



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Lakehal Souheyla

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité:

Ressources halieutique

THÈME

**Etude de la flore algale benthique : synthèse de la distribution
spécifique et spatiale, et leurs intérêts dans la bio surveillance
des zones humides côtières Mostaganem.**

Soutenue le 29/06/2022

DEVANT LE JURY

Président	Dr BELHAKEM .F	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	Dr BORSALI. S	MCB	U. Mostaganem
Examineur	Dr BILLAMI .M	MCB	U. Mostaganem

Année universitaire 2020/2021



REMERCIEMENT

*Je remercie vont tout d'abord au bon dieu pour la volonté et la patience
qu'il nous a donné durant ces longues années d'étude afin qu'on
puisse arriverà ce stade, du fond de notre cœur.*

Je remercie vont aussi aux membres de notre jury

*Je remercie le président du jury **Dr BELHAKEM .F***

*Je remercie mon encadreur **Dr BORSALI .S** pour ses directives et ses
orientations.*

*Je remercie l'examineur **Dr BILLAMI .M***

Je remercie vont également aux membres de nous familles et nous ami



Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents mon grand-mère et mon grand-père

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

A mon mari

A mes amies (Naima, Ahlem) et mes camarades de promos 2021-2022

Sans oublier Tous les enseignants de la spécialité Ressources halieutique, A tous ceux qui nous ont aidés et encouragées de près ou de loin

Résumé

Les Macro-algues végétales marines benthiques souvent utilisée comme espèce sentinelle sont très intéressante et sont de plus utilisés dans la biosurveillance et l'évaluation de la qualité des écosystèmes marins côtiers.

Notre thématique est une synthèse des études préalables pour déterminer l'évolution et la distribution spatio-temporelle des différents algues présentes au niveau de différentes stations de côtes ouest algérienne

La Côtes de Mostaganem (ouest algérien) ont révélées la présence de 137 espèces qui ont été recensées, parmi les principaux groupes représentés en : 50% algues rouges, 21% algues vertes, 29% algues brunes.

Dans l'inventaire des espèces de macro-algues présentes à Oran, les algues rouges dominant à 40%. De cela, nous concluons que la côte ouest de l'Algérie est riche en algues rouges.

Mots clés : plantes marines, macro-algues, biosurveillance, distribution spatiale, écosystème côtier, biosurveillance, algues rouges, algues brunes, vertes, algues brunes, Ouest algérien

,

Abstract

Benthic marine plant macro-algae often used as sentinel species are very interesting and are also used in bio monitoring and assessment of the quality of coastal marine ecosystems.

Our theme is a synthesis of preliminary studies to determine the evolution and spatio-temporal distribution of the different algae present at different stations on the Algerian west coast.

The coasts of Mostaganem (western Algeria) revealed the presence of 137 species which were listed, among the main groups represented in: 50% red algae, 21% green algae, 29% brown algae.

In the inventory of macro-algae species present in Oran, red algae dominate at 40%. From this, we conclude that the west coast of Algeria is rich in red algae.

Keywords: marine plants, macro algae, bio monitoring, spatial distribution, coastal ecosystem, bio monitoring, red algae, brown algae, green algae, brown algae, western Algeria.

ملخص

النباتات البحرية القاعية الطحالب الكبيرة , مثيرة للاهتمام و الرصد البيولوجي لتقييم جودة النظم الإيكولوجية البحرية الساحلية.

اجراء دراسة أولية تهدف إلى تحديد تطوراتها حسب المكان والزمان في المحطتين الساحليتين مستغانم و وهران (غرب الجزائر)، وقد تم جرد 137 نوعا على مستوى ساحل الغربي للجزائر من المجموعات الرئيسية ، تمثلت فيما يلي : 50% طحالب الحمراء ، 21% طحالب الخضراء و 29% الطحالب البنية.

في وهران تتسلط الطحالب الحمراء الكبيرة في وهران بنسبة 40%. من هنا نستنتج ان ساحل الغربي للجزائر غني بالطحالب الحمراء .

الكلمات المفتاحية: النباتات البحرية, الطحالب الكبيرة، الرصد البيولوجي، التوزيع المكاني ,النظام البيئي الساحلي،

المراقبة الحيوية، طحالب الحمراء، طحالب ,الخضراء الطحالب البنية، ساحل مستغانم. غرب الجزائر

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Table des matières

Introduction	01
Partie I : Synthèse bibliographique	
Chapitre 1 : Généralités sur les algues	
1. Définition	04
2. Bases de la classification des grandes lignées d'algues	04
3. Classification structural et morphologique	05
4. Grands groupes d'algues marines	06
4.1. Algues vertes (Chlorophycées)	06
4.2. Algues brunes (Phéophycées)	07
4.3. Algues rouges (Rhodophycées)	08
4.4. Algues bleues (Cyanobactéries)	08
5. Reproduction des algues	09
6. Répartition des algues	09
7. Facteurs abiotiques	10
7.1. Durée de submersion par la mer	10
7.2. Plateau continental	11
7.3. Talus continental	11
7.4. La pleine eau ou domaine pélagique	12
7.5. Le fond ou domaine benthique	12
7.5.1. Les fosses	12
7.5.2. Le supralittoral	13
7.6. Le médiolittoral ou zone des marées	13

7.6.1. L'étage infralittoral	13
7.6.2. L'étage circalittoral	13
7.7. Agitation de l'eau	14
7.8. Nature du substrat	15
7.9. Éclairement	15
7.10. Températures et ses variations	16
7.11. Salinité de l'eau et ses variations	16
7.12. Teneur en nitrates ou en phosphates	16
8. Facteurs biotiques	17
9. Utilisation et intérêt économique des algues	17
9.1. En alimentation animale	18
9.1.1. Leurs avantages	18
9.2. En alimentation humaine	18
9.3. Dans l'industrie alimentaire	19
9.4. En agriculture	19
9.5. Dans le domaine pharmaceutique et médical	20
9.6. Dans la biotechnologie	20
9.7. Dans le traitement des eaux usées	21
10. Pollution	21
10.1. Les types de pollutions	22
10.1.1. Pollution chimique	22
10.1.2. Pollutions physiques	22
10.1.3. Pollution biologique	23
10.2. Les sources de pollution	23
10.3. Les polluants et impact sur l'écosystème	24
11. Impact des espèces introduites	25
12. Eutrophisation des écosystèmes aquatiques	25

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre 02 : Zone d'étude

1. La Mer Mediterranean:	28
2. Les courants	29
2.1. Masses d'eaux de surface	32
2.2. Eaux Intermédiaires Levantines (EIL ou LIW	33
2.3. Eaux profondes	33
2.4. Le bassin de concentration	33
2.5. Le bassin de dilution	34
3. Les houles	34
4. Le Climat	36
5. Les facteurs physico-chimiques du milieu	36
5.1. La temperature	36
5.2. La salinité	36
5.3. Le Carbone en Méditerranée	37
5.4. Les elements nutritive (Phosphates, Nitrates et Silicates)	38
6. Le littoral Algerian	40
7. Biodiversité	40
7.1. Phytoplankton	41
7.2. Zooplankton	41
7.3. Algues marines	42
7.4. Macro-faune benthique des fonds meubles	43
8. Le littoral mostaganémois	43
8.1. Le site de Salamander	44
8.2. site de Stidia	45
8.3. Station de Kharouba	45

Partie II: Synthèse pratique

Chapitre 01 : Matériel et Methodes

1. Matériel et méthodes	46
2. Echantillonnage	46
3. Méthodologie retenue	46
3.1. Abondance-dominance	47

3.2. La richesse spécifique	47
3.2.1. Le recouvrement	47
3.2.2. Recouvrement moyen global	48
3.3. La fréquence (F)	48
3.4. Aire minimale	49
4. Période d'échantillonnage	49
5. Modalités de prélèvement	49
5.1 Tri et conservation du matériel récolté	50
6. Identification des espèces	51

Partie II: Synthèse pratique

Chapitre 02 : Résultats et discussion

1. Synthèses des Résultats de Mostagamem	52
2. Synthèses des Résultats des algues de la côte oranaise	54
3. Comparaison	54
4. Classification, Description et écologie des macroalgues collectées	57
4.1. <i>Le groupe des Phéophytes</i>	57
4.1.1. <i>Colpomenia sinuosa</i>	58
4.1.2. <i>Cystoseira stricta</i>	58
4.1.3. <i>Dictyotadichotoma</i>	59
4.1.4. <i>Padinapavonica</i>	60
4.1.5. <i>Sargassum muticum</i>	61
4.1.6. <i>Halopteris scoparia</i>	62
4.1.7. <i>Halopteris filicina</i>	64
4.1.8. <i>Fucus serratur</i>	65
4.1.9. <i>Dictyota fasciola</i>	66
4.1.10. <i>Cystoseira compressa</i>	67
4.1.11. <i>Cystoseira mediterraea</i>	68
4.2. <i>Chlorophycées</i>	69
4.2.1. <i>Caulerpa racemose</i>	69

4.2.2. <i>Caulerpa prolifera</i>	70
4.2.3. <i>Cladophoropsis membranacea</i>	71
4.2.4. <i>Codium decorticatum</i>	72
4.2.5. <i>Ulva rigida</i>	73
4.2.6. <i>Enteromorpha compressa</i>	74
4.2.7. <i>Enteromorpha testinalis</i>	75
4.2.8. <i>Ulva lactuca</i>	76
5. <i>Rhodophycées</i>	77
5.1. <i>Asparagopsis armata</i>	77
5.2. <i>Corallina elongate</i>	78
5.3. <i>Halopityin curvus</i>	79
5.4. <i>Gelidium crinale</i>	80
5.5. <i>Gracilaria verrucosa</i>	81
5.6. <i>Hypnea musciformis</i>	82
5.7. <i>Laurencia papillosa</i>	83
5.8. <i>Osmundea pinnatifida</i>	84
5.9. <i>Peyssonnelia squamaria</i>	85
5.10. <i>Ceramium diaphanum</i>	86
5.11. <i>Rhodothamniella floridula</i>	87
5.12. <i>Chondrus crispus</i>	88
5.13. <i>Polyides rotunda</i>	89
5.14. <i>Ahnfeltia plicata</i>	90
5.15. <i>Phyllophora heredia</i>	91
5.16. <i>Lomentaria orcadensis</i>	92
5.17. <i>Fucellaria lumbricalis</i>	93
5.18. <i>-Chondracanthus acicularis</i>	94
Conclusion general	
Références Bibliographiques	

Liste des figures

Figure 01:	Schémas des modes de ramifications	05
Figure 02:	Algues vertes (Chlorophycées)	07
Figure 03:	Algues brunes (Phéophycées).	07
Figure 04:	Algues rouges (Rhodophycées)	08
Figure 05:	Algues bleues (Cyanobactéries)	09
Figure 06:	Bathymétrie des algues	11
Figure 07:	Émissaire d'eaux usées	23
Figure 08:	Sources et cheminements de la pollution marine	24
Figure 09:	Aspects visuels de l'eutrophisation, marée verte (macro-algue)	26
Figure 10:	Méditerranée, localisation des principaux bassins, détroits et mers marginales	29
Figure 11:	Situation géographique du bassin méditerranéen occidental Circulation des eaux de l'Atlantique	30
Figure 12:	A: Eau atlantique modifiée, B: Eau levantine intermédiaire, C: Eau atlantique profonde	35
Figure 13:	Principaux groupes de Zooplancton en Algérie	42
Figure 14:	Principaux groupes d'algues de la zone néritique en Algérie	42
Figure 15:	Diversité zoologique de la macrofaune benthique des fonds meubles des côtes algériennes	43
Figure 16:	Situation géographique de Mostaganem	44
Figure 17:	Quadra utilisé pour l'échantillonnage	50
Figure 18:	séparations et assèchement des espèces récoltées	50
Figure 19:	Présentation graphique des algues de la côte mostaganemoise	55
Figure 20:	Présentation graphique des algues de la côte oranaise	55
Figure 21:	Comparaison entre deux côtes l'Ouest	56
Figure 22:	<i>Colpomenia sinuosa</i>	57
Figure 23:	<i>Cystoseira stricta</i>	58
Figure 24:	<i>Dictyota dichotoma</i>	59

Figure 25:	<i>Padina pavonica</i>	60
Figure 26:	<i>Sargassum muticum</i>	61
Figure 27:	<i>Halopteris scoparia</i>	63
Figure 28:	<i>Halopteris filicina</i>	64
Figure 29:	<i>Fucus serratus</i>	65
Figure 30:	<i>Dictyota fasciola</i>	66
Figure 31:	<i>Cystoseira compressa</i>	67
Figure 32:	<i>Cystoseira mediterranea</i>	68
Figure 33:	<i>Caulerpa racemosa</i>	69
Figure 34:	<i>Caulerpa prolifera</i>	70
Figure 35:	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	71
Figure 36:	<u><i>Codium</i></u> <i>decorticatum</i>	72
Figure 37:	<i>Ulva rigida</i>	73
Figure 38:	<i>Enteromorpha compressa</i>	74
Figure 39:	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	75
Figure 40:	<i>Ulva lactuca</i>	76
Figure 41:	<i>Asparagopsis armata</i>	77
Figure 42:	<i>Corallina elongata</i>	78
Figure 43:	<i>Halopityin curvus</i>	79
Figure 44:	<i>Gelidium crinale</i>	80
Figure 45:	<i>Gracilaria verrucosa</i>	81
Figure 46:	<i>Hypnea musciformis</i>	82
Figure 47:	<i>Papillosa Laurencia</i>	83
Figure 48:	<i>Osmundea pinnatifida</i>	84
Figure 49:	<i>Peyssonnelia squamari</i>	85
Figure 50:	<i>Ceramium diaphanum</i>	86
Figure 51:	<i>Rhodothamniella floridula</i>	87
Figure 52:	<i>Chondrus crispus</i>	88
Figure 53:	<i>Polyides rotunda</i>	89
Figure 54:	<i>Ahnfeltia plicata</i>	90
Figure 55:	<i>Phyllophora heredia</i>	91
Figure 56:	<i>Lomentaria orcadensis</i>	92
Figure 57:	<i>Fucellaria lumbricalis</i>	93

Liste des Tableaux

Tableau 01:	Richesse spécifique planctonique des eaux algériennes	41
Tableau 02:	Types d'algue côte de Mostaganem (B. Bouiadjra ;2012).	52
Tableau 03:	Types d'algues de la côte Mostaganémoise (A. Iddou. 2007).	53
Tableau 04:	Nombre total des espèces de la côte Ouest	54

Liste d'abréviations

°C : degré Celsius

‰ : pour mille

Cm : centimètre

cm/s : centimètre par seconde

CO₂ : Le dioxyde de carbone

DGF : Direction Générale des Forêts.

F : fréquence **ha** :

hectare **Ha** :

hectares **Km** :

kilomètre**m** : mètre

m/s : mètre par seconde

m² : mètre carré

m³/s : mètre cube par seconde

mg/l : milligramme par litre **mm**
: millimètre

OD : Oxygène Dissout.

ONG : Office National Météorologique de Guemar.

ONM : Office National Météorologique.

PCB : biphénylespolychlorés.

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.

µM: micromètre

Introduction

Introduction

Le milieu marin est un écosystème unique et incroyablement riches en raison de la diversité des organismes vivants animales et végétales.

La biodiversité algale est très extraordinaire, on recense plus d'environ 127 000 noms d'espèces, la plupart sont des Microalgues ; environ 9 000 espèces de macro-algues, dont 1 500 habitent mers d'Europe. Le nombre total d'espèces d'algues varie d'environ 30 000 à Plusieurs millions (Mathew, 2011).

Les algues sont des organismes eucaryotes unicellulaires ou pluricellulaires (Pereira et Neto, 2015) sont subdivisées en trois groupes selon la pigmentation (Qin, 2018), les *Rhodophycaea* (algues rouges), les *Phaeophycaea* (algues brunes) et les *Chlorophycaea* (algues vertes).

Les trois groupes présentés par des pigmentations différentes sont photosynthétiques du règne Plantae (Pereira, 2018) qui se caractérisent par leur croissance rapide et une possibilité de fixation du CO₂ pour assurer une bonne photosynthèse (Chojnacka et al., 2018).

En plus de la taxonomie, la phytosociologie et l'écologie, les algues ont également fait l'objet d'utilisation dans divers domaines industriels.

En effet les algues sont utilisées depuis des millénaires par les populations littorales (asiatiques surtout, et européennes) pour leurs hautes valeurs nutritives. Elles constituent un enjeu majeur de développement économique.

Ainsi la masse monétaire touchée chaque année par l'industrie algale est croissante et elle est estimée en 2007, à environ 6 milliards de dollars (données FAO, 2007).

La Méditerranée renferme plus de huit cents espèces, la flore algale du littoral Algérien reste largement inexplorée et l'inventaire national des algues marines benthiques mentionne seulement 494 taxa, réparties entre trois groupes systématiques (Perret Boudouresque et Serridi, 1989) des travaux récents ont enrichis la diversité spécifique de cette flore de 26 espèces (Serridi, 1990 ; Kadari- Meziane, 1994 ; Ould- Ahmed ; 1994) auxquels s'ajoutent des mentions nouvelles sur la présence d'un taxon invasif en l'occurrence *Caulerpa racemosa* devant respectivement le port d'Alger et de Mostaganem (Ould- Ahmed et al ; 2006 ; Bachir-Bouiadjra et al ; 2010).

Les zones côtières de l'Ouest algérien, subissent une expansion démographique galopante accompagnée d'une urbanisation anarchique, d'intenses activités portuaires et industrielles, et sont sous l'influence continue des rejets d'eaux usées urbains et industriels, entraînant des dégradations notables de la qualité des eaux et des écosystèmes marins (Remili et Kerfouf, 2013). Les peuplements sont particulièrement exposés aux pollutions de surface, comme les rejets d'émissaires urbains ou les pollutions pétrolières (Arnoux & Bellan-Santini, 1972; Belsher, 1974; 1979).

L'objectif de notre étude est de contribuer à faire une synthèse de la connaissance de la flore marine des côtes algériennes ; C'est dans ce contexte que nous avons réalisé une synthèse des algues benthique de la côte ouest Algérienne (Mostaganem, Oran).

Cette synthèse s'inscrit dans le cadre d'une bio surveillance de l'écosystème marin à partir d'une approche comparative de plusieurs stations côtières ouest, en établissant un inventaire exhaustif des macrophytes benthiques, dans d'une bio surveillance de l'écosystème marin 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.

Le plan adopté est le suivant :

- La première partie, composée en deux chapitres, le premier consacré à une synthèse bibliographique sur les algues et leurs intérêts, le second présentera notre zone d'étude
- La seconde partie se composera de deux chapitres, l'une présentera une synthèse des différentes méthodes utilisé pour l'évaluation des algues et sera consacrée à la présentation du matériel utilisé par les différentes études ainsi que les méthodologies adoptées, à savoir l'échantillonnage, la conservation des échantillons, l'identification des espèces et enfin le traitement des données ;

Alors que le deuxième sera une synthèse de quelques résultats de différentes études déjà faite dans ce domaine avec leurs interprétations.

L'échantillonnage au niveau des stations montrent la présence massive des algues vertes (Chlorophycée) notamment indicatrice de pollution mais aussi une forte fréquence de *Cystoseira stricta* qui indique un milieu de bonne qualité. Notre synthèse a permis de réaliser un diagnostic phyto-écologique de cet écosystème côtier, à travers :

- Une mise à jour de l'inventaire de la flore végétale marine et d'étudier la structuration des peuplements macroalgaux correspondants.
- Une mise en évidence de l'utilisation des communautés phyto-benthiques médiolittorales qui peuvent être employées comme outils dans la biosurveillance de la qualité environnementale côtière marine.
- D'établir les principales caractéristiques des macro-algues et la structure du couvert végétal des zones côtières, et la mise en évidence des changements à court, moyen et long terme de la macro-flore benthique.
- De 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.

Partie I :
Synthèse
bibliographi
que

Chapitre 01: Généralités sur les algues

1. Définition :

Les algues sont des organismes photosynthétiques que l'on trouve dans les milieux aquatiques d'eau douce ou marine, ainsi que dans de nombreux milieux terrestres (sur le sol, sur le tronc des arbres, sur les vieux murs humides...etc.). Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétal (**Garon-Lardiere, 2004**). Ce sont des végétaux chlorophylliens dont l'appareil végétatif, appelé thalle est caractéristique propre aux plantes inférieures, dépourvues de tige, de graines, de racines et de vaisseaux et extrêmement varie de forme et de couleur (**Agoun et Lounis, 2012**). Elles peuvent être libres ou fixées sur un support, leur taille varie de moins d'un micromètre tel l'algue *prochlorococcus* à plusieurs dizaines de mètres pour les macrocystes (**Leclerc et Floch, 2010**). Les algues constituent une part très importante de la biodiversité, et une des bases des réseaux trophiques des milieux aquatiques d'eaux douces, saumâtres et marines. Elles sont aussi utilisées dans l'alimentation humaine, par l'agriculture et par l'industrie (**Memory, 2011**).

2. Bases de la classification des grandes lignées d'algues :

De nombreux critères écologiques, physiologiques ou biochimiques interviennent dans la Phylogénie des algues comme les structures cellulaires, le mode de nutrition, l'habitat ou même la nature et la localisation des pigments et glucanes de réserve. Malgré une extrême diversité et complexité structurale, tant d'un point de vue macroscopique que microscopique, les algues peuvent néanmoins être classées en une dizaine d'embranchements selon des critères basés sur leurs compositions pigmentaires, leurs polysaccharides de réserve ou des caractéristiques structurales (**Reviers, 2002**).

- Pigmentation
- Polysaccharides de réserve
- Polysaccharides pariétaux

3. Classification structural 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, encroutâtes.

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 (Figure1).

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**).

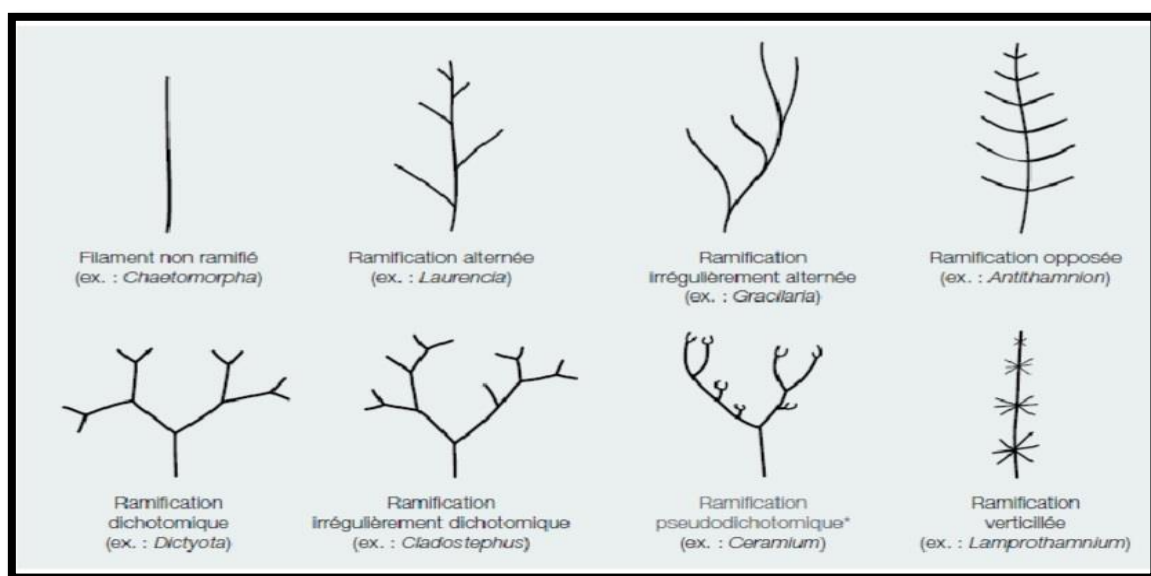


Figure 01 : Schémas des modes de ramifications (Michel et al, 2011).

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 : *Scenedesmus*, *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 associées 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**).

4. Grands groupes d'algues marines :

En général, le terme algue fusionne quatre grands groupes qui sont différenciées par rapport à la couleur, Chaque groupe contient des classes, qui elle-même contient des centaines d'espèces (**Garon-Lardiere, 2004**).

4.1. Algues vertes (Chlorophycées) :

Elles sont de formes très variées, uni-ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en vert par les chlorophylles a et b, auxquelles sont associés des carotènes et des xanthophylles.

La photosynthèse permet la formation d'amidon, comme pour les plantes supérieures, la plupart des algues vertes vivent en eau douce ou en milieux marins, mais certaines espèces peuvent également se développer sur terre. Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale (**Garon-Lardiere, 2004**).



Figure 02 : Algues vertes (*Chlorophycées*).

4.2. Algues brunes (Phéophycées)

La couleur brune de ces algues résulte de la dominance du pigment xanthophylle, la fucoxanthine, qui masque les autres pigments (chlorophylle a et c, ainsi que le bêta carotène). Toutes possèdent une structure pluricellulaire, mais leurs dimensions varient depuis les éléments microscopiques jusqu'aux très grands spécimens. La grande majorité des algues brunes sont marines (**Garon-Lardiere, 2004**).



Figure 03 : Algues brunes (*Phéophycées*).

4.3. Algues rouges (Rhodophycées) :

Les rhodophycées ou algues rouges forment un groupe très diversifié. Ces algues doivent leur couleur à la présence de plastes roses dans lesquels un pigment rouge, la phycoérythrine, est associé à plusieurs autres pigments dont les chlorophylles. La plupart de ces algues rouges sont pluricellulaires et marines, mais il existe quelques formes unicellulaires et quelques-unes vivent également en eau douce. Les algues rouges sont divisées en deux groupes : celui des Bangiophycées (qualifiées de primitives) et celui des Floridéophycées (plus complexes). Elles se distinguent généralement par leur cycle de reproduction particulièrement complexe (**Garon-Lardiere, 2004**).



Figure 04 : Algues rouges (*Rhodophycées*).

4.4. Algues bleues (Cyanobactéries)

Les cyanobactéries ou les algues bleues sont constituées des colonies de taille, de forme et de couleur très variables. Comme les algues rouges, elles possèdent des pigments surnuméraires bleus (Phycocyanines) et rouges (Phycoérythrines) qui masquent la chlorophylle a. En dépit de leur nom ancien d'algues bleues, elles sont rarement bleues mais plus souvent rouges, vertes avec des reflets bleutés, violets, bruns, jaunes ou orangés. La plupart d'entre elles ont une consistance gélatineuse voire gluante en raison des mucilages qu'elles sécrètent (**Garon-Lardiere, 2004**).



Figure 05 : Algues bleues (*Cyanobactéries*).

5. Reproduction des algues

Dans de très nombreux cas, la reproduction des algues s'effectue par multiplication végétative. Il s'agit d'une multiplication sexuée qui consiste en la division d'une cellule isolée (cas des algues bleues), soit en une fragmentation de thalle aboutissant à la formation de plusieurs organismes identiques. Elle est souvent réalisée par la formation de cellules spécialisées : les spores. Les algues eucaryotes réalisent en plus une reproduction sexuée au cours de laquelle l'union de deux cellules reproductrices, ou gamètes, produit un œuf, ou zygote. La reproduction des algues se déroule ainsi selon une alternance de phases de reproduction asexuée assurée par les thalles (sporophytes) et de phases de reproduction sexuée, assurée par des thalles producteurs de gamètes (gamétophytes) (**Garon-Lardiere, 2004**).

6. 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 trouvent 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**).

7. Facteurs abiotiques

7.1. 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 06**) 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 06 : Bathymétrie des algues (FALLER, 2011).

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 :

7.2. Plateau continental

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

7.3. 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).

7.4. 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)**.

7.5. 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)**.

7.5.1. 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 lequel, 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)**.

7.5.2. Le supralittoral

Etage 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)**.

7.6. 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 encroûtant lithophyllum, des mollusques comme la patelle et des crustacés fixés comme la balane (**Cabane, 2007**).

7.6.1. 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**).

7.6.2. L'étage circalittoral

Étage du domaine benthique néritique qui s'étend depuis 40 m de profondeur environ (limite inférieure de vie des algues photopiles) 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**).

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**).

7.7. 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 encroûtant sont calcifiées (Coral linacées, 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 vésiculeuse* 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**).

7.8. 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 (*Gracilaria verrucosa* et des algues vertes) (**Augier et Boudouresque, 1971**).

7.9. 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 et 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 (Plumeraï plumons), 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 ; Cadenelle 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**).

7.10. 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**).

7.11. 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 supralittoral font fortement varier la teneur en sels des algues qui y vivent (**Augier et Boudouresque, 1971**).

7.12. 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**).

8. 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**).

9. Utilisation et intérêt économique des algues

Il existe plusieurs domaines économiques qui font appel à des algues ou à des phycocolloïdes. Elles présentent actuellement une source nutritionnelle et un produit à valeur montante, surtout en Asie où elles sont utilisées directement comme aliments, ou indirectement surtout par l'industrie de phycocolloïdes (agars et alginates). Elles sont utilisées en agriculture comme engrais et fourrage, dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique, dans le textile, et dans bien d'autres domaines (**Chopin, 1997**).

9.1. En alimentation animale

Sur de longues périodes, les animaux (ovins, bovins et équidés) qui vivaient en zones côtières consommaient des macro-algues brunes, surtout dans les pays où celles-ci étaient rejetées sur le rivage, d'ailleurs l'algue rouge *Palmaria palmata* était appelée « goémon à vache ». Les premiers essais de supplémentations de la ration alimentaire d'animaux d'élevage ont fait apparaître une bonne acceptabilité, une bonne digestibilité et une bonne assimilation des algues.

Aujourd'hui, la disponibilité de macro-algues pour animaux s'est accentuée avec la production de farines. Les macro-algues utilisées en alimentation comme *Ascophylum nodosum* et *Laminaria digitata* raichement coupées, sont broyées en fines particules et séchées. Leurs analyses ont montré qu'elles contenaient des quantités importantes de minéraux, oligoéléments et vitamines. Les oligo-éléments qui sont des éléments essentiels requis pour les mammifères à de petites quantités tels que le fer, le zinc, cobalt, chrome, molybdène, nickel, fluor et iode (Chouikhi, 2013).

9.1.1. Leurs avantages :

- Augmentent la teneur en iode des volailles et des œufs.
- Augmentent la production laitière chez les vaches de 6,8% à 13%. Les brebis nourries aux macro-algues maintiennent leur poids beaucoup mieux durant la période hivernale et donnent une plus grande production de laine.
- Stimulent le système immunitaire de certains animaux.

En aquaculture, la nourriture habituellement se compose de déchets de viande et de poissons mélangés avec des additifs secs contenant des nutriments supplémentaires (macro-algues), pour former une masse pâteuse servant à la préparation des granulés. L'addition de macro algues leur permet de ne pas se désagréger ou de se dissoudre.

9.2. En alimentation humaine

Les algues sont consommées en Asie depuis l'aube de l'humanité. En Occident, cette consommation directe d'algues est plus marginale et plus récente. Elles ont été

récemment approuvées pour une consommation humaine (comme légumes et condiments), ouvrant ainsi de nouvelles opportunités pour l'industrie agro-alimentaire **(Mabeau et Fleurence, 1993)**. Ces macro-algues contiennent des protéines, lipides, vitamines et minéraux et constituent donc une source d'aliment précieuse ; environs 75% de la production d'algues produites mondialement (8 millions de tonnes d'algues fraîches) est destinée à l'alimentation humaine directe. Aujourd'hui, 14 macro-algues et micro-algues alimentaires sont autorisées à la vente dans certains pays **(Sanchez-Machado et al, 2004 ; Noziah and Ching, 2000 ; Wong and Cheung, 2000)**.

9.3. Dans l'industrie alimentaire

L'algue en alimentation fait cependant partie du quotidien de l'homme, mais de façon discrète, utilisée pour ses propriétés technologiques et ceci depuis le début des années soixante.

Agar et Alginate sont devenus des ingrédients incontournables de l'industrie agroalimentaire **(Marfaing, 2004)**. Les algues rouges sont la source d'agar et de l'agarose.

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

9.4. En agriculture

Depuis longtemps les populations littorales fertilisaient leurs terres à l'aide macro-algues surtout avec les grandes algues brunes qui sont recueillies généralement au niveau des plages, puis lavées et coupées.

Les effets des macro-algues comme fertilisants diffèrent selon l'algue utilisée. En général, ce n'est pas dû seulement aux composants chimiques de l'algue et à la valeur

nutritionnelle de l'algue, mais aussi aux propriétés physiques des polysaccharides de l'algue lesquels aident à améliorer la structure du sol **(Kim, 1970)**.

L'emploi des fertilisants naturels devrait permettre une diminution de la quantité d'engrais chimiques et des traitements phytosanitaires classiques polluant le sol ou/et la récolte **(Pérez, 1997)**.

9.5. Dans le domaine pharmaceutique et médical

Plusieurs composés chimiques isolés des macro-algues sont biologiquement actifs dont certains possèdent une activité pharmacologique efficace **(Rorrer and Cheney, 2004)**. Une étude sur l'isolement et la détermination de la structure chimique de nouveaux métabolites secondaires pouvant présenter des activités biologiques à potentialités pharmacologiques a été réalisée à partir de deux algues méditerranéennes *Cystoseira crinita* (Phéophycée) et *Lyngbya majuscula* (Cyanophycée) **(Praud, 1994)**.

Aujourd'hui, environ 4000 nouveaux métabolites ont été isolés à partir de divers organismes marins et jusque dans les années 1990, ce sont les algues qui ont le plus intéressé les chercheurs **(Praud, 1994)**.

9.6. Dans la biotechnologie

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

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

9.7. Dans le traitement des eaux usées

La technique dite de lagunage représente une alternative économique et efficace à des systèmes de traitement (les rejets des villes, de l'industrie, des fermes aquacoles, des entreprises agricoles). La capacité des algues à absorber les nutriments issus d'élevages piscicoles a été démontrée à partir de cultures d'algues en bassin **(Cohen et Nori, 1991)**. L'intérêt de l'utilisation des macro-algues pour le traitement des eaux usées en eau salée a été démontré dès la fin des années 70 dans des mélanges d'eau usée et d'eau de mer **(Guist et Humm, 1976)**.

10. Pollution

La pollution marine est définie comme l'introduction directe ou indirecte de déchets, de substances, ou d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines d'origine humaine, qui entraîne ou qui est susceptible d'entraîner des effets nuisibles pour les ressources vivantes et les écosystèmes marins, avec pour conséquence, un appauvrissement de la biodiversité, des risques pour la santé humaine, des obstacles pour les activités maritimes, et notamment la pêche, le tourisme et les loisirs ainsi que les autres utilisations de la mer, une altération de la qualité des eaux du point de vue de leur utilisation, et une réduction de la valeur d'agrément du milieu marin. On distingue la pollution générée par les substances chimiques et celle produite par les déchets aquatiques. Les déchets aquatiques comprennent tout solide ménager, industriel, naturel qui se retrouve dans l'environnement maritime et côtier. Ils peuvent être de nature très variée : déchets flottants en surface ou dans la colonne d'eau, déchets déposés dans les fonds, déchets échoués sur les plages et sur le littoral. 80% de la pollution marine est d'origine terrestre. Les polluants sont transportés par le ruissellement des eaux suivant la dynamique des bassins versants mais aussi par l'air du fait du régime des vents, les surfaces marines recevant de nombreux dépôts atmosphériques. Or des phénomènes de saturation génèrent des désordres écologiques grandissant au point de menacer toutes les autres activités **(Goeury D., 2014)**.

10.1. Les types de pollutions

La plupart du temps, un rejet n'est jamais une source unique et les différents types de pollution sont mélangés et agissent les uns sur les autres (effets de synergie). Ainsi, un égout rejette des déchets organiques, des détergents dont certains s'accompagnent de métaux lourds (pollution chimique), des micro-organismes (pollution biologique), le tout dans de l'eau douce (pollution physique) (**Gravez & Bernard, 2006**)

10.1.1. Pollution chimique :

C'est une pollution due au déversement de substances chimiques telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides, les pesticides (DTT, Lindane...). Les métaux lourds (Pb, Cd, Hg...) (**Chemloul et Medjadji 199**).7 : **GIS, 1996**).

De nombreuses substances de synthèse issues du génie humain ont la capacité d'engendrer des sous-produits (métabolites) encore plus dangereux comme le DDE, les dioxines. Ainsi l'Océan mondial est systématiquement pollué par des substances toxiques, même dans ses régions les plus reculées, à titre d'exemple les morues de la mer Baltique présentent des teneurs record en PCB (**Vincent, 2006**).

10.1.2. Pollutions physiques :

On parle de pollution physique lorsque le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Il peut s'agir d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu (par une centrale hydroélectrique), d'un rejet d'eau réchauffé ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de régazéification de gaz liquide), d'un rejet liquide ou solide de substances modifiant la turbidité du milieu (boue, limon, macrodéchets...), d'une source de radioactivité (**GIS 1996 ; Gravez & Bernard 2006**).

Cependant, le rejet de chaleur dans l'environnement constituant de nos jours une forme de pollution physique du milieu naturel capable de provoquer de vrais bouleversements, car d'un point de vue écologique, il existe un paramètre incontournable qui est la température du milieu. Or, dans certains pays industrialisés, l'augmentation de température en aval des centrales électriques peut atteindre 7 à 8°C, ce qui engendre une

modification totale des communautés aquatiques et de leurs modes de fonctionnement (Vincent, 2006).

10.1.3. Pollution biologique :

Il peut s'agir de pollution par des micro-organismes (bactéries, virus, champignons) provenant des égouts qui peuvent proliférer à leur arrivée dans le milieu marin, même s'il est vrai qu'il s'agit d'un milieu qui ne favorise pas la vie de la plupart des agents pathogènes (Gravez et Bernard, 2006).



Figure 07 : Émissaire d'eaux usées (Mansouri, 2021).

Cette pollution peut résulter du rejet dans les eaux continentales ou littorales d'une grande variété de substances organiques fermentescibles d'origines diverses (effluents urbains, matières fécales, industries, élevages.) et se traduit par une forte contamination bactériologique. Elle soulève, dans bien des cas, de redoutables problèmes d'hygiène publique en qualité des eaux potables, salubrité des plages, qui ne sont pas limités aux seuls pays du tiers monde. Cette extension incessante de la pollution microbiologique des eaux continentales et littorales à pour conséquence une recrudescence d'affections pathogènes (colibacilles, hépatites, virus entériques) (Vincent, 2006).

10.2. Les sources de pollution :

La majeure partie des polluants rejetés dans l'environnement parvient au milieu marin, soit indirectement par les rivières, le ruissellement ou l'atmosphère, soit directement par

les rejets à la mer d'origine urbaine, agricole, ou industrielle (**Lakaze, 1993**). Or la capacité naturelle des zones côtières à disperser et assimiler les polluants est limitée (**IFREMER, 2003**).

Cependant, l'émotion légitime suscitée par les conséquences d'une pollution accidentelle en milieu marin ne doit pas masquer la situation de fond constituée par les apports de pollution chronique d'origine multiple (**Marchand, 2002**) (**Figure 8**)

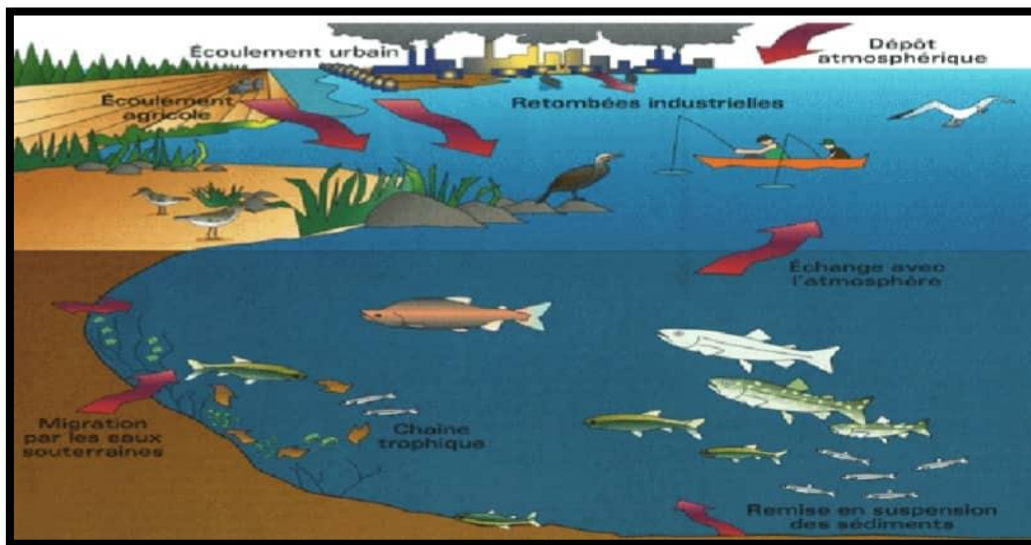


Figure 08 : Sources et cheminement de la pollution marine. (Gingras, & Daniel, 1997 ; USEPA, 2006).

10.3. Les polluants et impact sur l'écosystème

Le milieu marin est contaminé par de nombreux produits chimiques dont des éléments métalliques rejetés par les industries, l'agriculture et les communautés urbaines. Les zones estuariennes et côtières, sous forte influence continentale, sont les plus touchées par cette contamination. L'activité humaine n'a apporté aucun changement dans les volumes de métaux lourds. Il n'y a ni création, ni suppression. Elle a surtout changé la répartition des métaux, les forme chimique (spéciation) et les concentrations par l'introduction de nouveaux modes de dispersion (fumées, égouts, voitures).

Si une partie des métaux lourds part directement dans le sol et les eaux, l'essentiel est d'abord émis dans l'atmosphère avant de rejoindre les deux autres éléments. Un polluant

ou contaminant est un produit chimique qui existe à un niveau jugé comme étant supérieur à celui qui doit exister normalement dans n'importe quelle composante de l'environnement. Cependant, pour les produits synthétisés par l'homme, tout niveau détectable est considéré comme anormal (**Benali, 2007**).

11. Impact des espèces introduites

La Méditerranée constitue l'une des régions du monde où le pourcentage d'espèces introduites par rapport aux espèces indigènes est le plus élevé. Ceci s'explique en partie par l'importance du commerce maritime mondial qui passe par ses eaux, par les pratiques de l'aquaculture, particulièrement en France et par la législation très laxiste, sinon inexistante, des pays méditerranéens en matière de prévention des introductions. L'impact des espèces introduites est ainsi devenu la deuxième cause de chute de la biodiversité dans le Monde (**Wilson, 1997**), la première étant la disparition pure et simple des habitats. Lorsqu'une espèce arrive ou est importée dans un nouveau milieu, elle peut disparaître, s'établir ou devenir un fléau. Williamson, 1996, dit que 10 % des espèces importées deviennent introduites, 10 % des espèces introduites deviennent des espèces établies et que 10 % des espèces établies deviennent des fléaux.

Les modes d'introduction des espèces se fait selon plusieurs facteurs :

- Les eaux de ballasts des navires pétroliers ou cargos,
- Les coques de navires « fouling »,
- L'aquaculture, les appâts pour la pêche,
- L'aquariologie,
- La recherche scientifique.

12. 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.



Figure 09 :Aspects visuels de l'eutrophisation, marée verte (macro-algue)
(BAUDRIER et *al*,2012).

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**).

Chapitre 02:

Zone d'étude

1. La Mer Méditerranéenne:

La Mer méditerranéenne est un bassin semi-fermé relié à l'océan atlantique par le seuil étroit du détroit de Gibraltar large de 14 km et profond de 300 m (Figure 10).

Elle couvre une superficie d'environ 2,5 millions de km² en s'étendant d'est en ouest sur approximativement 3800 km et la distance nord-sud maximale entre la France et l'Algérie est d'environ 900 km.

Elle est reliée à la mer Noire par le détroit des Dardanelles dont la largeur maximale n'est que de 7 km avec une profondeur moyenne de 55 m. Le lien avec la mer Rouge se fait par le canal de Suez.

La Méditerranée est divisée en deux bassins principaux, occidental et oriental, séparés par le canal de Sicile d'environ 150 km de large avec une profondeur maximale de 400 m.

La mer Adriatique peut être également considérée comme une zone séparée située au nord du détroit d'Otrante (**Fredj et Menardi, 2001**).

La Méditerranée occidentale comporte 3 secteurs :

- Le secteur septentrional au Nord d'une ligne joignant le delta de l'Ebre à Piombino en Italie. Ce secteur comprend la mer Catalane, le Golfe du Lion, les côtes de Provence et la mer Ligure ;
- Le secteur central comprenant, d'une part, la côte espagnole de Motril au delta de l'Ebre, les îles Baléares, la Corse, la Sardaigne, la Sicile et la côte italienne de Piombino au golfe de Tarente ;
- Le secteur méridional qui comporte les côtes nord-africaines de la frontière algéro-marocaine au cap Bon.

L'Adriatique subdivisée en trois parties :

- Haute-Adriatique au nord d'une ligne allant du Monte Conero au sud de la péninsule d'Istrie ;
- L'Adriatique moyenne ;

La Basse-Adriatique qui s'étend sur la côte italienne de Bari au cap Leuca

La Méditerranée orientale avec également trois secteurs distincts :

- Le secteur septentrional au Nord d'une ligne allant du cap Doro d'Eubée à Antipsara, incluant la mer Égée
- Le secteur central comprenant les côtes d'Asie mineure, l'archipel Grec et les côtes de la Grèce
- Le secteur méridional allant du cap Bon (Tunisie) à la Syrie (Fredj&Menardi, 2001).

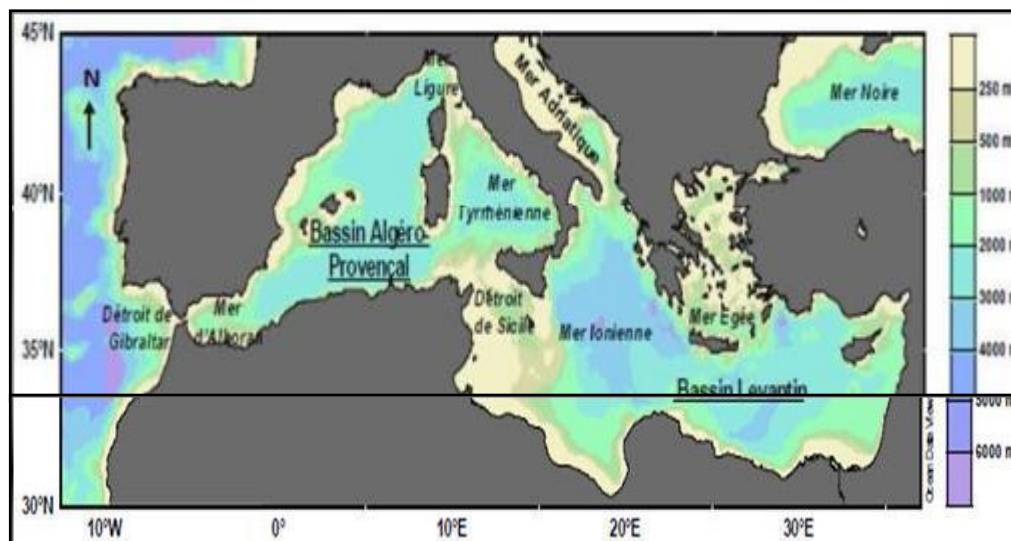


Figure 10: Méditerranée, localisation des principaux bassins, détroits et mers marginales (PAM/PNUE-CAR/PB, 2009).

2. Les courants:

La Méditerranée est située entre 30° et 40° nord, c'est une mer profonde, presque fermée, communiquant avec l'océan atlantique par le détroit de Gibraltar (figure 11).

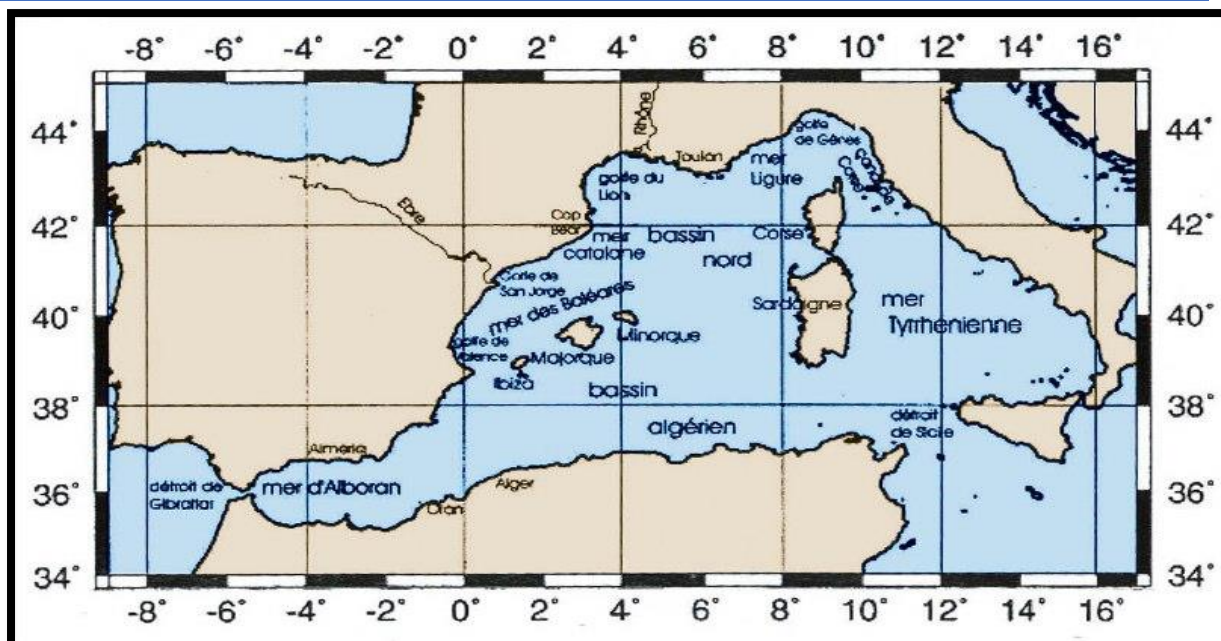


Figure 11: Situation géographique du bassin méditerranéen occidental (Kerfouf, 2007)

En Méditerranée l'évaporation étant plus intense que les précipitations et les apports fluviaux, il existe un déficit constant ; mais les apports en provenance de la Mer noire via les Dardanelles et surtout de l'Atlantique par le détroit de Gibraltar, rétablissant l'équilibre, donnent à toute l'hydrologie méditerranéenne ses caractères les plus distinctifs. Ce flux permanent de l'Atlantique vers la Méditerranée est appelé courant atlantique ou courant algérien (**Millot, 1985**).

Pour équilibrer à la fois son bilan d'eau et son bilan de sel, le bassin méditerranéen fonctionne comme « une machine » qui transforme l'eau atlantique entrante, diluée par les précipitations et les apports des fleuves, en une eau dense et salée, typiquement méditerranéenne. Cette eau méditerranéenne, finalement s'écoule dans l'atlantique dans les parties profondes du Détroit de Gibraltar.

La Mer méditerranée est considérée comme un bassin semi fermé qui communique avec le reste de l'océan mondial par le Détroit de Gibraltar dont la largeur est en moyenne de 15 km et la profondeur de 250m au seuil. Le détroit de Sicile dont la profondeur est environ 1000 m au seuil, divisant le bassin en deux grands sous bassins, la Mer occidentale et la Mer orientale, sous divisées à leur tour en mers secondaires (**Lascaratos, 1998**).

Un certain nombre d'auteurs apportent des précisions sur la circulation des eaux en Méditerranée et le long des côtes algériennes (**Bernard, 1958 ; Lacombe et al., 1960 ; Furnestin et al., 1969**) :

- UN courant de surface ou courant atlantique qui va d'ouest vers l'est.
- UN courant profond ou courant oriental qui va de l'est vers l'ouest.

La valeur moyenne des eaux atlantiques entrantes en Méditerranée est en effet, de 1 million de m³/s (**Lacombe et al., 1960**). Ce flux détermine par son importance l'allure de la circulation générale de l'hydrologie et même des variations de niveau dans toute la Méditerranée occidentale. Parmi les principaux facteurs qui affectent la circulation générale, les vents, l'évaporation et la rotation de la terre paraissent jouer un rôle important. Les récentes investigations reposant sur l'imagerie satellitaire, ont précisé l'évolution du courant atlantique (**Millot et al., 1989**).

Ce courant pénètre sous forme d'une veine de 50km de largeur à 0°, de hauteur maximale 150m et d'une vitesse supérieure à 50cm/s. il long la côte et s'en rapproche sous l'effet de la force de Coriolis.

A proximité d'Oran, les eaux atlantiques se resserrent près de la côte en s'enfonçant jusqu'à 100 - 200 m de profondeur et se dirigent vers l'est avec une vitesse moyenne de 0,6 nœuds.

Vers 4° à l'est, le courant se divise en deux branches dont l'une poursuit sa route vers l'est (Déroit sicilo-tunisien) en s'écartant de la côte et en diminuant de vitesse (0,5 m/s devant Alger), tandis que l'autre moins importante remonte vers le nord (bassin algéro-baléares, côte ouest de la Sardaigne et de la Corse). Orienté ouest/est tout au long du pré-continent algérien, le courant atlantique induit au niveau des golfes et des baies des contres courants à vitesse très faibles tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

D'après les mesures par flotteurs, la vitesse moyenne en surface de ces courants est de 0,3 Km/h à Arzew (**Caulet, 1972**) et à Alger (**Grovel, 1960**).

A proximité des fonds sous-marins, la vitesse de ces courants diminue très rapidement et devient pratiquement négligeable : 1 cm/s (**Millot, 1987**).

Le flux d'eaux Océaniques entrant par le détroit de Gibraltar sous forme de méandres associe son effet avec d'autres phénomènes complexes pour engendrer des *upwellings* ou remontée des eaux profondes, d'où un apport en sels minéraux et éléments nutritifs qui permet le développement du phytoplancton et du zooplancton, premier maillon de la chaîne trophique marine nécessaire au maintien d'un équilibre stable de cet écosystème (**Boutiba, 1998**). Les *upwellings* côtiers contribuent au transfert et à la répartition des polluants (**Aubert et al., 1982**).

2.1. Masses d'eaux de surface:

Ce sont des eaux d'origine atlantique pénètrent en surface par le Détroit de Gibraltar quittant les côtes espagnoles pour rejoindre les côtes algériennes. Ce courant se déplace sur 1200 km de long et sur 50 km, ayant une salinité estimée à 36,25 ‰ et une température de 12 à 13 C°.

Le flux atlantique va traverser la mer d'Alboran puis les côtes algériennes sous forme de gyre anticyclonique (mouvement circulaire suivant le sens des aiguilles d'une montre) ; ce même courant (courant algérien) est souvent instable et à forte intensité engendrant des courants secondaires (méandres) qui vont se diviser en deux branches (**Lascaratos, 1998**).

- La première va se déplacer vers le nord en longeant les côtes de l'Italie, de la France et de l'Espagne (courant Liguro provençal) pour revenir à l'Atlantique via le Détroit de Gibraltar.
- La deuxième gagnera la Méditerranée orientale via le détroit de Sicile.

Les eaux de la Méditerranée subissent un refroidissement en hiver qui accroît leur densité et les oblige à plonger en profondeur, formant ainsi une couche intermédiaire épaisse de 50 à 100 m. Ces eaux circulent le long des côtes algériennes mais sans aucune orientation d'est en ouest (figure 9.A). Au niveau du bassin algérien l'eau levantine qui s'écoule du détroit de Sicile arrive sous forme de poches, entraînées probablement par des tourbillons d'intensité moyenne depuis les côtes de la Sardaigne (**Millot, 1987**).

2.2. Eaux Intermédiaires Levantines (EIL ou LIW) :

Les eaux de la Méditerranée subissent un refroidissement en hiver qui accroît leur densité et les oblige à plonger en profondeur, formant ainsi une couche intermédiaire épaisse de 50 à 100 m. Ces eaux circulent le long des côtes algériennes mais sans aucune orientation d'est en ouest (figure 9.B). Au niveau du bassin Algérien l'eau levantine qui s'écoule du Déroit de Sicile arrive sous forme de poches, entraînées probablement par des tourbillons d'intensité moyenne depuis les côtes de la Sardaigne (**Millot, 1987**).

2.3. Eaux profondes:

Les masses d'eaux superficielles et intermédiaires refroidissent encore et prolongent sous l'action des phénomènes atmosphériques d'hiver (figure 9.C), ces eaux sont très homogènes dans tout le bassin méditerranéen avec une température fixe de 12,7° C, une salinité estimée à 38,4 ‰ et une densité évaluée à 29,11 (**Millot, 1985**).

2.4. Le bassin de concentration :

La Méditerranée constitue un bassin allongé relativement étroit (détroit de Gibraltar : 15 km de largeur), comme nous l'avons cité précédemment le bassin Méditerranéen est divisé en deux grands bassins occidentaux et bassin oriental. Les pertes en eau enregistrées sont nettement supérieures que celles apportées par les précipitations et les fleuves d'où l'idée ou l'apparition du terme « bassin de concentration » (**Lascaratos, 1998**).

Les eaux de l'Océan atlantique pénètrent en surface par le Déroit de Gibraltar, sont moins salées. En raison de l'évaporation, elles deviennent plus salées (donc plus denses) et plongent à une profondeur intermédiaire pour regagner par la suite l'Atlantique ; de cette façon, les pertes en eaux sont compensées et la salinité maintenue constante. Le type de mouvements des eaux est dit « Lagunaire » (**Lacombe, 1965**).

2.5. Le bassin de dilution:

Par contre en Méditerranée il y a des endroits où les apports des précipitations et des fleuves sont supérieurs aux pertes d'eau par évaporation (ex : la Mer noire ou la Mer rouge), dans ces régions les eaux profondes sont plutôt douces et moins denses, de ce fait nous aurons un mouvement inverse du premier où les eaux profondes remontent à la surface pour réguler la salinité des eaux. Dans ce cas de figure nous employons le terme de « bassin de dilution » et le mouvement est dit *estuarien* (Lascaratos, 1998).

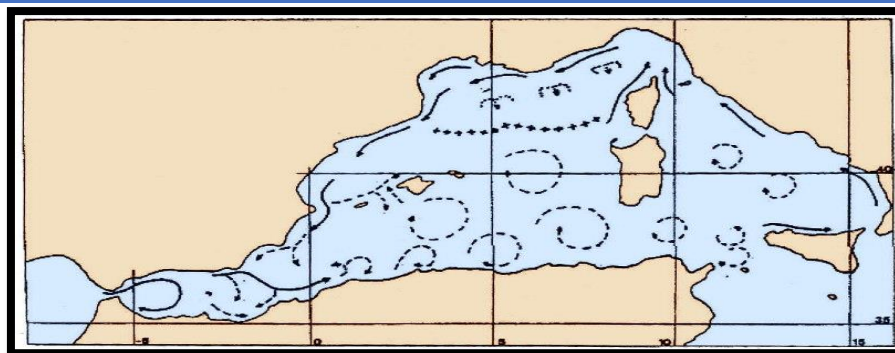
3. Les houles:

Les houles présentes au large et au niveau des côtes à la fois, agissent activement (jusqu'à 200m de profondeur) mélangeant et dispersant les différentes substances polluantes, favorisant la sédimentation et d'autres phénomènes complexes (Boutiba, 1992).

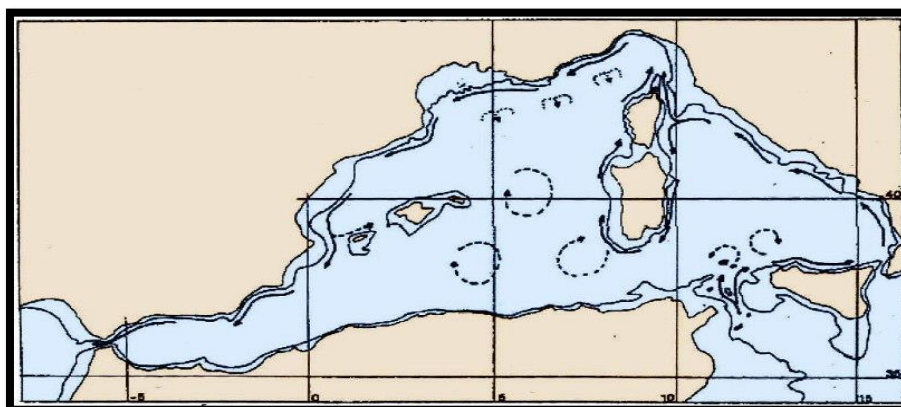
En plus de l'existence des marées et des courants permanents au large ou à la côte, les houles agissent de façon active parfois jusqu'à 200m entraînant la dispersion de substances polluantes, l'oxygénation, la rupture de stratification, et la sédimentation. Ces mouvements marins assez particuliers appelés « ondes externes » apparaissent généralement lorsque le milieu marin est soumis à une action externe qui perturbe son équilibre (Millot et al, 1989).

Le régime saisonnier des houles le long du littoral algérien présente deux principales directions (Leclaire, 1972) :

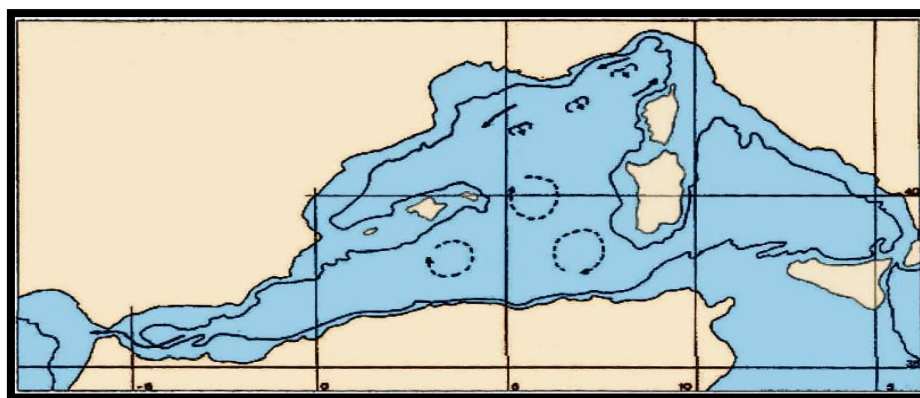
- Une direction WNW (300°) ou 80% des houles se produisent pendant l'été.
- Une direction NNE (20-40°) ou la majorité des houles se produisent pendant l'hiver.



A



B



C

Figure 12: Circulation des eaux de l'Atlantique (**Millot modifié in Kerfouf, 1987**).

A: Eau atlantique modifiée, **B:** Eau levantine intermédiaire, **C:** Eau atlantique profonde

4. Le Climat:

Le climat de la région est de type méditerranéen, notamment chaud l'été et doux l'hiver, avec une saison sèche très marquée entre la mi-juin et mi-septembre, ces conditions sont dues à l'alternance de brise de mer fraîche et humide et de brise de terre chaude et sèche (ONM, 2019).

La pluviométrie est variable d'une année à une autre, la pluviométrie de la région d'Oran reste une des plus faibles de l'Algérie du nord, elle varie entre 350 et 400mm, et elle peut ne pas dépasser 200 à 250mm en certaines années sèches.

Les caractéristiques des vents dans cette zone sont comme suite : les mois les plus pluvieux étant mois à prédominance des vents ouest et nord-ouest. Ces vents sont à l'origine de la tempête ayant frappée la ville d'Oran en 1980 alors que les mois de sécheresse sont les mois à prédominance des vents nord-est. Il existe par ailleurs des vents chauds ou *sirocco* provenant du sud-ouest. Ce sont des vents secs et chauds de 9 à 16 jours par an (ONM, 2019).

5. Les facteurs physico-chimiques du milieu:

5.1. La température:

A température des eaux marines en surface n'est pas constante, elle est liée étroitement à celle de l'atmosphère et par conséquent varie en fonction des saisons. En méditerranée, les eaux se caractérisent par des écarts de température entre les couches superficielles et les couches profondes relativement peu importantes. Sur le littoral algérien, l'eau de surface subit tout au long de l'année des variations thermométriques considérables.

5.2. La salinité:

La Méditerranée est connue pour être un bassin de concentration où l'évaporation excède les apports fluviaux et les précipitations, et est responsable d'une baisse de niveau de la mer estimée à 1 m par an, ce qui implique une mer à bilan négatif.

Ce déficit est compensé par un flux entrant d'eau atlantique par le Déroit de Gibraltar, plus légère et plus mobile ayant une salinité de 36,2‰ (Benzohra., 1993).

Les données de **Millot (1985)** ont montré d'importantes variations de la salinité entre les différentes masses d'eau qui superposent. Mais selon **Berenger (1955)**, elle augmente du Détroit de Gibraltar au bassin oriental.

A 20 m, le taux de salinité de cette eau diminue nettement et atteint une valeur de 36.42 ‰. Les eaux de surface des côtes algériennes se caractérisent par une salinité avoisinant les (37‰) ; à 20 m cette salinité diminue et atteint son seuil plus bas au niveau des côtes oranaises (36,42‰), la salinité décroît entre 50 et 100 m car le courant algérien s'éloigne des côtes (36,38‰) ; Et à 200 m la salinité se caractérise par une légère baisse. Entre 300 et 500 m la salinité est sous l'influence de l'eau levantine intermédiaire qui donne un taux sel compris entre 38,3 et 38,6 ‰ (Boutiba, 1992).

5.3. Le Carbone en Méditerranée:

En Méditerranée, comme dans l'océan mondial, les carbonates (ou carbone inorganique) constituent 97% du contenu en carbone. Le carbone organique représente 3% du bilan, dont le carbone inorganique qui est constitué par 90% de l'ion bicarbonate, 9% de l'ion carbonate et 1% du CO₂ dissous, les fractions respectives dépendant de l'équilibre du système des carbonates, l'étude du carbone dans la mer entre dans deux problématiques : la production biologique et le transfert de carbone des couches de surface aux couches profondes pour ce qui est du pompage océanique de l'augmentation anthropique du taux de dynamique de bassin de concentration, il peut paraître intéressant d'étudier le bilan de carbone pour tenter d'estimer la production biologique et le flux vertical de carbone ou la captation de CO₂ atmosphérique (**Copin-Montegut, 1993**).

Les mesures précises du carbone inorganique total, en mer d'Alboran, donnent une concentration moyenne de 2090 μM dans le flux atlantique superficiel et de 2300 μM dans le flux profond sortant de la méditerranée. Le bilan de carbone organique peut être établi à partir des concentrations respectives dans les couches de surface et profondes. Ces concentrations sont respectivement de 100 et 50 μM, et le bilan dans le détroit de Gibraltar s'établit à $+1,25 \cdot 10^{12}$, outre le bilan net à travers le

détroit de Gibraltar, le cycle du carbone en Méditerranée nécessite la connaissance des divers apports par l'atmosphère, les précipitations, les fleuves et la mer Noire, tous ces apports restent faibles par rapport aux flux de carbone entrant par le détroit de Gibraltar. Le bilan total des apports en carbone organique s'élève à $1,7 \cdot 10^{12}$ M/an, tandis que le bilan des pertes de carbone inorganique s'élève à $-1,7 \cdot 10^{12}$ M/an (**Copin-Montégut, 1993**).

La Méditerranée est un bassin de reminéralisation du carbone organique en carbone inorganique. L'estimation de la nouvelle production correspondante est $8,1 \text{ gC M}^{-2}/\text{an}$, valeur que nous retrouvons également à partir du bilan du phosphate (**Copin-Montégut, 1993**).

L'exportation dans l'eau profonde atlantique est cependant plus importante, puisqu'il correspond à $100 \cdot 10^{12} \text{ M}^{-2}/\text{an}$. C'est la conséquence directe du fonctionnement en bassin de concentration avec formation hivernale d'eaux denses et transfert en profondeur vers l'Atlantique, par contre, le transfert en direct du CO_2 atmosphérique est d'environ $0,5 \cdot 10^{12} \text{ M}/\text{an}$ (**Copin-Montégut, 1993**).

5.4. Les éléments nutritifs (Phosphates, Nitrates et Silicates) :

Le bilan des éléments nutritifs en Méditerranée fait intervenir les fractions minérales et organiques dans :

- Les apports superficiels dans l'eau atlantique entrante (faibles et mal connus).
- Les apports atmosphériques et telluriques (très mal connus à l'échelle des grands bassins).

Les données historiques fiables de concentration en éléments nutritifs dans le bassin méditerranéen occidental datent des années 1963 pour le phosphate ; 1969 pour les nitrates et 1972 pour les silicates. Cependant la répartition géographique des données est loin d'être homogène, tant sur la verticale qu'entre les différentes campagnes. En 1994, la campagne française « Sémaphore » menée à partir d'un navire océanographique de la marine nationale, entre Toulon et Gibraltar, a permis d'évaluer la variabilité spatiale des concentrations. Les données ont tout d'abord confirmé un profil vertical plus ou moins constant de 400 à 800m de profondeur (homogénéité des

eaux profondes), et une homogénéité à l'échelle de tout le bassin algéro-povençal. On est donc en droit de comparer des données prises en différentes régions de ce bassin, à des périodes différentes. L'analyse statistique des données historiques a permis de confirmer une augmentation dans le temps des concentrations en phosphates, sur la période 1963-1994, et nitrates, sur la période 1972-1994 de l'ordre de 0,5% par an et pas de variations des concentrations en silicate (**Béthoux et al., 1992; 1998**).

L'augmentation dans le temps des concentrations profondes ne peut s'expliquer que par celle des apports atmosphériques et telluriques, calculée de l'ordre de 3% par an, ces apports étant devenus très supérieurs aux apports atlantiques superficiels. L'augmentation des apports superficiels est à mettre en relation avec l'augmentation de la population des pays riverains, +1,6% par an entre 1960 et 1983 (**UNEP, 1988**), de leur niveau de vie (+4,7% par an) et des activités industrielles et agricoles. Une augmentation minimale de 3% par an signifie un doublement des apports tous les 25 ans, et par conséquent, un doublement de la production biologique, des phénomènes d'eutrophisation plus fréquents dans les zones d'apport de rivière (Adriatique, golfe de Gabès, golfe du Lion) et une augmentation de la consommation d'oxygène en profondeur (**Béthoux et al., 1992**).

Les bilans en phosphates et nitrates réalisés au niveau du Détroit de Gibraltar à partir des consommations profondes permettent une évaluation de la nouvelle production de $8,2\text{gC M}^{-2}/\text{an}$ pour l'ensemble de la Méditerranée. Par comparaison aux données disponibles pour les apports atmosphériques et telluriques, ces bilans permettent également de soulever différents problèmes de transferts aux interfaces:

Le phosphore apporté par les rivières est essentiellement sous forme particulaire ; le phosphate dissous apporté par les rivières ne pouvant représenter qu'environ 25% des concentrations marines (**Smith, 1972**).

L'azote dissous des fleuves et des pluies ne peut compenser qu'environ 50% du bilan en nitrates. Le complément peut venir de la captation d'azote atmosphérique par du Bactério-plancton spécialisé. Différents programmes en cours sont focalisés sur deux thématiques : le phosphore limitant la nouvelle production et la captation d'azote

atmosphérique. Ces dernières peuvent être deux spécificités de la Méditerranée, une adaptation de l'écosystème à une mer continentale soumise à un fonctionnement climatique en bassin de concentration. Le résultat pourrait être le rapport molaire N /P, anormalement élevé en Méditerranée (22 à 24), alors qu'il est de 15 (le bien connu rapport de Redfield) dans la plupart des océans et dans les eaux de rivières (**Smith, 1972**).

6. Le littoral Algerian

Il s'étend sur près de 1622 km de la côte, ce dernier est caractérisé par les côtes rocheuses, côtes sableuses et quelques lagunes. Il est également caractérisé par la rareté des îles tout en étant riche en zones humides (**Grimes S, 2004**). Le réseau hydrographique qui se situe au bord de la mer compte environ 31 oueds, dont les plus importants sont les oueds : Chélif, Soummam, El Harrach, Tafna, El Melah, El Kébir, El Hamiz et Safsaf. Ces réseaux déversent directement dans la mer et drainent tous les déchets à l'origine terrigènes.

Ces oueds représentent des collecteurs de tous les polluants qui sont engendrés par les activités humaines, surtout agricoles et industrielles. La faible densité de population marque que la quasi-totalité de la population est installée sur le littoral, et la majorité des activités socio-économiques sont installées également sur la frange côtière où se trouvent les grandes agglomérations urbaines telles que Alger, Oran et Annaba, ainsi que les grands pôles industriels dont près de trois quarts sont installés sur la zone côtière (**Akli M.A. 2007**) tel que Arzew, Alger, Bejaia, Annaba et Skikda

7. Biodiversité :

Bien que la biodiversité côtière de l'Algérie reste peu connue, son littoral reste un élément clé de la conservation de la biodiversité marine et côtière du bassin méditerranéen (**Boutiba, 1998 ; Rahmani, 2004 ; Saint Martin, 2008**).

7.1. Phytoplancton :

L'inventaire du Phytoplancton des côtes algériennes révèle la présence de 215 espèces réparties entre les différents groupes phytoplanctoniques (tableau 6) (GRIMES *etal.*,2004).

Tableau 1: Richesse spécifique planctonique des eaux algériennes (GRIMES et *al.*,2004).

Groupe	Famille	Genre	Espèce
Diatomés	13	27	72
Dinoflagellés	20	30	117
Silicoflagellés	1	3	5
Coccolithphoridés	3	8	21
Total	37	68	215

7.2. Zooplancton :

En Algérie, le Zooplancton est de type océanique en raison de l'étroitesse du plateau continental et de l'influence des courants d'origine atlantique, source de diversité méditerranéenne.

La compilation des différents travaux sur le Zooplancton a permis de dénombrer 374 taxa planctoniques ainsi que 14 espèces indéterminées (c f . f i g . 1 6) (CHALABI et *al.*,2002).

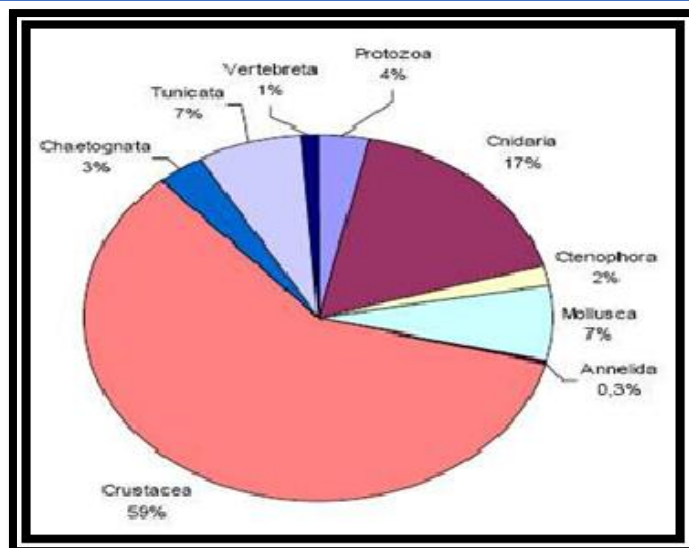


Figure 13: Principaux groupes de Zooplancton en Algérie (CHALABI et *al.*, 2002).

7.3. Algues marines.

L'inventaire des algues marines des côtes algériennes a permis de dénombrer 495 taxa au total, ce qui incite à d'avantage de recherches dans ce domaine puisqu'il existerait près de 1000 espèces de végétaux macrophytes en Méditerranée (cf.fig.17) (CHALABI et *al.*, 2002).

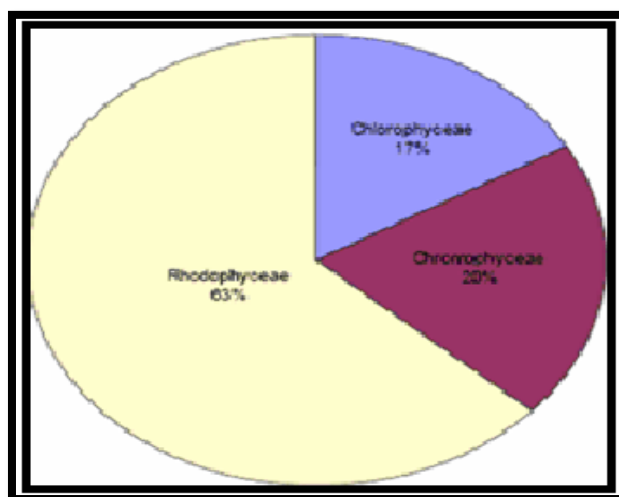


Figure 14: Principaux groupes d'algues de la zone néritique en Algérie (CHALABI et *al.*, 2002).

7.4. Macro-faune benthique des fonds meubles:

Pour les fonds meubles compris entre 0 et 200 m de profondeur de la côte algérienne, il a été dénombré 1700 espèces macro-benthiques.

La répartition de ces espèces entre les différents groupes zoologiques est très inégale (cf.fig.18) (GRIMES *et al.*, 2004).

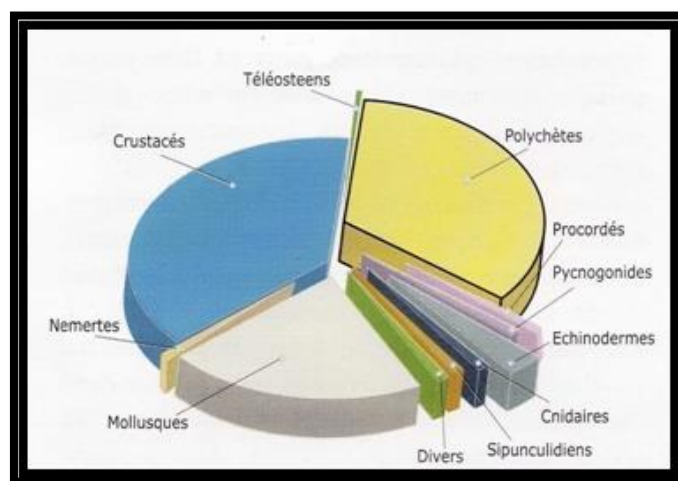


Figure 15: Diversité zoologique de la macrofaune benthique des fonds meubles des côtes algériennes (GRIMES *et al.*, 2004).

8. Le littoral mostaganémois

Il s'étend sur près de 100 km sur les 400 km de la côte oranaise, il est situé au Nord-Ouest de l'Algérie, elle couvre une superficie de 2269 Km² (Figure 16), avec une façade maritime de l'ordre de 120km, elle se limite par l'embouchure de la Macta à l'ouest jusqu'à l'oued Kramis et un peu au-delà à l'est, en passant par le Cheliff le plus grand fleuve en Algérie. Les unités géographiques formant cette région sont: le plateau de Mostaganem qui s'élève progressivement de l'Ouest vers l'Est, à partir des marais de la Macta; il s'étend jusqu'à l'embouchure du Cheliff qui le sépare des premières hauteurs des monts du Dahra; les monts des Dahra dont les petites collines basses près de l'embouchure s'élèvent progressivement vers l'est. Ces unités présentent un relief ondulé, formé de petits massifs à dominance argileuse dont les plus importants culminent entre 300 et 550 m et des pentes comprises entre 12% et 25%. Le littoral est composé de plages sableuses et de falaises rocheuses, plus accessible à l'ouest (grands

ensembles dunaires linéaires plus ou moins consolidés) qu'à l'est (alternance de corniches rocheuses et de petites plages sableuses ceinturant l'embouchure de petits oueds côtiers).

La région de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350mm et 400mm et un relief qui s'individualise en deux principales unités morphologiques.



Figure 16 : Situation géographique de Mostaganem

8.1. Le site de Salamander:

Ce site se situe à une distance de 2.81 Km de l'extérieur de la ville de Mostaganem. Ce site est exposé aux vents dominants nord-ouest, il se caractérise par un effet hydrodynamique continu par l'action des vagues et des houles. A des profondeurs qui dépassent les 10 mètres, le substrat est composé de roches et de blocs formant des cavités hébergeant toutes formes d'espèces. C'est un habitat extrêmement riche et diversifié dominé par des peuplements d'algues photophiles, dont la présence est conditionnée par la pénétration de la lumière. Il est, pour cette raison, très sensible à la turbidité de l'eau.

8.2. site de Stidia:

Il se situe à une distance d'environ 20 Km au sud-ouest de la ville de Mostaganem. Il se localise à l'ouest de la commune de Stidia à 1.33 Km. (Coordonnées : 35° 49' N / 0° 01' O) ; Ce site se caractérise par une zone rocheuse interrompue par quelques criques, parfois sableuses, ouverte vers le nord-ouest mais sa géomorphologie, le laisse tout de même exposé au vent dominant (nord-est), toute fois elle dispose d'une longueur de 500m.

Ce site est situé au pied d'une montagne et les quelques plages sableuses, qui y existent ont un linéaire côtier assez réduit et une largeur qui ne dépasse pas une quinzaine de mètres. Globalement, l'aspect sous-marin du site de Stidia est principalement constitué par une alternance de substrats rocheux, d'éboulis et de substrats sableux riche en algue.

8.3. Station de Kharouba:

Le site de kharouba est une plage se situant à 4km de la côte Est de Mostaganem. Les relevés phytosociologies sont choisis sur des fonds meubles de type sableux et parfois rocheux, dont le but d'une meilleure représentativité des stations, avec les coordonnées suivantes : 35° 57' N / 0° 05' E

Partie II :

Synthèse

Pratique

Chapitre 01: Matériel Et Méthodes

1. Matériel et méthodes :

L'objectif de cette synthèse bibliographique qui n'est qu'une contribution, consiste à voir et comparer la distribution spécifique et spatiale de la flore algale au niveau de quelques différents sites côtiers dans l'ouest algérien à travers l'établissement d'une liste des espèces macrophytes qui représentent un indice intéressant pour la bio surveillance des écosystèmes marins côtiers et qui reflètent la qualité environnementale des différentes stations d'échantillonnage ciblées.

Des clés de détermination (**Délepine et al, 1987**) et autres ont été utilisées pour cette raison et nous avons identifié plusieurs espèces et genres appartenant aux macrophytes (Chlorophycées, Rhodophycées et Phéophycées).

2. Echantillonnage :

Le site côtier de Mostaganem est situé à 1.04 m d'altitude. Il se trouve au Nord-ouest de l'Algérie sur la méditerranée à 350 km à l'ouest d'Alger et 80 km à l'est d'Oran.

- Méthodologie retenue :

Pour l'inventaire de la flore macro-algale au niveau des stations, l'utilisation de la méthode recommandée par (**Braun-blanquet, 1959**) et (**Boudouresque, 1971**) a été adoptée, 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, recouvrement, recouvrement moyen global et de fréquence d'apparition dans chaque relevé.

3.1. 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.

3.2. La richesse spécifique

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

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

3.2.1. 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.

3.2.2. Recouvrement moyen global

A chaque échelon (classe) du Coefficient de Recouvrement R_i 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.

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

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.

3.3. 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 du quadrat. 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.

3.4. Aire minimale

L'aire minimale est la plus petite surface nécessaire pour que la plupart des espèces soient représentées.

4. 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 floristique. Pour cela, le mois de Mai a été désigné pour la plupart des études recensée.
- 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.

5. Modalités de prélèvement

La méthode d'échantillonnage adoptée lors des différentes études 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 ont été 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 adopté pour l'étude des peuplements d'algues (**Gounot, 1969 ; Long, 1957 et Perquer, 1954**). Aussi, le grattage complet de la surface échantillonnée était indispensable pour poursuivre l'étude au laboratoire (**Bellan-santuini, 1964 ; true, 1965**).

Le cadre des prélèvements dans la majorité des travaux a été fixé sur la surface et les prélèvements ont été effectués entre le méso littoral supérieur et l'infra littoral supérieur à des profondeurs qui varient entre 0,1m et 3m.

La profondeur a été mesuré 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**) (Figure 17).

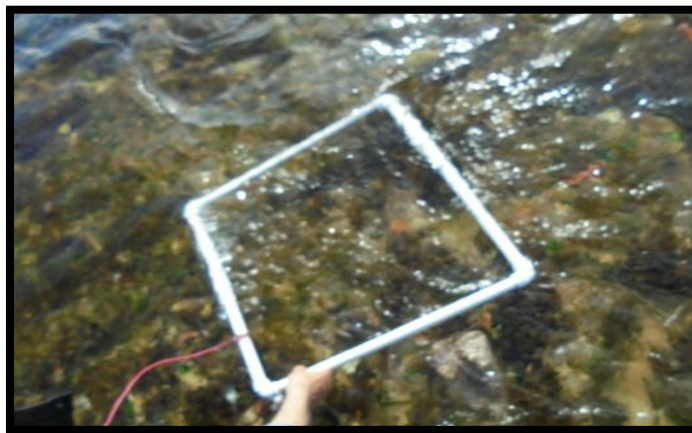


Figure17 : Quadra utilisé pour l'échantillonnage

Tri et conservation du matériel récolté

Le matériel biologique récolté lors de 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.



Figure18 : séparations et assèchement des espèces récoltées

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

Un numéro d'identification qui sert du code devra apparaitre 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.

6. Identification des espèces

Sur une fiche, on indique le code de la macro-algue, 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 ; Pergentet al., 2007** ; On s'est basé aussi sur les caractères macroscopiques tels que la couleur, la forme, la taille et aussi l'emplacement afin de faciliter la tâche.

Chapitre 02: Résultats Et Discussion

1. Synthèses des Résultats de Mostaganem :

A l'aide des clés d'identification on a pu identifier 137 espèces des macro-algues, qui sont réparties en 39 Phéophycées, 29 chlorophycées, et 69 Rhodophycées. Ainsi, nous indiquons pour chaque espèce une description de ses caractéristiques. On a fait une synthèse de la majorité des résultats trouvés sur notre site d'étude et d'autres sites appartenant à la région de Mostaganem (*Salamandre*, *Kharouba*, *Ourheia*,....).

L'établissement de l'état d'inventaire des espèces algales qui prolifèrent le long de la côte Mostaganémoise a été effectué à l'Université de Mostaganem. Quelques exemples de la liste des principales espèces de Mr. Bouiadjra est répertoriée dans le (tableau 2) et la liste de espèces de Mr A. Iddou est répertoriée dans le (tableau 3).

Tableau 2 : Types d'algues côtes de Mostaganem (B. Bouiadjra ;2012).

Stidia	<i>Salamandre</i>	<i>Stidia</i>	<i>Kharouba</i>
Brunes	<i>Dictyotadichotoma</i>	<i>Dictyopterismembranacea</i>	<i>Cutleriaadspersa</i>
	<i>Dictyopterisdivaricata</i>	<i>Asperococcusbullosus</i>	<i>Ectocarpusparvus</i>
	<i>Dilophusspiralis</i>	<i>Feldmanniaglobifera</i>	<i>Ectocarpussiliculosus</i>
	<i>Padinapavonica</i>	<i>Colpomeniaperegrina</i>	<i>Sargassumvulgare</i>
	<i>Asperococcusbullosus</i>	<i>Colpomeniasinuosa</i>	<i>Cladostephusspongiosus</i>
			<i>Stypocaulonscoparium</i>
Rouges	<i>Acrochaetiumcheminii</i>	<i>Erythrotrichiacarnea</i>	<i>Acrochaetiumdaviesii</i>
	<i>Falkenbergiarufolanosa</i>	<i>Acrochaetiumcaesarae</i>	<i>Asparagopsisarmata</i>
	<i>Dasyarigidula</i>	<i>Dasyarigidula</i>	<i>Chondriacoerulescens</i>
	<i>Digenea simplex</i>	<i>Taeniomananum</i>	<i>Halopithyincurvus</i>
	<i>Polysiphoniafurcellata</i>	<i>Halopithyincurvus</i>	<i>Polysiphoniaspinulosa</i>
	<i>Corallinaofficinalis</i>	<i>Lophocladialallemandii</i>	<i>Amphiroarigida</i>
	<i>Janiarubens</i>		
	<i>Bryopsisismuscosa</i>	<i>Bryopsisishypnoides</i>	<i>Bryopsisplumosa</i>

Vertes	<i>Caulerparacemosa</i>	<i>Bryopsissecunda</i>	<i>Codiumbursa</i>
	<i>Codiumeffusum</i>	<i>Caulerpaprolifera</i>	<i>Codium fragile</i>
	<i>Enteromorpha</i>	<i>Codiumtomentosum</i>	<i>Acetabulariaacetabulum</i>
	<i>compressa</i>	<i>Cladophoraprolifera</i>	<i>Blidingiamarginata</i>
	<i>Enteromorphalinza</i>	<i>Ulvarigida</i>	<i>Ulva lactuca</i>
	<i>Ulvafasciata</i>		

Tableau 03 : Types d'algues de la côte Mostaganémoise (A. Iddou. 2007).

Algues	Salamandre	Sablette	Ourhea	Stidia
Brunes	<i>Padinapavonica</i> <i>Eudesmevirescen</i> <i>sDilophusfasciol</i> <i>laCystoseirastric</i> <i>ta</i>	<i>Fucus</i> <i>virsoidesSciniafu</i> <i>rcelletePadinapa</i> <i>vonicaCystoseria</i> <i>humilis</i>	<i>Cystoseriacoespit</i> <i>osaCutleriamulti</i> <i>phidaCystoseria</i> <i>Foeniculacea</i>	<i>Padinapavonica</i> <i>Colpomeniasinu</i> <i>osaTaoniaatoma</i> <i>riaCystoseria</i> <i>Foeniculacea</i>
rouges	<i>Laurenciapinnatif</i> <i>idaPolysiphonial</i> <i>anosaPlumariael</i> <i>egansJanialongif</i> <i>urca</i>	<i>Wrangeliapenicil</i> <i>lataRhodothamen</i> <i>iellafloridulaLau</i> <i>renciaobtusaPlu</i> <i>mariaelegans</i>	<i>Plumariaelegans</i> <i>Rhodothameniell</i> <i>a floridula</i> <i>Wrangeliapenicil</i> <i>lata</i>	<i>Plumariaelegan</i> <i>Callithamniontet</i> <i>ricumLiagoravis</i> <i>cidaWrangeliap</i> <i>enicillata</i> <i>Laurenciaobtusa</i>
Vertes	<i>Uva lactuca</i> <i>Caulerpaprolifer</i> <i>aCodium fragile</i>	<i>Enteromorphasp</i> <i>Codium fragile</i> <i>Caulerpaprolifer</i> <i>a</i> <i>Ulva lactuca</i>	<i>Ulva lactuca</i>	<i>CodiumfraileUlv</i> <i>alactucaBlidingi</i> <i>aminima</i> <i>Enteromorphasp</i>

2. Synthèses des Résultats des algues de la côte oranaise :

La synthèse de la majorité des résultats trouvés sur ce site d'étude et d'autres sites appartenant à la région de cote oranaise (Bousfer, Mersa El Hadjaj,). Md. (Mansouri 2021).

Les résultats de la liste des principales 37 espèces : 11 Phéophycées, 8 Chlorophycées et 18 Rhodophycées (H. Kais Boumediene ;2014) la cote Oranaise (Ain Türck, Arzew,) a mis en exergue une richesse spécifique de 71 espèces : 18 Chlorophyceae (Algues vertes), 28 Rhodophyceae (Algues rouges) et 25 Phaeophyceae (Algues brunes).

3. Comparaison

Tableau 04 : Nombre total des espèces de la côte Ouest :

Types d'algue	Mostaganem	Oran
Algues Rouges	69	38
Algues Brunes	39	30
Algues vertes	29	22
Total	137	90

D'après la littérature le total des algues recensées sur la côte de Mostaganem (137) est plus élevé que le total de la côte oranaise (90).

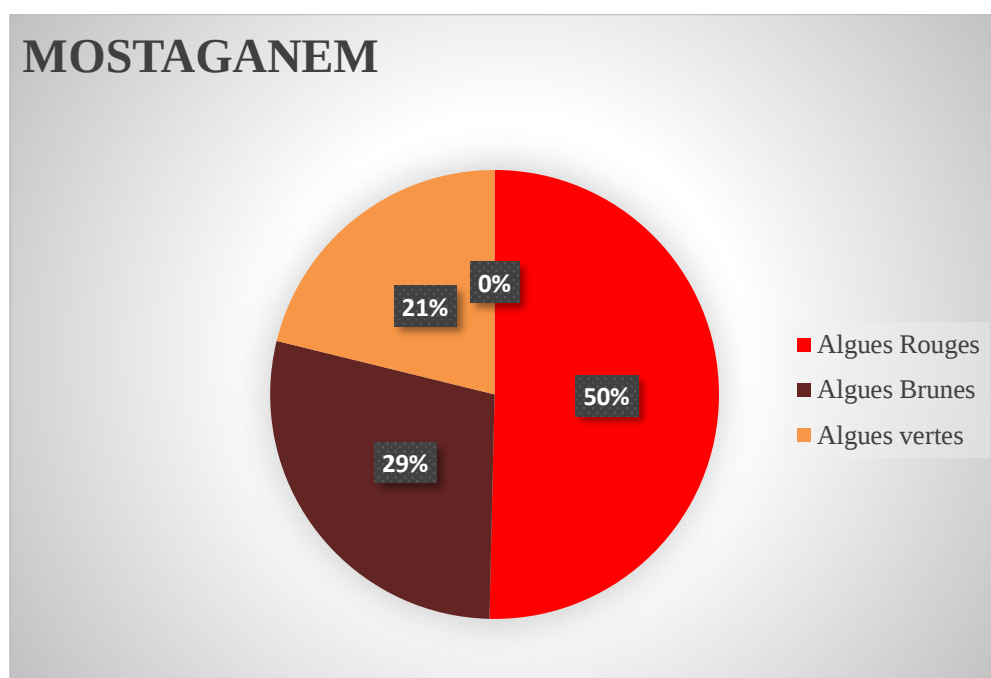


Figure 19 : Présentation graphique des algues de la côte mostaganemoise

Les algues rouges de la côte de Mostaganem représentent 50% de la totalité des algues existées, par contre des algues brunes ont un pourcentage de 29% et les vertes 21%.

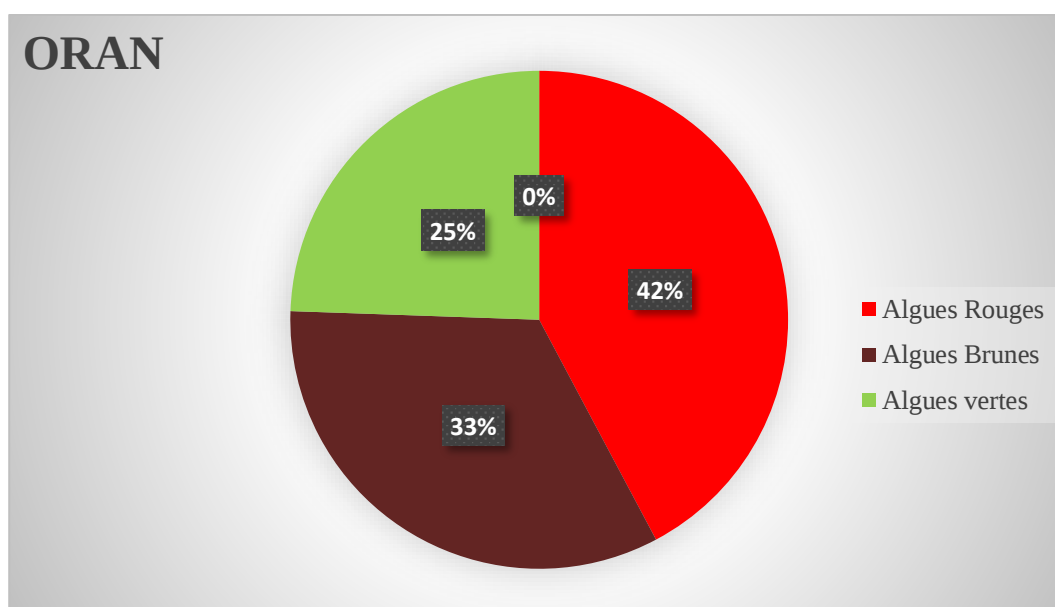


Figure 20 : Présentation graphique des algues de la côte oranaise

On remarque dans ce graphique que les rhodophycées de la côte oranaise représentent presque la majorité des espèces par un pourcentage de 42%, 33% des phaeophucées et 25% des chlorophycées.

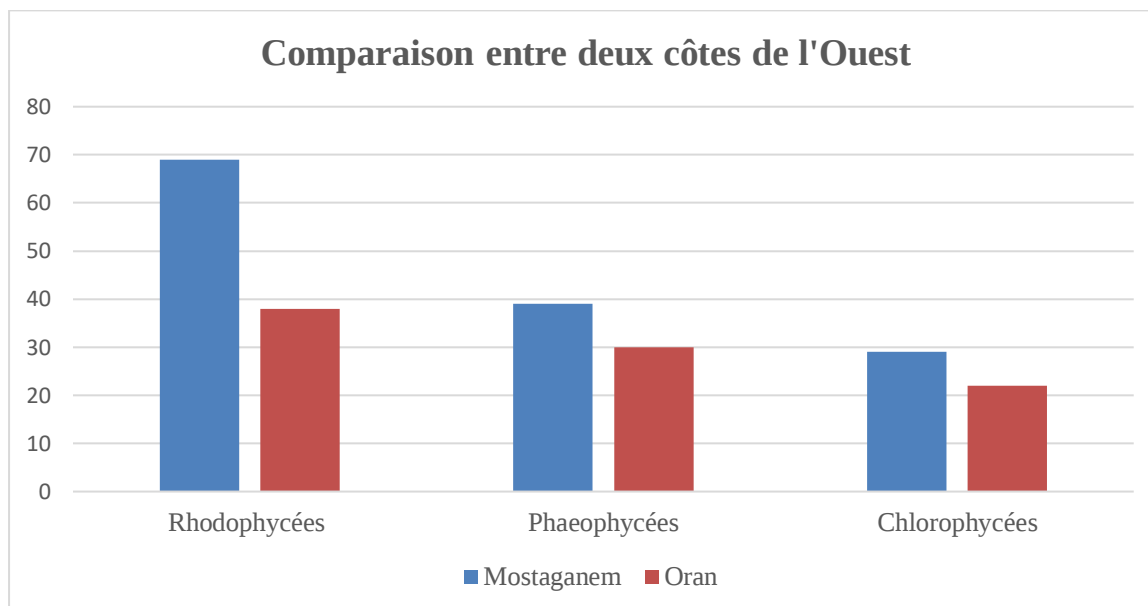


Figure 21 : Comparaison entre deux cotes l'Oest

Ce graphique montre que toutes les algues (rouges, brunes et vertes) de la côte de Mostaganem sont plus nombreuses que celle de la côte d'Oran. Donc la côte mostaganemoise a une richesse spécifique par rapport la côte oranaise.

Par cette étude on peut conclure que les rhodophycées représentent la majeure partie des algues de la côte Ouest, ce qui rend cette zone importance pour quiconque souhaite travailler sur les algues rouges.

4. Classification, Description et écologie des macroalgues collectées :**4.1. Le groupe des Phéophytes****4.1.1. *Colpomenia sinuosa***

Figure 22 : *Colpomenia sinuosa* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique Embranchement : *ochrophyta*

Classe : *scytosiphonales*

Ordre : *scystosinaceae*

Famille : *dasycladiceae*

Genre : *colpomenia*

Espèce : *colpomenia sinuosa*

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.

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

4.1.2. *Cystoseira stricta*



Figure 23 : *Cystoseira stricta* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : Ochrophytes (*Hétérochontés*)

Classe : Phéophycées ou Fucophycées

Ordre : Fucales

Famille : Cystoseiracées

Genre : *Cystoseira*

Espèce : *Cytoseira 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. .

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 (**Soltanet al., 2001**).

En Algérie, l'espèce a été signalée le long du littoral rocheux algérois (**Chalabiet al., 2002 ; Seridiet al., 2007**) et oranais (**Hashem, 2010 ; Hashemet 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**).

4.1.3. *Dictyotadichotoma*



Figure 24: *Dictyota dichotoma* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique**Embranchement** : *ochrophyta***Classe** : *fucophyceae***Ordre** : *cultleriales***Famille** : *cultleriaceae* **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.

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).

4.1.4. *Padinapavonica*

Figure 25 : *Padina pavonica* (© Mansouri, 2021)

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 cornet de couleur brunâtre et même blanchâtre (Gayral et Cosson, 1986).

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

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

4.1.5. *Sargassum muticum* :



Figure 26 : *Sargassum muticum* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :**Embranchement :** *ochrophyta***Classe :** *Phéophycées***Ordre :** *Fucale***Famille :** *Sargassacées***Genre :** *Sargassum***Espèce :** *sargassum muticum*

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 hiver (**Wallentinus, 1999 ; Wallentinus, 2010**).

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**).

Sargassum 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.

4.1.6. -*Halopteris scoparia*

Figure 27 : *Halopteris scoparia* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : Heterokontophyta

Classe : Phaeophyceae

Ordre : Sphacelariales

Famille : Stypocaulaceae

Genre : Halopteris

Espèce : *Halopteris scoparia*

Description : algue brune de 10 à 15 cm de haut, constituée de filaments ramifiés extrêmement riches, donnant à l'ensemble l'aspect d'un balai de genre des sphacèles terminaux analogues à ceux des Sphacelaria mais les ramifications latérales se forment dès le sommet à partir du sphacèle.

Habitat : Espèce pérennante distribuée depuis la mi- marée jusque dans l'infralittorale, dans les milieux sableux.

Distribution : Atlantique nord-est (de la Scandinavie au Cap Vert). Atlantique nord-ouest Méditerranée.

4.1.7. *Halopteris filicina*

Figure 28: *Halopteris filicina* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : Heterokontophyta

Classe : Phaeophyceae

Ordre : Sphacelariales

Famille : Stypocaulaceae

Genre : Halopteris

Espèce : *Halopteris filicina*

Description : Plumes fines rigides de 5 à 15 cm de haut ramifiées régulièrement dans un plan, extrémités également pourvues de sphacèles à partir desquels apparaissent les premières ramifications. Espèce infralittorale de milieu rocheux abondante en sous-strate des Laminaria.

Distribution : Atlantique nord-est (de l'Ecosse aux Canaries), Méditerranée, Mer noire Pacifique.

4.1.8. *Fucus serratus*

Figure 29 : *Fucus serratus*(© Mansouri, 2021)

Classification scientifique : Embranchement : Heterokontophyta

Classe : Phaeophyceae

Ordre : Fucales

Famille : *Fucaceae*

Genre : *Fucu*

Espèce : *Fucus serratus*

Description : Algue brune présente un thalle très plat aux bords dentés très caractéristiques. Ce thalle peut mesurer jusqu'à 80cm pour une largeur de 2cm et a une forme dichotome (elle se divise en deux parties) avec une nervure médiane.

La couleur de cette algue brune va du brun olive au vert noirâtre. Le réceptacle terminal prend une couleur orangée pour les mâles et verdâtre pour les femelles lors de la reproduction.

La fixation se réalise au moyen d'un crampon très résistant sur un substrat solide. Le stipe est généralement court et sa section est ronde ou ovale.

Habitat : Forme une ceinture qui correspond au début de l'infralittoral sous les ceintures de deux autres fucus *Fucus vesiculosus* et *Fucus spiralis*. Elle se rencontre autant en mode calme et battu mais a besoin d'un substrat dur (rocher ou gros caillou) pour se fixer. On ne la rencontre plus en dessous de 15m.

Distribution se rencontre en Manche, mer du Nord, Atlantique Nord-Est et Atlantique Nord-Ouest.

4.1.9. *Dictyota fasciola*



Figure 30 : *Dictyota fasciola* (© Mansouri, 2021)

Classificationscientifique

Embranchement : *ochrophyta*

Classe : *fucophyceae*

Ordre : *cultleriales*

Famille : *cultleriaceae*

Genre : *dictyota*

Espèce : *dictyota fasciola*

Description : présente un thalle érigé en forme de rubans étroits de 20 cm de hauteur maximale et de 1 à 2 mm de largeur. Le thalle est opaque, membraneux, de couleur brun clair à verdâtre, avec des extrémités rétrécies et effilées (aiguës) souvent incurvées. Les lanières sont dépourvues de nervure médiane.

La ramification est pseudodichotome dans un plan. Les dichotomies sont peu nombreuses, et forment un angle aigu (port fastigié). Les lanières sont fortement spiralées.

Les deux faces du thalle portent des groupes de poils isolés.

Le thalle est fixé au substrat par des stolons. La croissance est terminale à partir d'une cellule apicale. En coupe transversale, le thalle est constitué d'un cortex de petites cellules pigmentées entourant une médulla de grosses cellules palissadiques. La médulla qui est monostromatique au sommet devient pluristromatique à la base.

4.1.10. -*Cystoseira compressa* :



Figure 31 : *Cystoseira compressa* (© Mansouri, 2021)

Embranchement : Ochrophytes (Hétérochontés) **Classe** : Phéophycées ou Fucophycées

Ordre : Fucales

Famille : Cystoseiracées

Genre : *Cystoseira*

Espèce : *Cystoseira compressa*

Description : Algue non épineuse, plusieurs axes courts et rayonnants sur une petite base discoïde, rameaux primaires longs, lisses et aplatis à la base, rameaux secondaires alternes, ramules épineux absents, forme juvénile en petite rosette caractéristique, rameaux aplatis disposés à plat sur le substrat, brun jaunâtre à brun foncé, 5 à 100 cm de haut, réceptacles terminaux compacts, lisse, simple ou ramifiés.

Distribution : Atlantique nord-est (du sud de l'Espagne aux canaries), Méditerranée, mer Noire.

4.1.11. *Cystoseira mediterranea*



Figure 32 : *Cystoseira mediterranea* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique

Embranchement : Ochrophytes (Hétérochontés)

Classe : Phéophycées ou Fucophycées

Ordre : Fucales

Famille : Cystoseiracées **Genre :** *Cystoseira*

Espèce : *Cystoseira mediterranea*

Description : thalle souple (s'affaisse complétement hors d'eau). La ramification précoce de son axe peut parfois donner l'illusion d'un thalle cespiteux.

Toute l'année, chute des rameaux à la fin de l'été et en automne, biotopes photophiles

Superficiels de mode battu, entre 0 et 1,5 m de profondeur.

Distribution : Méditerranée occidentale (Espagne, Pyrénées-Orientales, golfe de Naples, Tunisie)

4.2. Chlorophycées

4.2.1. *Caulerpa racemosa* :



Figure 33 : *Caulerpa racemosa* (© Mansouri, 2021)

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

Reproduction : Sexuée et végétative.

Distribution : Très répandue en Méditerranée.

4.2.2. *Caulerpa prolifera*



Figure 34 : *Caulerpa prolifera* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *chlorophyta*

Classe : *chlorophyceae*

Ordre : *bryopsidales*

Famille : *caulerpacae*

Genre : *caulerp*

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 parragmentation 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.

4.2.3. *Cladophoropsis membranacea*



Figure 35 : *Cladophoropsis membranacea* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophyceae*

Ordre : *Siphonocladales*

Famille : *Boodleaceae*

Genre : *Cladophoropsis*

Espèce : *Cladophoropsis membranacea*

Description : Tapis vert avec de nombreuses branches entrelacées et se fixant au substrat partout où elles entrent en contact. Plantes formant des touffes ou des touffes de filaments ramifiés, jusqu'à 5 cm de long ou de large ; ramification clairsemée, généralement secondaire et irrégulière ; filaments de 160-300 µm de diamètre ; les cellules d'attachement secondaires (tentacules) se développent latéralement à partir des cellules des filaments et des apex des ramifications ; les filaments se rattachent également par des rhizoïdes ou des adhérences entre cellules adjacentes. Fixé sur des rochers

4.2.4. *Codium decorticatum*



Figure 36 : *Codium decorticatum* (© Mansouri, 2021)

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.

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.

4.2.5. *Ulva rigida*



Figure 37 : *Ulva rigida* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Chlorophyta*

Classe : *Ulvophycées*

Ordre : *ulvale*

Famille : *Ulvacées*

Genre : *Ulva*

Espèce : *Ulva rigida*

Description : Elle est constituée d'une lame très mince (moins d'un dixième de millimètre d'épaisseur) avec une base épaissie, plus ou moins contournée et cartilagineuse assez rigide.

Habitat : Cette espèce se fixe sur substrat rocheux. Très fragile, elle se détache très facilement de son rocher

4.2.6. *Enteromorpha compressa*



Figure 38 : *Enteromorpha compressa* (© Mansouri, 2021)

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 : *Ulva compressa* 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).

4.2.7. *Enteromorpha testinalis*



Figure 39 : *Enteromorpha testinalis* (© Mansouri, 2021)

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.

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

Ecologie : Etage médiolittoral supérieur Mode battu et abrité.

4.2.8. *Ulva lactuca*



Figure 40 : *Ulva lactuca* (© Mansouri, 2021)

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 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.

5. Rhodophycées

5.1. *Asparagopsis armata* :

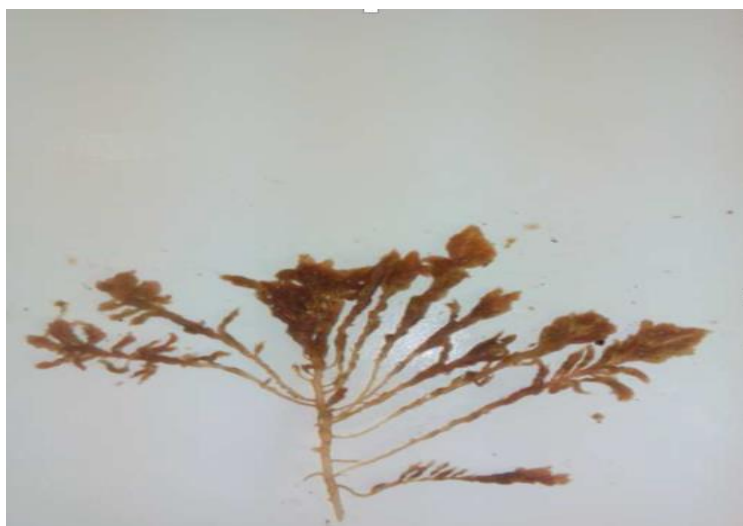


Figure 41 : *Asparagopsis armata* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Bonnemaisoniales*

Famille : *Bonnemaisoniaceae*

Genre : *Asparagopsis*

Espèce : *Asparagopsis armata*

Reproduction : cycle trigénétique.

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

5.2. *Corallina elongata*



Figure 42 : *Corallina elongata* (© Mansouri, 2021)

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.

Reproduction : Gamétocystes : Conceptacles disposés à l'apex des branches,

Sporocystes : Tétrasporeocystes zonés ou bisporocytes,

Cycle de vie : Triphasique isomorphe

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

5.3. *Halopityin curvus*



Figure 43 : *Halopityin curvus*. (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Ceramiales*

Famille : *Rhodomelaceae*

Genre : *Laurencia*

Espèce : *Halopitysin curvus*

Description : Algue buissonnante très caractéristique, atteignant 25 cm de haut, formant des axes cylindriques de 1 mm de diamètre, solides, rêches, pourvus de rameaux secondaires courts de même calibre et recourbés en crosse à leur extrémité, bien visibles au sommet des thalles en croissance. Couleur rouge foncé, presque noir ; consistance cartilagineuse, cassante ; gamétophyte et tétrasporophyte semblables. Cystocarpes ovoïdes, pédonculés, portés par la face interne des ramules ; tétrasporocystes regroupés dans de courts ramules spécialisés (stichidies).

Habitat : Espèce pérennante, infralittorale, de mode calme ; sur rochers ou epiphyte sur d'autres algues.

5.4. *Gelidium crinale*



Figure 44 : *Gelidium crinale* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rophophytes*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gelidiales*

Famille : *Gelidiaceae*

Genre : *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).

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

Reproduction : Cycle trigénétique dimorphe (Jolis, 1863).

5.5. *Gracilaria verrucosa*



Figure 45 : *Gracilaria verrucosa* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Gracilariales

Famille : Gracilariaceae

Genre : *Gracilaria* et *Gracilariopsis*

Espèce : *Gracilaria verrucosa*

Description : Cette algue rouge rhodophycée possède un thalle dressé et des ramifications jamais palmées : ceci distingue *Gracilariaverrucosa* des autres gracilaires

5.6. *Hypnea musciformis* :



Figure 46 : *Hypnea musciformis* (© Mansouri, 2021)

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 verdâtres, souples, formant de petits bouquets fixés sur les rochers.

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.

5.7. *Laurencia papillosa* :



Figure 47 : *Laurencia papillosa* (© Mansouri, 2021)

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”.

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

5.8. *Osmundea pinnatifida*



Figure 48 : *Osmundea pinnatifida* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Ceramiales*

Famille : *Rhodomelaceae*

Genre : *Osmundea*

Espèce : *Osmundea pinnatifida*

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

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

5.9. *Peyssonnelia squamaria*



Figure 49 : *Peyssonnelia squamari* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique

Embranchement : *rhodophyta*

Classe : *Rhodophyceae*

Ordre : *Gigartinales*

Famille : *Peyssonneliaceae* **Genre :** *Peyssonnelia*

Espèce : *Peyssonnelia squamari*

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 (chaméphycee).

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'étagé infralittoral et du circalittoral en Méditerranée et en Atlantique.

5.10. *Ceramium diaphanum*

Figure 50 : *Ceramium diaphanum* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Ceramiales*

Famille : *Ceramiaceae*

Genre : *Ceramium*

Espèce : *Ceramium diaphanum*

Description : sont des algues au thalle filamenteux à la ramification dichotomique irrégulière, de couleur rouge clair à rouge bordeaux. Leur développement n'excède pas 30 cm de longueur. L'apex fourchu de leurs filaments montre deux pointes caractéristiques, en forme de cornes ou de pince.

Habitat : Elles croissent sous forme de touffes depuis la zone intertidale moyenne jusqu'à la zone subtidale (jusqu'à 30 m de profondeur), typiquement dans les flaques littorales, sur les rochers ou en épiphyte sur les autres algues.

5.11. *Rhodothamniella floridula* :

Figure 51 : *Rhodothamniella floridula* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Palmariales*

Famille : *Rhodothamniellaceae*

Genre : *Rhodothamniella*

Espèce : *Rhodothamniella floridula*

Description : est une petite algue rouge détectable plus facilement aux pieds qu'aux yeux. Il ne prospère que là où le sable et la roche se rencontrent : ancré à la roche, il accumule du sable pour former un tapis irrégulier légèrement mou d'un centimètre d'épaisseur environ. Bien que la surface soit d'un rouge terne, en coupe transversale, l'apparence est celle d'une dune de sable miniature sans aucune composante algale visible. Incapable de supporter une dessiccation importante, il préfère les emplacements de mi-côte vers le bas.

5.12. *Chondrus crispus* :

Figure 52 : *Chondrus crispus* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gigartinales*

Famille : *Gigartinaceae*

Genre : *Chondrus*

Espèce : *Chondrus crispus* (Stackhouse) 1797

Description : Cette algue rouge, très polymorphe d'aspect, mesure en général entre 7 et 15 cm de long. Cette algue s'attache au substrat par un petit crampon, surmonté d'un stipe fin, qui s'élargit en ramifications très lobées, aplaties, et en partie translucides. Ces lobes, de forme variée, peuvent se subdiviser en lobules, ce qui donne à l'algue un aspect "frisé" (d'où le terme "*crispus*").

Habitat : Cette algue pousse sur substrat rocheux, au niveau de l'étage infralittoral

5.13. *Polyides rotunda* :

Figure 53 : *Polyides rotunda* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gigartinales*

Famille : *Phyllophoraceae*

Genre : *Phyllophora*

Espèce : *Phyllophora herediae*

Description : *Polyides rotunda* pousse à 20 cm (7,9 po) de longueur, ses cartilagineux, terete et branches deux ou trois fois dichotomiquement. Les branches ont un diamètre d'environ 2 mm (0,079 po) et atteignent une hauteur uniforme. La fixation est semblable à un disque. De couleur rouge violacé

Habitat : Généralement épilithique dans les mares rocheuses du littoral et du sublittoral supérieur. Tolérant au sable.

5.14. *Ahnfeltia plicata*

Figure 54 : *Ahnfeltia plicata* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Ahnfeltiales*

Famille : *Ahnfeltiaceae*

Genre : *Ahnfeltia*

Espèce : *Ahnfeltia plicata*

Description : thalle très rigide, atteignant 10 à 15 cm, brun rouge très foncé, paraissant noir-axes cylindriques d'un à deux mm de diamètre

Habitat : sur les pierres et dans les cuvettes ensablées du médiolittoral

Distribution: Manche, Atlantique Nord

5.15. *Phyllophora heredia*

Figure 56 : *Phyllophora heredia* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gigartinales*

Famille : *Phyllophoraceae*

Genre : *Phyllophora*

Espèce : *Phyllophora herediae*

Description : est une espèce d'algues rouges.

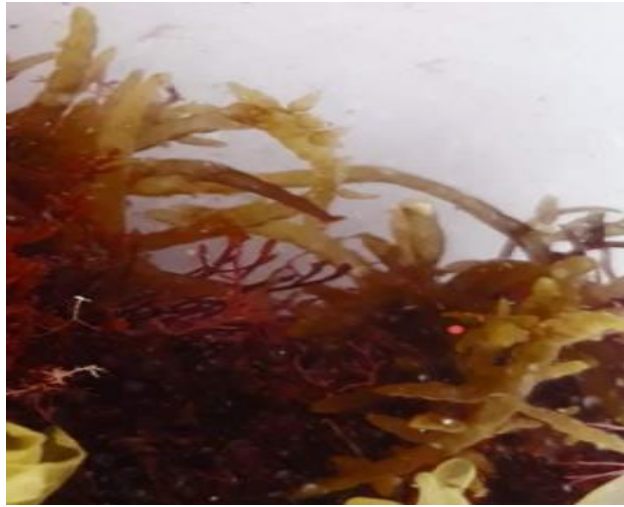
5.16. -*Lomentaria orcadensis*

Figure 57 : *Lomentaria orcadensis* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Rhodymeniales*

Famille : *Lomentariaceae*

Genre : *Lomentaria*

Espèce : *Lomentaria orcadensis*

Description : est une espèce d'algues rouges de la famille des *Lomentariaceae*

5.17. *Fucellaria lumbricalis*

Figure 58 : *Fucellaria lumbricalis* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : *Rhodophyta*

Classe : *Florideophyceae*

Ordre : *Gigartinales*

Famille : *Furcellariaceae*

Genre : *Furcellaria*

Espèce : *Furcellaria lumbricalis*

Description : est un genre d'algues rouges . C'est un genre monotypique, la seule espèce étant *Furcellaria lumbricalis*, qui a une importance commerciale en tant que matière première pour la production de carraghénanes . Il est principalement récolté dans les eaux du Danemark et du Canada .

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

5.18. -*Chondracanthus acicularis*



Figure 59: *Chondracanthus acicularis* (© Mansouri, 2021)

Classification scientifique :

Embranchement : Rhodophyta

Classe : Florideophyceae

Ordre : Gigartinales

Famille : Gigartinaceae

Genre : *Chondracanthus*

Espèce : *Chondracanthus acicularis*

Description : Algue filiforme, cartilagineuse, constituée d'axes cylindriques de 1 à 2 mm de diamètre, plus ou moins comprimés, avec une ramification assez régulière, à rameaux souvent arqués et terminés par des ramules aiguës et courbes.

Habitat : Les extrémités des ramules se fixent au contact de n'importe quel substrat ; ce qui donne à l'algue un aspect rampant, long de 10 à 20 cm.

Le thalle, rouge sombre le plus souvent, est parfois décoloré en été (Cabioc'h *et al.*, 1992).
La base discoïdale produit souvent des petits stolons

Conclusion Général

Conclusion general

La flore microalgue benthique marine est une masse biologique intéressante pour la biosurveillance et l'évaluation de la qualité des écosystèmes marins côtiers.

Elle représente tout aussi bien un bioindicateur sensible aux variations marine abiotiques et biotiques.

La comparaison des résultats de la flore macro-algale des stations et la synthèse des différentes études déjà faite dans ce domaine a évalué une biodiversité intéressante des macrophytes sur la zone côtière (Ouest algérien), on a résumé les résultats issus de l'investigation de deux stations (Mostaganem, Oran) relevant 137 espèces macro algues au niveau de la côte de Mostaganem et 90 espèces macro algues au niveau d'Oran.

Les algues de la côte de Mostaganem représentent 50% de *Rhodophyceae* la *pheophyceae*, 29% et les *Chlorophyceae* 21%. Les rhodophycées de la côte oranaise représentent presque la majorité des espèces par un pourcentage de 42%, 33% des *phéophycées* et 25% des *chlorophycées*. Conclure que les *rhodophycées* représentent la majeure partie des algues de la côte Ouest, ce qui rend cette zone importance pour quiconque souhaite travailler sur les algues rouges.

Cette synthèse a montré également, que la composition et la répartition des communautés sont influencées par la morphologie et l'hydrodynamisme côtier, mais aussi par les apports de nutriments et les conditions climatiques (Pereira and Neto, 2015 ; Birje et *al.*, 1996, Traiche et *al.*, 2018).

Notre travail a permis de faire :

- Une mise à jour de l'inventaire de la flore végétale marine et d'étudier la structuration des peuplements macro-algaux correspondants.
- Une mise en évidence de l'utilisation des communautés phytobenthiques médiolittorales qui peuvent être employées comme outils dans la biosurveillance de la qualité environnementale côtière marine.
- D'établir les principales caractéristiques des macro-algues et la structure du couvert végétal des zones côtières, et la mise en évidence des changements à court, moyen et long terme de la macro-flore benthique.

- De 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.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

-A-

- **Agoun, O., Lounis, S., 2012.** Aspects physiologiques et biologiques des algues rouges. Mémoire de fin de cycle en biochimie. Bejaia, Université Abderrahmane Mira.
- **Arnoux, A. et Bellan-Santini, D. (1972).** Relations entre la pollution du secteur de Cortiou par les détergents anioniques ET les modifications des peuplements de *Cystoseira stricta*. *Téthys*,
- **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* .
- **Aubert, M., Revillon, P., Breittmyer, J. P., Gauthier, M., Aubert, J. & Fjatan, G(1982).** Métaux lourds en Méditerranée. *Rev. Inter. Oceanorg. Méd., Nice*.
- **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*.

-B-

- **Bachir Bouiadjra, B., Taleb, MZ., Marouf, A., Youcef Benkada, M., Riadi, H., 2010a**First record of the invasive alga *Caulerpa racemosa* (caulerpales, chlorophyta) in the Gulf of Arzew (western Algeria), *Aquatic Invasion* volume 5, supplément .
- **Bachir Bouiadjra, B., Belbachir, N., Youcef Benkada, M., Marouf, M., Riadi, H., 2010b**sur la présence de l'algue marine *Caulerpa racemosa* (Forsskall) J. Agardh (Caulerpales, chlorophyta devant la côte Mostaganemoise (Ouest d'Algérie). *Acta botanica Malacitana*.vol
- **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* .
- **Benali, I. (2007).** « Utilisation de l'activité de l'acétylcholinestérase chez *Mytilus galloprovincialis* (LmK, 1819), Transplantée en Baie d'Oran : Biomarqueurs d'exposition à la contamination marine côtière. *Mémoire de Magister. Université Es Sénia, Oran, Algérie*.
- **Belsher, T. (1974).** Sequence des effets d'un egout urbain, en fonction de

Références Bibliographiques

l'éloignement de la source de pollution, sur les peuplements photophiles de mode battu (fraction algale); *premier's resultants*. *Bull. Soc. Phycol. Fr.* 19, 158±163.

- **Belsher, T. (1979)**. Analyse des repercussions du rejet en mer du grand collecteur de Marseille sur la fraction algale des peuplements photophiles de l'infralittoral superieur. *Tethys* 9(1), 1±16q.

Belsher, T. (1979). Analyse des répercussions du rejet en mer du grand collecteur de Marseille sur la fraction algale des peuplements photophiles de l'infralittoral supérieur. *Téthys* .

- **Benzohra M. 1993**. Les structures hydrodynamiques le long des côtes algériennes. Dans :Circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes des pays du Maghreb, Rabat, 1992.

- **Bernard, F. (1958)**. Le courant atlantique en Méditerranée. *R. P.V. Comm. Int. Expl. Sc. Mer. Médit.*, XIV.

- **Bethoux, J.P., Gentili, B., Tailliez, D. (1998a)**. Warming and freshwater budget change in the Mediterranean since the 1940s, their possible relation to the greenhouse effect. *Geophys. Res. Lett.*

- **Bethoux, J.P., Morin, P., Chaumery, C., Connan, O., Gentili, B., Ruiz-Pino,D.(1998b)**. Nutrients in the Mediterranean Sea, mass balance and statistical analysis of concentrations with respect to environmental change. *Mar.Chem.*

- **Béthoux, J.P., Morin, P., Madec, C., Gentili, B., 1992**. Phosphorus and nitrogen behaviour in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res.*

- **Boudouresque, C.F.(1971c)**. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*.

- **Boutiba, Z. (1998)**. Projet île de Rachgoun réserve naturelle d'intérêt écologique et faunistique. Conf. Internat. pour la Protection des Mammifères marins en Méditerranée Occidentale (*RIMMO 8*), Antibes. France.

- **Boutiba, Z. et Boutiba, A. (1992)**. Les mammifères marins d'Algérie Statut, Répartition, Biologie et Ecologie. *Thèse de Doctorat*. Université d'Oran.

-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.

Références Bibliographiques

- **Caulet, J. (1972).** Les sédiments organogènes du pré continent algérien. *Mémoire du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, Série C.*
- **Chalabi, A., Semroud, R., Grimes, S. et. (2002).** Plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique en Région Méditerranéenne CAR/ASP: *PAS BIO.*
- **Chojnacka. K, Wieczorek. P. P, Schroeder. G, Michalak. I, 2018.** Algae biomass: characteristics and applications. Springer, Berlin.
- **Chopin, T. (1997).** Marine biodiversity monitoring. Protocol for monitoring of seaweeds. *Environment Canada, Ecological monitoring and Assessment Network. Ottawa.*
- **Chouikhi, A. (2013).** Les applications potentielles des macroalgues marines et les activités pharmacologiques de leurs métabolites : *Revue. USTHB-FBS-4thm International Congress of the Populations & Animal Communities .Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems""CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – Algeria.*
- **Cohen, I. et Neori, A. (1991).** *Ulva lactuca* biofilters for marine fishpond effluents I. Ammonia uptake Kinetics and nitrogen content. *Bot. Mar.*
- **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.*
- **Copin-Montegut, G. (1993).** Chimie de l'eau de mer. *Collection "Synthèse" .*

-D-

- **Delepine, R., Boudouresque, C. F., Frada-Orestano, C., Noailles, M. C. et Asensi A., 1987.** Algues et autres végétaux marins. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, Révision 1, Méditerranée et Mer Noire, Zone de pêche 37, *volume I. végétaux et invertébrés.*

-F-

- **FAO, 2007.** Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols. Utilisation des Intrants agricoles par les Organisations de Producteurs. 25 P fertilisant majeurs (Azote, Potassium, Phosphore).

Références Bibliographiques

- **Fleurence, J. (1999).** Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. Trends Food Sci Tech. Sien. Spectro. physico-Chimie Structurale. Univ. Aix-Marseille 1, France.

- **Fredj & Menardi M/ MEDIFAUNE. 2001.** Manuel de description des données MEDIFAUNE.

-G-

- **G.I.S Posidonie. 1996.** Groupement d'Internet Scientifique d'études et de protection de l'environnement marin .Biologie méditerranéenne, nuisance et pollution.

- **Garon-Lardiere, S. (2004).** Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Thèse de Doctorat. Université de Bretagne Occidentale.

- **Goeury D., 2014,** "La pollution marine", in Woessner Raymond (dir.), Mers et océans, Paris : Atlande, Clefs concours.

- **Gravez V& Bernard G. 2006.** Pollution marine : Les définition. www.com.univ-mrs.fr.

- **Grimes, S. (2004).** Projet régional pour le développement d'aires protégées 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)*.

- **Guist, G.G. et Humm, J.J. (1976)** .Effect of sewage effluent on growth of *Ulva lactuca Florida Sci*.

-I-

- **IFREMER. 2003.** Comportement des polluants. Rapp. Annuel.

-J-

- **Julve, P. & Manneville, O. (2006).** Contribution à l'étude synusiale des végétations littorals de macroalgues marines des côtes atlantique françaises *Acta Bot. Gallica* .

-K-

- **Kadari-Meziane, Y., 1994-** contribution à l'étude de l'impact de la pollution sur la distribution spatio- temporelle des peuplements phytobenthiques dans la baie de Bou-Ismaïl. (Algérie). Thèse de Magister. ENS, Alger

- **Kerfouf, A. et Benyahia, M. (2001).** Contribution à l'étude de l'effet de la pollution

Références Bibliographiques

côtière sur quelques espèces de peuplements benthiques indicatrices dans le golfe d'Oran (Algérie occidentale littorale). *Revue Ecosystème n° 1, Volume 1, Université Djillali Liabès : Sidi Bel Abbes.*

- **Kim, D.H. (1970).** Economically important seaweeds in Chile-I/*Gracilaia*. *Bot.Mar.*

- -L-

- **Lacombe, H. (1965).** Cours d'océanographie physique. : *Gauthier Villars*, Paris.

- **Lacombe, H. et Tchernia, P, 1960.** Quelques traits généraux de l'hydrologie Méditerranéenne d'après diverses campagnes hydrologiques récentes en Méditerranée dans l'approche Atlantique et dans le détroit de Gibraltar.

- **Lascaratos, A., Williams, R. and Tragou, E. (1989).** Mixed layer study of formation of Levantine Intermediate Water, *J. Geophys. Res*

- **Leclaire, L, 1972.** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (Pré continent algérien. *Mémoire du magister*)

- **Leclerc, V., Floch J.Y. (2010) :** Les secrets des algues. Carnets de sciences, ISSN.

- **Loiseaux-De Goer, S. et Noailles, M. C. (2008).** *Algues de Roscoff*. Station Biologique de Roscoff:CNRS.

Mabeau, S. et Fleurence, J. (1993). Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects. *Trends Food Sci Tech.*

- **Lakaze J. C. 1993.** Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Bellan-Santini D., Lacaze J.C., Poizat C. eds. Secrétariat de la Faune et de la Flore. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

-M-

- **Marchand M. 2002.** Pollution marine et contamination chimique. Peut-on éliminer les substances chimiques dangereuses du milieu marin ? IFREMER, DEL/PC.

- **Marfaing, H. (2004).** Les algues dans notre alimentation : Intérêt nutritionnel et utilisations. *Revue de nutrition pratique. Dietecom Bretagne.CEVA.*

- **Martin I. 2008.** A preliminary analysis of some biological aspects of hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) in the Bay of Biscay. *ICES C.M.*

- **Mathieu, D. (2011).** Les algues, une source de richesse insoupçonnée. In: Person, J. Livre turquoise- Algues, filière du futur. Ed. Adebitech-

Références Bibliographiques

Romainville

- **Memory, T., 2011.** Biologie Module 1 , Diversité des algues et des plantes.

Département des sciences biologiques. Zimbabwe, Université Virtuelle Africaine.

- **Michel, L., Jocelyne, O., Valérie, D. et Thierry L. (2011).** Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon.

- **Millot, C. (1985).** Some features of the Algerian current. *J. geophy. Res.*

Millot, J. C. (1987). Circulation in the western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*.

- **Millot, J.C., Taupier-Letage, L. et Benzohra, M.(1989).** *The Algerian Eddies. Earth Sciences Review*.

-O-

- **Ould- Ahmed, N. Meinesz, A., 2006-** First record of the invasive alga *Caulerpa racemosa* on the coast of Algeria. *Cryptogamie, Algologie*

- **Ould- Ahmed, N., 1994-** étude des espèces phytobenthiques au voisinage de la centrale thermique de Mers- Elhadjadj. (Golf D'Arzew, Ouest Algérien). Mention particulière sur une Références bibliographiques - 139 - espèce remarquable, chlorophyte, caulerpale, *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux. Thèse de Magister. ISMAL, Alge

-P-

- **Pereira. L, & Neto. J. M, 2015.** Marine algae: biodiversity, taxonomy, environmental assessment, and biotechnology. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA

- **Pereira. L, 2018.** Therapeutic and nutritional uses of algae. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA,.

- **Pergent, G., Pergent-Martini, C., Casalta, B., Lopez, Y., Royo, C., Mimault, B., Salivas-Decaux, M. et Short, F. (2007).** Comparison of three seagrass monitoring systems: SeagrassNet, "Posidonia" programme and RSP. Proceedings of the third Pergent-Martini, S. El Asmi, C. Le Ravallec edits., *RAC/SPA publ.*, Tunis.

- **Praud, A. (1994).** Isolement, caractérisation structurale et analyse de nouveaux métabolites d'algues méditerranéennes appartenant aux genres *Cystoseira* et *Lyngbyia*.

Références Bibliographiques

Thèse. Doc.

- **Pérèz et Picard. (1964).** l'origine des représentants de plusieurs grands groupes dans les divers étages en Méditerranée.

- **Pèrez, R.(1997).** Ces algues qui nous entourent, Conception actuelle, Rôle dans la biosphère, utilisations, culture, aquaculture. *Ifremer..*

- **Perret- Boudouresque, M. Serridi, H.,** 1989- inventaire des algues marines benthiques d'Algérie. GIS. Posidonie Pub. Marseille. Fr

-Q-

- **Qin. Y, 2018.** Bio-active seaweeds for food applications: natural ingredients for healthy diets. Academic Press, Cambridge, Massachusetts, USA.

-R-

- **Remili, S. et Kerfouf, A. (2013).** Evaluation de la qualité physico-chimique et du niveau de contamination métallique (Cd, Pb, Zn) des rejets d'eaux usées d'Oran et de Mostaganem (littoral ouest algérien), *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement, volume VII.*

- **Reviers, B. (2002),** Biologie et phylogénie des algues. Belin.

- **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.

- **Rorrer, G.L. et Cheney, D.P.,(2004).** Bioprocess engineering of cell and tissue cultures for marine seaweeds. *Aquacultural Engineering.*

- **Rorrer, G.L., Cheney, D.P. (2004).** Bioprocess engineering of cell and tissue cultures for marine seaweeds. *Aquacultural Engineering.*

- **Ryther, J. H. & M. D. W. (1971).** Nitrogen, phosphorus and eutrophication in the coastal marine environment. *Science.*

-S-

- **Sanchez-Machado, D.I., López-Cervantes, J., López-Hernandez, J. and Sanchez-Machado, D.I., Lopez-Hernandez, P., Paseiro-Losada, P., Lopez Cervantes, J. (2004b).** An HPLC method for the quantification of sterols in edible seaweeds *Biomedical Chromatography.*

- **Selosse, M. A.,2000.** Les algues de la zone intertidale et leur zonation : des idées

Références Bibliographiques

reçues aux données écologiques. Biologie-Géologie (Bulletin de l'APBG).

- **Serridi, H.**, 1990- étude des algues marines benthiques de la région d'Alger. Thèse de Magister. ISN. USTHB, 121 p+ annexes.

- **Smith. F**, 1972. Phosphorous cycle in Man the living environment. Inger et Hassler Editions, *Wisconsin U.P.*

- **Stengel, E.** (1970). Anlagentypen und Verfahren der technischen Algenmassenproduktion. *Ber.Dtsch. Bot. Bd.*

-T-

- **THibaut, T.Y.**, 2001. Etude fonctionnelle, contrôle et modélisation de l'invasion d'une algue introduite en Méditerranée.

-U-

- **UNEP/FAO/WHO**, 1988. Assessment of chemical contaminants in food. Report on the results of the UNEP/FAO/WHO Programme of health-related environmental monitoring. Nairobi, UNEP/FAO/WHO.

-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.*

- **Vincent M.** 2006. Etude d'expertise en Aquaculture - Environnement - Pêche – Pollution. Saint-Maximin – France.

-W-

Wilson, I.G. (1997). Inhibition and facilitation of nucleic acid amplification. *Applied and Environmental Microbiology* .