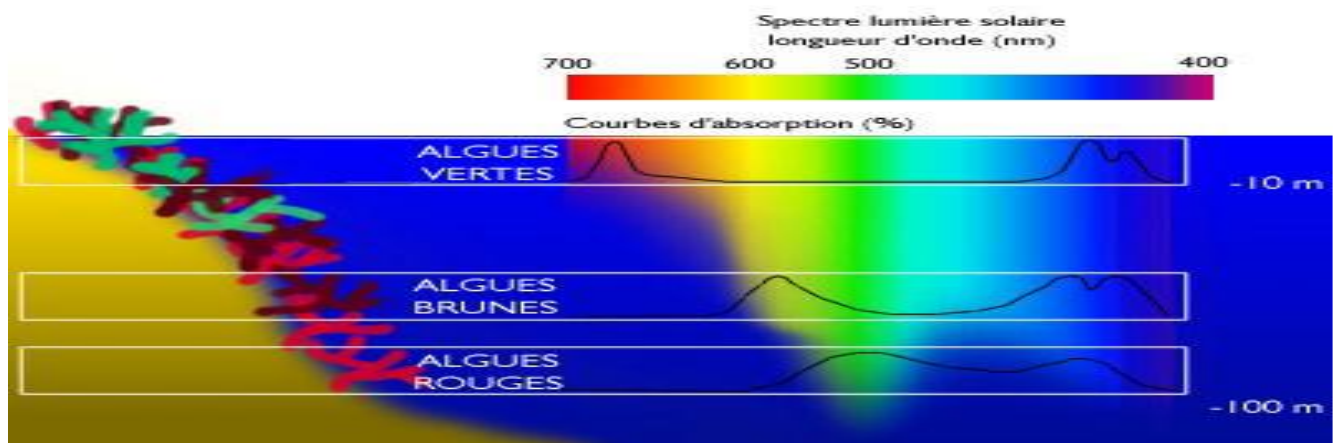


Figure 3 : Répartition des algues marines selon le spectre lumineux et selon la profondeur (**Web master 4**).

Cette répartition théorique des différentes algues montre que l'on peut avoir les trois groupes dans la zone littorale jusqu'à - 10 m c'est-à-dire la zone de marnage (différence entre la hauteur de basse mer et la hauteur de pleine mer) lorsqu'il y a des marées.

Plus profondément on ne rencontre que les brunes et les rouges, mais t vers les - 100 m il n'existe plus que les rouges.

Pour réaliser leur photosynthèse, elles doivent être capables d'absorber les rayons lumineux qui pénètrent dans l'eau. L'absorption, par les algues, des rayons lumineux qui entrent dans l'eau dépend : - De la longueur d'onde de la lumière : plus la longueur d'onde est faible (proche des ultraviolets), plus elle pénètre loin en profondeur. Plus la longueur d'onde est forte

(proche des infrarouges) moins elle pénètre dans l'eau. - De l'eau de mer plus ou moins chargée en substances minérales et organiques. - De la photopériode (Le photopériodisme est le rapport entre la durée du jour et de la nuit. Ce paramètre est un facteur écologique qui joue un rôle prépondérant sur l'activité des algues). (Maelys et Blandine ,2011)

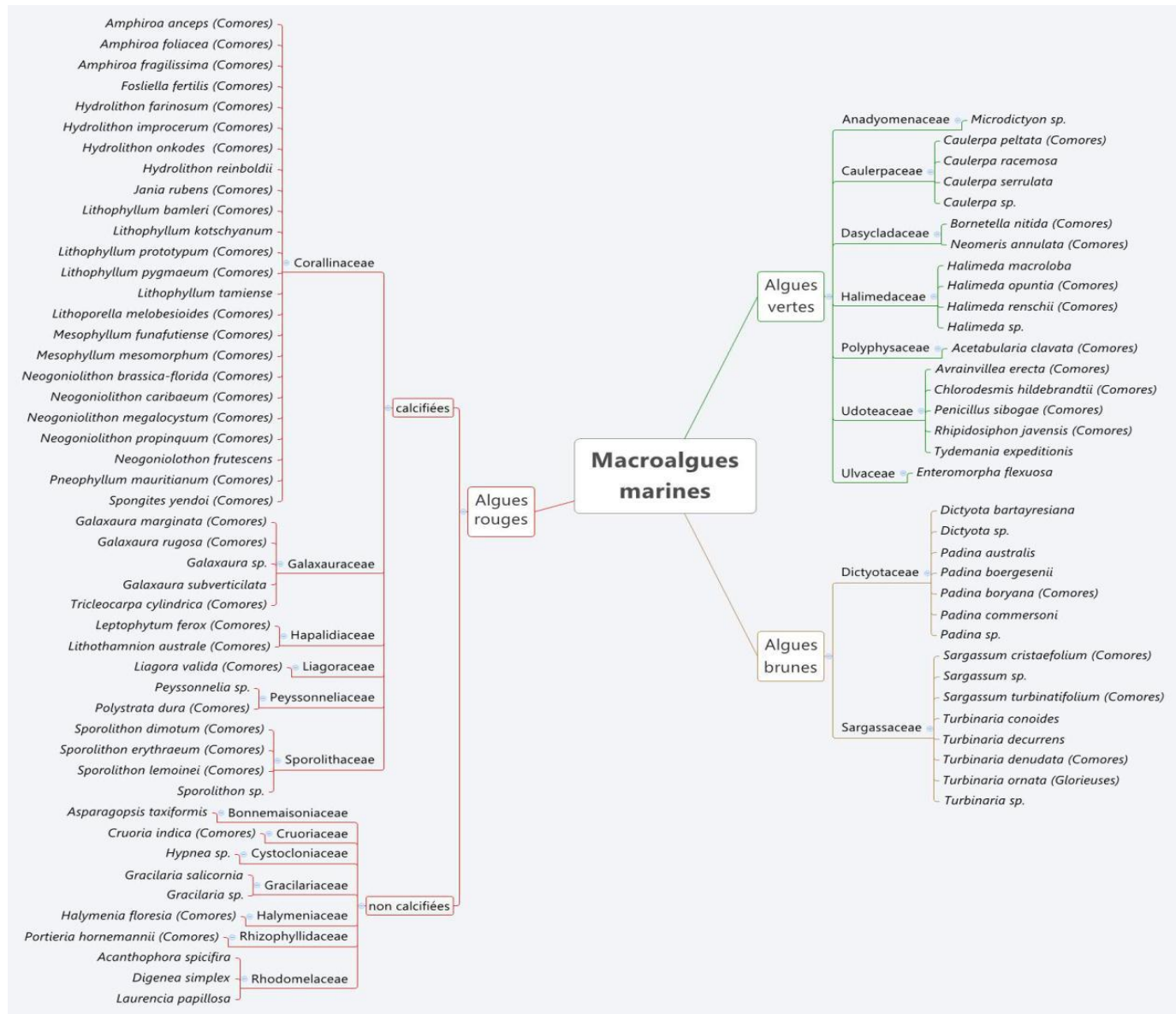


Figure 4 : Macroalgues marines décrites à Mayotte ou dans l’archipel des (Réf. : **Andréfouët&Payri, 2002 ; Ballorain, 2010 ; Collectivité départementale de Mayotte, 2010 ; Conservatoire du littoral, 2011 ; Frouin& Bigot, 2008 ; Gigouet *et al.*, 2009 ; Gravier-Bonnet *et al.*, 2006 ; Guiry&Guiry, 2011 ; Mounien, 2003 ; Silva *et al.*, 1996 ; Quod *et al.*, 2007 ; Rolland *et al.*, 2005)**

➤ Classification structurale et morphologique

D'une famille ou d'un genre à l'autre, les macro-algues peuvent présenter des morphologies très différentes : filamenteuses, en lame, arborescentes, encroustées. Schématiquement, on rencontre des thalles aplatis (en lame), cylindriques (filaments, cordons) et des algues ramifiées ou non (Michel et al., 2011).

Le mode de ramification est en partie responsable de l'aspect général de l'espèce. On rencontre quatre modes principaux de ramification : alterne, opposés, dichotomique, verticille (Figure 5). Toutefois, les ramifications ne sont pas toujours régulières et les rameaux secondaires peuvent avoir un mode de ramification différent de celui des rameaux principaux (Michel et al 2011).

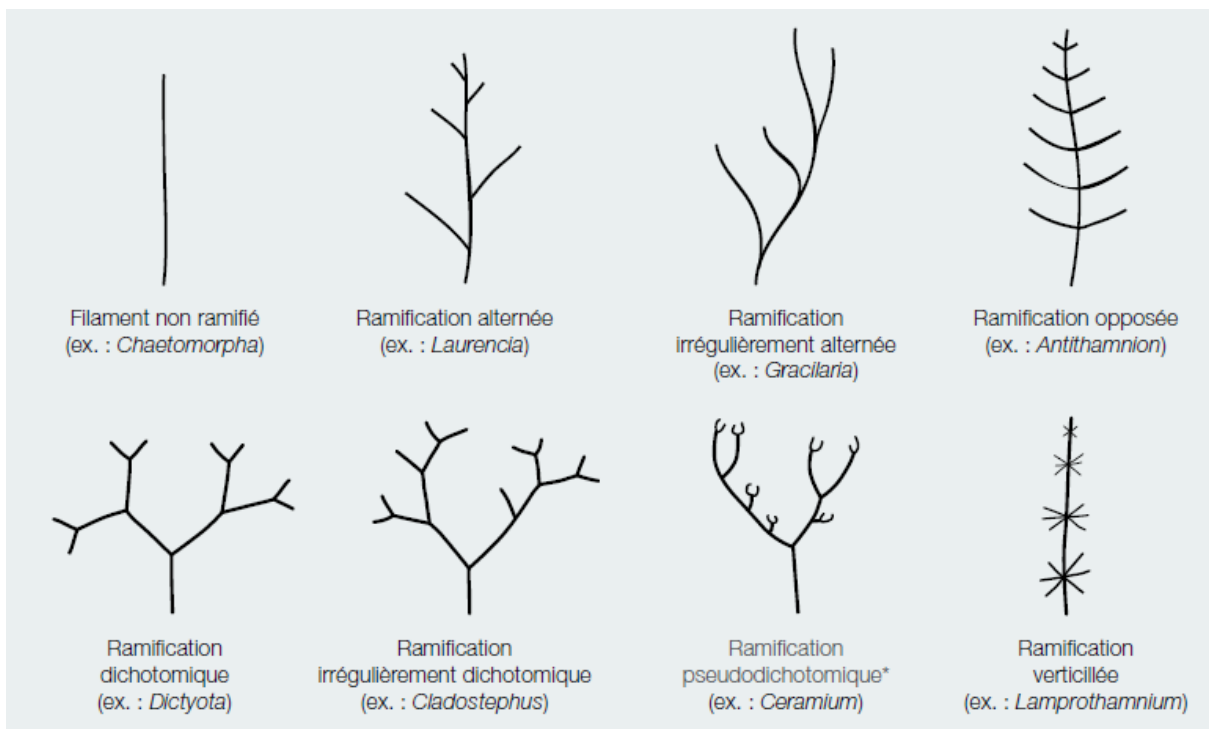


Figure 5 : Schémas des modes de ramifications (Michel et al., 2011).

De nombreuses espèces peuvent prendre des formes différentes, en fonction du stade de développement, de la phase du cycle de vie, de la saison ou encore du biotope. Certaines algues accumulent du carbonate de calcium dans leurs parois (*Lithothamnium*, *Corallina*), ce sont les algues calcaires pouvant devenir aussi dures qu'un caillou (Michel et al., 2011).

Par ailleurs, l'appareil végétatif des algues est organisé sous forme de thalles dont il existe plusieurs types

-Thalle en colonie : ce sont des groupes de cellules souvent unies entre elles par une gelée. Le nombre de cellules peut être réduit à quelques unités (ex : *Scendesmus*, *Pandorina*), il peut au contraire être élevé (ex : *Volvox*)

- Thalle filamenteux : avec une seule file de cellules, filaments simples (ex : *Spirogyra*)
- Thalle foliacé : il dérive du thalle filamenteux par juxtaposition de cellules pour former une lame repliée sur elle-même, le thalle est ainsi formé de deux couches de cellules pressées les unes contre les autres (ex : *Ulva*).
- Thalle tubulaire : les cellules se sont associés pour former une structure en tube creux avec une seule couche de cellules (ex : *Enteromorpha*)
- Thalle à cladome : plus complexe le thalle est constitué de plusieurs catégories d'axes à fonction déterminé. Le cladome est une organisation structurale comprenant un axe dressé à croissance indéfinie et des ramifications latérales à croissance définie : les pleuridies.

La diversité extrême des thalles à cladome permet de rencontrer des formes très proches de celles de certaines cormophytes. Ces formes de thalle sont classées selon leur degré de complexité : Archéthalle, Nématothalle et en Cladomothalle (**Michel et al., 2011**).

2.2.3 Mode de reproduction des macroalgues :

Chez les algues qui représentent des thallophytes, la reproduction se fait selon deux modes :

La reproduction asexuée (sans organes sexuels) : Les algues peuvent se reproduire par multiplication végétative, c'est-à-dire par fragmentation. Par exemple, une petite partie du thalle d'une algue se détache et, emportée par les courants, donne plus tard un nouvel individu. Dans ce cas, cet individu est génétiquement identique à celui d'origine. C'est le mode de reproduction le plus courant chez les algues. Elles peuvent aussi libérer des spores qui germent et donne naissance à un nouvel individu (**Gorenflot et Guern, 1989**).

La reproduction sexuée : chez les macro algue la reproduction sexuée est aléatoire et moins utilisée. L'individu naît cette fois de la fusion de 2 cellules reproductrices mâle et femelle appelées gamètes. Les individus obtenus sont cette fois génétiquement différent (**Lobban et Harrison, 1994**).

2.2.4 Répartition des algues

Les algues sont des organismes aquatiques qui représentent la principale population des végétaux des océans et constituent le premier maillon de la chaîne alimentaire. Elles vivent fixées au substrat, flottent en surface ou se trouve en suspension en plein eau. Leur répartition se fait en fonction de certains facteurs biotiques et abiotiques, cités par plusieurs auteurs notamment (**Goer et Noailles, 2008**).

❖ Facteurs abiotiques

a. Durée de submersion par la mer

Ce facteur est primordial sur les côtes, dites à marées, de l'Atlantique et très secondaire en Méditerranée. La zone intertidale ou estran se trouve alternativement submergée par la haute mer et émergée à basse mer, ce qui a forcément une incidence sur la flore et la faune de ces côtes, essentiellement d'origine marine (**Goer et Noailles, 2008**).

Ainsi les algues situées dans les niveaux les plus élevés, devront subir une période sans immersion marine d'environ 40 - 80 % du temps, et être de plus, soumises à l'ensoleillement direct, à l'eau douce des pluies et aux variations thermiques.

Les conditions seront évidemment plus tempérées pour les espèces du bas de l'estran qui sont souvent identiques à celles de la zone immergée en permanence. On définit ainsi trois étages sur le littoral marin (figure 6) l'étage supra littoral, en continuité directe avec les écosystèmes terrestres, qui n'est immergé que pendant les très grandes marées et les tempêtes, mais est soumis aux embruns salés apportés par le vent ;

L'étage infralittoral, dont le niveau supérieur n'est émergé que rarement aux grandes marées et durant moins d'une heure d'affilée ; il se prolonge jusqu'à 10 à 30 m sous la mer (**Goer et Noailles, 2008**).

Entre les deux, l'étage médio littoral constamment balayé par les marées et que l'on a subdivisé en trois niveaux. L'existence de cuvettes ou de mares dans le médiolittoral peut permettre la vie d'espèces d'algues ne supportant pas la dessiccation et profitant du maintien de l'eau dans les dépressions de l'estran. Les algues du médiolittoral supérieur supportent très bien la dessiccation et peuvent perdre la moitié de leur eau sans mourir, c'est le cas de l'espèce *Pelvetia canaliculata* (**Goer et Noailles, 2008**).



Figure 6 : Répartition des étages littoraux (**Web master 5**)

D'une manière générale, la répartition des peuplements benthiques, faunistiques et floristique est défini selon un transit vertical dont l'unité de base est l'étage. C'est l'espace vertical du domaine benthique marin où les conditions écologiques, fonctions 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 à des peuplements caractéristiques et ses limites sont révélées par un changement de ces peuplements au voisinage des niveaux critiques, marquant les conditions limites des étages concernés (**Thibaut, 2001**) et qui sont répartie de manière suivante :

➤ **Plateau continental**

Zone peu profonde qui borde les continents et qui descend progressivement jusqu'à 200 mètres (**Riadi, 1998**).

➤ **Talus continental**

A la limite du plateau continental, le fond s'incline plus fortement.

Il s'agit du talus continental puis de la marge, qui correspond aux profondeurs comprises entre 200 et 3 000 mètres. L'obscurité est totale à partir de 400 à 600 mètres (**Riadi, 1998**).

➤ **La pleine eau ou domaine pélagique**

Les organismes pélagiques se répartissent entre ceux qui sont transportés passivement par les eaux, le plancton et ceux qui se déplacent activement en nageant, le necton. Aussi bien les algues unicellulaires que les méduses appartiennent au plancton, alors que les sardines, les requins et les baleines font partie du necton (**Riadi, 1998**).

➤ **Le fond ou domaine benthique**

Les organismes benthiques, formant le benthos, qui vivent, sur le fond, dans ou près du fond. Ils peuvent être sessiles c'est-à-dire fixes, ou vagiles, c'est-à-dire mobiles : rampant ou nageant (**Riadi, 1998**).

➤ **Les fosses**

Les plus grandes profondeurs, sont atteintes dans les fosses dites "océaniques". Cette zone est appelée hadale ou ultra abyssale. En Méditerranée, on ne trouve pas de fosses aussi profondes. En revanche, il existe une fosse de subduction appelée "fosse de Matapan" (**Riadi, 1998**).

Cependant, notre travail a été effectué sur une fraction du plateau continental, dont le quel, on distingue quatre étages successifs :

- Le supralittoral et le médiolittoral qui sont différenciés sur la base de l'humectation
 - L'infralittoral et le circalittoral, qui sont différenciés sur la base de l'éclairement
- (**Collignon, 1991 ; Cabane, 2007**). (Voir figure 6)

-Le supralittoral

Étage au-dessus du niveau des eaux. L'influence de la mer s'y fait sentir notamment par les embruns (**Collignon, 1991 ; Cabane, 2007**), qui apportent du sel, parfois très haut sur les rochers et loin à l'intérieur des terres.

On y trouve les plantes qui supportent le sel marin et de petits gastéropodes, comme la littorine, capables de résister à une sécheresse prolongée (**Cabane, 2007**).

-Le médiolittoral ou zone des marées

Tantôt submergé, tantôt à sec, cet étage se trouve entre les limites des hautes et des basses eaux dans les mers à marées (**Collignon, 1991**). Cette zone est relativement étroite en Méditerranée. On y trouve l'algue en croûtante lithophyllum, des mollusques comme la patelle et des crustacés fixés comme la balane (**Cabane, 2007**).

-L'étage infralittoral

Cet étage est toujours immergé, mais sa frange supérieure peut émerger lors des grandes marées de vives eaux. C'est essentiellement le facteur lumière qui régit la répartition des espèces photophiles puis sciaphiles (ombrophiles).

Dans l'ensemble des mers à marée de milieu tempéré, cet étage est occupé par de grandes algues brunes comme les Laminaires (**Arzel et astric-Fey, 1997**).

Sous le dais protecteur de ces « forêts », qui peuvent être très denses jusqu'à 15 - 20 m, les organismes vivants trouvent des fluctuations écologiques très atténuées, les faunes peuvent être très diversifiées et exubérantes. Toujours dans cet étage, la présence de particules

fines (turbidité) ou de sable en suspension dans l'eau peut façonner les peuplements en faciès particuliers (**Bellan-Santini, 1969**).

-L'étage circalittoral

Étage du domaine benthique néritique qui s'étend depuis 40 m de profondeur environ (limite inférieure de vie des algues photophiles) jusqu'à la limite de la zone euphotique, laquelle dépend de la plus ou moins grande transparence des eaux, en général une centaine de mètres (limite des algues les plus tolérantes aux faibles éclaircissements (algues sciaphiles) (**Cabane, 2007**), figure n°6. Il présente, en Méditerranée un peuplement particulier de haute valeur patrimoniale, et de grande diversité qu'est le coralligène, habitat dans lequel les algues calcaires constituent des formations biogènes de grande importance (**Cabane, 2007**).

b. Agitation de l'eau

Ce facteur dépend aussi de la conformation des côtes : agitation sur les caps rocheux exposés ou au pied des falaises et calme au fond des baies abritées.

On définit ainsi les modes battu, semi -battu et calme, avec tous les intermédiaires. Cela aussi a une forte influence sur les algues. Certaines espèces au thalle fragile ou très long sont déchiquetées ou arrachées du support par les fortes vagues, tandis que d'autres ont besoin d'une eau battue très oxygénée par les vagues et les courants pour survivre.

Les algues encroûtantes calcifiées (Corallinacées, rose) ou non (*Hildenbrandia rubra* ou *Ralfsia verrucosa*, brun foncé) résistent bien à l'agitation.

Il faut remarquer qu'un même site côtier peut être très battu dans le médiolittoral supérieur (par la houle qui arrive sans obstacle) et relativement calme dans le médiolittoral inférieur (où les vagues sont freinées par divers obstacles). Les côtes calmes ont plus tendance à s'envaser alors que les côtes battues sont rocheuses ou sableuses (**Selosse, 2000**).

Sur les côtes battues, l'étage supra littoral, influencé par les embruns, peut devenir très large et on y observe alors de très grandes ceintures à lichens (plus de 20 m sur les falaises d'Ouessant, Quiberon ou de la Hague) ; les conditions y sont tellement dures que les lichens sont favorisés dans leur compétition par rapport aux plantes vasculaires.

Par contre, ces ceintures sont réduites au minimum (20 cm de haut en tout) dans les abers ; les conditions calmes permettent même aux arbres de coloniser totalement le terrain et leurs branches trempent parfois dans l'eau à marée haute. Enfin, une même algue peut présenter deux formes, suivant le mode qu'elle subit (accommodation) :

Ainsi, *Fucus vesiculosus* possède un grand thalle à lame large et molle avec des flotteurs en milieu assez calme et un petit thalle rigide et étroit, sans flotteurs en milieu battu (**Selosse, 2000**).

c- Nature du substrat

La majorité des grandes algues vivent fixées sur un substrat dur, par leurs crampons, disques ou rhizoïdes, et meurent assez vite si elles s'en détachent. Les côtes rocheuses seront donc leur biotope favori avec des variations importantes suivant les roches : le granite, le gneiss et le grès grossier à la surface rugueuse sont les plus favorables tandis que le quartzite très lisse ou le calcaire marneux et la craie, facilement délités par la mer, sont moins favorables. Certaines petites espèces d'algues sont fixées en épiphytes sur d'autres algues ou sur les zostères, phanérogames marines (**Augier et Boudouresque, 1971**).

Il n'y a pas d'algues sur les galets et les sables grossiers du médiolittoral, car ces dépôts bougent sans cesse et broient toutes les germinations d'algues ; sur les sables fins et dans les vases, milieux plus calmes, on peut trouver quelques rares espèces d'algues macroscopiques fixées sur des coquilles ou des petits cailloux (*Gracilariaverrucosa* et des algues vertes) (**Augier et Boudouresque, 1971**).

d. Éclairement

Les Algues ont besoin de lumière pour la photosynthèse, mais un trop fort éclairement est souvent nocif pour des organismes habitués à être protégés par une couche d'eau parfois trouble (Julve & Manneville, 2006).

Ainsi, à l'étage médiolittoral, certaines espèces se réfugient donc pour se protéger de la lumière soit sous d'autres algues plus grandes, soit à la base des rochers toujours humides (*Cladophora rupestris*, vert sombre) soit sous les surplombs rocheux (*Plumaria plumosa*), soit sur les faces ombragées des blocs, soit dans les cuvettes profondes.

En outre, de nombreuses algues vertes supportent bien un fort éclairement ainsi que les algues brunes des niveaux supérieurs, tandis que la majorité des algues rouges préfèrent les éclaircissements moyens à faibles ; *Catenella repens* est une toute petite algue rouge articulée des hauts niveaux en tapis abrité du soleil sous les fucus. Dans les eaux vaseuses des estuaires et baies, la luminosité est rapidement très faible à cause de la turbidité et le nombre d'espèces d'algues est également faible (**Julve et Manneville, 2006**).

e. Températures et ses variations

Certaines algues aiment les eaux chaudes et d'autres les eaux froides. Certaines supportent les forts écarts de température au cours de la journée (comme les fucacées et certaines algues vertes) et peuvent donc vivre dans les hauts niveaux de l'estran longuement soumis à la chaleur solaire, au vent ou au gel. Les autres se cantonnent à l'ombre ou dans les bas niveaux plus tempérés, comme de nombreuses algues rouges très fragiles (**Stengel, 1970 ; Fulks et Main, 1991**).

f. Salinité de l'eau et ses variations

Sur la majeure partie des côtes marines, l'eau de mer contient environ 33 à 38 g par litre de sels (**Augier et Boudouresque, 1971**).

Diverses concentrations convenant bien à la majorité des espèces d'algues

Par contre, dans les estuaires où arrivent les fleuves, l'eau est diluée et saumâtre avec de fortes variations suivant l'état de la marée, les périodes de crues ou d'étiages ; certaines algues sont bien adaptées à ces conditions difficiles, telles que les algues vertes.

Indiquons de plus que les pluies ou le fort ensoleillement du médiolittoral supérieur et du supra-littoral font fortement varier la teneur en sels des algues qui y vivent (**Augier et Boudouresque, 1971**).

g. Teneur en nitrates ou en phosphates

Ce dernier facteur est directement lié aux activités agricoles et humaines ; en effet, l'arrivée de ces « polluants » enrichit le milieu et provoque la prolifération d'algues opportunistes (le plus souvent vertes comme la laitue de mer, ou les ulves, ou encore les unicellulaires planctoniques) qui asphyxient totalement le système et finissent par éliminer d'autres organismes, sans compter les nuisances pour le tourisme ou la conchyliculture (**Stengel, 1970 ; Fulks et Main, 1991**).

❖ Facteurs biotiques

La croissance des macro-algues marines dans les réseaux tempérés, bien qu'elle ait été étudiée moins intensivement que la croissance du phytoplancton, semble être limitée principalement par l'azote (**Valiela et al., 1997**).

Ainsi, les régions littorales et les estuaires ne sont pas exclues de la dystrophisation, car dans certains cas, leurs eaux sont peu brassées et reçoivent beaucoup de rejets issus de l'activité humaine. C'est en particulier le cas de nombreux embouchures et baies sur le littoral algérien (**Valiela et al., 1997**).

En revanche, dans les cours d'eau rapides, dont l'eau est en permanence renouvelée et mieux oxygénée et les algues constamment entraînées, plus loin par le courant, aucune accumulation n'est possible.

Une des conséquences les plus graves d'un excès en nutriments sur les écosystèmes marins est la diminution de la quantité d'oxygène dissous (OD) dans la colonne d'eau.

Contrairement aux écosystèmes dulcicoles, où le phosphore est habituellement le nutriment limitatif, les écosystèmes marins tempérés sont semblés être limiter en azote (**Nixon, 1995**).

Cependant, cette hypothèse est fondée sur de nombreuses preuves tirées de données sur le bilan nutritif, de bio-essais et d'expériences à grande échelle portant sur l'enrichissement en nutriments (Ryther et Dunstan, 1971 ; Nixon, 1995 ; Oviatt *et al.*, 1995 ; Howarth et Marino, 1998).

2.2.4 Utilisation et intérêt économique des algues

Au cours de cette dernière décennie, divers extraits d'algues sont utilisés dans l'industrie alimentaire, notamment l'alimentation humaine, en industrie pharmaceutique et en médecine (Référence) ; parmi les extraits d'algues utilisés, nous citons ceux des parois squelettiques ; cette membrane commune à 2 cellules contiguës des algues rouges et des algues brunes est riche en polysaccharides (sucres complexes), et en composés pectiques plus solubles qui donnent après refroidissement deux types de gels, des géloses et des alginates, qui sont des solutions très visqueuses qu'on peut stabiliser avec des additifs divers.

-Les géloses extraites de certaines algues rouges comme par exemple, les Floridées Gélidiales sont très utilisées comme :

-des agars qui sont des galactanes extraits d'algues comme les *Gelidium* et les *Gracilaria* qui ont un fort pouvoir gélifiant ; ils donnent des gels thermosensibles (sensibles aux variations de température). L'agar-agar qui est un épaisseur, émulsifiant et stabilisant, sert à la confection de gels utilisés comme milieu de culture en microbiologie, comme supports nutritifs pour la culture "in vitro" de nombreux végétaux, entre aussi, dans la composition de shampoings, des lotions, des crèmes, de pâtes à empreintes dentaires en dentisterie, de capsules et de tablettes Il a en outre des propriétés laxatives (suppositoires) et considéré comme additif alimentaire tel que l'agarinate E 406.

les carragénanes sont extraits d'algues rouges, les Floridées Gigartinales comme *Chondrus crispus*, *Gigartina stellata*, *Hypnea* ou *Euchema* qui donnent des gels thermoionoréversibles (qui passent facilement de l'état de sols à celui de gels sensibles à la température et aux ions ou électrolytes); ils entrent aujourd'hui, comme épaisseur (E 407) et stabilisant dans la composition de pâtisseries (puddings, milk shakes, desserts glacés, sorbets, ice cream), aussi dans les différents types de yaourt, fromages, flans, lait chocolaté, soupes, sauces, salades, de diverses pâtes dentifrices, de gélules, suppositoires.

-Les alginates : sont des polysaccharides extraits de certaines algues brunes (Laminariales) comme *Laminaria*, *Alaria esculenta*, *Ascophyllum*, *Sargassum*, *Fucus* mais aussi *Cystoseira* ou *Colpomenia*...; ils fournissent des gels ionoréversibles, utilisés dès 1929 comme apprêt pour les

tissus. Sous forme de sels d'acide alginique ; ils ont pour propriété de stabiliser les émulsions et les suspensions et sont utilisés dans l'industrie alimentaire comme additifs (E 400 à E 405, E 411), dans les crèmes glacées ou la biscuiterie, les confitures, les potages ou les desserts. Ils sont aussi employés dans l'industrie pharmaceutique comme excipient de nombreuses pommades, suppositoires, pilules, pastilles, sédatifs...dans l'industrie des cosmétiques pour la confection de masques de beauté ou ailleurs, comme pour la réalisation de moules fins.

En parallèle, certaines algues produisent des pigments utilisés dans divers domaines. Nous citons *Rytiphlaea* qui fournit un pigment la floridorubine, ou encore *Dictyota dichotoma* et *Hypnea Musciformis* qui présentent une activité antimicrobienne et antifongiques intéressante.

2.2.5 La pollution

La contamination et la pollution se rapportent toute les deux à la présence des produits chimiques dans l'environnement. La contamination se réfère à la présence d'un ou plusieurs produits chimiques à des concentrations plus hautes que la normale, mais non assez pour causer des dégâts biologiques ou écologiques (**Freedman, 2003**).

A- Principaux polluants

❖ Les polluants biologiques

Les humains sont les plus importants pollueurs biologiques de la planète : les contaminants fécaux sont parmi les polluants biologiques des sources d'eau potable ; par conséquence l'homme et les animaux domestiques sont souvent contaminés par des microbes pathogènes (**Trevors et Saier, 2007**).

Les bactéries présentes dans la matière organique peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine et animale (**Buriks, 2000**), telles que les streptocoques (**Bridgman, 2001**), *Cryptosporidium*, *Escherichia coli*, etc. En outre la pollution virale de la biosphère peut aussi avoir des effets dévastateurs et selon les estimations, il y en a dix fois plus de virus sur la Terre que l'ensemble des cellules vivantes (**Trevors et Saier, 2007**).

❖ Les polluants chimiques

Les industries chimiques continuent à synthétiser des milliers des substances chaque année. Plusieurs de ces produits sont spécifiquement conçus pour être toxiques et persistants (**Angel, 2007**).



Figure 7 : Pollution d'origine industrielle (cas d'Arzew) (Gaamoune,2010).

Cependant, les contaminants les plus nuisibles à la santé sont les produits chimiques d'origines naturelles qui se trouvent habituellement dans les eaux souterraines (Roberts *et al.*, 2007).

1 - Le groupe des matières inhibitrices englobant :

-L'arsenic provient des pesticides, des produits de conservation du bois et de l'exploitation minière (Roberts *et al.*, 2007).

- Le fluor quand sa concentration dépasse les 10 mg / l

-Le sélénium : se trouvant surtout au voisinage des mines.

-L'uranium : se trouve dans les eaux souterraines, associé aux roches granitiques et aux autres dépôts minéraux (Fawell et Nieuwenhuijsen, 2003).

- Le fer et le manganèse : peuvent survenir à des concentrations élevées dans certaines eaux de source en conditions anaérobies

-Les métaux lourds, et les solvants, tels que le tri et tétrachloréthane, qui se trouvent parfois dans les eaux souterraines et les hydrocarbures en particulier les huiles de pétrole

2- Un autre ensemble qui regroupe : l'azote organique et ammoniacal, le phosphore et les composés organohalogénés.

3 – les sels minéraux

4 - Les hydrocarbures aromatiques a faible poids moléculaires... a des concentrations moins de 30 µg/l (Fawell et Nieuwenhuijsen, 2003).



Figure 8 : pollution par les hydrocarbures au niveau de Marsat El Hadjad (Gaamoune,2010).

5- Les produits utilisés dans le traitement des eaux potables destinés à éliminer les microorganismes, augmenteront dans de nombreux cas les contaminants chimiques.

Néanmoins, le processus peut en lui-même conduire à la formation d'autres contaminants tels que les trihalométhanes et les acides halo-acétiques provient de la réaction chimique des oxydants naturels avec les matières organiques. Le traitement des eaux, cependant, peut prendre de nombreuses formes et peut utiliser différents produits chimiques y compris : le chlore, les chloramines, le dioxyde de chlore et l'ozone. (Fawell et Nieuwenhuijsen, 2003)

6- Le PCB (biphényles polychlorés), autre fois largement utilisé comme lubrifiant et liquide de refroidissement (Angel, 2007).

❖ Les polluants physiques

La pollution physique est due essentiellement aux substances en suspension (matières solides) ; (Boyd, 1970). Bien que sa forme commune est la pollution thermique (Nsikak, 2008). Elle peut englober également plusieurs autres aspects : couleur, transparence, pH dont on peut citer :

- Les matières en suspension désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau et la troublent.
- Les déchets solides divers (objets d'origines variés) posent des problèmes d'esthétiques.
- Les matières colorantes modifiant la transparence du milieu.
- La pollution thermique due au rejet des eaux utilisées pour le refroidissement des installations industrielles diverses.
- Les acides et les alcalins déchargés par l'industrie chimique et d'autres installations industrielles (Koller, 2004).
- Les risques nucléaires résultent des accidents divers ou des rejets des centrales nucléaires, ou dans le pire des cas, à partir d'une explosion nucléaire. Ces polluants sont notamment une série d'éléments et des composés radioactifs y compris les éléments dérivés de l'uranium, le plutonium, le césium, et l'iode (Bridgman, 2001).

2.2.6 Eutrophisation des écosystèmes aquatiques

L'eutrophisation est le phénomène d'asphyxie des écosystèmes aquatiques résultant de la prolifération d'algues, qui consomment tout l'oxygène nécessaire à la vie de l'écosystème. Ce phénomène résulte d'un apport trop riche de substances nutritives dans la rivière ou dans le lac concerné.

Cette pollution de l'eau est principalement due au phosphore (contenu dans les phosphates, présents dans les lessives notamment) et à l'azote (contenu dans l'ammonium et les nitrates présents dans les engrais).

Les algues qui se développent grâce à ces substances nutritives absorbent de grandes quantités d'oxygène lorsqu'elles meurent et se décomposent. Leur prolifération provoque

l'appauvrissement, puis la mort de l'écosystème aquatique présent : il ne bénéficie plus de l'oxygène nécessaire pour vivre.

Ce phénomène s'intensifie avec la profondeur du lac ou de la rivière, notamment des lacs profonds qui sont naturellement peu oxygénés.

La propagation des bactéries aérobies (elles se développent en l'absence d'oxygène) qui se nourrissent des algues en décomposition provoque la disparition de l'oxygène, ainsi que la production de méthane et de sulfure d'hydrogène. Le phénomène d'eutrophisation est fortement aggravé et accéléré par les rejets agricoles, domestiques ou industriels dans les cours d'eau et les lacs. Appelé dystrophisation, cet état se traduit par l'accumulation des algues et des bactéries aérobies, qui absorbent l'oxygène présent dans l'eau et provoquent la mort de tous les écosystèmes aquatiques : une dystrophisation peut détruire tout un écosystème en quelques années.

Des zones mortes d'une très grande superficie résultent de ces phénomènes. Pour lutter contre l'eutrophisation et la dystrophisation, il s'agit : d'arrêter tous les rejets de substances nutritives dans le cours d'eau pollué d'enlever les algues qui pullulent dans le cours d'eau d'aérer de façon mécanique le cours d'eau, pour accélérer le processus d'épuration globalement, de réduire ou de stopper la présence de phosphates ou de nitrates dans les engrais ou les produits ménagers (**web master 6**).

Chapitre3

Présentation des zones d'Etudes

3 Présentation de la zone d'étude

3.1 Généralités sur la Méditerranée

La Méditerranée se présente au plan structural comme un ensemble de deux bassins (Occidental et oriental) séparés par un seuil dont la profondeur entre la Sicile et la Tunisie ne dépasse pas les quatre cents mètres. Cette mer présente une circulation profonde déficiente et a jusqu'à sa plus grande profondeur, une température qui est voisine de celle de l'Océan Atlantique au détroit de Gibraltar. Ainsi, les eaux de la méditerranée présentent une température d'environ 13 °C depuis – 350 m au seuil de Gibraltar, jusqu'à ses plus grandes profondeurs. La Méditerranée est considérée comme une mer tempérée chaude. A partir de – 50 m et durant toute l'année, la température est de 13 °C pour une salinité moyenne de 38 ‰ (**Thibaut, 2001**).

En surface, les eaux peuvent atteindre 28 °C en été. L'insolation, souvent très vive, augmente en été la température de la mer au contact du rivage, en hiver, la terre étant plus froide que la mer, l'inverse se produit (pendant des hivers très rigoureux, on a vu de la glace se former au niveau du rivage dans le golfe de Salonique et des bassins du port de Marseille). En dessous de la surface, en particulier, dans les premiers 50 m, la chute de température est assez rapide (**Thibaut, 2001**).

C'est une mer relativement profonde dont la profondeur moyenne est estimée à 1500 m. Le point le plus profond de la Méditerranée est située dans l'une des fosses de Matapan (Grèce) 5121m. Le plateau continental n'excède pas les 200 m de profondeur. La superficie de la Méditerranée (3,5 millions km²) représente 1% de la superficie de tous les océans et mers du monde. La Méditerranée se développe sur 4000 km d'est en ouest et sa largeur la plus grande est de 800 km (entre le fond du golfe de Gênes et la Tunisie) et seulement de 138 km entre la Sicile et la Tunisie (**Thibaut, 2001**).

Le courant général va de l'Ouest vers l'Est, entre en surface par le détroit de Gibraltar, suit les côtes algériennes, continue le long de la côte nord de la Sicile et remonte vers le Nord-Ouest en suivant les côtes italiennes. Il est dirigé vers l'Ouest dans le Golfe de Gênes et sur les côtes de Provence et vers le Sud- Ouest sur les côtes d'Espagne formant ainsi dans le bassin occidental un circuit complet en sens inverse des aiguilles d'une montre. Entre la Sicile et la Tunisie, existe un courant quasi permanent dirigé vers l'Est, ce courant suit les côtes de Libye et d'Égypte pour arriver à Port-Saïd (**Thibaut, 2001**). Il remonte les côtes de Palestine et de Syrie vers le Nord-Ouest et le Nord. Il se dirige vers l'Ouest au niveau des côtes d'Asie Mineure, où il est influencé par les vents.

3.2 Présentation de la zone d'étude

Notre zone d'étude correspond au littoral d'Oran qui s'étend du cap blanc situé à l'ouest de l'agglomération oranaise et la pointe de l'aiguille située à l'ouest d'Azew. Nous avons aussi, intégré, au cours de cette étude la zone de Mers El Hadjaj qui représente une zone juxtaposée et adhérente au littoral d'Oran et du fait, considérée comme un prolongement de cette côte.

C'est un ensemble de formes de relief dont le façonnement dépend directement ou indirectement des actions de la mer. (Figure n°9). Il comprend la ligne de côte dont les plages et les falaises font partie ; ces derniers diffèrent d'une zone à une autre.

Il est caractérisé aussi, par un plateau réduit, avec d'importantes plages ouvertes dont une grande partie est constituée par un relief rocheux (Leclaire, 1972).

Les études bio-sédimentaires sur le Golfe d'Oran ont permis d'identifier six faciès sédimentaires (Grimes et al., 2004) :

- les graviers sableux,
- les sables graveleux envasés,
- les sables graveleux,
- les sables graviers légèrement envasés,
- les sables envasés graveleux,
- les vases pures réduites.

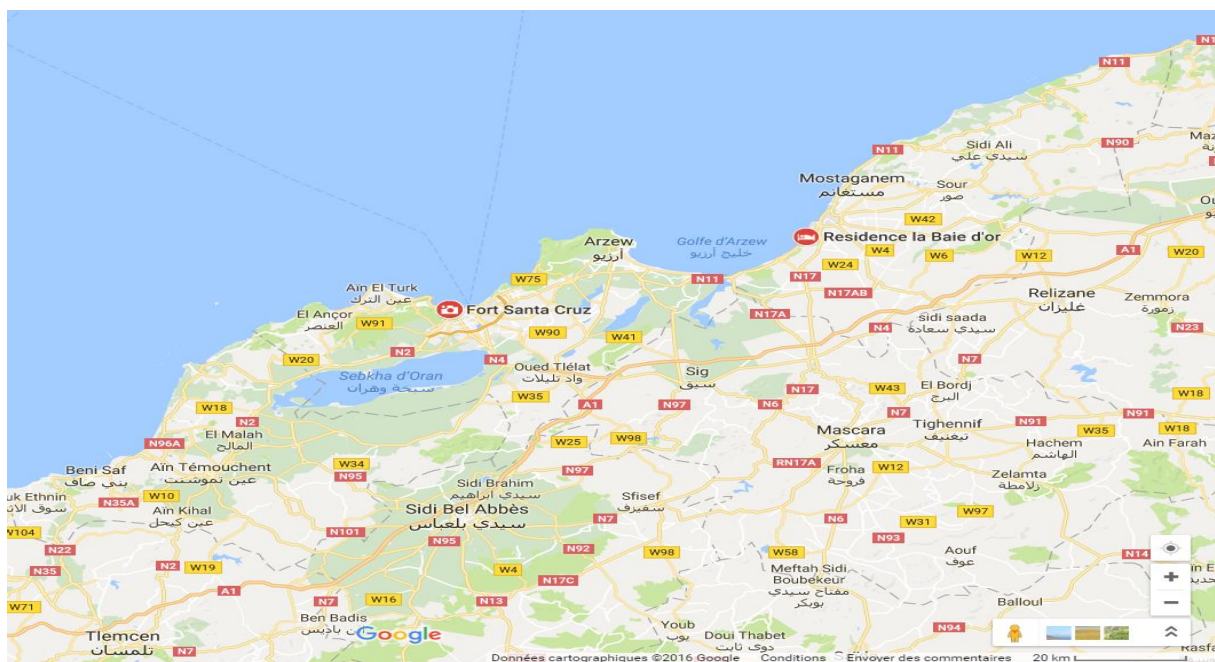


Figure 9 : Position géographique de la baie d'Oran (Google Maps 2016).

3.2.1 Climat

Au niveau de la wilaya d'Oran, l'alternance de brise de mer fraîche et humide et de brise de terre chaude et sèche laisse apparaître des hivers doux (9°C minimum) avec une pluviométrie relativement faible et des étés modérément chauds (29°C maximum), marqués par une période très sèche comprise entre mi -juin et mi-septembre (ONM, 2014).

a. Le vent :

Les observations marines côtières et les données axées sur 30ans montrent que les vents des secteurs d'Oran et d'Arzew sont dominants pendant les saisons automnales et hivernales.

En 2014, à Oran, les vitesses moyennes mensuelles du vent ont été particulièrement élevées en mars et en avril (4,4m/s) et relativement faibles en octobre (2,9m/s) (O.N.M.,2014). Notons la présence du vent chaud (*Sirroco*) en provenance du sud.

b. Les précipitations

La pluviométrie est variable d'une année à une autre, la pluviométrie annuelle de ces dernières années reste acceptable à raison de 400 à 450 mm de précipitation (O.N.M, 2014).

c. Température

Sur la côte et au-dessus du plateau continental algérien, témoignent de la présence de forte fluctuation saisonnières, avec une décroissance de la température de septembre à février avec une valeur minimale en décembre- janvier, et une augmentation du mois de mars au mois de juin avec un maximum de juin à aout, à raison de 32°C (Guibout, 1987 ; ONM, 2010 ; ONM ,2014).

3.2.2 Caractéristiques hydrologiques

Au niveau des côtes oranaises, l'étude réalisée par Mega (2002) sur le suivi des structures marines à échelle spatiale fine, ou *Small scale* par traitement numérique spécifique d'une image satellitaire du satellite Américain LANDSAT-7 (canal infrarouge thermique) (Figure10), montre l'influence de l'eau atlantique sur les côtes oranaises en forme d'une langue (L) d'eau et l'apparition d'un tourbillon anticyclonique (A) sous l'action du jet Almería -Oran

et l'instabilité (I) du courant Algérien au large des côtes de Mostaganem et de Chlef.

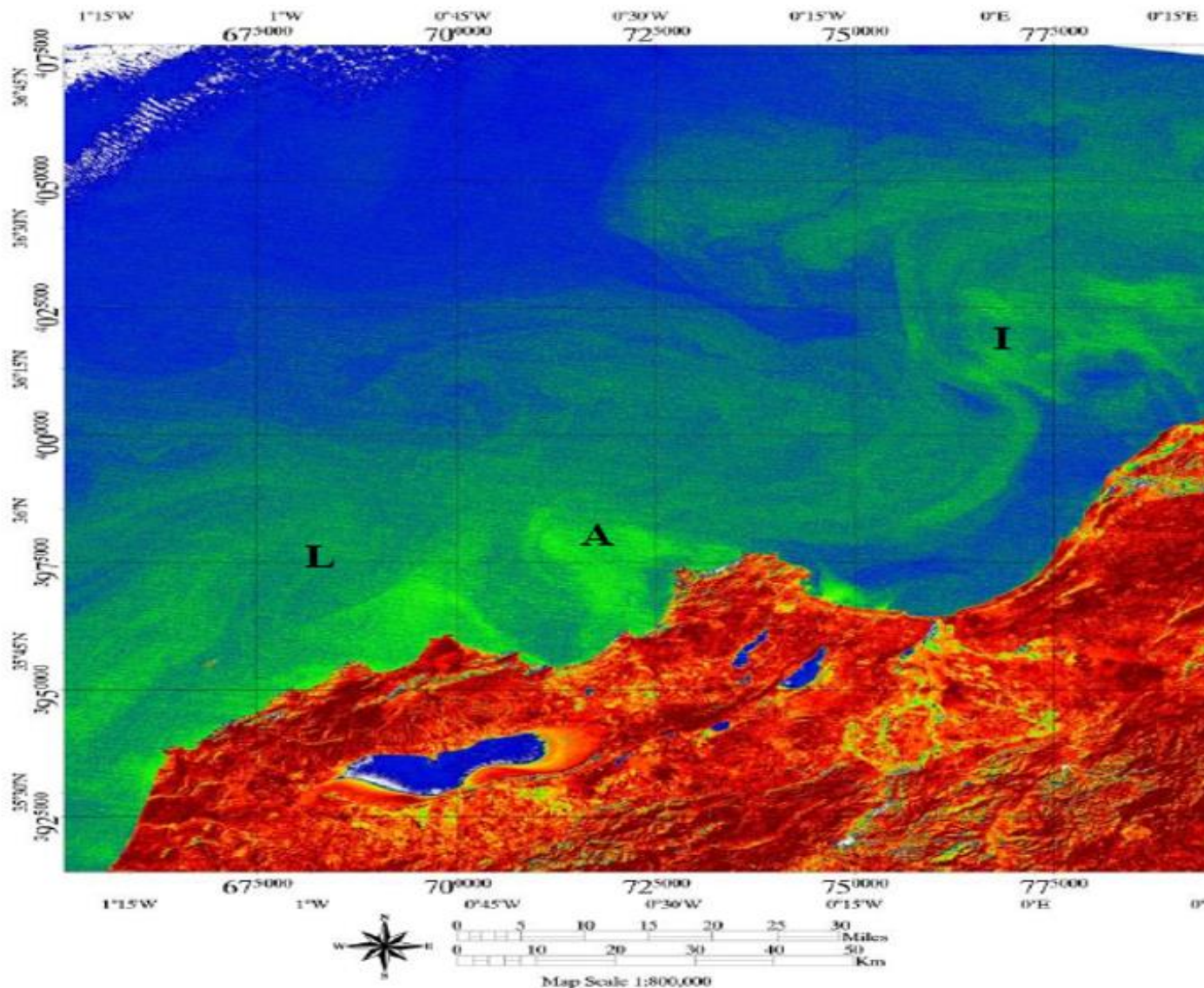


Figure 10 : Image LANDSAT-7 du 12/02/2002. Identification des structures marines dynamiques (MEGA,2002). L : Langue d'eau ; A : Tourbillon Anticyclonique ; I : Instabilité du courant Algérien (Taleb et., al 2006).

3.2.3 Pression anthropique :

Une anthropisation très marquée caractérise la côte oranaise (Taleb, 2007). Celle-ci se traduit par :

-Une pression démographique sans cesse croissante liée au développement économique (niveau d'industrialisation et de services).

Grand trafic maritime pétrolier avec tous les dommages qu'il provoque en matière de pollution du milieu marin (fuites et débordements lors des chargements du pétrole brut, dégazage et lavage des cuves des pétroliers en pleine mer, introduction de nouvelles espèces...).

-Absence quasi-totale de stations d'épuration des eaux usées urbaines et/ou industrielles qui sont orientées directement vers la mer via des exutoires ou par drainages fluviaux. Il existe en effet 50 sites de déversements des eaux usées sur le littoral oranais, dont 27 points de déversement sur la mer et 10 se trouvent à l'ouest du littoral au niveau des plages : les Andalouses, Cap Falcon et Ain El Turk. Il s'agit principalement d'eau utilisée par le complexe touristique des Andalouses et les centres urbains de Cap Falcon, Ain El Turck et Mers El Kebir. Il existe entre autres deux grands émissaires d'eaux usées non traitées dans la zone portuaire d'Oran (la partie centrale de la baie d'Oran) qui reçoivent tous les affluents domestiques et industriels (**Taleb, 2007**).

3.2.4 Caractéristiques des eaux du littoral

-Température :

La température de l'eau est un facteur prépondérant dans la vie des organismes marins, correspond à un élément fondamental en océanologie. Elle conditionne significativement l'écologie des systèmes marins et côtiers, en contribuant de façon importante à la distribution géographique des espèces marines et en déterminant les périodes de migrations et de reproduction et bien d'autres facteurs éthologiques et physiologiques.

Les eaux de la méditerranée sont relativement chaudes, selon Bereneger (1955) au-dessus de 400 m, où la température reste inchangée à 12,5°C de ce fait, la Méditerranée est considérée comme un véritable réservoir de chaleur (**Pagney, 1994**)

-Salinité :

Le littoral d'Oran est entièrement baignée par les eaux d'origine atlantique de faible salinité qui pénètrent par le détroit de Gibraltar, et se mélange aux eaux superficielles de plus forte salinité. Ces masses d'eaux superficielles sont, en général caractérisées par une salinité de 36,25% (**Millot, 1985**). La salinité moyenne des eaux de surfaces du littoral d'Oran comprise entre 35,85 et 36,4% (**Millot, 1999**).

La salinité des eaux du fond est comprise entre 36,40% et 37,7%. Les apports en eaux usées domestiquent du principal émissaire urbain de la ville d'Oran, et l'influence des eaux de port d'Oran, sont à l'origine du faible taux de salinité dans cette zone (**Kerfouf, 2006**).

Conclusion

La frange littorale de l'ouest algérien subit une grande pression et agression par les activités humaines liées aux complexes industriels des villes côtières Oran, Arzew et des grandes agglomérations urbaines qui génèrent une pollution intense caractérisé par les rejets des eaux usées. Tous ces composés polluants se déversent directement dans le milieu marin, et entraîne des effets nuisible en détériorant la qualité de l'eau de mer, et provoque de grand dommage aux ressources biologiques qui induisent un réel danger pour la santé humaine (**Bentir, 1996**).

La nécessité de prendre en compte des critères biologiques dans l'évaluation de l'état du système a cependant été soulignée par plusieurs auteurs, et notamment par **Dauer (1993)**.

Un inventaire des différentes espèces benthiques Peut servir d'un outil dans le cadre d'évaluation de la qualité des eaux littorales

Dans cette étude préliminaire les résultats issus des trois stations d'investigations in situ et au laboratoire nous a permis de recenser 22 espèces de Macroalgues marins, réparties sur les trois groupes : 8 Chlorophytes, 9 Rhodophytes et 5 Phéophytes.

Le site de Marsa El Hadjaj : la flore algale se trouve très réduite dans ce site largement influencé par la pollution liée aux activités pétrochimiques. En effet, la comparaison avec la flore macro-algale d'autres stations montrent une nette détérioration de la qualité écologique de cet habitat.

L'échantillonnage au niveau des deux stations de Cristel Ain Defla et Ain Franine montrent la présence massive des algues vertes (Chlorophytes) notamment *Ulva lactuca*, indicatrice de pollution mais aussi une forte fréquence de *Cystoseira stricata* qui indique un milieu de bonne qualité dominé.

Ce travail nous a permis de dégager le bilan suivant :

- Actualiser l'inventaire de la flore végétale marine et étudier la structuration des peuplements macroalgales correspondants.
- Etablir les principales caractéristiques des macroalgues
- Mettre en évidence les changements à court, moyen et long terme au niveau de la macroflore benthique.
- Contribuer à identifier les influences respectives des perturbations climatiques et anthropiques sur l'évolution des écosystèmes marins benthiques, à l'aide d'un maillage suffisant du littoral.

En fin, cette étude préliminaire nécessite d'être suivie sur le plan long terme, en évaluant l'évolution de la couverture algale et la faune associée, selon un transit spatio-temporel et suivant la profondeur, en rajoutant d'autres stations sur toute la côte ouest algérienne.

Aussi, en essayant de valoriser certaines espèces envahissantes notamment certaines appartenant aux Chlorophycées, dans le domaine industriel pharmaceutique et cosmétique et autres.

1 Matériel et méthodes

Nous rappelons que l'objectif de cette recherche qui n'est qu'une contribution, consiste à comparer la distribution spécifique et spatiale de la flore algale au niveau de trois sites côtiers différents dans l'ouest algérien, à travers l'établissement d'une liste exhaustive de toutes les espèces macrophytes qui représentent un indice intéressant pour la bio surveillance des écosystèmes marins côtiers et qui reflètent la qualité environnementale des stations d'échantillonnage ciblées pour cette étude. Des clés de détermination (**Délepine et al ,1987**) et autres ont été utilisées pour cette raison et permettent d'identifier plusieurs espèces et genres appartenant aux macrophytes (chlorophyte, rhodophyte et phéophytes).

1.1 Localisation et description des stations ou sites d'études :

Après plusieurs prospections préliminaires sur la zone d'étude, on a pu déterminer les sites d'intérêt qui nous permettent d'avoir une bonne connaissance du potentiel en diversité algale et une vision claire sur la qualité des eaux côtières. Il s'agit de :

- **Station 1 : Mersa El Hadjaj :**

C'est un site affilié à la commune de Mersa El Hadjaj située à la limite de la côte oranaise, aux environs 50 Km de la ville d'Oran, entre les villes de Bethioua à l'est et la ville de Fornaka(wilaya de Mostaganem) à l'ouest, avec une superficie d'environ 180 ha. (**Simonneau et Santa, 1951**). Le site d'échantillonnage est localisé à une latitude de 35°49'928', une longitude de 0°9 35'756 et une exposition Nord-Ouest.

Ces crêtes rocheuses se prolongent vers le large par des sédiments calcaires nettement pélitiques représentés par les vases calcaire-argileuse recouvrant une superficie importante du golfe. Les boues argilo-siliceuses au rebord continental tapissant ainsi le golfe d'une grande vasière.

C'est un site qui souffre d'une charge anthropique accentué liée à l'impact de l'industrie pétrolière et la pression des activités estivales comme les loisirs, la pêche, etc, d'autant plus que les stations d'épuration des eaux usées urbaines et industrielle sont totalement absentes. C'est alors pour cette raison que cette station a été sélectionnée.

Les deux autres stations font parties de la bande côtière de Kristel qui abrite plusieurs plages dont Ain Franine et Ain Defla.

Les habitants de ces plages travaillent principalement dans la pêche et l'agriculture, par contre le tourisme souffre de l'inexistence de structures d'accueil comme les hôtels, à cause de la rareté d'eau ; topographiquement, elle est dotée d'une façade maritime exposée vers le Sud- Est, donnant à ce site une belle position géographique d'où vient son appellation Kristel du mot Cristal.

- **La station 2 d'Aïn Defla (Kristel)**

Situé à 26 km à l'Est de la ville d'Oran, selon la position géographique 35°50'40 N, en latitude et 0°2 35'56 O, en longitude. La côte du village est rocheuse et le relief de son territoire est accidenté. Elle est considérée comme propre, à cause de son éloignement des importantes sources de contaminants et de pression anthropique, avec un substrat rocheux abritant une biodiversité notable (Kawas, 2010 ; Kawas *et al.*, 2010).

- **La station 3 d'Ain Franine**

Situé à une dizaine de km à l'Est d'Oran dont la position géographique est de 35°48'44,46 N en latitude et 0° 35' 01 ,50 O en altitude. C'est un site localisé entre les deux caps, formant la grande baie d'Oran, le cap Ferrat au Nord et le cap Falcon au Sud Est. Cette station est considérée comme non impactée due à son éloignement du tissu urbain et de toutes activités industrielles, en plus de la nature de cet endroit qui rend l'accès difficile. En revanche, une source thermale réputée par ses eaux radioactives et sa richesse en soufre, déverse dans la station d'Ain Franine. Le substrat de la station est de nature rocheuse et sableuse.

Ainsi, la figure 11, ci-dessous, indique la localisation des trois sites d'étude



Figure 11 : Localisation géographique des trois sites d'étude : Mersa El Hadje, Ain Franin et Ain Defla (cristel) Google Maps 2016

1.2 Méthodologie retenue

Pour l'inventaire de la flore macro-algale au niveau des stations retenues, nous avons utilisé la méthode recommandée par Branquet- Blanquet (1952) et Boudouresque (1974), dite aussi la méthode d'air minimale. Cette méthode est souvent utilisée en écologie végétale pour les prélèvements phytosociologiques. Elle consiste à choisir des emplacements aussi typiques que possibles pour les inventaires floristiques, en notant les conditions écologiques des sites étudiés, notamment la localisation géographique, la nature de substrat et la date de prélèvement, et à dresser une liste complète des espèces présentes par prélèvement et par site. Elle consiste aussi à accorder pour chaque espèce un coefficient d'abondance- dominance, sociabilité, recouvrement, recouvrement moyen global et de fréquence d'apparition dans chaque relevé.

Pour notre part, nous avons utilisé l'échelle d'Abondance -Dominance de (**Braun-Blanquet, 1959 ; 1964**), dont l'emploi est actuellement généralisé (**Bellan-Santuini, 1961 ; Berner, 1931 ; Boudouresque, 1968 ; Moliner 1960 Moliner Et Picarde, 1952 ; Pignatti, 1962 ; Van Den Hoker, 1966 ; Vasseur 1964**).

a- Abondance-dominance

Braun-Blanquet (1952) a créé le coefficient qui associe les concepts d'abondance et de dominance. L'abondance exprime le nombre d'individu qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. La dominance représente le taux de recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, ce coefficient est estimé visuellement selon une échelle variant de 5 à + :

- Coefficient 5 : espèces couvrant plus de $\frac{3}{4}$ (75%) de la surface
- Coefficient 4: de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$. (50%-75%)
- Coefficient 3: $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ (50%-25%)
- Coefficient 2 : espèces abondantes mais couvrant moins de $\frac{1}{4}$ (5%-25%)
- Coefficient 1 : espèces bien représentées mais couvrant moins de 5%
- Coefficient+ : espèces présentes mais d'une manière négligeable.

b- Le pourcentage

La formule de calcul de pourcentage est la suivante : on prend la valeur partielle on la divise par la valeur totale puis on multiplie le résultat par 100, le résultat finale, exprimé en %, est la valeur de pourcentage.

$$\text{Pourcentage} = 100 \times (\text{Valeur partielle}) / (\text{Valeur totale})$$

c- Le recouvrement

Le recouvrement **Ri** est le premier des deux coefficients principale attribué à chaque espèce c'est le pourcentage approximatif de la surface du substrat couvert en projection par l'espèce **i**. Le recouvrement total des relevés sur le nombre total de relevé

$$\sum_{R=1}^n Ri / Nr$$

Où **n** est le nombre d'espèces du relevé, est très généralement supérieur à 100% (**Boudouresque, 1971**).

Nr : le nombre de relevé.

d- Recouvrement moyen global

A chaque échelon (classe) du Coefficient de Recouvrement **Ri** attribué aux **n** espèces **i** d'un relevé correspond une valeur moyenne conventionnelle (centre de classe) nommée Recouvrement moyen :

- Absence = 0
- + = 0,1 %
- 1 = 2,5 %
- 2 = 15,0 %
- 3 = 37,5 %
- 4 = 62,5 %
- 5 = 87,5 %

Le RMG (Recouvrement moyen global) de l'espèce **i** dans un ensemble de **N** relevés est donc la moyenne de ses Recouvrements moyens successifs.

$$\text{RMG} = \sum_{p=1}^n Ri / N$$

La somme des RMG d'un sous-ensemble E des n espèces identifiées (groupe écologique, ou systématique, etc.) est la somme des RMG des espèces constitutives.

e- La fréquence (F)

Dans un relevé divisé en quadrats, la Fréquence F_i de l'espèce i est, exprimée en pourcentage ; le rapport du nombre de quadrats où elle est présente sur le nombre total des quadrats. La forme de l'histogramme des fréquences sert souvent de test d'homogénéité de l'individu de biocénose

$$F (\%) = n_i / N \times 100$$

A cet effet, Duriertz (1920), propose cinq classes :

$0 < F < 20\%$: Classe I : Espèce très rare ;

$20\% < F < 40\%$: Classe II : Espèce rare ;

$40\% < F < 60\%$: Classe III : Espèce fréquente ;

$60\% < F < 80\%$: Classe IV : Espèce abondante ;

$80\% < F < 100\%$: Classe V : Espèce très constante.

1.3 période d'échantillonnage

Deux facteurs majeurs ont été pris en considération pour choisir la période d'échantillonnage :

- ✓ La saison : on a choisi la période chaude où les conditions climatiques sont favorables pour la plupart des espèces floristiques. Pour cela, la période s'étalant du mois de Mai au mois d'Août de l'année 2016 est désignée pour cette opération.
- ✓ L'augmentation de la pression anthropique (degré de fréquentation humaine, débit des rejets des effluents urbains...) qui représente un facteur déterminant pour la prolifération ou la disparition de certaines espèces et par conséquent pour la qualité des eaux de baignade.

1.4 Modalités de prélèvement

La méthode d'échantillonnage adoptée est l'échantillonnage aléatoire simple, sachant qu'en milieu marin, la miniaturisation de nombreuses espèces et les difficultés de la systématique algale,

nous incite à faire une récolte intégrale du peuplement étudié, pour son examen au laboratoire, en vue d'une identification correcte.

Pour cela, Les prélèvements sont pratiqués sur des surfaces en milieu marin, chaque surface élémentaire constitue un relevé en utilisant un quadra en PVC d'une surface de 50x50 cm² correspond à l'aire minimale adoptée pour l'étude des peuplements d'algues (**gounot, 1969**; **Long, 1957** ; **perquer 1954**). Aussi, le grattage complet de la surface échantillonnée est indispensable pour poursuivre son étude au laboratoire (**bellan-santuini, 1964** ; **true,1965**).

Pour établir une liste floristique exhaustive des sites étudiés, nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire de cinq relevés par site.

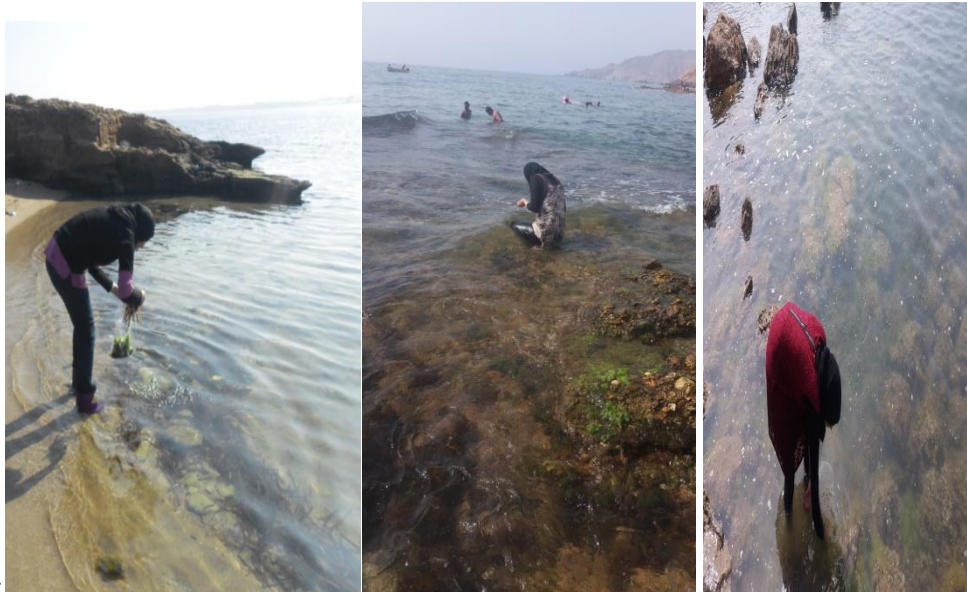
Le cadre a été fixé sur la surface et les prélèvements ont été effectués entre le méso littoral supérieur et l'infralittoral supérieur à des profondeurs qui varient entre 1m et 3m (voir figure n° 13).

La profondeur a été mesurée par rapport au zéro biologique qui est la limite entre les étages médiolittoral et infralittoral tels qu'ils sont définis par **Perez et picard, (1964)**.

Les niveaux profonds ont été prospectés par les plongés libres par temps calme et ensoleillé. Figure n°12



Figure 12 : Quadra utilisé pour l'échantillonnage (**Mansouri, 2016**).



Station 1 : Marsa el Hadjaj Station 2 : Ain Defla Station 3 : Ain Franin

Figure 13 : sites d'échantillonnages (Mansouri, 2016)

1.5 Tri et conservation du matériel récolté

Le matériel récolté pour chaque prélèvement est trié sur place, le tri consiste à séparer les thalles des différentes espèces puis sont conservés séparément dans de l'eau de mer formolée à 7%, selon (Ramdhani et., al 2015) dans des sachets gardés au frais dans une glacière, pour les transporter au laboratoire.

Arrivé au laboratoire, les espèces sont séparées et nettoyées puis asséchées ; le séchage doit commencer le plus vite possible après la récolte, pour avoir des échantillons de qualité.

Il se fait en posant délicatement chaque espèce entre des feuilles de papier blanche (voir figure 15). Il est souvent constaté que les plantes perdent leur couleur après séchage.

Un numéro d'identification qui sert du code devra apparaître à l'extérieur de chaque chemise du papier, ainsi que les données sur la couleur de l'espèce et son habitat devront être consignés dans un bloc note du terrain.

Pour plus de sécurité, il est conseillé de changer régulièrement le papier blanc pour éviter les moisissures (voir figure n°14).

1.6 identification des espèces

Sur une fiche, nous avons indiqué le code de la macroalgue, la date et le lieu de récolte. Pour l'identification et la nomenclature des espèces, on a fait appel à de nombreuses clés de

détermination, notamment, la base de données d'Algae-Base, les fiches FAO d'identification des espèces, ainsi que d'autres documents scientifiques plus récents de (**Boudouresque, 2005 ; Pergent *et al.*, 2007**). La confirmation De toutes les espèces a été faite par Pr **Ramdhani Mohamed** (Université de Rabat Maroc) et Pr **El Khiyati Nedjet** (Université de Casablanca Maroc) spécialistes dans le domaine

On s'est basé aussi sur les caractères macroscopiques tels que la couleur, la forme, la taille et aussi l'emplacement pour nous faciliter la tâche.

Après leur détermination et leur identification, les plantes sont fixées par la colle sur du papier rigide à herbarium mesurant 30 sur 42cm, afin d'obtenir des résultats satisfaisants, puis une étiquette est collée au coin inférieur de chaque feuille, dans laquelle nous mentionnons le nom de l'espèce, le lieu de collecte et son habitat, ensuite placées dans des pochettes en plastique et gardées dans un endroit aéré à l'abri de l'humidité et de la lumière.



Figure 14 : séparations et assèchement des espèces récoltées (**Mansouri, 2016**).

Chapitre V

Résultats et discussions

2 Résultats et discussion :

Dans cette partie, nous allons commencer d'abord, par présenter la liste des espèces présentes au niveau des trois sites d'étude, à raison de cinq prélèvements par site, avec une description globale de chacune d'elle.

L'échantillonnage a fait ressortir 22 espèces des macroalgues, qui sont réparties en 08 chlorophytes, 05 Phéophytes, et 9 Rhodophytes Ainsi, nous indiquons pour chaque espèce une description de ses caractéristiques.

2.1 Description et écologie des macroalgues collectées dans les trois stations :

2.1.1 Le groupe des Phéophytes

1- *Colpomenia sinuosa* : figure 15.



Figure 15 : *Colpomenia sinuosa* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *ochrophyta*

Classe : *scytosiphonales*

Ordre : *scystosinaceae*

Famille : *dasycladiceae*

Genre : *colpomenia*

Espèce : *colpomeniasinuosa*

Description : c'est une algue brune de masse informe, constituée de coussinets irréguliers à l'aspect "dégonflés", mais de consistance assez dure.

Ayant besoin d'un bon éclairage (espèce photophile), elle est de couleur brun-vert, parfois jaunâtre, sans dépasser 10 cm d'envergure.

Ecologie et Habitat : elle vit dans les 10 premiers mètres, en bordure côtière, solidement fixée à la roche par des filaments et sur d'autre algue elle tolère les eaux chargées en matière organique, peu oxygénées et riches en composés sulfurés et azotés.

Localisation : c'est une espèce à très large distribution qui englobe toutes les mers du monde, tropicale à tempérée.

Reproduction : Cycle complexe avec alternance entre reproduction sexuée filamenteuse microscopique et asexuée avec sporanges, visibles sur le thalle. On parle de cycle digénétique.

2-Cystoseira stricta : figure 16.



a. *Cystoseira stricta* (jeune thalle)

b. *Cystoseira stricta* (Thalle âgée)

Figure 16 : *Cystoseira stricta* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Ochrophytes (Hétérochontés)*

Classe : *Phéophycées* ou *Fucophycées*

Ordre : *Fucales*

Famille : *Cystoseiracées*

Genre : *Cystoseira*

Espèce : *Cystoseira stricta*

Description : c'est une algue brune dont le thalle très ramifié brun à brun vert, à un port de bruyère ; plusieurs rameaux rigides, épineux sont fixés sur un disque basal. Les jeunes rameaux prennent une teinte vert bleu intense quand ils sont immergés ; ils sont iridescents.

La taille : la taille de cette algue peut atteindre 40 cm de long.

Reproduction : Au cours des cycles de développement, le passage de l'œuf à l'œuf ne met en jeu qu'une seule génération (le cycle est monogénétique diploïde).elles ne se reproduisent que de façon sexuée, par des œufs relativement lourds qui ne sont disséminés que sur quelques mètres (ou dizaines de mètres) : la recolonisation ne peut donc se faire que de proche en proche, à partir d'une population survivante (**Soltan *et al.*, 2001**).

En Algérie, l'espèce a été signalée le long du littoral rocheux algérois (**Chalabi *et al.*, 2002** ; **Seridiet *al.*, 2007**) et oranais (**Hashem, 2010** ; **Hashem *et al.*, 2010** ; **Belmokhtar, 2012**), ainsi qu'au niveau de la région d'El Kala à l'extrême Est (**Grimes, 2005**).

Écologie et habitat : elle occupe les rochers éclairés (espèce photophile) et battus de l'étage infralittoral en Méditerranée occidentale. Sa consistance dure et coriace lui permet de résister à l'arrachement et aux chocs des vagues.

Elle est d'ailleurs considérée comme un indicateur biologique très précis d'eaux pures et utilisée à ce titre (**Bellan et Santini, 1966**) (**Web master 7**).

3-*Dictyota dichotoma* : figure 17.



Figure 17 : *Dictyota dichotoma* (**Mansouri,2016**).

Classification scientifique

Embranchement : *ochrophyta*

Classe : *fucophyceae*

Ordre : *cutleriiales*

Famille : *cutleriaceae*

Genre : *dictyota*

Espèce : *dictyota dichotoma*

Description : c'est une algue brune photophile ; en début de saison (printemps), les thalles présentent un joli vert parfois irisé de bleu et au fil de la croissance, l'algue devient brun jaune. En hiver, les thalles disparaissent.

Taille : elle est de 2 à 25cm de long, avec une largeur de 4 à 8 mm.

Habitat et écologie : des fonds rocheux et substrat de roche de la surface à 30 m de profondeur, exceptionnellement jusqu'à 80 mètres, fréquente sur rochers bien éclairés peu battus de l'étage infralittoral. Cette algue peut être épiphyte (fixée sur d'autres algues).

Reproduction : Elle se fait suivant un cycle digénétique isomorphe : (deux générations de même aspect), une première génération sexuée qui engendre des thalles asexués qui se reproduisent par sporulation pour reproduire des algues à thalles mâles et femelles (première génération).

Utilisation : elle est considérée comme plante médicale dans différents pays, pour traiter les maladies pulmonaires grâce à ces actions antibiotiques démontrées ; elle est aussi considérée comme une source de phycocolloïdes, et elle est utilisée en agriculture.

4- *Padina pavonica* : figure 18.



Figure 18 : *Padina pavonica* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Chromophytes*

Classe : *Phéophycées*

Ordre : *Dictyotales*

La Famille : *Dictyotaceae*

Genre : *Padina*

Espèce : *Padina pavonica*

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

Taille et le poids : la taille et le poids de *Padina pavonica* varient d'une saison à l'autre. La croissance est minimale en hiver. Pendant cette période, les thalles se dégradent, sont

déchirés par les vagues et ne restent fixés au substrat que très peu de spécimens de petite taille (et de faible poids), difficiles à détacher du substrat. Dès le début du printemps, les *Padina* reprennent leur croissance qui atteint son maximum en plein été engendrant la biomasse la plus importante au cours de l'année Sa longueur est commune et d'environ 5 à 15 cm (**Radik et al., 2001**).

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

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

Récolte et utilisation : Les espèces sont récoltées à la main. Comme les autres Dictyotales (dont le métabolisme conduit à différents types de physodes dans les cellules), elles présentent une utilisation médicale potentielle et des possibilités alimentaires intéressantes (en se référant aux pratiques asiatiques) (**FAO, 1987**).

5. *Sargassum muticum*: figure 19.



Figure 19 : *Sargassum muticum* (Mansouri,20016).

Classification scientifique :

Embranchement : *ochrophyta*

Classe : *Phéophycées*

Ordre : *Fucale*

Famille : *Sargassacées*

Genre : *Sargassum*

Espèce : *sargassum muticum*

Les Sargassacées est un groupe taxonomique, décrit en 1843 par **Kutzing** et qui appartient à la classe des Phéophycées (**Critchley, 1983**), avec près de 1000 taxons décrits (**Guiry et Guiry, 2008**).

Description : l'espèce est mieux connue, sous le nom d'algues brunes. Les branches latérales se détachent à l'été ou à l'automne, laissant une base de la tige courte vivace pour hiverner (**Wallentinus, 1999 ; Wallentinus, 2010**).

La taille : la taille de cette algue change en fonction de son biotope ; ainsi, elle atteint une longueur de 1,5 à 2 m dans les eaux suédoises, 6 à 7 m dans les eaux françaises, et jusqu'à 8,5 m dans les eaux norvégiennes (**Meridjen, 2014**).

Ecologie et Habitat : Substrats rocheux et cuvettes de l'estran et de la bande médiolittorale.

Reproduction : Les organes mâles et femelles se développent dans des conceptacles différents, cependant, les réceptacles sont hermaphrodites (**Deysher et al., 1982**).

Sargasum Muticum est monoïque et auto-fertile. La reproduction a lieu au printemps, en été et au début de l'automne ; elle est en relation étroite avec la température de l'eau.

Utilisation : les *sargasses* en particulier, sont récoltées et utilisées dans de nombreux pays asiatiques pour leurs propriétés médicinales (**Masuda et al., 1993 ; Hong et al., 2007**), comme aliments (**Wondimu et al., 2007**), comme fertilisants (**Sivasankari et al., 2006**) ou pour leur teneur en alginates (industries textile et agroalimentaire) (**Saraswathi et al., 2003**). Elles peuvent être également source de composés à activité anti-inflammatoires (**Dar et al., 2007 ; Smit, 2004**), antivirales, stimulantes pour la genèse des vaisseaux sanguins, anticancéreuses, anticoagulantes, réductrices de la prolifération des cellules, ils renferment également des composés phénoliques (**Stiger et al., 2004 ; Plougerné et al., 2006**), ayant des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes.

2.1.2 Le groupe des chlorophytes

1. *Caulerpa racemosa*: figure 20.



Figure 20 : *Caulerpa racemosa* (**Mansouri, 2016**).

Classification scientifique :**Embranchement :** *Chlorophytes***Classe :** *Ulvophycées***Ordre :** *bryopsidales***Famille :** *caulerpaceae***Genre :** *Caulerpa***Espèce :** *Caulerpa Racemosa*

Description : *Caulerpa racemosa cylindracea* est une Chlorobionte (« algue verte ») marine de couleur verte. Reconnaisable par ses axes rampants (stolons), avec des rhizoïdes et des frondes dressés portant des ramules en forme de vésicules, sa taille peut atteindre entre 1 et 11 cm. Elle a une reproduction sexuée et végétative.

Ecologie et Habitat : *Caulerpa racemosa* colonise les habitats benthiques entre 0 et 40 m de profondeur (max. 70 m), à l'exception des herbiers denses de *Posidonia oceanica* et des substrats meubles instables.

Les écosystèmes pristines (exemple : Parc National de Port-Cros) sont colonisés par cette espèce invasive au même titre que les écosystèmes plus ou moins dégradés, avec un maximum de biomasse entre le mois de septembre et octobre

La taille : Les frondes sont distantes de quelques centimètres et peuvent mesurer jusqu'à 30 cm.

Sa présence permet, la formation de mattes denses, la modification des communautés benthiques et des paramètres physico-chimiques.

Reproduction : Sexuée et végétative.

Distribution : Très répondeu en Méditerranée.

2-Caulerpa prolifera : figure n°21.



Figure 21 : *Caulerpa prolifera* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :**Embranchement :** *chlorophyta***Classe :** *chlorophyceae***Ordre :** *bryopsidales***Famille :** *caulerpaceae***Genre :** *caulerpa***Espèce :** *Caulerpa prolifera*

Description : Cette algue de couleur verte, présente un stolon peu ramifié qui peut mesurer jusqu'à 1 m de long et peut être emportée soit, vers le bas des rhizoïdes séparés d'1 à 2 cm qui se fixent au substrat, soit vers le haut, séparées d'1 à 5 cm, des frondes lancéolées membraneuses dressées sur un court pédoncule (0,5 à 1,5 cm), à stipe net et à bord toujours entier, jusqu'à 15 cm de haut (bord arrondi) et 1,3 cm de large. C'est une algue pérenne (qui vit plusieurs années) avec un développement saisonnier : les frondes disparaissent, blanchissent mais une partie du stolon subsiste pendant la saison froide et l'algue croît de nouveau au printemps.

Elle s'alimente par la Photosynthèse et assimilation des minéraux par les frondes.

Reproduction : Asexuée au printemps (dispersion végétative par croissance ou par fragmentation des stolons). Sexuée, notamment en cas de stress, par holocarpie qui correspond à la transformation intégrale des frondes en gamètes avant la dégénérescence de l'algue entière. Au printemps suivant, il y a la régénération d'un nouveau stolon.

Utilisation : Cette algue est également utilisée en aquariophilie mais elle n'est pas du tout consommée à cause de sa toxicité (toxicité due à la caulerpine), contrairement à d'autres espèces (*Caulerpa racemosa* et *Caulerpa lentillifera*) qui sont dépourvues de cette toxine et sont largement consommées en Asie.

3-Cladophoropsis membranacea : figure 22.

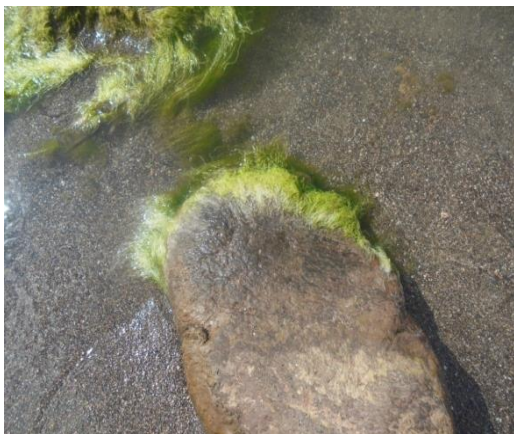


Figure 22 : *Cladophoropsis membranacea*

Classification scientifique:**Embranchement :** *Chlorophyta***Classe :** *Ulvophyceae***Ordre :** *Siphonocladales***Famille :** *Boodleaceae***Genre :** *Cladophoropsis***Espèce :** *Cladophoropsis membranacea***Description :** *Cladophoropsis* est une algues vertes**4-*Codium decorticatum* :** figure 23.**Figure 23 :** *Codium decorticatum* (Mansouri, 2016).**Classification scientifique :****Embranchement :** *Chlorophyta***Classe :** *Ulvophyceae***Ordre :** *Bryopsidales***Famille :** *Codiaceae***Genre :** *Codium***Espèce:** *Codium Decorticatum*

Description : espèce de L 'étage infralittoral, surtout dans les biotopes sciaphiles. Après son introduction en Méditerranée (1940) et une phase d'extension, l'espèce n'est restée envahissante que de façon épisodique sur certaines zones rocheuses.

Taille : de 10 à 20 cm

Reproduction : un cycle de reproduction monogenetiquediploide, avec des plantes diploides males et des plantes diploides femelles qui forment des gametes par meiose, et dont

la fusion (dans l'eau de mer) forme un zygote qui engendre un autre thalle, mâle ou femelle. Ceci est rare chez les algues.

5- *Codium fragile*: figure 24.



Figure 24 : *Codium fragile* (Hariot, 1889).

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophyceae*

Ordre : *Bryopsidales*

Famille : *Codiaceae*

Genre : *Codium*

Espèce : *Codium fragile*

Description :

- Algue ramifiée, vert foncé, en forme de buisson
- Thalles (branches) cylindriques d'environ 3 à 10 mm de diamètre et 15 à 20 cm de hauteur, ayant un aspect duveteux et la consistance d'une éponge
- Fixée au substrat par des crampons discoïdes formés de nombreux filaments
- Ramification dichotomique (chaque rameau se divise en deux parties, égales et opposées, formant un Y)
- Croissance rapide, pouvant atteindre 90 cm et peser plus de 3 kg

Habitat :

- Dans la moitié inférieure de la zone intertidale jusqu'à environ 20 m
- Attachée aux rochers ou à d'autres substrats durs (récifs, installations maricoles et portuaires ; piliers de quai ; dans les marinas ; sur les algues ou sur certains organismes)

-
- En eaux saumâtres estuariennes ou en eaux salées
 - Bonne tolérance aux variations de température (jusqu'à -2 °C en hiver) et de salinité (17,5 à 40)
 - En milieu protégé ou semi-exposé à l'action des vagues

Distribution : Originare du Japon ; Présente aujourd'hui du Golfe du Saint-Laurent à la Caroline du Nord. Cette algue a envahi les eaux du sud de la Nouvelle-Écosse vers la fin des années 1980. Depuis, elle aurait parcouru plus de 1200 km, dans les zones infralittorales le long des côtes de la Nouvelle-Écosse, de l'Île-du-Prince-Édouard et du Nouveau Brunswick. Elle aurait été identifiée pour la première fois dans les eaux du Saint-Laurent en 1996, à Caribou (N.-É.). Elle a également été retrouvée aux Îles-de-la-Madeleine en 2003 (**Doris, 2008**).

6- *Enteromorpha compressa* : figure 25.



Figure 25 : *Enteromorpha compressa* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophyceae*

Ordre : *Ulvales*

Famille : *Ulvaceae*

Genre : *Ulva = Enteromorpha*

Espèce : *Enteromorpha compressa*

Description : *Ulva compressa* = *Enteromorpha compressa* « comprimé » est une algue verte qui est formée d'un bouquet de longs tubes fins, aplatis, d'un beau vert émeraude.

Le thalle est généralement ramifié avec des formes extrêmement variables.

Elle se reproduit de janvier à octobre, elle lâche ses éléments reproducteurs au retour de la mer jusqu'à la marée basse.

Ulva compressa est répandue un peu partout dans le monde, en abondance au printemps et au début de l'été dans les endroits plutôt abrités, riches en éléments nutritifs.

Ces bouquets sont solidement ancrés sur les rochers, résistants aux vagues.

Elle pousse en colonies serrées sur les rochers, dans les cuvettes d'eau, dans les zones de basses mers des mortes-eaux à proximité des *Fucus spiralis*, les toutes premières algues sur l'estran.

C'est une espèce qui supporte bien la dessalaison de l'eau comme dans les estuaires.

Attention, il n'y a que l'algue attachée à son support qui est comestible.

Répartitions et habitat: *Ulvacompressa* pousse sur substrat ferme et peut même se développer sur un objet flottant. Bien que marine, elle peut se développer en milieu saumâtre, comme par exemple dans les estuaires (Lohmann, 1995) Cosmopolite, elle vit aussi bien dans l'étage médiolittoral que dans l'étage infralittoral, en milieu battu comme abrité (Cabioc'h et al., 1992).

Utilisation: C'est au Japon que cette algue est la plus utilisée. *Ulva compressa* peut-être consommée crue, ciselée, elle accompagnera les salades, les crudités, les sauces, les potages, les vinaigrettes, les courts-bouillons ainsi que les papillotes, les bols de riz, les tourtes et les tartares. *Ulva compressa* apporte des protéines et des minéraux, de la vitamine A, 2 fois plus de vitamines que les tomates, des vitamines B2, C, B12, de l'acide folique très abondant, 30 fois plus de fer que les épinards, 6 fois plus de calcium que le lait, du manganèse, du magnésium et du phosphore. Sa saveur marine, fraîche, corsée rappelle le goût de l'oseille, sa couleur vive réveillée les plats.

7- *Enteromorpha intestinalis* : figure 26.



Figure 26 : *Enteromorpha intestinalis*(Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : Chlorophyta

Classe : *Ulvophyceae*

Ordre : *Ulvales*

Famille : *Ulvaceae*

Genre : *Enteromorpha*

Espèce : *Enteromorpha intestinalis*

Description : *Ulvaintestinalis* = *Enteromorpha intestinalis* « en forme d'intestin » est une algue verte dont thalle est un tube qui ressemble à un gros intestin.

La taille : sa taille est très variable, aussi bien en largeur qu'en longueur et pouvant atteindre 40cm.

Habitat : Les entéromorphes supportent assez bien une faible salinité ; elles sont communes dans les baies saumâtres.

Ecologie : Etage médiolittoral supérieur Mode battu et abrité.

Utilisation : *Enteromorpha intestinalis* est très utilisé au Japon.

8- *Ulva lactuca*

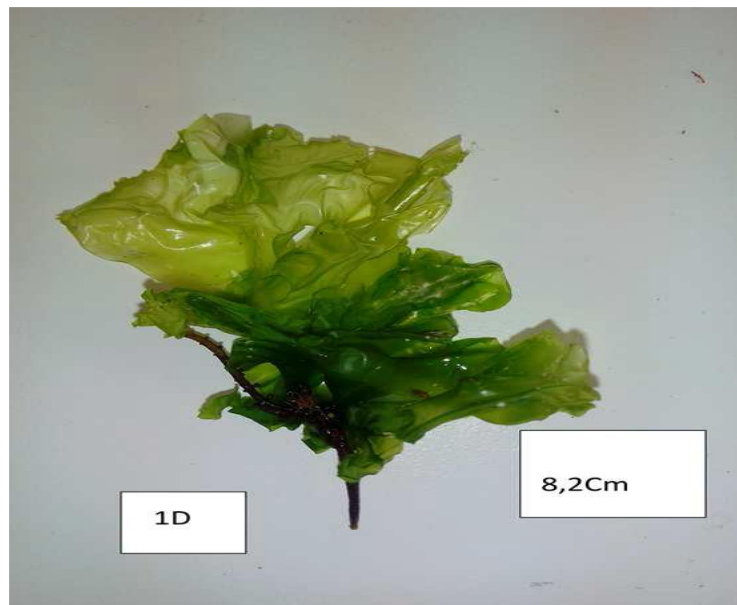


Figure 27 : *Ulva lactuca*(Mansouri,2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophycées*

Ordre : *ulvale*

Famille : *Ulvacées*

Genre : *Ulva*

Espèce : *Ulva lactuca*

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

Habitat : Elle est très commune le long des côtes et dans les flaques d'eau à marée basse. On a trouvé depuis le milieu de la zone intertidale jusque dans la zone infra tidale.

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

La taille : peut atteindre un mètre de long.

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

Écologie : Sans exigences très strictes on peut la trouver sur les rochers éclairés (photophile), à différents niveaux (médio et infralittoral supérieur) dans des eaux plus ou moins agitées : c'est une préférentielle de mode calme en Méditerranée et en Atlantique. Très tolérante vis à vis de la salinité (espèce euryhaline) : elle est capable d'osmorégulation (de réguler sa pression interne).

On la rencontre sur le linéaire côtier rocheux avec les Entéromorphes (appartenant aussi actuellement au genre *Ulva*) puis se détachent et mènent une vie en pleine eau où elles se multiplient par fragmentation profitant des arrivées d'eau douce plus ou moins polluée d'origine domestique ou des arrivées d'eaux de lessivage des sols plus ou moins riches en engrais. Les *Ulva* sont responsables de proliférations estivales importantes provoquant des "marées vertes" Souvent on la trouve dans les ports où elle prend une coloration verte sombre, une consistance cartilagineuse ; elle est très tolérante vis à vis de la pollution en milieu asphyxique : on la dit thionitrophile (elle affectionne les milieux riches en composés soufrés "thio", et azotés "nitro" issus des fermentations organiques).

Utilisation : Une équipe de chercheurs danois de l'Institut National de Recherche Environnementale (NERI-DMU) travaille sur un projet concernant la laitue de mer (*ulva lactuca*) : elle est considérée comme un nouveau matériau potentiel pour la production de bioénergie. Les algues aquatiques représentent un énorme potentiel inexploité pour la production énergétique.

2.1.3 Le groupe des Rhodophytes

1- *Asparagopsis armata* Harvey: figure 28.



Figure 28 : *Asparagopsis armata* Harvey (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Bonnemaisoniales*

Famille : *Bonnemaisoniaceae*

Genre : *Asparagopsis*

Espèce : *Asparagopsis Armata*

Caractères : touffes d'un beau rose, souvent accrochées à diverses algues. Les axes principaux, cylindriques, portent des touffes de rameaux insérées sur 4 rangs alternant régulièrement avec des ramules plus simples légèrement rétrécis aux extrémités. La base du thalle porte des stolons plus ou moins ramifiés. Cette espèce est caractérisée par ses rameaux en harpons.

Reproduction : cycle trigénétiq.

Taille : Commune 12 cm.

Habitat et écologie : Profondeur de 1 à 10 m Infralittoral supérieur.

Récolte et utilisation : Récoltée à la main. Possibilité d'utilisation médicale (peut-être en relation avec les iodures abondants dans cette espèce) ; une espèce voisine est utilisée dans l'alimentation humaine

Impacts économiques : Des essais pharmaceutiques ont mis en lumière les composés pharmaceutiques potentiels de *Asparagopsis armata* mettant en évidence une forte activité contre les bactéries pathogènes pour les poissons.

2- *Corallina elongata*: figure 29.



Figure 29 : *Corallina elongata* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Corallinales*

Famille : *Corallinaceae*

Genre : *Corallina*

Espèce : *Corallina Elongata*

Description : Algue brun rouge très petite, très commune sur les côtes et formant des populations denses toute l'année.

Habitat : De la surface au niveau circalittoral, Endroits à fort hydrodynamisme, Zone infralittorale supérieure, Fonds rocheux correspond à la côte rocheuse sous-marine.

Résistance : Très résistante aux perturbations chimiques, Très résistante aux perturbations mécaniques.

Reproduction : Gamétocystes : Conceptacles disposés à l'apex des branches,
Sporocystes : Tétrasporeocystes zonés ou bisporocystes,

Cycle de vie : Triphasique isomorphe

Utilisation : Pharmacologie / Médecine Utilisé comme vermifuge par le passé.

3- *Gelidium sp*: figure 30.



Figure 30 : *Gelidium sp* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhophytes*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gelidiales*

Famille : *Gelidiaceae*

Genre : *Gelidium*

Description

Thalle

- rouge sombre,
- dressé de type cladomien à ramifications plus ou moins opposées
- axes étroits,
- ramifications plus ou moins arquées.

Ecologie Etage infralittoral. Mode battu, sciaphile pour la plupart des *Gelidium*.

Utilisation : Source importante d'agar (polysaccharides).

4- *Gelidium crinale*: figure 31.



Figure 31 : *Gelidium crinale* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gelidiales*

Famille : *Gelidiaceae*

Genre : *Gelidium*

Espèce : *Gelidium crinale*

Description : Thalle formant des touffes rouge foncé à brunes. Les axes rampants cylindriques (stolonoïdes) sont fixés au substrat par de petits rhizoïdes. De ces axes rampants partent des axes dressés ramifiés présentant une certaine dichotomie, mais aussi des ramifications opposées qui donnent les petites croix à l'extrémité des rameaux. Les tétrasporocystes se développent sous formes de sores dans les ramules terminaux en forme de spatules. Cystocarpes situés à la base des ramules terminaux (Jolis, 1863).

La taille Thalle de 2-5 cm

Ecologie : Epilithe dans les cuvettes ensablées du médiolittoral moyen et inférieur. (Jolis,1863).

Reproduction : Cycle trigénétique dimorphe (Jolis,1863).

Utilisation : fabrication de l'agar agar Avec des médicaments

Statines : il a été montré chez l'humain que l'agar-agar diminue les taux sanguins de cholestérol, et peut donc accentuer les effets inhibiteurs des statines sur les niveaux de cholestérol.

Antinéoplasiques : l'agar-agar peut bloquer les propriétés des antinéoplasiques (médicaments anticancéreux). En effet, les études chez l'animal ont montré que l'agar-agar stimule le développement des tumeurs.

Divers : l'agar-agar peut favoriser les effets de médicaments ou suppléments indiqués dans le traitement de l'obésité. En effet, les études chez l'humain ont montré que l'agar-agar peut avoir des propriétés amaigrissantes.

Antioxydants et laxatifs : l'agar-agar peut avoir des effets additifs sur des composés ayant des propriétés antioxydantes ou laxatives.

Zinc : l'agar-agar pourrait augmenter l'effet du zinc en augmentant son absorption.

5- *Gracilaria verrucosa*: figure 32.



Figure 32 : *Gracilaria verrucosa* (Mansouri,2016).

Classification scientifique

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gracilariales*

Famille : *Gracilariaceae*

Genre : *Gracilaria et Gracilariopsis*

Espèce : *Gracilaria verrucosa*

Description : Cette algue rouge rhodophyte possède un thalle dressé et des ramifications jamais palmée : ceci distingue *Gracilaria verrucosa* des autres gracilaires.

La taille : Ainsi, le thalle atteint jusque 20 cm de haut, formant des touffes denses et dressées, brun rougeâtre à rose pourpre. Les rameaux sont cylindriques, de 1 à 3 mm de large, irrégulièrement ramifiés, aux extrémités effilées et pointues. La texture est molle en raison de la structure interne cellulaire. Les organes reproducteurs restent en surface ou dans la zone externe, du cortex.

En milieu naturel, l'espèce est abondante dans les eaux calmes et riches en nutriments tels que les estuaires et les baies. Elle y recouvre alors de larges surfaces. La maintenance de cette algue en aquarium est un défi compliqué.

Utilisation : Ces algues font l'objet d'une aquaculture importante notamment pour pouvoir produire de l'agar-agar, un gélifiant notamment utilisé dans les produits Hallal. L'alimentation humaine et dans des applications pharmaceutiques.

Le cycle de vie : de *Gracilaria verrucosase* compose des trois phases ; carposporophyte (2n), tétrasporophyte (2n) et gamétophyte (n). Après méiose, le tétrasporophyte (2n), libère des tétrasporopores (n) qui se fixent et se développent en gamétophytes (n) mâles ou femelles. Le zygote (2n), produit de la fécondation des gamètes, donne, par mitose via les carposporophytes (2n), un grand nombre de carpospores (2n) qui reformeront des tétrasporophytes (2n). L'importance d'une phase par rapport aux autres est en relation directe avec les conditions du milieu où vit l'espèce (**Perez et al., 1997**).

6- *Hypnea musciformis*: figure 33.



Figure 33 : *Hypnea musciformis* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :**Embranchement :** *Rhodophytes***Classe :** *Rhodophycées***Ordre :** *Gigartinales***Famille :** *Hypneacées***Genre :** *Hypnea***Espèce :** *Hypnea Musciformis*

Description : Algue rouge dont le thalle est formé de filaments cylindriques, effilés aux extrémités, pouvant atteindre 40 cm de longueur ; souvent décolorés, le thalle prend une coloration verdâtre et ses ramifications s'enroulent formant une crosse. Les cellules renferment des plastes pariétaux sans pyrénoides. La structure est uniaxiale. Elle forme des touffes verdâtre, souples, formant de petits bouquets fixés sur les rochers.

La taille : pouvant atteindre 40 cm de longueur.

La reproduction : Le cycle de développement est trigénétique; le tetrasporophyte et le gamétophyte sont identiques (isomorphes).

Écologie : Vit sur les rochers éclairés (espèce photophile) dans l'étage infralittoral supérieur et dans les cuvettes de haut niveau en mode battu. On peut la rencontrer en Méditerranée et en Atlantique.

Utilisation : On l'exploite dans certains pays pour l'alimentation humaine et l'extraction de carraghénane (galactanes sulfatés constitués de D-galactose) excellent agent épaississant, stabilisant et gélifiant utilisé dans les industries alimentaires, du textile, des cosmétiques, de l'imprimerie (encres) et en Médecine. Un essai de culture a été tenté en Corse (**manuel conzales, 2016**).

7- *Laurencia papillosa* : figure 34.



Figure 34 : *Laurencia papillosa* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Ceramiales*

Famille : *Rhodomelaceae*

Genre : *Laurencia*

Espèce : *Laurencia Papillosa*

Description : est une algue rouge ramifiée dans tous les sens plusieurs fois, à extrémités obtuses donnant à la plante un aspect corymbiforme. Contrairement à *L. obtusa*, les cellules de la couche externe ne renferment pas de “corps en cerise”.

Taille : de 5 à 10 cm. Cette espèce se distingue de *L. pinnatifida* par des axes cylindriques, de 1 à 1,5 mm de diamètre.

Ecologie : Vit sur substrats rocheux, en mode battu, dans l’horizon le plus superficiel de l’infra littoral ou à la base du médiolittoral ; surtout abondant dans les régions chaudes de la Méditerranée, Récoltée à la main.

Utilisation : utilisation potentielle médicale en liaison avec les propriétés antibactériennes signalées. Entre dans l'alimentation humaine à Hawaii et aux Philippines (FAO, 1987).

8- *Osmundea pinnatifida*: figure 35.



Figure 35 : *Osmundea pinnatifida* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Ceramiales*

Famille : *Rhodomelaceae*

Genre : *Osmundea*

Espèce : *Osmundea pinnatifida*

Morphologie : thalle constitué par des axes aplatis de 1 à 1,5 mm d'épaisseur et de 2 à 4 mm de largeur, régulièrement ramifiés dans un plan plusieurs fois, à extrémités obtuses. La cellule initiale, située au fond d'une dépression, est entourée de nombreux trichoblastes.

Structure : uniaxiale devenant rapidement complexe par recloisonnement des cellules de l'axe ; en coupe transversale, la zone médullaire apparaît parenchymateuse, avec des cellules à parois relativement épaisses, de taille identique du centre à la périphérie ; certaines cellules présentent un épaississement lenticulaire de leur paroi. La couche corticale externe est constituée de cellules isodiamétriques.

Croissance : apicale. **Cytologie** : type néoplastidié lorsque le thalle est vu à plat, les cellules de la couche externe ne renferment pas de “corps en cerise” comme chez *L. obtusa*.

Reproduction : cycle trigénétique avec gamétophyte et sporophyte isomorphes. Cystocarpes situés vers l’extrémité des rameaux, ouverts par un ostiole. Tétrasporecystes tétraédriques immergés dans le cortex des rameaux terminaux.

Taille : Commune de 5 à 10 cm.

Habitat et écologie : Vit sur substrats durs, en mode battu, à faible profondeur (0 à 1 m) ; se rencontre également dans les lagunes littorales.

Récolte et utilisation : Récoltée à la main ; est utilisée en Méditerranée comme appât par les pêcheurs. Utilisation potentielle médicale (en liaison avec l’existence d’activités antibactériennes). Est utilisée dans l’alimentation humaine à Hawaï et comme condiment ou chewing-gum en Grande-B

9-Peyssonnelia sp



Figure 36 : *Peyssonnelia sp* (Mansouri, 2016).

Classification scientifique

Embranchement : *rhodophyta*

Classe : *Rhodophyceae*

Ordre : *Gigartinales*

Famille : *Peyssonneliaceae*

Genre : *Peyssonnelia*

Description : Algue rouge dont le thalle forme des éventails rouge foncé, en lames arrondies, zonées, faiblement adhérentes au substrat, se chevauchant et faiblement imprégnées

de calcaire. Algue autotrophe. Espèce vivace (durée de vie de plusieurs années) qui persiste par son thalle encroûtant (chaméphyce).

La taille : elle est haute d'environ 5 cm, pour une épaisseur de 0,2 à 0,5 mm.

Reproduction : Le cycle de développement est trigénétique 3 générations se succèdent.

Écologie et habitat : Peuple les rochers peu éclairés (espèce sciaphile) en mode calme, de l'étage infralittoral et du circalittoral en Méditerranée et en Atlantique.

2-2. Analyse de la diversité benthique des macrophytes

Les résultats de l'étude de la diversité macrophyte benthique, pour les trois stations à raison de cinq relevés par station, sont représentés sur le tableau ci-contre n°1 :

Tableau 1 : Coefficient de recouvrement des espèces au niveau des trois stations d'échantillonnage.

Espèces	Marsa El Hadjaj					Ain Defla					Ain Franin				
	I	II	III	I	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Phéophytes	Algues brunes 5														
<i>Colpomeniasinuosa</i>	1	4	1	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cystoseirastricta</i>	-	-	-	-	-	2	1	4	-	2	1	2	-	1	-
<i>Dictyotadichotoma</i>	1	2	3	2	1	3	2	1	2	1	-	1	1	2	1
<i>Padinapavonica</i>	3	2	-	-	2	2	1	-	1	2	-	2	2	1	3
<i>Sargassummuticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Chloroohytes	Algues vertes 8														
<i>Caulerpa proliféra</i>	2	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulerparacemosa</i>	2	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1
<i>Cladophoropsis membrana cea</i>	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	4	1	-
<i>Codium decorticatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-
<i>Codium fragile</i>	-	-	-	-	-	2	1	1	2	2	-	2	-	1	-
<i>Enteromorpha compressa</i>	4	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	3	5
<i>Enteromorphaintestinalis</i>	4	1	1	-	2	2	1	1	1	2	1	-	-	-	2
<i>Ulva lactuca</i>	3	-	1	2	4	3	2	1	1	1	-	3	2	3	3
Rhodophytes	Algues rouges 9														
<i>AsparagopsisarmataHarvey</i>	1	2	-	-	3	-	2	-	2	-	-	2		1	3
<i>Corallina elongata</i>	3	-	3	1	-	3	3	-	2	2	-	-	3	-	1
<i>Gelidiumsp</i>	-	2	1	1	2	2	2	-	1	1	-	1	-	1	-
<i>Gelidium crinale</i>	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilariaverrucosa.</i>	2	2	3	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2	1	2
<i>Hypneamuciformis</i>	5	2	4	-	-	4	-	4	1	-	-	1	2	-	3
<i>Laurencia papillosa</i>	-	-	-	-	-	2	1	3	1	-	3	-	3	-	2
<i>Osmundeapinnatifida</i>	2	1	1	5	-	2	-	-	-	1	-	1	-	1	1
<i>Peyssonneliasp</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

I, II, III, IV, V : Relevés.

2-2-1 Station de Marsa El Hadjaj

A- Répartition des groupes benthiques macrophytes

Le (Tableau 1) montre qu'au niveau de cette station nous avons observé 16 espèces de Macrophytes benthiques dont 3 Phéophytes, 6 Chlorophycées et 7 Rhodophytes. Ces résultats sont illustrés dans la (figure 37).

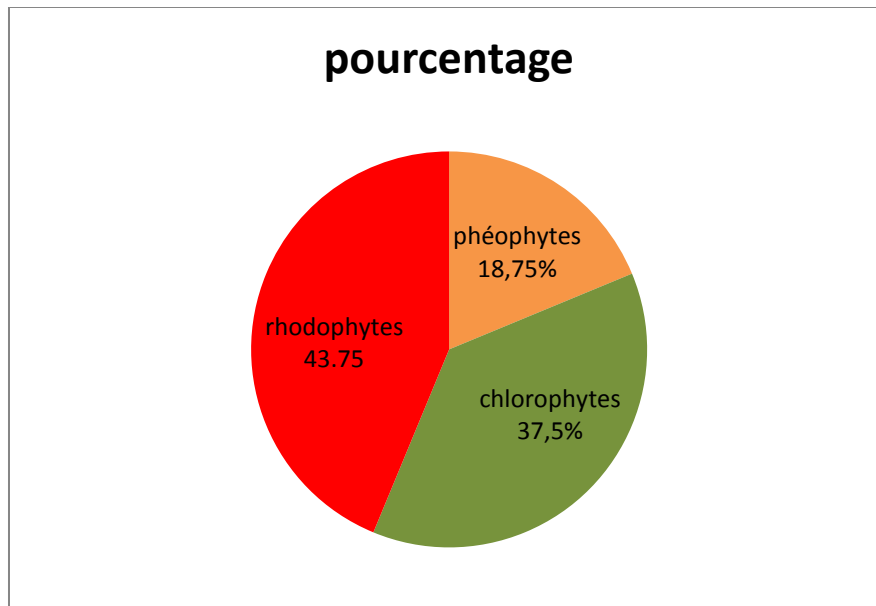


Figure 37 : Répartition des espèces selon les groupes benthiques macrophytes au niveau de la station de Marsa El Hadjaj

Ainsi, Les relevés montrent une dominance des Rhodophytes (algues rouges) avec un pourcentage de (43,75%), suivi par les Chlorophytes (algue verte) en seconde position, avec un pourcentage de (37,5%) et en fin, les Phéophytes (algue brunes) en troisième position avec un pourcentage de (18,75).

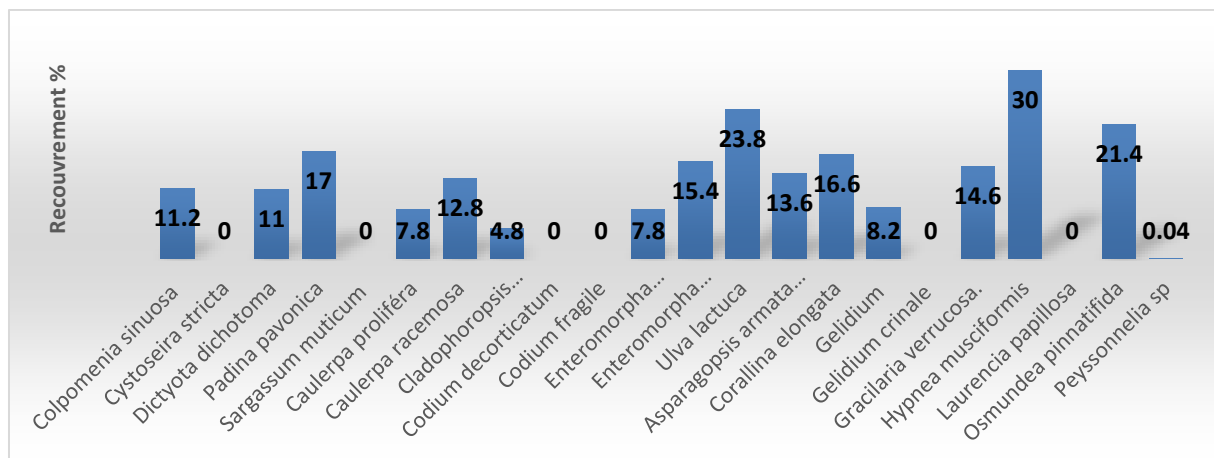
Nous rappelons que l'abondance d'une espèce est généralement mesurée par son nombre d'individu et qu'elle se mesure aussi par sa densité définie par le nombre d'individu par unité de surface.

Cependant, pour les 16 espèces recensées, celles affectées d'un coefficient 5 et 4 sont définies comme des espèces très abondantes, on enregistre : *Colpomenia sinuosa* (Phéophytes), *Enteromorpha compressa*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca* (Chlorophytes), *Hypnea musciformis*, *Osmundea pinnatifida* (Rhodophytes).

La plupart des espèces sont attribuées d'un indice de 2 et 1 où le recouvrement est de 25% à moins 5%, celles-ci sont des espèces bien représentées. Elles sont représentées par : *Dictyota dichotoma*, *Padina pavonica*, (Phéophytes), *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa racemosa*, *Cladophoropsis membranacea* (Chlorophytes), *Asparagopsis armata* Harvey, *Corallina elongata*, *Gelidium sp*, *Gracilaria verrucosa*, (Rhodophytes) Celle qui sont indiquées par le signe + sont des espèces présentes mais non chiffrées, il s'agit de *Peyssonnelia sp* une Rhodophyte. L'absence totale des espèces est marquée par le signe -, c'est le cas de *Cystoseira stricta*, *Sargassum muticum* (Phéophyte) ; *Codium decorticatum*, *Codium fragile*, (Chlorophytes), *Gelidium crinale*, *Laurencia papillosa*, (Rhodophytes). Divers travaux soulignent que les populations de Cystoseires sont extrêmement sensibles à la qualité de l'eau (Cormaci et Furnari, 1999 ; Thibaut *et al.*, 2005).

B- Estimation du taux de recouvrement pour chaque espèce

Le taux de recouvrement de chaque espèce au niveau de la zone d'étude de Marsa El Hadjej est mentionné dans la figure suivante :



Figures 38 : Recouvrement des espèces macrophytes de la station de Marsa El Hadjej.

Les valeurs du taux de recouvrement estimé par espèce (figure : 38) indiquent que cette diversité macroalgale est comprise entre un recouvrement par espèce maximale de 30% et 0,04%, marquée par la dominance de l'algue rouge *Hypnea musciformis* (30%) puis l'algue verte *Ulva lactuca* (23,8%), l'algue rouge *Osmundea pinnatifida* (21,4%) et ensuite *Padina pavonica* (algue brunes) (17%). Un seul recouvrement est minimum celui de l'algue rouge *Peyssonnelia sp* (0,04%).

Nous devons signaler que les travaux réalisés par **Bentaallah** en 2013 sur le même site d'étude, ont montré que l'espèce la plus dominante est l'algue verte *Caulerpa racemosa*, alors que dans notre étude cette espèce représente un taux de recouvrement de 12,8% seulement.

C- Le recouvrement moyen global

Le graphique de la figure 39 montre une abondance marquée des Rhodophytes (47,8%). Avec un taux de recouvrement moyen global élevé par rapport aux Chlorophytes (33,06%) et Phéophytes (19,14%).

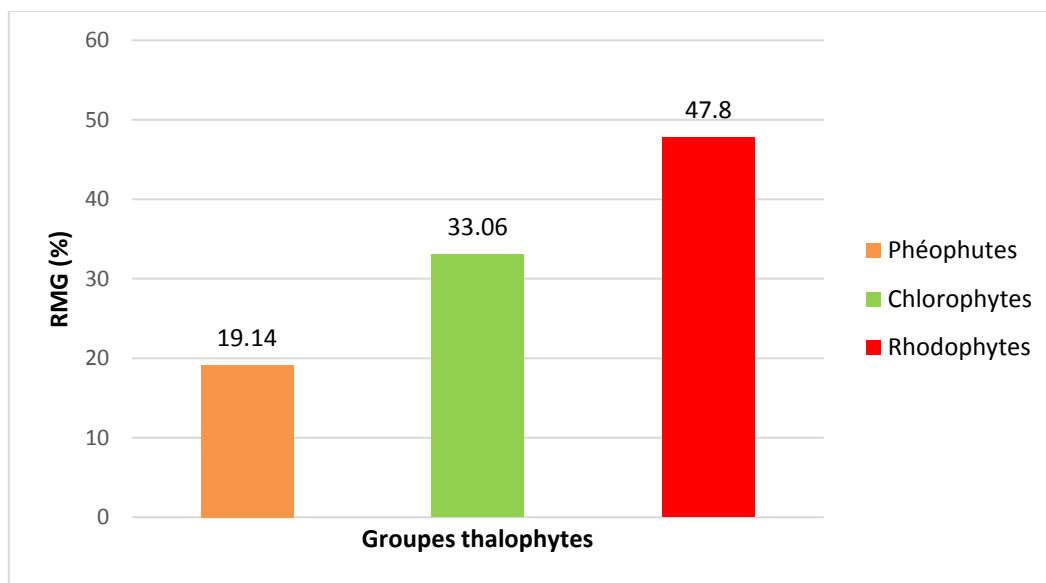


Figure 39 : Recouvrement moyen global des trois groupes d'algues au niveau de la station de Marsa El Hadjaj.

D- Fréquence

La détermination de ce paramètre indique la distribution fréquente ou pas de chaque espèce recensée au niveau de tous les relevés de la station (figure40) :

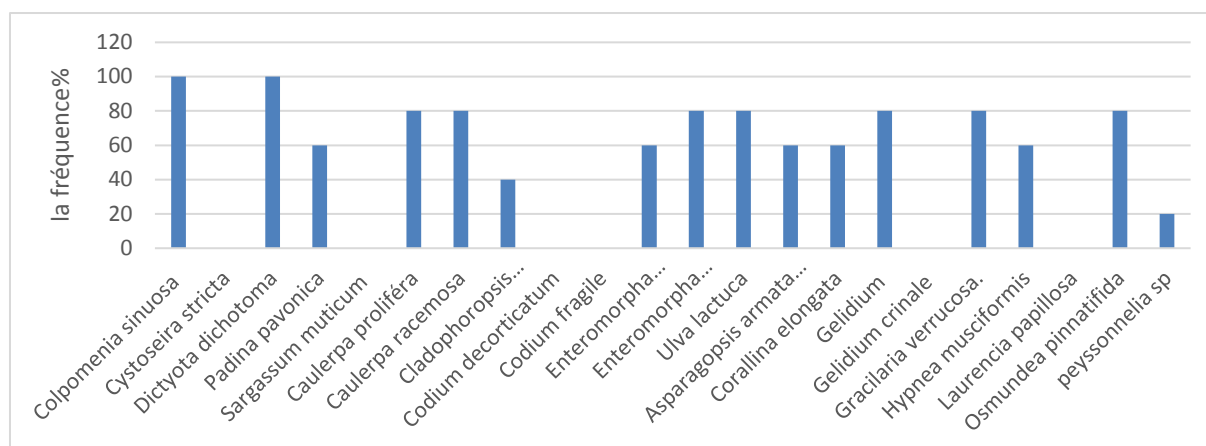


Figure 40 : La fréquence de chaque espèce au niveau de Marsa El Hadjaj.

Les espèces de macroalgues les plus fréquentes au niveau de la station de Marsa El Hadjaj (Figure 40) sont les algues brunes (Phéophytes), notamment, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyotadichotoma* avec une fréquence de 100% chacune ; elles sont de ce fait considérées comme des espèces très constates. Puis, les espèces abondantes telles que *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa racemosa*, *Enteromorpha Compressa*, *Enteromorpha intestinalis*, *ulva lactuca*, (Chlorophytes), *Gelidium sp*, *Gracilaria verrucosa* et *Osmundea pinnatifida* (Rhodophytes), avec une fréquence de 80% ; la présence de l'ulve est une algue verte indicatrice de la pollution organique qui peut provoquer des marées vertes sur les plage, ainsi que l'espèce *Caulerpa racemosa* qui est une algue invasive introduite en méditerranée et dont le développement menace l'équilibre écologique et naturel du milieu marin.

Dans cette station côtière on peut rencontrer aussi des espèces fréquentes tels que *Padina pavonica* (Phéophytes), *Asparagopsis armata harvey*, *Corallina elongata* (Rhodophytes) cette dernière est une espèce indicatrice de milieu perturbé (**Gramulin-Brida et al., 1967**) et *Hypenea musciformis* (Rhodophytes) avec une fréquence de 60% puis d'autre algues avec une faible fréquence, (40%) *Cladophoropsis membranacea* (chlorophytes) et en fin *Peyssonnelia sp* (rhodophytes) 20% considérée comme une espèce très rare.

Cependant les résultats des paramètres analytiques, révèlent la présence des espèces indicatrices de la pollution telles que les ulvales et une eutrophisation déployée due à une prolifération remarquable des Chlorophycées, ainsi que l'absence totale d'algue indicatrice de bon état du milieu notamment, les cystoseirales on peut considérer la station de Marsa El Hadjaj comme étant une zone perturbée qui souffre d'un déséquilibre écologique sérieux.

2-2-2 Station d'Ain Defla

A- Répartition des groupes benthiques macrophytes :

Au niveau de cette station côtière nous avons observé 13 espèces de macroalgue répartie en trois groupes 3 Phéophytes, 3 Chlorophytes et 7 Rhodophytes, avec toujours une dominance des Rhodophytes par rapport aux deux autres groupes. Ces résultats sont illustrés dans la figure 41,

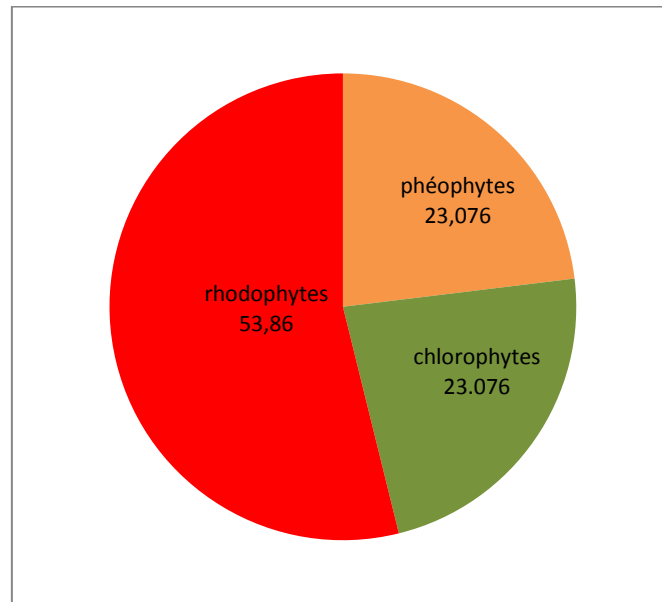


Figure 41 : pourcentage des trois groupes d'algues au niveau de la station d'Ain defla.

Le pourcentage indique une dominance des algues rouge (53,86%) représentant plus que le double par rapport au deux autres groupes et une distribution homogène des algues brunes (23,076%) et des algues vertes (23,076%).

Cependant, pour les 13 espèces recensées, celles qui occupent la plus grande surface dans tous les relevés de la station, est une Phéophyte; *Cystoseira stricta*, et aussi une Rhodophyte, *Hypnea musciformis*, avec un coefficient 4 et sont de ce fait définies comme des espèces très abondantes avec un recouvrement plus que 50%.

On enregistre aussi deux espèces de groupe Rhodophytes avec un coefficient 3, il s'agit de *Coralinae longata* et *Laurencia papillosa*, ainsi qu'une Chlorophyte, *ulva lactuca* qui sont à cet effet considérées comme des espèces fréquentes

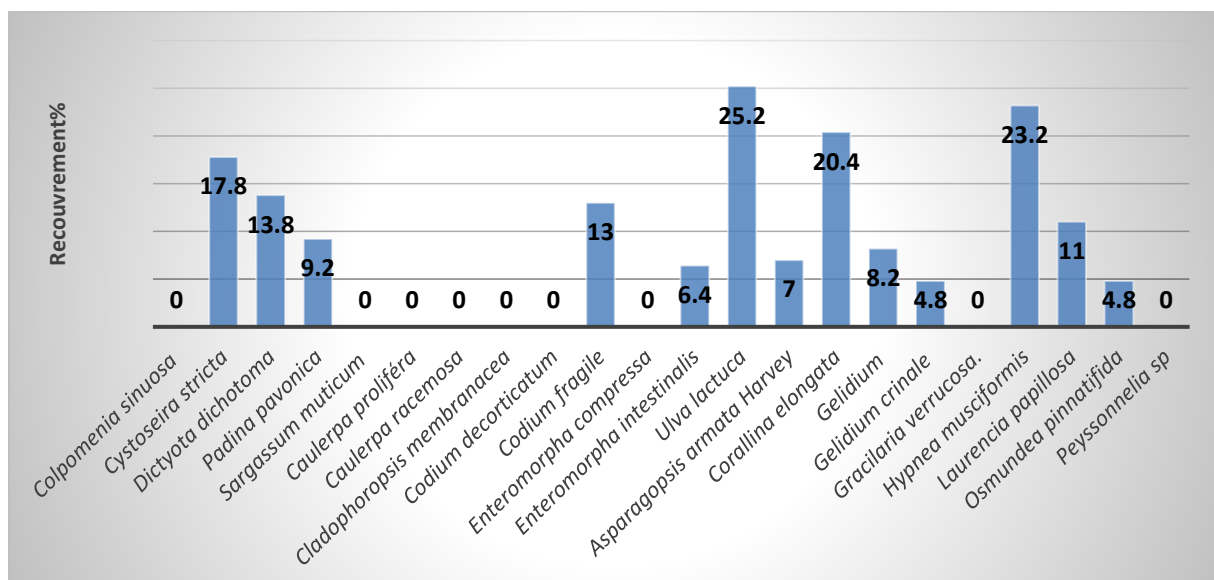
La plupart des espèces sont attribuées d'un indice de 2 et 1 où le recouvrement est de 25% maximum à 5%, celles-ci sont des espèces abondantes ou encore bien représentées. Elles sont représentées par, deux (Phéophytes) *Dictyota dichotoma*, *Padina pavonica*, une

(Chlorophytes), *Codium fragile*, et quatre Rhodophytes, *Asparagopsis armata* Harvey, *Corallina elongata*, *Gelidium sp*, et *Gracilaria verrucosa*.

Nous signalons l'absence totale des espèces marquées par le signe -, c'est le cas surtout des Chlorophycées, avec cinq espèces *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa racemosa*, *Cladophoropsis membranacea*, *Codium decorticatum*, *Enteromorpha compressa* ; nous avons aussi observé l'absence des deux Phéophytes *Decolpomenia sinnusa* et *Sargassum muticum*, et deux Rhodophytes *Gracilaria verrucosa*, *Peyssonnelia sp*.

B- Estimation du taux de recouvrement pour chaque espèce

Le taux de recouvrement de chaque espèce au niveau de la zone d'étude d'Ain Defla est illustré dans la figure suivante (Figure 42) :



Figures 42 : Recouvrement des espèces Macrophytes au niveau de la station d'Ain Defla.

La diversité algale Macrophyte au niveau de la station d'Ain Defla démontre clairement à partir de la détermination du taux de recouvrement de chaque espèce que les espèces majoritaires sont *Cytoseira stricta*, (Phéophycées), avec un pourcentage de 17,8%, *Corallina elongata* (Rhodophycées), à raison de 20%, *Hypnea musciformis* (Rhodophycées), à 23,2%.

En revanche, et contrairement à la station 1 dans laquelle *Caulerpa prolifera* à un taux de recouvrement de 7,8% et *Caulerpa racemosa* enregistre un pourcentage de 12,8%, au niveau de cette station elles sont totalement absentes donc un taux de recouvrement de 0%.

La particularité de cette station demeure dans l'abondance de l'espèce *Ulva lactuca* qui représente un signe d'eutrophisation et de perturbation du milieu comme pour les deux autres

espèces citées, avec un taux de recouvrement de 25%, similaire à la station 1 qui occupe un taux voisinant les 24%, alors que les travaux réalisés par (**Hashem,2010**) et par d'autres (**Belmokhtar,2012**) proclament les résultats similaires de cette espèce.

C- Recouvrement moyen global

Le recouvrement moyen global de chaque groupe Macrophyte benthique est calculé à partir du recouvrement moyen global de chaque espèce du même groupe. Les résultats sont illustrés sur la figure ci-contre (figure 43) :

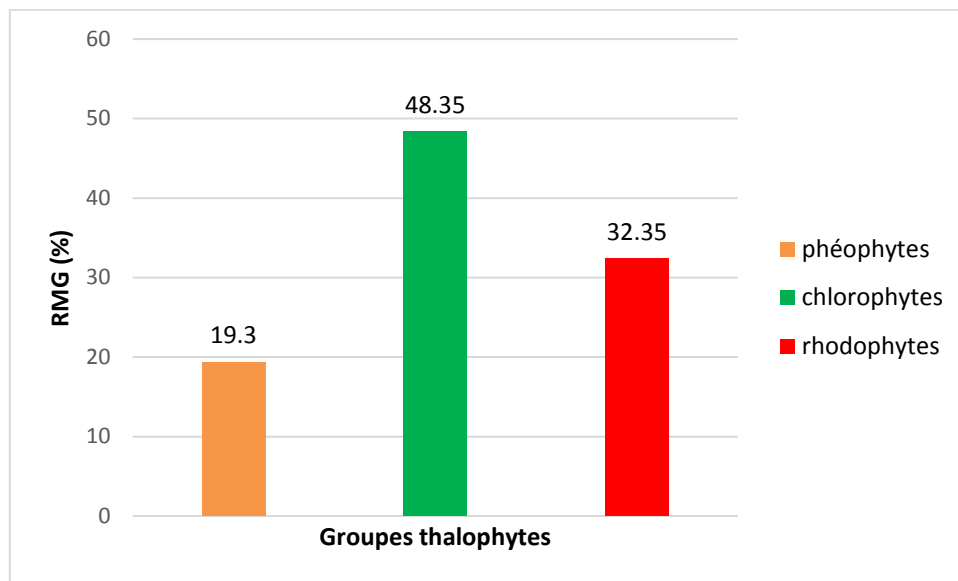


Figure 43 : Recouvrement moyen global des trois groupes d'algues au niveau de la station d'Ain Defla.

L'analyse du graphique de la figure n°43 montre que les valeurs de Recouvrement moyen global des trois groupes d'algues est plus important chez les Chlorophytes 48,35% par rapport au deux autres groupes Rhodophytes 32,35% et Phéophytes 19,3%.

D- La fréquence

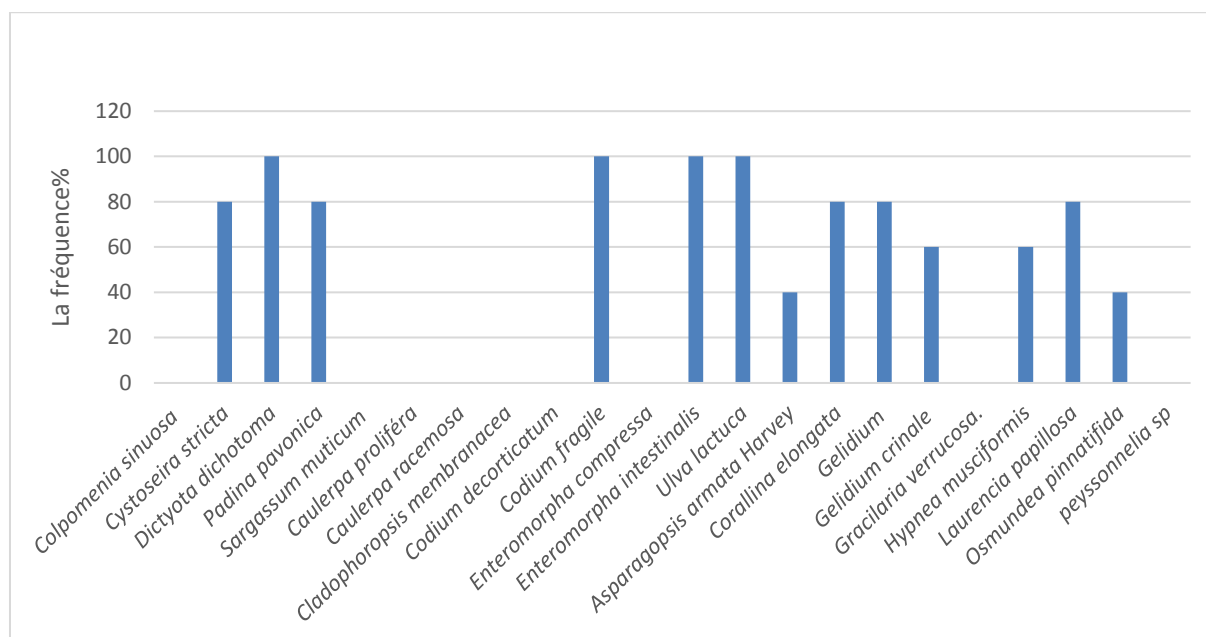


Figure 44 : Fréquence pour chaque espèce d'algue au niveau d'Ain Defla.

Dans cette zone côtière les résultats montrent la présence des espèces très constante d'algue verte (Figure 44) tel que *Ulva lactuca*, *Enteromorpha intestinalis* et *Codium fragile*.

La littérature fait mention d'une dominance des algues vertes dans les environnements fortement perturbés telles que *Ulvales* (Golubic, 1970 ; Bellan et Bellan-Santini, 1972 ; Rodriguez-Prieto et Polo, 1996), ou *Enteromorpha* (Ballesteros et al., 1984 ; Kadari, 1994). Leur présence est due principalement aux rejets côtiers des eaux usées.

On a noté l'absence de *Caulerpa racemosa* qui représente une algue envahissante des écosystèmes littoraux, nouvellement introduite en Méditerranée, et l'abondance en parallèle, de l'algue brune *Cystoseira stricta*.

Il a été noté que le pourcentage élevé de *Cystoseira stricta* enregistré dans des zones caractérisées par un hydrodynamisme élevé, un substrat non vertical et de bon éclairage souligne une bonne situation environnementale générale (Giaccone, 1986) (Belmokhtar, 2012.)

De ce fait, malgré l'existence de quelques espèces indicatrices de pollution, la présence d'une Phéophyte, *Cystoseira stricta* (17,80%), indicatrice d'un environnement sain et l'absence des Caulerpales, la station de Ain Defla est considérée relativement propre du fait de son éloignement des importantes sources de contaminants (Hashem, 2010 ; Hashem et al., 2010).

En revanche Les travaux réalisés par Hashem, (2010), sur le même site d'étude, et ceux réalisés par Belmokhtar (2012) révèlent la dominance des Phéophytes à comparer avec les

Rhodophytes et les Chlorophytes, illustrée par la présence des Cystosères (*Cystosera sticta* 25%), (*Cystoseira compressa*, 24,17%) qui sont énormément sensible à la pression anthropique, et sensibles à la moindre variation de l'environnement marin, elles représentent à cet effet les bioindicateurs du bon état du milieu.

2-2-3 Station d'Ain Franine

A- Répartition des groupes benthiques macrophytes

Le (Tableau 1) montre qu'au niveau de cette station nous avons observé 18 espèces de macrophytes benthiques dont 4 Phéophytes, 7 Chlorophycées et 7 Rhodophytes. Ces résultats sont illustrés dans la figure n°45.

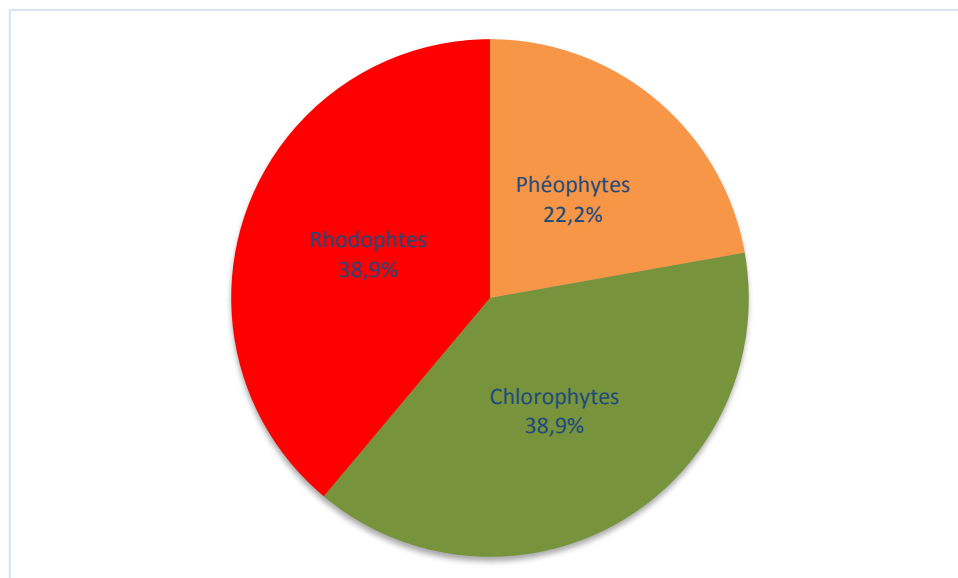


Figure 45 : le pourcentage des trois groupes d'algues au niveau de la station d'Ain Franine.

Ainsi, Les relevés montrent une dominance des Rhodophytes (algues rouges) et des Chlorohytes (algues vertes) avec le même pourcentage de (38,9%), suivi par les Phéophytes (alge brune), avec un pourcentage de (22,2%)

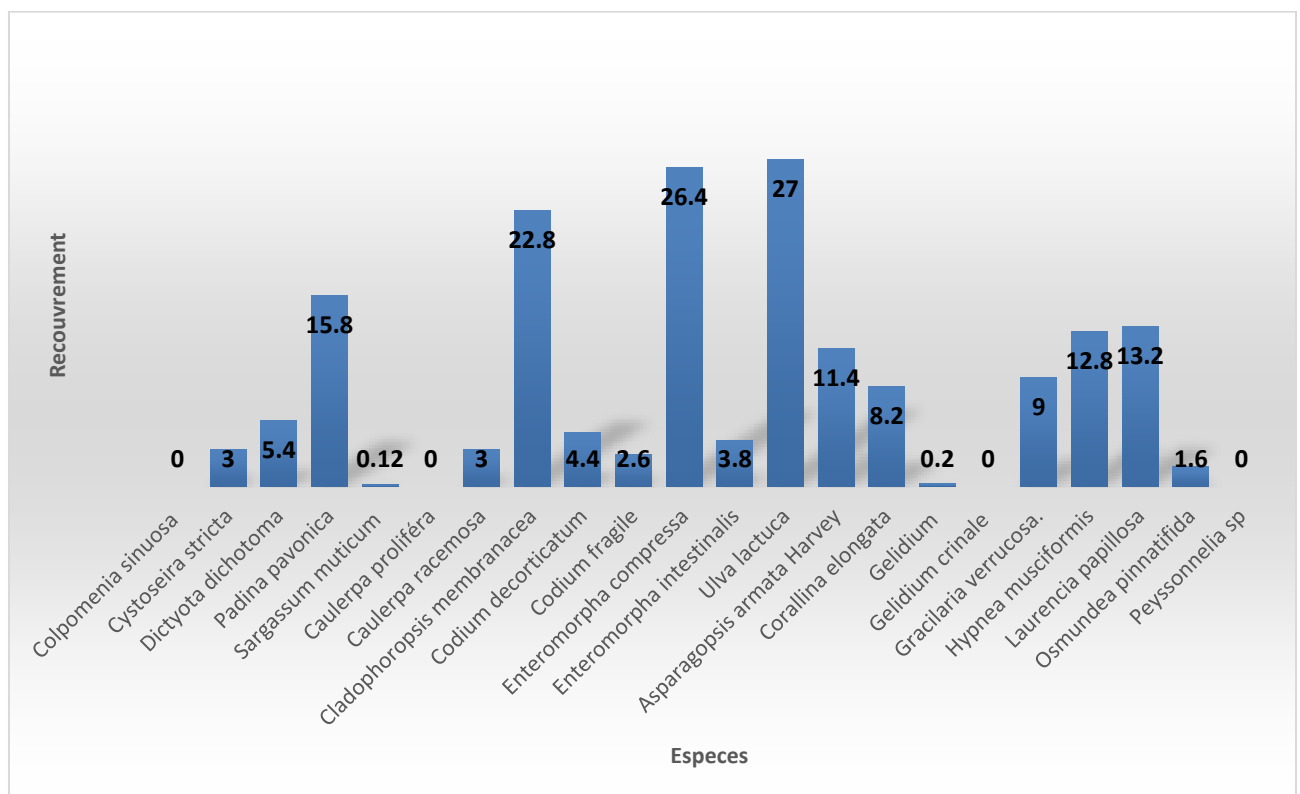
Cependant, pour les 18 espèces recensées, certaines sont considérées comme très dominantes en leur attribuant le coefficient 5 ou 4, on enregistre : *Cladophoropsis membranacea* et *Enteromorpha compressa* (Chlorophytes), et d'autre avec le coefficient 3 sont alors des espèces abondante on enregistre : *Padina pavonica*, (Phéophyte) et *Ulva lactuca*, (Chlorophytes), *Asparagopsis armata Harvey*, *Corallina elongata*, *Hypnea musciformis*, *Laurencia papillosa*, (Rhodophytes).

Nombreuses sont les espèces ayant comme indice de dominance le coefficient 2 ou 1 où le recouvrement est de 25% à moins 5%, celles-ci sont des espèces bien représentées. On cite : *Cystoseira stricta*, *Dictyota dichotoma*, (Phéophytes), *Caulerpa racemosa*, *Codium decorticatum*, *Codium fragile*, *Enteromorpha intestinalis*, (Chlorophytes), *Gelidium sp*, *Gracilariaverrucosa*, *Osmundeapinnatifida* (Rhodophytes)

Les moins représentées sont désignées par l'indice +, sont des espèces présentes mais non chiffrées, il s'agit de *Sargassum muticum* (Phéophyte). L'absence totale des espèces est marquée par le signe -, c'est le cas de *Colpomenia sinuosa* (Phéophytes), *Caulerpa prolifera*, (Chlorophytes), *Gelidium crinale* et *Peyssonnelia sp* (Rhodophytes)

B- Estimation du taux de recouvrement pour chaque espèce

Le taux de recouvrement de chaque espèce au niveau de la zone d'étude d'Ain Franine est mentionné dans la figure 46 :



Figures 46 : le recouvrement pour chaque espèce d'algues au niveau de la station d'Ain Franine.

Comme pour la station de Aïn Defla, il est cependant important de signaler la dominance des algues vertes par rapport à leur taux de recouvrement *Ulva lactuca* (27%), *Enteromorpha compressa* (26,4%) et *Cladophoropsis membranacea* (22,8%) au niveau des Différents relevés,

et par contre une diminution sensible de recouvrement moyen global d'algue brun *Cystoseira stricta* : (3 %), indicateurs d'un bon état écologique du milieu.

Dans cette station on peut remarquer aussi la présence de l'algue invasive *Caulerpa racemosa* avec un pourcentage de (3%).

Le faible recouvrement moyen global est celui de l'algue brun *Sagassum mitucum* (0,12%) qui est absente dans les deux autres stations.

C- Le recouvrement moyen global

Le recouvrement moyen global est calculé à partir du taux de recouvrement moyen de chaque espèce du même groupe les résultats sont illustrés sur la figure 47 :

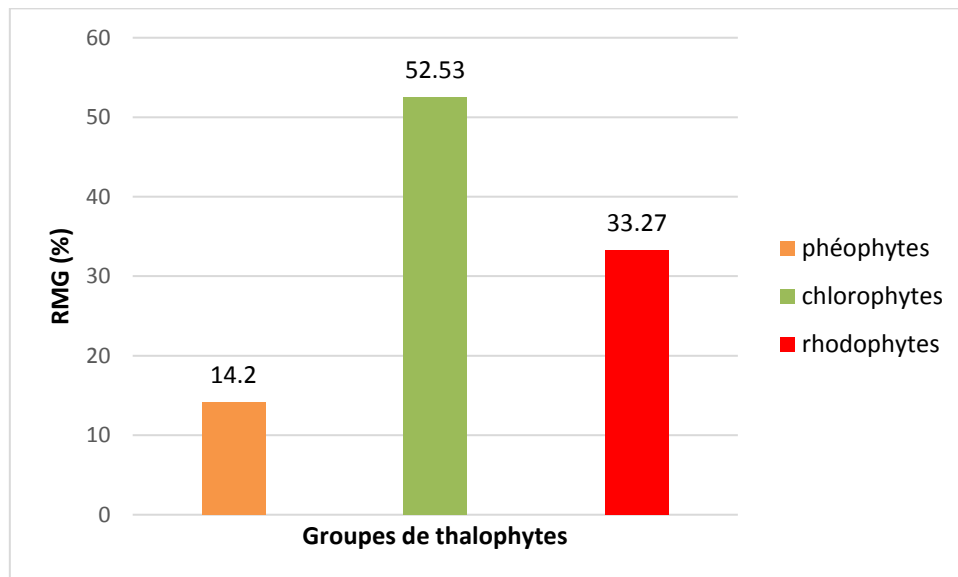


Figure 47 : Recouvrement moyen global des trois groupes d'algues au niveau de la station d'Ain Franine.

Le graphique de la figure 47 montre une abondance marquée des Chlorophytes (52,53%). Avec un taux de recouvrement moyen global élevé par rapport aux Rhodophytes (33,27%) et Phéophytes (14, 2%).

D- La fréquence

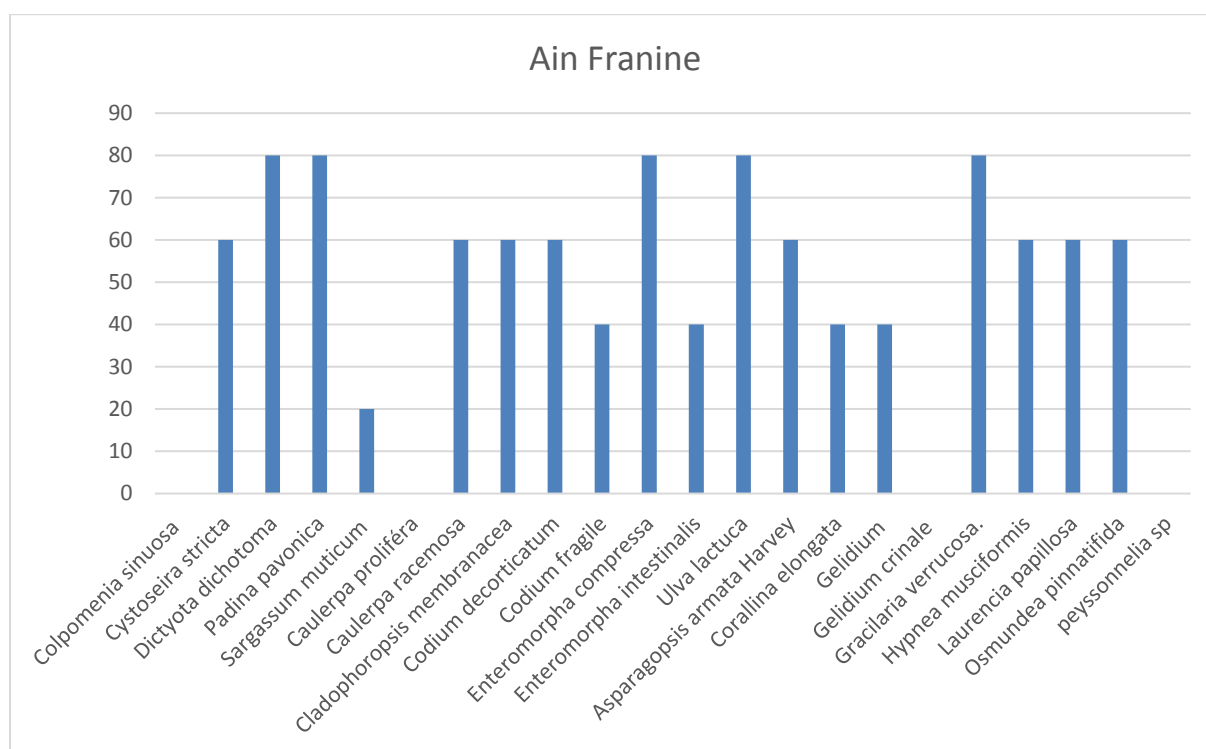


Figure 48 : La fréquence pour chaque espèce d'algue au niveau d'Ain Franine

Les macrophytes rencontrées, et dites abondantes, au niveau de la station d'Ain Franine avec une fréquence de 80% sont : *Dictyota dichotoma*, *Padina pavonica* (Phéophytes) *Entéromorpha compressa*, *Ulva lactuca* (Chlorophytes) et *Gracilaria verrucosa* (Rhodophytes). On peut rencontrer aussi des espèces dites fréquentes avec une fréquence de 80% tels que *cystoseira stricta* (Phéophytes), *Caulerpa racemosa*, *Codium decorticatum*, *Cladophoropsis membranacea* (Chlorophytes) *Asparagopsis armata harvey*, *Laurencia papillosa*, *osmundea pinnatifida* (Rhodophytes)

La présence de l'espèce invasive *Caulerpa racemosa*, qui a tendance à coloniser les écosystèmes perturbés explique la réduction de la flore algale autochtone (**Piazzini et Ceccherelli, 2006 ; Klein 2007 ; Klein et al. 2008**). *Caulerpa racemosa* fait partie d'espèces invasives apparues, suite aux changements climatiques et aux effets néfastes de la pollution, dans le bassin Méditerranéen (**Boudouresque et Verlaque, 2002**).

Et puis d'autre algue avec une faible fréquence de 40%, dites espèces rares, on cite : *Codium fragile*, *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophytes), *Gelidium sp*, *Osmundea pinnatifida* et en fin, *Sargassum muticum* avec une faible fréquence 20% dite très rare cette espèce est absente dans les deux autres stations

Les travaux antérieurs réalisés sur cette station considèrent Ain Franine comme étant une zone propre, non impactée car l'action anthropique est très peu **marquée** (Belkhedim, 2010 ; Djad, 2015), néanmoins, les résultats que nous avons trouvés portant sur le recensement de la flore algale durant cette étude, nous pousse à tirer la sonnette d'alarme.

Cela est dû, non seulement à la régression du taux de recouvrement globale moyen des Cystoseires mais aussi à l'évolution de celui des Chlorophycées, en particulier, le taux de recouvrement moyen global des ulvales et d'*Enteromorpha compressa* qui a progressé, sans parler de la prolifération des *Caulerpa racemosa* qui ne cesse d'envahir cette station côtière relativement saine.

En fin, nous disons que d'après les résultats des paramètres analytique et la présence des espèces indicatrices de pollution et une faible présence d'algue indicatrice de bon état du milieu (*Cystoseira stricta*) on peut considérer la station d'Ain Franine comme une zone au début de perturbation et mérite d'être surveillé en permanence.

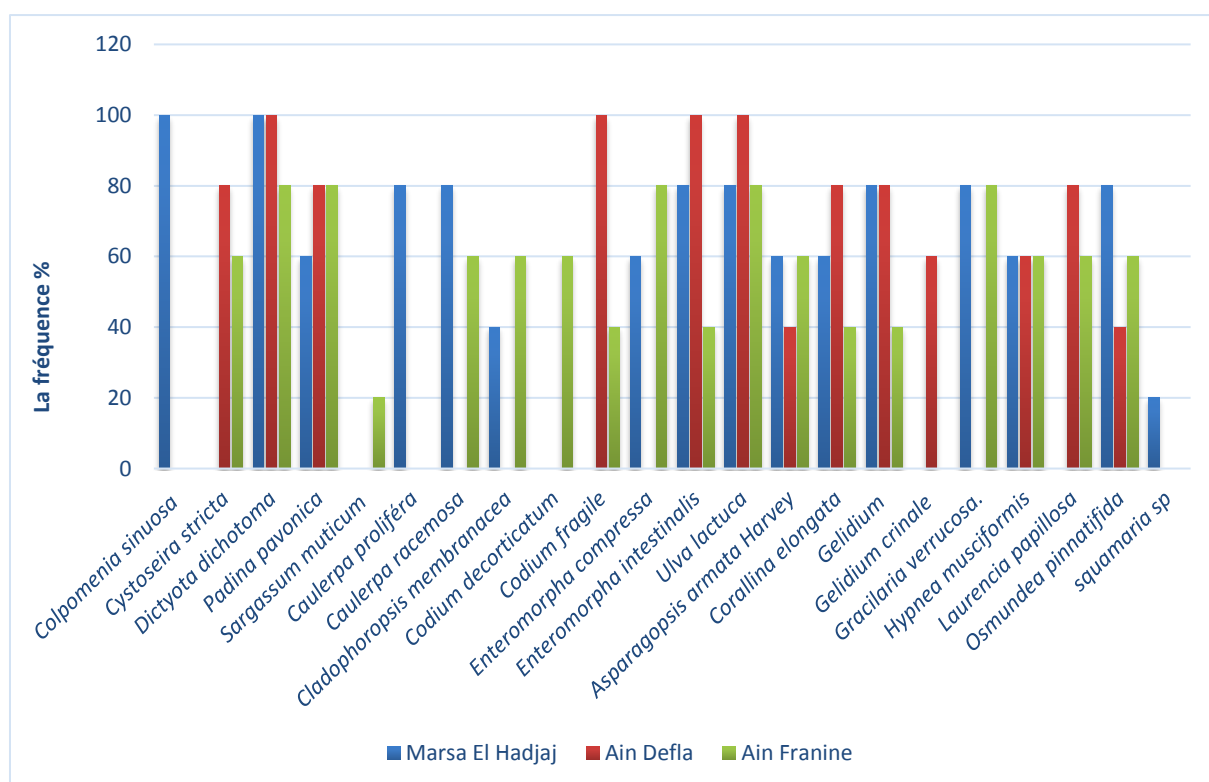


Figure 49 : La fréquence pour chaque espèce d'algue au niveau des trois stations.

La figure ci-dessous (figure 49) représente un récapitulatif des fréquences des espèces inventoriées au niveau des trois stations choisies pour cette étude. La classification des espèces

en fonctions de leur fréquence permet de mieux situer le degré d'attachement des espèces aux conditions du milieu, en particulier aux conditions de perturbation (pollution).

En conclusion, il est à signaler aussi, que les plages Aïn- Franine, et Aïn- Defla présentent un environnement de qualité bonne à acceptable. Mais cela ne les dispense pas de faire l'objet d'une biosurveillance continue, et que la station de Mars El Hadjaj, mérite plus d'attention par les autorités locales qui doivent prendre sincèrement le problème en charge avant la propagation d'une réelle catastrophe écologique, en veillant d'abord à réduire la pression anthropique et installer des stations d'épuration comme premières démarches de secours.

-A-

- **Abadli, Harkati, 2015** . Contribution à l'inventaire des quelques microalgues vertes d'intérêt nutritionnel dans quelques zones humides de la wilaya d'El Oued (Lac Ayata ,Chott Merouane, Sife Lemnade , STEP Kouinine)
- **Allaili Hadjer, 2012:** (biodiversité (zoogéographie, systématique, bio écologie des échinodermes « Echinides, Astérides et Holothuries), dans les écosystèmes marins littoraux : cas des substrats durs des côtes Oranaises, UDL SBA mémoire de Magister
- **Andréfouët S. and Payri C. 2002.** *Cartographie et inventaire du système récifal barrière de Mayotte par imagerie satellitaire Ikonos, SPOT-HRV et Landsat 7 ETM+. Rapport final. Barmay 2000.* 23 p.
- **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.

-B-

- **Ballorain K. 2010.** *Ecologie trophique de la tortue verte Chelonia mydas dans les herbiers marins et algueraies du sud-ouest de l'Océan Indien.* Thèse de doctorat en Biologie, Université de la Réunion. 286 p.
- **Bathing 2003** In WorldHealth Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality, 2003.
- **Bellan–Santini, D. (1969).** Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux (Etude qualitative et quantitative de la frange supérieure). *Extrait du recueil des Travaux de la station Marine d'Endoume* (63-47), 1-279.
- **Bellan-Santini, D., 1966.** Influence des eaux polluées sur la faune ET la flore marine benthique dans la région marseillaise. *Techn. Sci. muncip. Fr.*, 61 (7), 285-292.
- **Belmokhtar Mansouria.,2012.** *Cystoseira amentacea v. stricta:* indicateur de la qualité des eaux côtières de l'ouest algérien. Mémoire de magistère. Université Es Sénia, Oran, Algérie.
- **Benallal Mohamed Adnane, 2014.** Contribution à l'étude de la biodiversité de l'île de Rachghoun (Bénisaf : littoral ouest algérien) , UDL SBA mémoire de Magister

-
- **Benkaddour S., 2010.** Approche écologique des zones humides et des oiseaux d'eau de la région d'El-Oued. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. Ecole supérieure El-Harrach. 62p.
 - **Benson. (2008).** Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. Ed. S.
 - **Boudarel, N., 1948.** Les richesses de la mer : technologie biologique et océanographique. 6ème Ed. Encyclopédie biologique. Paris.
 - **Boudouresque C-F 1968** contribution à l'étude des peuplements épiphytes des rhizomes de posidonies (*Posidonia oceanica* Delile) rec trav mar endoum, 43 (59) : 45-64.
 - **Boyd C.E. (1970).** Chemical analysis of some vascular aquatic plants. P.50.
 - **Braun-blanchet J., 1959** Grundfragen und aufgaben der Pflanzensoziologie. Vista in botany, Pergamon Press, London, 145-171
 - **Bridgman Howard A (2001).** Encyclopedia of Global Change : Pollution . Ed. Andrew S. Goudie. Oxford University Press.
 - **Bridgman Howard A. (2001).** Encyclopedia of Global Change : Pollution. Ed. Andrew S. Goudie. Oxford University Press.
 - **Buriks C. (2000).** Pollution of the natural environment . The Oxford Companion to the Earth. Ed. Paul Hancock and Brian J. Skinner. Oxford University Press. Oxford Reference Online. Oxford University Press. <http://www.oxfordreference.com/edl/ied.edu.hk/views/ENTRY.html?subview=Main&entry=t112.e735>
 - **Buriks C. (2000).** Pollution of the natural environment . The Oxford Companion to the Earth. Ed. Paul Hancock and Brian J. Skinner. Oxford University Press. Oxford Reference Online. Oxford University Press. <http://www.oxfordreference.com/edl/ied.edu.hk/views/ENTRY.html?subview=Main&entry=t112.e735>

-C-

- **Cabane, F., 2007.** Documentation sur l'Environnement et de l'Aménagement du Littoral: Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral, Version 11, Ed. IFREMER environnement, France., 272 p.
- **Cabioc'h, J., Floc'h, J., Le Toquin, A., Boudouresque, C., Meinesz, A., Verlaque, M. (1992).** Guide des algues des mers d'Europe. Delachaux et Niestlé SA, Paris, Delachaux et Niestlé SA, Paris, p 231.

-
- **Cabioc'h, J., Floc'h, J., Le Toquin, A., Boudouresque, C., Meinesz, A., Verlaque, M. (2006).** Guide des algues des mers d'Europe. Delachaux et Niestié SA, Paris, p272.
 - **Cadoret, J.P., 2009.** Energie renouvelable marines : Etude prospective à l'horizon 2030. Ed.Quae. Versailles Cedex, France .caulerpa .Thèse.Doct.Ocea .Biol.Env.Mar. Univ .Paris.258pp.
 - **Chadefaud M., Ferré Y. de, Feldmann J., Gausсен H., Grassé P.-P., Leredde M.C., Ozenda P. and Prévot A.R.).** Précis de Sciences Biologiques publiés sous la direction du Pr. Pierre-P.Grassé. Paris, Masson et Cie, pp. 83-249.
 - **Chalabi, A., Semroud, R., Grimes, S., 2002.** Plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique en Région Méditerranéenne CAR/ASP:PAS BIO, 187p.
 - **Collectivité Départementale de Mayotte. 2010.** Etude sur les orientations d'aménagement des sites stratégiques de développement touristique inscrit au PADD de Mayotte. 642 p.
 - **Collignon, J., 1991.** Ecologie et biologie marine: introduction à l'halieutique. Ed. MASSON, Paris.Conseil de l'Europe, 1979. Convention sur la conservation de la faune sauvage et du milieu naturel, l'Annexe I, espèces floristiques strictement protégées. Berne, Suisse.
 - **Cunningham William P. (2003).** Environmental Encyclopedia . Eds. Marci Bortman, Peter Brimblecombe, Mary Ann Cunningham, William P. Cunningham, and William Freedman. Vol 2. 3rd ed Farmington Hills. MI: Gale. 2 :1480-1482.

-D-

- **Dali Youcef N., 2005.** Contribution a l'étude des polluants métalliques dans les sédiments de Oued Tafna (Ouest algérien) thèse de doctorat d'état en chimie. Univ .de Tlemcen,198p.
 - **Dar, A., Baig, H., Saifullah, S., Ahmad, V., Yasmeen, S., Nizamnddin, M. (2007).**Effect of seasonal variation on the anti-inflammatory activity of *Sargassum wightii* growing on the N. Arabian Sea coast of Pakistan. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*, 351:1-9.
 - **Delepine R., Boudouresque C. F., Frada-Orestano C., Noailles M. C., Asensi A., 1987.** Algues et autres végétaux marins. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, Révision 1, Méditerranée et Mer Noire, Zone de pêche 37, volumeI. végétaux et invertébrés, 1-136
 - **Deysher, L., Norton, T. (1982).** Dispersal and colonisation in *SargaBsum muticum*(Yendo) Fensholt. *.I Exp. Mar. Biol. Ecol*, 56:179-195.
-

-
- **DGF., 2004.** Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. 4e Edition, Ed. direction Général des Forêts. Alger. 107p.
 - **Djad Mohamed El Amine.,2015.** Qualité bactériologique des eaux littorales et méthodes d'analyse : cas du littoral Ouest Algérien, UDL SBA these de doctorat.
 - **Djouadi B.F., 2011.** Recherche sur la dimension humaine dans la conservation des écosystèmes lacustres cas de Chott Merouane et Oued Khrouf, daïra de Meghaier, wilaya d'El-Oued-Algérie. Thèse de Magister en sciences agronomiques. Université Biskra. 65p.

-F-

- **FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC)** financée conjointement par ces deux organisations. Rome, FAO, Vo1.1:760 p.
- **FAO Fischer, W., M.-L. Bauchot et M. Schneider (rédac- 987 teurs),** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés. Publication préparée par la FAO.
- **Fawell John et Nieuwenhuijsen Mark J. (2003).** Impact of environmental pollution on health: balancing risk : Contaminants in drinking water. *British Medical Bulletin* . . 68:199–208
- **Feldmann, J., 1963.** Les algues. In: *Précis de Botanique*. 1.Végétaux inférieurs .
- **Floc'h J.-Y., Cabioc'h J., Le Toquin A., Boudouresque C.-F., Meinesz A. and Verlaque M. 2006.** *Guide des algues des mers d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Paris. 272 p. (ouvrage).
- **Freedman Bill . (2003).** Environmental Encyclopedia, Eds. Marci, Bortman., Peter, Brimblecombe. , Mary Ann, Cunningham. , William P, Cunningham. , William, Freedman, 1:131-134
- **Frouin P. and Bigot L. 2008.** *Herbiers des îles de l'ouest de l'Océan Indien : Espaces ressource de biodiversité. HILOI.* Fondation française pour la recherche sur la biodiversité.15p.
- **Fulks, W. & Main, K. L. (1991).** The design and operation of commercial scale live feeds production system. (W. FULKS & K. L. MAIN, Édts), *Rotifer and microalgae culture systems, proc. US/Asia workshop. The oceanic institute, Hawaï* , 3-52.

-G-

- **Gaamoune Sofiane.,2010.** Le rôle des biofilms d'algues dans les traitements biologiques des eaux. Mémoire de Magister en Biologie Végétale.
-

-
- **Gayral, P. et Cosson, J. (1986)** . Connaître et reconnaître les algues marines. Editions .Ouest France .223 p.
 - **Gayral, P. -1958-** Algues de la cote atlantique marocaine. La nature au Maroc, II. 523p, Rabat
 - **Gigou A., Dinhut V. and Arnaud J.P. 2009.** *Richesses de Mayotte – Parc naturel marin de Mayotte – Un patrimoine naturel d’exception – Mission d’étude pour la création d’une parc naturel marin à Mayotte.* Agence des aires marines protégées. 60 p.
 - **Goldstein Bernard D . (2002)**. Encyclopedia of Public Health. Ed. Lester Breslow.. New York, macmillan Reference USA, 4 :936 – 941
 - **Gorenflot, R. et Guern, M. - 1989** – Organisation et biologie des Tahllophytes. Ed. Doin, 235pp.
 - **Gounot M, 1969.** Methodes d’étude quantitative de la végétation. Masson édit. Paris, 320pp.
 - **Gravier-Bonnet N., Bourmaud C., Wickel J. and Sauvignet H. 2006.** *Mission Biodiversité Hydriques Mayotte. Rapport final.* Rapport pour le compte de la DAF. 37 p.
 - **Grimes, S., 2005.** Projet régional pour le développement d’aires prtégées marines et côtières dans la région méditerranéenne (Projet Med MPA): Plan de gestion de l’aire marine du Parc National d’El Kala (Wilaya d’El Tarf), 148p.
 - **Guibout ,P.,1987-**Atlashydrologiquede la Méditerranée.Lab.Océanographique physique Muséum national d’histoire naturelle :150 P.

-H-

- **Hasem Khalil Kawas, N., Taleb, M.Z., Boutiba. 2010.** Utilisation des macrophytes pour l’évaluation du stress environnemental au niveau de la côte Oranaise. 2^{ème} Colloque international sur la Biodiversité et Ecosystèmes littoraux (BEL 02), 28-30 novembre 2010, Oran, Algérie.
- **Hashem Khalil Kawas, N., 2010.** Utilisation des macrophytes pour l’évaluation du stress environnemental au niveau de la côte Oranaise : Etude préliminaire.Mémoire de Magister. Université Es Sénia, Oran, Algérie, 81p.
- **Hebbar, 2005.** Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignade -Cas des plages d'Ain-Franin et de Kristel
- **Hong, D., Hien, H. et Son, P. (2007).** Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *J Appi. Phycol*, 19:817-826 p.

-
- Hopkins, W. (2003). Physiologie végétale. In: Hopkins, W.G. (Eds.). Belgique, Bruxelles, De Boeck Université, 512 p.
 - **Howarth, R. W. & Marino, R. (1998).** *A mechanistic approach to understanding whyso manyestuaries and brackish waters are nitrogen limited.* (T. HELLSTROM, Éd.) *Effects of nitrogen in the aquatic environment.* Swedish Academy of the Sciences, Stockholm, KVA Report 1, 117-136.

-J-

- **Jacqueline Cabioc'h, Jean-Yves Floc'h, Charles-François Boudouresque, Alexandre Meinesz, Marc Verlaque,** *Guide des algues des mers d'Europe, Delachaux et Niestlé, 1992,* p. 22
- **Jeng H., 2007.** Encyclopedia of Cancer and Society. Ed. Graham Colditz. , Los Angeles: Sage Publications Inc. 2: 695-697

-K-

- **Kacemi M., 2006.** Protection du littoral en Algérie entre politiques et pouvoir locaux : cas du pole industriel d'Arzew (Oran-Algérie). VertigO, la revue électronique en sciences de l'environnement, vol 7, n 3
- **Kerfouf ahmed 2006** impacte de la pollution, approche méthodologique pour l'élaboration d'une carte bio sédimentaire : cas du littoral d'Arzew. Thèse doctorat d'état, univ. Djillali liabès Sidi Bel Abbes . 190p
- **Khadija MOUHRI,** Taxinomie et Écologie des végétaux non vasculaires, Support cours et TP S5 «les algues », 2012/2013
- **Kiltzing, F. (1843).** Phycologia generalis Oder anatomie, physiologie und systemkunde der tange. In: Brockhaus F.A. (Eds.). Germany, Leipzig, F.A.Brockhaus, 457 p.
- **Kiltzing, F.,1843.** Phycologia generalis Oder anatomie, physiologie und systemkunde der tange. In: Brockhaus F.A. (Eds.). Germany, Leipzig, F.A.Brockhaus, 457 p.
- **koller Emilian.,2004.** Trainement des pollutions industrielles, Dunod, Paris . P23 .

-L-

- **Lamouroux, J. (1813).** Essai sur les genres de la famille des Thalassiophytes non articulées. In: Dufour, C. (Eds.). France, Paris, Annales du Muséum d'Histoire naturelle, 84p.
- **Le Jolis, A.,1863.** Liste des algues marines de Cherbourg. *Mémoires de la Société Impériale des Sciences Naturelles de Cherbourg* 10: 5-168, pls I-IV.

-
- **Le SDAGE** du bassin Rhône-Méditerranée et Corse a été adopté et approuvé le 20 décembre 1996. Il a été diffusé à 12000 exemplaires dans sa version papier à l'ensemble des acteurs de l'eau du bassin, à l'époque, Rhône-Méditerranée et Corse
 - **Leclaire, L., 1972-** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algéro-baéares (Précontinent algérien). Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Ed. Paris. France, XXIV Fas.
 - **Lobban, C.S. et Harrison, P.L. –1994** – Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press, ix + 366pp.
 - **Lohmann M. (1995)** Flore et faune du littoral p 34, Chantecler, ISBN 2803427788
 - **Loiseaux-De Goer, S. et Noailles, M. C. (2008).** *Algues de Roscoff*. Station Biologique de Roscoff: CNRS.
 - **Long G 1957.** La «3-step-method ». Description sommaire et possibilité d'utilisation pour l'observation permanente de la végétation 35-43.

-M-

- **Masuda, M., Ajisaka, T., Kawaguchi, S., Quang Nang, H., Huu Dinh, N. (1993).** The use of *Sargassum mcclurei* as medical tea in Vietnam. *Japanese J. Phyco*, 41:39-42.
- **Michel Lauret, Jocelyne Oheix, Valérie Derolez, Thierry Laugier 2011.,** Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon.: 148page.
- **Millot, C., 1985-** Some feature of the Algerien current. *J. Geophy.* 90(C4) :7169-7176.
- **Milott, C., 1999-** Circulation in western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 20 :423-442.
- **Mohamed Ramdani, Fatima Sahnouni, Benyounes Haloui, Najat Elkhiaati, Roger Flower, Abdelhakim Mesfioui, Mohammed Ramdani., 2015.** Macroepiphytes and macroalgae (Phaeophyceae, rhodophyceae and chlorophyceae) in the nador lagoon (Morocco).
- **Molinier R., 1960** étude de biocénoses marines 193-215.
- **Mridjen Asma., 2014.** Étude phytochimique et activités biologiques de l'extrait brut et ses fractions de l'algue brune *Sargassum muticum*, récoltée sur la côte ouest algérienne (plage de Madrid)

-N-

- **NIXON, S. W., 1995.** Coastal marine eutrophication: A definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, 41, 199-219.

-
- **Nsikak Benson.,2008.**Encyclopedia of Global Warming and Climate Change.Ed.S. health: balancing risk : Contaminants in drinking water. *British Medical Bulletin* . . 68:199–208
 - **Nsikak Benson.,2008.** Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. Ed. S.Philander. Vol 3. Thousand Oaks. CA: Sage Publications Inc .3 :813-817

-O-

- **Oviatt, C. A., Nowicki, B., Doering, P., Reed, L., Cole, J. et Frithsen, J. (1995).** An ecosystem level experiment on nutrient limitation in temperate coastal marine environments. *Mar. Ecol.Prog. Ser* , 116, 171-179.

-P-

- **Pagney,P.,1994-**Les climats de la terre, 2eme édition,Masson-Colin, 150 P.
 - **Park Chris., 2007.** A Dictionary of Environment and Conservation: water pollution. Oxford University Press, 2007. Oxford Reference Online www.oxfordreference.com.edlis.ied.edu.hk/views/ENTRY.html?subview=Main&entr=t247. Fawell John et Nieuwenhuijsen Mark J. (2003).
 - **Parker K.W., 1954.**A Method of mesuring trend in rang condition on National Forest Ranfers Admin. Studies, Forest Service, U.S.D.A, 26p., mimeo.
 - **Payri, C., N'Yeurt A.R. et Oremüller, J. - 2001** - Algae of french Polynesia -Algues de Polynésie Française. Edition Au Vent des îles - tahiti, 320pp.
 - **Payri, C.E. & N'Yeurt, A.D.R. 1997.** A revised Checklist of Polynesian benthic Marine Algae, Australian Systematic Botany, 10: 867-910.
 - **Pérès et Picard 1964:** l'origine des représentants de plusieurs grands groupes dans les divers étages en Méditerranée.
 - **Perez, R., Kaas, R., Arbault, S., Barbaroux, O., 1997.** La culture des algues marines dans le monde. Edition IFREMER : 613p.
 - **Plouguerné, E. (2006).** Étude écologique et chimique de deux algues introduites sur les côtes bretonnes, *Grateloupia turuturu* Yamada et *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt : nouvelles ressources biologiques de composés à activité antifouling. Chimie Marine, Brest, 251.
 - **Plouguerné, E., Le Lann, K., Connan, S., Jechoux, G., Deslandes, E., Stiger-Pouvreau,V. (2006).** Spatial and seasonal variation in density, reproductive status,75 length and phenolic content of the invasive brown macroalga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt along the coast of Western Brittany (France). *Aquat. Bot*, 85:337- 344.
-

-R-

- **Rafik Ben Said¹ , A. El Abed¹ , et M.S. Romdhane 2001** etude d'une population de l'algue brune padina pavonica (l) lamouroux a cap zebib (nord de la tunisie)
- **Raj, 2007:**In A Dictionary of Public Health, 2007.
- **Reviers, B. (2002).** Biologie et phylogénie des algues. Tome 1: Biologie, Ed. Belin Sup., 352p.
- **Riadi, H., 1998.** Etude nationale sur la biodiversité : biodiversité des algues marines. Projet GEF/ 6105-92. Direction de l'Observation, des Etudes et des Coordination. Maroc, 103p.
- **Roberts Stephen M . , Munson John W . , Lowney Yvette W. et Ruby Michael V.,(2007).** Relative oral bioavailability of arsenic from contaminated soils measured in the cynomolgus monkey . *Toxicological sciences* . 95(1) : 281–288.
- **Roland, J.C., Vian B., 1999.** Biologie végétale : Organisation des plantes sans fleurs.5ème Ed. Dunod , Paris.
- **Ryther, J. H. & M. D. W. (1971).** Nitrogen, phosphorus and eutrophication in the coastal marine environment. *Science* , 171, 1008:1013.

-S-

- **Saraswathi, S., Babu, B., Rengasamy, R.,2003.** Seasonal studies on the alginate and its biochemical composition 1: *Sargassum polycystum* (Fucales), Phaeophyceae.*Phycol. Res*, 51:240-243.
- **Selosse, M. A.,2000.** Les algues de la zone intertidale et leur zonation : des idées reçues aux données écologiques. *Biologie-Géologie (Bulletin de l'APBG)*, 773-801.
- **Seridi, H., Ruitton, S., Boudouresque, C.F., 2007.** Is it possible to calibrate the pollution level of the region of Algiers (Mediterranean Sea) by exploiting marine macrophytes? *C. R. Biologies* 330, 606–614.
- **Simoneau, P. et Santa, S., 1951.** Végétation et flore de la forêt de la Macta (Oran). *Annexe de la carte de la végétation de l'Algérie. Feuille d'Oran* : 1-24.
- **Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M., Chandrasekaran, M. (2006).**effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vignasinensis*. *Bioresour. Technol*, 97:1745-1751.
- **Smit, A., 2004.** Medecinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: Areview. *J. Appi. Phycol*, 16:245-262.

-
- **Soltan, D., Verlaque, M., Boudouresque, C.F., Francour, P., 2001.** Changes in macroalgal communities in the vicinity of a mediterranean sewage outfall after the setting up of treatment plant. *Mar. Poll. Bull* 42, 59-70.
 - **STENGEL, E. (1970).** Anlagentypen und Verfahren der technischen Algenmassenproduktion. *Ber.Dtsch. Bot. Bd.* , 83 (11), 589-606.
 - **Stiger, V., Deslandes, E., Payri, C. (2004).** Phenolic contents of two brown algae, *Turbinaria ornata* and *Sargassum mangarevense* on Tahiti (French Polynesia): interspecific, ontogenic and spatio-temporal variations. *Bot. Mar*, 47:402-409.

-T-

- **Taleb M. Z. (2007).** Biosurveillance de la pollution au niveau de la côte occidentale algérienne par l'utilisation d'une approche multimarqueurs chez la moule, *Mytilus galloprovincialis*, Thèse de Doctorat d'Etat. *Université d'Oran Es Sénia*, Algérie, pp. 185.
- **THibaut, T.Y., 2001.** Etude fonctionnelle, contrôle et modélisation de l'invasion d'une algue introduite en Méditerranée .
- **Trevors J. T . et Saier Jr M. H.,(2007) .** Regulation of Pollution . *Water Air Soil Pollution*.

-V-

- **Valiela, I., Collins, G., Kremer, J., Lajtha, K., Geist, M., Seely, B., Brawley, J. & Sham, C.H. (1997).** Nitrogen loading from coastal watersheds to receiving estuaries: Review of methods and calculation of loading to Waquoit Bay. *Ecol. Appl* , 7, 358-380.
- **Van Den Hoek C., 1968** a et b algal végétation type a long the open coast of curaçao Netherlands, Antilles, 1 & 2 Koninkl, Nederl, Akad, Van Wetensch, Amesterdam, proceedinds, Series C, 72(5) : 537-558.

-W-

- **Wallentinus, I. (1999).** *Sargassum muticum*. In: Gollasch, S., Mirichin, D., Rosenthal, H. & Voigt, M. (eds.): Exotics across the ocean. Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact. Logos Verlag, Berlin
- **Wattier, R., Maggs, C.A., 2001.** Intraspecific variation in seaweeds: the application of new tools and approaches. *Advances in Botanical Research* 35, 171-212.
- **Wallentinus, I. (2010).** Fact Sheet on *Sargassum muticum*. Alien species in Swedish Seas. Frimmande arter j svenska hav. Web version Date of Access 11-02-2013.
- **World Health Organization.** Guidelines for Drinking-Water Quality, 3rd ed. www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/draftchemicals/list.htm. Boyd C.E. (1970) . Chemecal analyse of some vascular aquaic plants. P.50.

-Y -

- **Yves Dondieu**, la santé par les algues, 1986.

Références électroniques:

- **Web master 1: le 25/11/2015**

<http://www.conservation-nature.fr/article2.php?id=145>

- **Web master 2: le 06/01/2016**

<http://www.eaurmc.fr/pedageau/les-milieus-aquatiques/les-zones-humides.html>

- **Web master 3: le 25/01/2016**

http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Algue_verte&oldid=121850189.

- **Web master 4: le 16/04/2016**

<https://lamaisondalzaz.wordpress.com/2010/04/01/climats-et-microclimats/>

- **Web master 5: le 18/06/2016**

<http://www.observatoire.marin.com/var/input/FileManager/contenu/littoral.gif>

- **Web master 6: le 16/04/2016**

<http://www.vedura.fr/environnement/pollution/eau-eutrophisation-ecosystemes-aquatiques>

- **Web master 7: le 20/07/2016**

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://manuel.gonzales.free.fr/pages/cystoseira_stricta.html