

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



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

OPTION : ENVIRONNEMENT MARIN

*Thème :*

**Bioécologie des Macroalgues au niveau de Sidi Fredj  
(W. Alger)**

Présenté par:

**KARA MOSTEFA Tamani**

Soutenu le 23/10/2013 devant le jury composé de :

Mr M.LARID	Maitre de conférences A	ENSSMAL	Président
M <sup>me</sup> F.BACHARI-HOUMA	Professeur	ENSSMAL	Examinatrice
M <sup>me</sup> H.SERIDI	Maitre de conférences A	FSB/ USTHB	Examinatrice
M <sup>me</sup> A.KARALI OTMANE	Attachée de recherche	FSB/ USTHB	Examinatrice
M <sup>me</sup> M.BENALI	Attachée de recherche	FSB/USTHB	Co-promotrice
M <sup>me</sup> C.REBZANI-ZAHAF	Professeur	FSB/ USTHB	Promotrice

**Promotion 2012 – 2013**



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



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

OPTION : ENVIRONNEMENT MARIN

*Thème :*

**Bioécologie des Macroalgues au niveau de Sidi Fredj  
(W. Alger)**

Présenté par:

**KARA MOSTEFA Tamani**

Soutenu le 23/10/2013 devant le jury composé de :

Mr M.LARID	Maitre de conférences A	ENSSMAL	Président
M <sup>me</sup> F.BACHARI-HOUMA	Professeur	ENSSMAL	Examinatrice
M <sup>me</sup> H.SERIDI	Maitre de conférences A	FSB/ USTHB	Examinatrice
M <sup>me</sup> A.KARALI OTMANE	Attachée de recherche	FSB/ USTHB	Examinatrice
M <sup>me</sup> M.BENALI	Attachée de recherche	FSB/USTHB	Co-promotrice
M <sup>me</sup> C.REBZANI-ZAHAF	Professeur	FSB/ USTHB	Promotrice

**Promotion 2012 – 2013**

# Remerciements

Mes plus vifs remerciements à :

Monsieur LARID M., Maître de conférences « A » (ENSSMAL), qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Je remercie Madame REBZANI-ZAHAF C., Professeur (FSB/USTHB) pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour sa confiance, ses précieux conseils au cours de la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Madame BACHARI.HOUMA.F Professeur(ENSSMAL), Madame SERIDI H. Maître de conférences « A » (FSB/USTHB) et Madame KARALI OTMANE A. Attachée de recherche (FSB/USTHB), pour avoir accepté d'examiner ce manuscrit et de participer à ce jury.

Ma profonde reconnaissance au personnel de la bibliothèque de l'ENSSMAL, ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Je souhaiterais, aussi, remercier Madame BENALI M., pour m'avoir accordé du temps et pour ses précieux conseils.

Je suis reconnaissante à tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation.

## Dédicaces

A toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire et que j'affectionne tout particulièrement: Mes parents, Kate, Rymchou, Réda, Hocine, Sofian, Oushama, Hayet, Zinzou, Papouche.

BIG MERCI ☺ !

---

# *Sommaire*

---

# Sommaire

## Liste des acronymes et abréviations

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Introduction.....1

### Chapitre I : Présentation de la région d'étude

1. Présentation de la Baie de Bou-Ismaïl .....	2
2. Aspect géologique de la baie de Bou-Ismaïl.....	2
3. Réseau hydrographique.....	3
4. Les facteurs hydrodynamiques.....	4
4.1 Les vents .....	4
4.2 Le courant dominant.....	4
5. Les facteurs environnementaux .....	4
5.1 Température et précipitations .....	4
5.2 Salinité.....	5
5.3 L'oxygène dissous .....	5
5.4 Le substrat.....	6
6. Pollution.....	6
7. Localisation du site d'étude .....	7
8. Caractéristiques de la flore algale .....	7

### Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Localisation et choix des stations .....	8
---	---

2.	Méthode d'échantillonnage.....	9
2.1.	L'aire minimale .....	9
2.2.	Les relevés phytosociologiques .....	10
2.3.	Tri et identification .....	10
3.	Exploitation des relevés phytosociologiques .....	11
3.1.	Les paramètres analytiques.....	11
3.1.1.	Recouvrement $R_i$ .....	11
3.1.2.	Coefficient T .....	12
3.1.3.	Coefficient $Q_i$ .....	13
3.2.	Les paramètres synthétiques.....	13
3.2.1.	La dominance qualitative ( $DQ_i$ ).....	13
3.2.2.	La dominance quantitative ( $DR_i$ ).....	14
3.2.3.	Le rapport R/P .....	14
3.2.4.	La tension $\Psi$ .....	14
4.	Procédé pour la mesure de matière organique .....	15
5.	Traitement des données.....	15
5.1.	Les indices de diversité.....	15
5.1.1.	L'indice de diversité spécifique ( $H'$ ) .....	15
5.1.2.	L'Equitabilité (E) .....	16
5.2.	Diagramme Rang-Fréquence .....	16

### **Chapitre III : Résultats et interprétation**

1	Inventaire systématique .....	19
2	Caractéristiques de la flore marine de la région de Sidi-Fredj.....	22
2.1	Richesse floristique.....	22
2.2	Analyse synthétique.....	23
2.2.1	Dominance qualitative des groupes systématiques .....	24

2.2.2	Dominance quantitative des groupes systématiques .....	25
2.2.3	Rapport R/P .....	26
3	Affinités biogéographiques du peuplement algal de la zone d'étude .....	28
4	Groupes écologiques .....	30
5	Analyse descriptive de la flore marine par station .....	31

<b>Chapitre IV : Discussions et conclusions.....</b>	<b>40</b>
--	-----------

<b>Conclusion.....</b>	<b>46</b>
------------------------	-----------

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## **Liste des abréviations :**

R : Rang

Dr : Dominance relative

H' : Indice de diversité spécifique

E : Equitabilité

DRF : Diagramme Rang Fréquence

## **Liste des acronymes :**

ONM : Office National de Météorologie

LEM : Laboratoire d'Etudes Maritimes

## Liste des figures

Figure 1 : La couverture sédimentaire de la baie de Bou Ismaïl (LEM, 1998 in Bachari.H.F,2009) .....	3
Figure 2 :Réseau hydrographique de la baie de Bou Ismaïl (Benali,2010).....	3
Figure 3 : Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou-Ismaïl.....	6
Figure 4: Localisation des stations étudiées .....	9
Figure 5: carré représentant l'estimation du recouvrement des espèces concernées.....	11
Figure 6 : Représentation graphique de la richesse spécifique(T) des six relevés phytosociologiques de la région de Sidi Fredj .....	22

## Liste des tableaux :

Tableau 1: Pourcentage des vents par direction dans la zone de Sidi Fredj (Aissat et Cheikh,2013) .....	4
Tableau 2 : Variations annuelles des précipitations et de la température dans la localité de Sidi Fredj.....	5
Tableau 3 : Richesse spécifique (T) à Sidi Fredj et dans quelques régions du littoral algérien.....	23
Tableau 4 :Coefficient Q et Dominance Qualitative DQ des grands groupes systémiques de Sidi Fredj .....	24
Tableau 5: Recouvrement Ri et Dominance Quantitative DRi des groupes systémiques de zone de Sidi Fredj.....	26
Tableau 6 : Valeur du rapport (R/P) dans différentes régions de l'Atlantique et de la Méditerranée.....	28

---

# *Introduction*

---

## Introduction

La Méditerranée est une mer très originale ; faut-il s'étonner que sa flore le soit aussi ? Elle est comme les peuples qui l'entourent : une histoire mouvementée, un carrefour d'influences, un particularisme ombrageux. A travers ses Algues, peut-être saurons-nous dévoiler un peu de son âme ? (BOUDOURESQUE C.F. et al. ,1992)

L'Algérie représente une diversité algale considérable, sinon un réservoir pour la recherche peu exploité, n'étant que très faiblement étudié jusqu'à ce jour.

Les premières études des peuplements phytobenthiques du littoral algérien seront réalisées suite aux travaux de MONTAGNE (1846 ; 1849) ; J.FELDMAN (1931 ;1933 ;1941) ; FELDMAN-MAZOYER (1940 ;1941) et J et G.FELDMAN (1937 ;1947) .

En 1989, PERRET-BOUDOURESQUE et SERIDI ont établi un inventaire des algues marines en Algérie dénombrant 468 taxons. En 1990, SERIDI dénombre à elle seule 130 taxons propres à la région d'Alger. S'en suivent les travaux les plus récents, ceux de OULD AHMED (1994); BENALI et KARALI (2006) ; SERIDI (2007) ; BENALI (2010) ; KARALI (2010) et enfin une étude spatio-temporelle a été réalisée par TAOUNZA (2011) sur les peuplements algaux de substrat dur de la région de Sidi Fredj.

Le choix de ce thème à porter sur la possibilité de jumeler deux objectifs avec l'emploi d'un seul terme bioécologie= biologie + écologie du macrophytobenthos.

Dans un premier temps, ce travail dresse un inventaire systématique ; en second lieu, traite les aspects qualitatifs et quantitatifs des peuplements macrophytobenthiques des niveaux superficiels sur substrat dur (l'étage médiolittoral et l'étage infralittoral supérieur) de la région de Sidi Fredj, à l'aide des paramètres analytiques et synthétiques (recouvrement, dominance,...). Afin d'aboutir à une analyse écologique descriptive de la flore marine des trois stations choisies, chaque station regroupe deux relevés distincts : un de mode battu et un autre de mode calme.

Le présent travail a pour objectif :

- Contribution à l'étude du peuplement algal de la région de Sidi Fredj en établissant un inventaire taxonomique de la flore préexistante ainsi que la faune associée à cette dernière ;
- Etude des facteurs écologiques influençant l'installation d'une espèce ; ainsi qu'un bref aperçu sur l'aspect biologique des espèces les plus dominantes.

---

***Chapitre I***  
***Présentation de la région***  
***d'étude***

---

Sidi Fredj est une presque île s'intégrant dans le cadre géographique de la baie de Bou-Ismaïl, formant le cap Est de cette baie et se situant à 22Km à l'Ouest d'Alger avec une orientation Nord-Ouest.

#### **1. Présentation de la Baie de Bou-Ismaïl**

La Baie de Bou-Ismaïl (ex-Castiglione) se situe à l'Ouest d'Alger, entre 2°20'E et 2°55'E. Elle est délimitée par le massif de Bouzaréah à l'Est et par le massif de Chenoua à l'Ouest, couvrant une superficie de 350Km<sup>2</sup>, avec une ouverture de l'ordre de 40Km, elle est orientée du Sud-Est au Nord-Ouest.

#### **2. Aspect géologique de la baie de Bou-Ismaïl**

Selon SEURAT (1933) et LECLAIRE (1972), le littoral de la baie de Bou-Ismaïl est bordé de grès calcaires non fossilifères qui tantôt s'élèvent en falaises abruptes hautes de quelques mètres, tantôt s'abaissent au niveau de la mer et disparaissent dans une baie : « Bou Ismaïl » (BENALI, 2010)

La carte sédimentologique de la baie de Bou Ismaïl, réalisée par le LEM (Fig.1), illustre neuf faciès différents avec une prédominance de deux d'entre eux : des vases pures à l'Ouest et des graviers envasés à l'Est de la baie.

À l'extrême Est, au large de Sidi Fredj, on retrouve une succession de gisements de graviers envasés et de sables grossiers. Plus près de la côte, le fond marin est plutôt constitué de sables fins. Quant à la presqu'île, elle est entourée par un affleurement de roches appartenant au massif paléozoïque et métamorphique de Bouzaréah (AISSAT et CHEIKH, 2013)

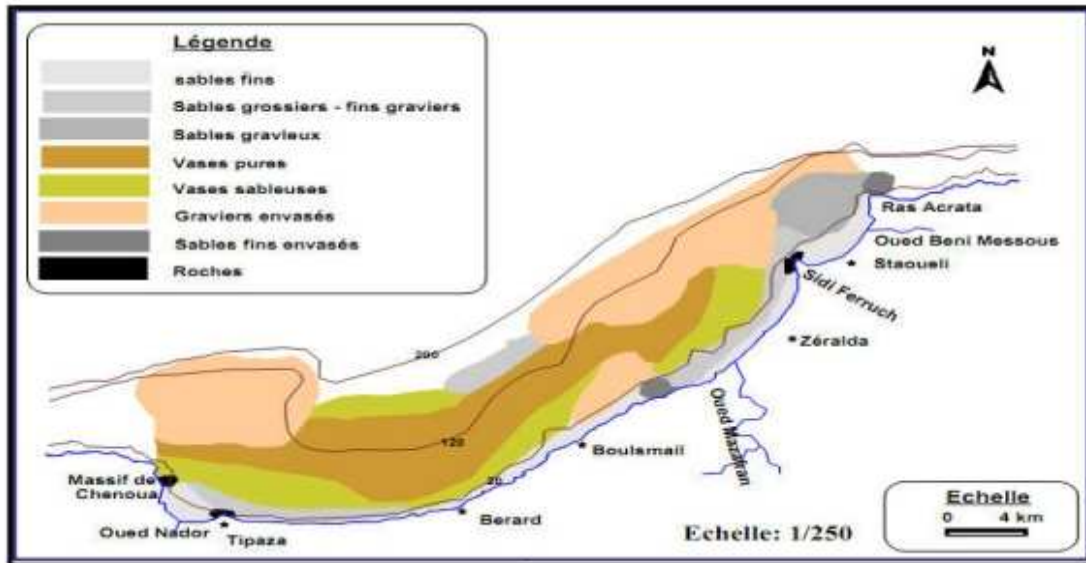


Figure 1 : La couverture sédimentaire de la baie de Bou Ismaïl (PAC, 2005)

### 3. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique qui dessert la baie de Bou-Ismaïl est formé par trois principaux Oueds, le Nador, le Mazafran et Oued Beni Messous. Les eaux de ce dernier sont chargées en rejets d'origines domestiques et industrielles à faible débit, qui se déversent entre Ain Benian et l'époinement de Sidi Fredj.

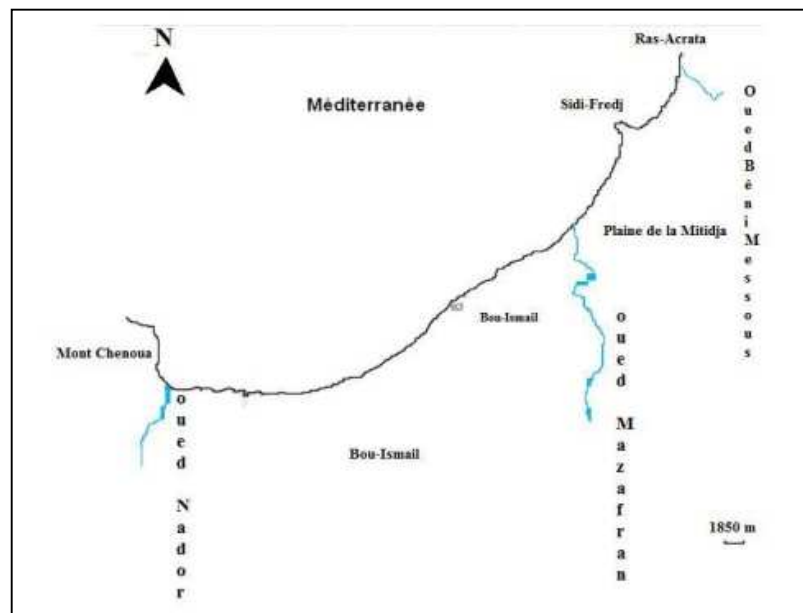


Figure 2 : Réseau hydrographique du bassin versant des oueds de la baie de Bou-Ismaïl (BENALI, 2010)

#### 4. Les facteurs hydrodynamiques

##### 4.1 Les vents

Dans la région de Sidi Fredj, la répartition des vents est globalement concordante avec le régime des houles tout au long de l'année.

Les mesures anémométriques de la station météorologique de Dar El Beida (O.N.M), représentées dans le tableau ci-après nous indiquent, que le vent aurait une prédominance à 58% environ du temps, de souffler du secteur Sud-Ouest (AISSAT et CHEIKH, 2013)

**Tableau 1:** Pourcentage des vents par direction dans la zone de Sidi Fredj (AISSAT et CHEIKH, 2013)

Secteurs	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	calme
Pourcentage par direction (%)	11,8	11,9	4	1,3	5,3	13,5	10,1	4,9	37,1

##### 4.2 Le courant dominant

Le courant dominant est d'origine atlantique, dénommé courant Algérien, pénètre sous forme de veine par le détroit de Gibraltar et longe les côtes algériennes en direction de l'Est, avec une vitesse variant entre 0.5 et 2.5 nœuds formant ainsi des tourbillons accompagnés de phénomènes d'upwelling entre 1° et 2°Est.

#### 5. Les facteurs environnementaux

##### 5.1 Température et précipitations

La région de Sidi Fredj est caractérisée par un climat méditerranéen tempéré : relativement froid et humide en hiver, chaud en été (AISSAT et CHEIKH, 2013)

**Tableau 2** : Variations annuelles des précipitations et de la température dans la localité de Sidi Fredj

Saisons	Mois	Température Max (°C)	Température Min (°C)	Précipitations (mm)
Hiver	Décembre	19,4	7,43	71,9-115,5
	Janvier	18,5	5,3	
	Février	19,1	5,35	
Printemps	Mars	22,1	8,04	41,2-58,8
	Avril	23,7	9,94	
	Mai	28,9	14,1	
Eté	Juin	32,7	18,1	2,5-10,2
	Juillet	35,5	21,3	
	Aout	36,1	22,2	
Automne	Septembre	32,6	19,3	35,1-115
	Octobre	29,6	16,7	
	Novembre	23,3	10,08	

Source: ONM (1999-2009)

Ces données nous indiquent clairement que les températures et les précipitations sont inversement proportionnelles, ces variations mensuelles mettent en exergue deux saisons :

- Une saison humide (septembre- mai) avec des précipitations variant entre 35.1 et 115.5mm.
- Une saison sèche plus courte que la précédente (Juin-Août) avec des précipitations entre 1.6 et 10.2 mm.

## 5.2 Salinité

La salinité moyenne annuelle de la baie de Bou Ismaïl varie entre 37.18 PSU et 38.18 PSU selon l'importance des précipitations en hiver et l'évaporation en été. (KADARI et MEZIANE,1994)

## 5.3 L'oxygène dissous

Généralement, l'augmentation de la matière organique en voie de dégradation est accompagnée par la diminution de l'oxygénation (TOURNIER et al. , 1983).

Le taux d'oxygène dissous de la baie de Bou Ismaïl varie, en moyenne, entre 4 et 6 mg/l (KADARI et MEZIANE, 1994).

5.4 Le substrat

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

6. Pollution

La frange côtière de la baie de Bou Ismaïl est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques. Ces derniers illustrés en figure 3, se déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement, principalement en période estivale. À cela s'ajoutent les rejets d'eaux usées charriées par les Oueds qui débouchent en mer et drainant les eaux de ruissellement des terres agricoles et des effluents urbains et industriels (LEM, 1998 in BACHARI.H.F, 2009)

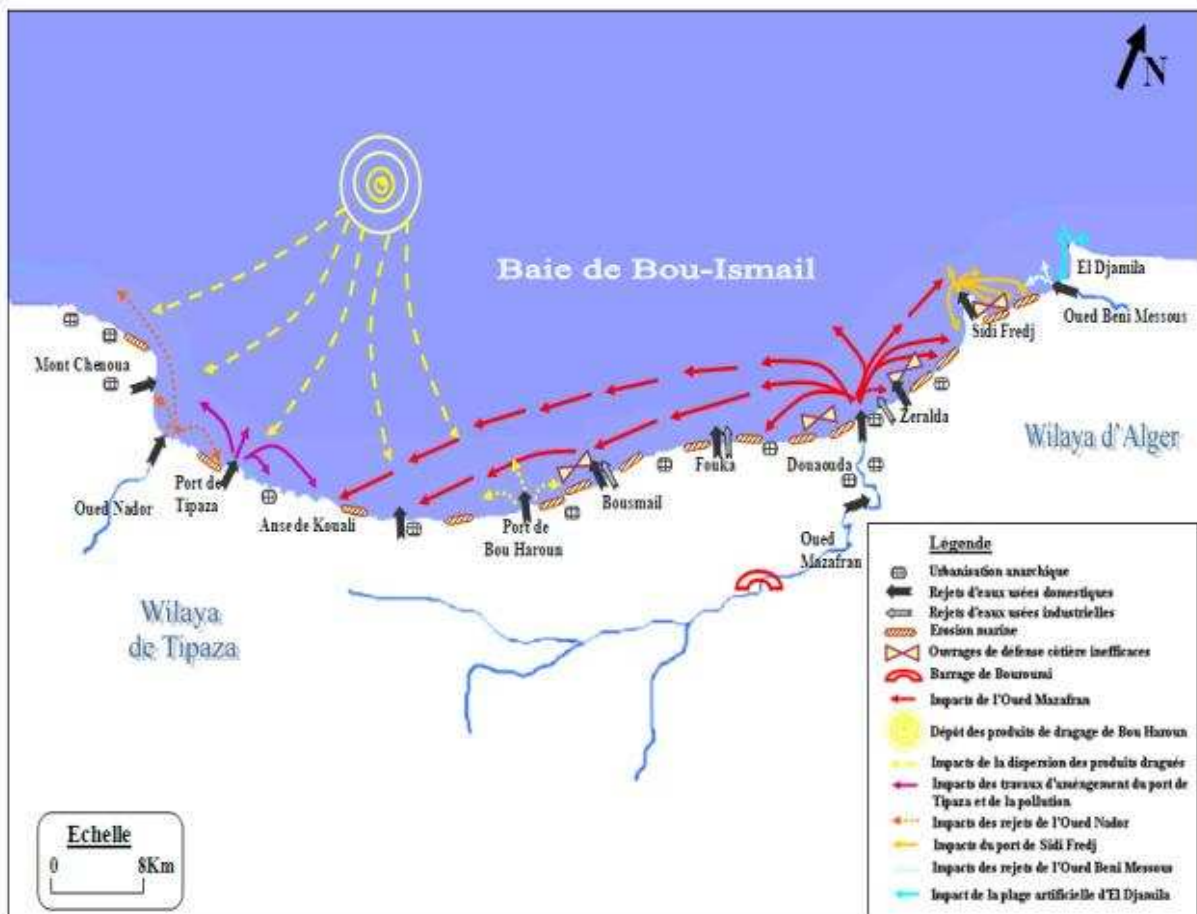


Figure 3 : Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou-Ismaïl (in BACHARI H.F ,2009)

#### 7. Localisation du site d'étude

Le site est situé sur un plateau rocheux de la presque île de Sidi Fredj à 25Km à l'Ouest d'Alger. Orienté Sud-Ouest-Nord Est. Ses coordonnées Lambert sont 36°76'Nord et 2°84Est. À ses extrémités Est et Ouest se trouvent respectivement la pointe du Marabout et la pointe de Saint-Janvier.

La presqu'île de Sidi Fredj faisant partie de la baie de Bou Ismaïl, est soumise aux mêmes facteurs hydrologiques, géomorphologiques et environnementaux que cette dernière.

En plus d'être un lieu historique très convoité, la côte de Sidi Fredj présente des habitations limitrophes et comprend plusieurs complexes touristiques marqués par une importante activité en période estivale. Exemple, la présence du centre de thalassothérapie près des trois stations étudiées (TAOUNZA, 2011).

#### 8. Caractéristiques de la flore algale

La flore algale du littoral algérien est relativement riche et diversifiée, un total de 497 espèces y a été recensé jusqu'à aujourd'hui. Cette flore possède un caractère particulier, puisqu'elle est assez fortement représentée par des espèces atlantico-boréales, ce qui est dû au fait que le littoral soit longé par le courant atlantique.

FELDMANN (1938) a proposé d'utiliser le rapport entre le nombre R de Rhodophyta (Bangiophyceae et Florideophyceae) et le nombre P de Phaeophyceae (Fucophyceae) pour exprimer l'évolution latitudinale des peuplements algaux. Ce rapport R/P augmente des régions arctiques (R/P=1) vers les régions équatoriales (R/P=4).

Pour l'Algérie, FELDMANN (1931,1937), avait mentionné une valeur de 3.0, après révision de l'inventaire (PERRET-BOUDOURESQUE et SERIDI, 1989 ; SERIDI, 1990 ; SERIDI, 2007) ce rapport prend une valeur de 3.18. Cette valeur est comparable à celle retrouvée dans d'autres régions de la Méditerranée et elle est intermédiaire entre celle observée en France (côte atlantique) et celle établie aux Canaries. (TAOUNZA, 2011)

---

***Chapitre II***  
***Matériel et Méthodes***

---

Le présent travail est le résultat d'un unique échantillonnage sur terrain, suivi de son traitement au niveau du laboratoire et la restitution graphique par des méthodes d'analyses de données, le présent chapitre comportera :

- Le choix du site de prélèvement des différentes stations étudiées, ainsi que les techniques d'échantillonnage de ces dernières sur terrain ;
- Etapes de traitement des différents échantillons au laboratoire ;
- Les méthodes de traitement analytique diverses.

#### **1. Localisation et choix des stations**

Le site est localisé à proximité du centre de thalassothérapie. Le choix de ce dernier a été fonction des aspects pratiques qu'il confère et qui sont liés à la logistique, notamment la proximité du laboratoire, à la diversité de ses biotopes mais surtout à sa forte exposition aux facteurs anthropiques qui modifient continuellement la composition floristique, avec la présence particulière de l'espèce invasive *Caulerpa racemosa* qui y a été signalée antérieurement et qui doit faire l'objet d'une attention particulière notamment pour le suivi de son extension par rapport aux autres espèces.

Trois stations ont été retenues en fonction de la nature des rejets de l'établissement y afférent (figure 4). Chaque station dénombre deux modes d'hydrodynamisme : un mode calme, un mode battu.

Les coordonnées géographiques des stations et des sources de rejets ont été acquises par GPS.

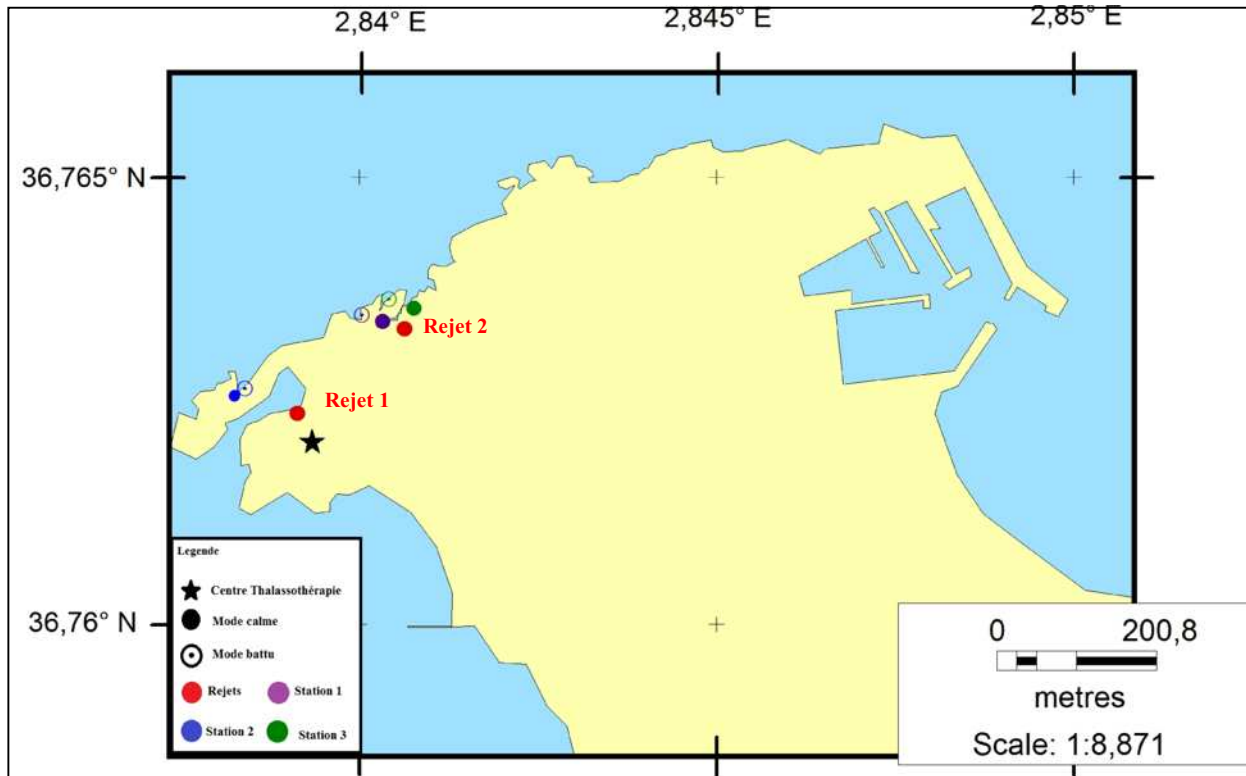


Figure 4: Localisation des stations étudiées

## 2. Méthode d'échantillonnage

Les différentes stations ont fait l'objet de relevés phytosociologiques en saison estivale de l'année 2013. Les relevés ont été effectués dans l'étage infralittoral supérieur (niveaux superficiels entre 0 et 0,5m de profondeur) sur substrat dur au niveau de la zone intertidale. Afin d'établir un inventaire exhaustif avec estimation du recouvrement au sol de la flore marine, dans le but de déterminer les associations floristiques et faunistique ,et éventuellement, effectuer des suivis de l'évolution du tapis algale.

### 2.1. L'aire minimale

Le choix de cette dernière est la clef même du choix de la méthode d'échantillonnage, laquelle a été définie par PERES et PICARD(1964) comme étant la surface où la quasi-totalité des espèces du peuplement se trouvent simultanément ; OULD AHMED (1994) définit l'aire minimale qualitative comme étant « *la plus petite surface à considérer pour donner une idée satisfaisante de la communauté existante* ».

Divers auteurs ont préconisé des surfaces différentes pour les relevés, selon le type d'études entreprises (BENALI, 2010)

Pour le présent travail, une aire minimale de 20\*20 cm a été retenue, en raison de la similitude avec des travaux analogues au niveau de l'infralittoral supérieur, cette surface a été jugée comme un bon compromis pour parer à la durée limitée de l'étude, tout en ayant une représentation satisfaisante de la flore algale du site, en effet, des surfaces de 30\*30cm sont le plus souvent adoptées dans les études phytosociologiques (SERIDI,1990 ; TAOUNZA,2011).

#### **2.2. Les relevés phytosociologiques**

Six relevés phytosociologiques ont été effectués par grattage intégral de la roche. Le matériel de prélèvement utilisé est constitué d'un quadrat d'une surface de 400cm<sup>2</sup>, d'un burin, d'un marteau, des sacs en plastique.

Les relevés récoltés ont été récupérés dans les sacs en plastique, remplis d'eau de mer. Les renseignements sur les prélèvements ont été soigneusement notés, à savoir le numéro de la station, la date et l'heure du prélèvement, le mode d'hydrodynamisme (calme, battu) afin d'optimiser leur interprétation. Ils ont été conservés par la suite dans des bocaux contenant de l'eau de mer formolée à 5%, afin de procéder à la prochaine étape.

#### **2.3. Tri et identification**

Au laboratoire, le tri des espèces a été effectué dans un bac à fond blanc rincé abondamment à l'eau de robinet, pour séparer les différents groupes d'algues. Nous nous sommes basés sur des critères morphologiques et cytologiques d'où la nécessité d'une observation des thalles sous la loupe binoculaire.

Pour les petits individus, particulièrement les épiphytes, Rappelons que ces derniers ont été souvent extraits par grattage des thalles des espèces hôtes.

Un second tri pour la détermination des espèces a été effectué sous loupe binoculaire ou au microscope optique.

Pour finir, chaque espèce identifiée (à l'échelle du genre ou de l'espèce quand cela a été possible) a été placée dans un pilulier étiqueté.

La systématique utilisée pour l'identification de la flore algale est celle adoptée par PERRET BOUDOURESQUE et SERIDI (1989), SERIDI (1990), fiche FAO, et les deux sites : [www.Algaebase.org](http://www.Algaebase.org) ; [www.marevita.org](http://www.marevita.org).

Il en est de même pour l'assignation des groupes écologiques (BOUDOURESQUE, 1984)

### 3. Exploitation des relevés phytosociologiques

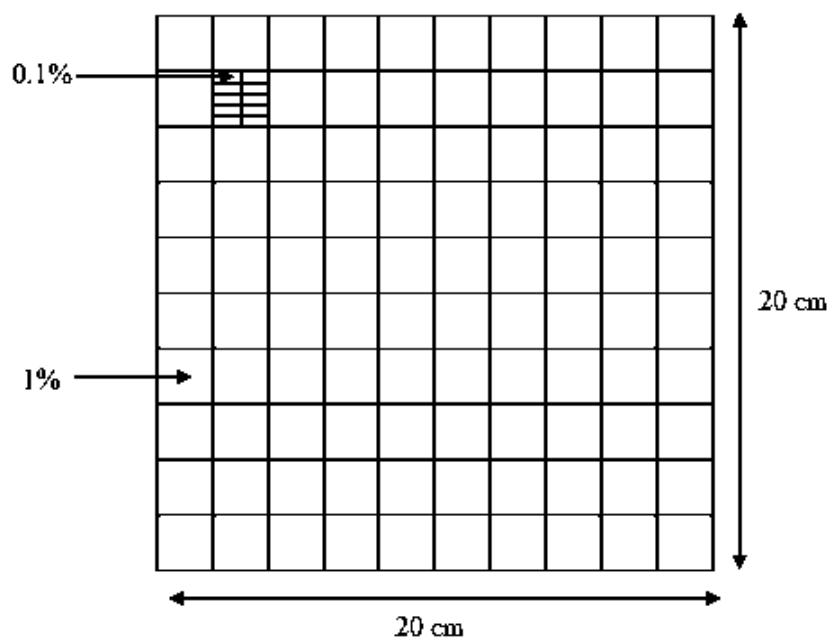
#### 3.1. Les paramètres analytiques

L'analyse des paramètres analytiques a été effectuée conformément aux méthodes phytosociologiques adaptées au milieu marin (BOUDOURESQUE, 1971).

##### 3.1.1. Recouvrement Ri

BOUDOURESQUE (1971) a défini le recouvrement ( $R_i$ ) comme étant le pourcentage de la surface du substrat couverte en projection par une espèce (i) afin d'estimer l'abondance de son taxon.

L'estimation des recouvrements se fait après le tri des espèces et l'utilisation d'un carré de 20 cm x 20 cm, soit une surface de 400 cm<sup>2</sup>, correspondant à la surface prélevée



**Figure 5:** Carré représentant l'estimation du recouvrement des espèces concernées

Le recouvrement peut prendre des valeurs comprises entre 0,01%, valeur arbitraire attribuée aux espèces dont le  $R_i$  est inférieur à 0,1%, et 100% correspondant à la couverture totale du relevé. Le recouvrement total est très généralement supérieur à 100% due à la disposition de la végétation en plusieurs strates (BOUDOURESQUE, 1971).

Le recouvrement total  $R_t$  d'un relevé est la somme des recouvrements  $R_i$  de chaque espèce  $i$ .

$$R_t = \sum_{i=1}^s R_i$$

Le recouvrement peut être estimé à partir de l'échelle d'abondance-dominance de Braun-

BLANQUET et PAVILLARD (1922) :

+ = Recouvrement négligeable.

1 = Recouvrement < 5% de la surface.

2 = Recouvrement compris entre 5 et 25% de la surface.

3 = Recouvrement compris entre 25 et 50% de la surface.

4 = Recouvrement compris entre 50 et 75% de la surface.

5 = Recouvrement > 75% de la surface.

### 3.1.2. Coefficient T

Le coefficient (T) représente le nombre d'espèces d'un relevé. Ce paramètre ne devient valable qu'une fois la surface des relevés fixée, dans notre cas elle est de 400 cm<sup>2</sup> (BOUDOURESQUE, 1971).

$$T = \sum_{i=1}^s N_i / P$$

Avec :

Ni : Nombre d'espèces dans un relevé.

P : Nombre de relevés.

### 3.1.3. Coefficient Qi

Il représente l'effectif absolu en espèces d'un ensemble considéré dans un relevé (groupe systématique ou écologique). Par exemple, s'il existe 3 Pheophyceae dans un relevé, le coefficient QP est de 3.

Le coefficient (Qi) d'un groupe d'espèces dans un relevé correspond à son effectif absolu en espèces (BOUDOURESQUE, 1971).

$$\sum_{i=1}^s Q_i = T$$

## 3.2. Les paramètres synthétiques

Parmi les paramètres synthétiques s'appliquant aux espèces ou groupes d'espèces d'un ensemble de relevés, on retiendra, la dominance des différents groupes systématiques. L'estimation de l'importance des grands groupes systématiques (Florideophyceae, Fucophyceae et Ulvophyceae) ainsi que des différents ordres est réalisée par l'étude des dominances qualitatives et quantitatives.

### 3.2.1. La dominance qualitative (DQi)

La dominance qualitative d'un groupe d'espèces (DQi) est le rapport entre le nombre d'espèces de ce groupe (Qi) et le nombre total d'espèces (T) multiplié par 100.

$$DQ_i = \frac{Q_i}{T} \times 100$$

Par exemple, la dominance qualitative des Rhodophyceae dans un relevé est :

$$DQ_R = \frac{Q_R}{T} \times 100$$

Pour un même relevé,

$$\sum DQi = 100\%$$

### 3.2.2. La dominance quantitative (DRi)

La dominance quantitative (Ri) est l'un des paramètres les plus utilisés en écologie. La dominance en fonction du recouvrement (DR) est le rapport entre le recouvrement d'un groupe d'espèces et le recouvrement total multiplié par 100.

$$DR_{\text{groupe}} = \frac{\sum Ri \text{ du groupe}}{Rt} \times 100$$

Pour un même relevé

$$\sum DR_{\text{groupe}} = 100\%$$

### 3.2.3. Le rapport R/P

FELDMANN (1938) a défini le rapport R/P comme étant le rapport du nombre de Rhodophyta

(Bangiophyceae et Florideophyceae) : ( $Q_R$ ) sur le nombre de Pheophyceae (=Fucophyceae) ( $Q_P$ ). Il permet de caractériser la flore d'une région. Sa valeur, selon l'auteur, croît depuis les mers froides de l'Europe jusqu'aux provinces chaudes de l'Atlantique tropical :

$$R/P = \frac{Q_R}{Q_P}$$

### 3.2.4. La tension $\Psi$

La tension  $\Psi$  d'un ensemble d'espèces (groupe ou super groupe écologique) dans un relevé est le rapport de la dominance quantitative (DR) sur la dominance qualitative (DQ).

$$\Psi = \frac{DR}{DQ}$$

La tension d'un groupe d'espèces est le reflet de son adaptation au biotope considéré (BOUDOURESQUE, 1971) :

- Un groupe de surtension ( $\Psi > 1$ ) est certainement un groupe caractéristique du biotope.
- Un groupe de soustension ( $\Psi < 1$ ) est un groupe moins important pour le biotope :

Selon sa soustension, il est accessoire ou fondamentalement inadapté au biotope.

#### 4. Procédé pour la mesure de matière organique

Une petite quantité de vase a été prélevée au niveau de la station 1, dans un sachet en plastique. ( environ 50g)

Afin de procéder au séchage, l'échantillon a été mis dans l'étuve à 70°C pendant 72h.

Puis sera pesé à l'aide d'une balance de type « Denver Instrument M-220D », et transféré dans un creuset en porcelaine, avant sa calcination dans un four à moufle « Carbolite CWF 1200 » à 600°C pendant 2h.

Dans un premier temps on évaluera le poids du creuset vide, puis le poids du creuset additionné à celui du sédiment sec et enfin le poids du creuset plus le poids du sédiment calciné.

Le taux de la matière organique est calculé selon l'équation suivante :

$$MO (\%) = \frac{[P1 - P2]}{P1} \times (100)$$

P1 : Poids du sédiment sec

P2 : Poids du sédiment calciné

#### 5. Traitement des données

##### 5.1. Les indices de diversité

##### 5.1.1. L'indice de diversité spécifique (H')

Un des indices dérivés de la théorie de l'information et le plus utilisé dans l'étude des populations est donné par l'expression de Shannon-Weaver

$$H' = -\sum [P_i \times \log_2 P_i]$$

Cette expression est préférée pour sa simplicité d'application, c'est une mesure de la composition spécifique d'une communauté, en terme de nombre d'espèces et de leurs abondances relatives (LEGENDRE J.D. et LEGENDRE D., 1979).

Bien que l'indice de Shannon-Weaver varie directement en fonction du nombre d'espèces, celles qui sont rares ont un poids beaucoup plus faible que les plus communes. L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements car il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon.

Le calcul de l'indice de diversité à partir des abondances relatives basées sur le recouvrement est d'un usage courant dans l'étude des communautés phytobenthiques. Il est donné par la formule :

$$H' = -\sum_{i=1}^T \left[ \frac{Ri}{Rt} \times \log_2 \frac{Ri}{Rt} \right]$$

Quel que soit le groupe zoologique ou botanique étudié, les valeurs des indices de diversité fréquemment rencontrés s'échelonnent entre moins de 1 (0,5 étant un indice de diversité très faible) et environ 4,5 (TAOUNZA,2011).

#### 5.1.2. L'Équitabilité (E)

Pour comparer la structure de plusieurs peuplements, on utilise aussi l'Équitabilité ou Régularité définie comme le rapport entre la diversité effective de la communauté et sa diversité maximale théorique :

$$E = \frac{H'}{H' \max}$$

$$E = \frac{H'}{\log_2 T}$$

#### 5.2. Diagramme Rang-Fréquence

REBZANI (2003) : « Pour compléter l'information, de la diversité qui est une valeur numérique, une représentation graphique à partir des fréquences relatives et des rangs des différentes espèces, est utilisée. Il s'agit des Diagrammes Rangs Fréquences (DRF) »

Le diagramme rang-fréquence (DRF) permet de visualiser par ordre décroissant, la distribution de fréquence ou abondance relative des différentes espèces ou taxons, en fonction de leur rang. L'allure des DRF varie essentiellement en fonction de la diversité spécifique en donnant le maximum d'information synthétique du peuplement, de son organisation et de son état de maturité. Les DRF ont été réalisés à partir de l'ensemble des données afin de situer l'état d'évolution des peuplements dans le temps et dans l'espace.

FRONTIER et PICHOD-VIALE (1995) signale que les deux composantes fondamentales de la diversité (qui sont, le nombre d'espèces et la régularité du partage des individus entre les espèces), sont directement lisibles sur le graphique. Les courbes sont obtenues en portant en abscisse le rang  $i$  des espèces classées par ordre d'abondance décroissante et en ordonnée les fréquences relatives respectives, en métrique log-log. L'importance de ces diagrammes réside dans le fait qu'ils apportent une information supplémentaire ; l'état de maturité du peuplement est plus facile à apprécier à partir de l'allure d'une courbe que par un simple indice numérique qui dépend du nombre d'espèces.

L'évolution spatiale et temporelle de la structure d'un peuplement, analysée à travers l'évolution de l'indice de diversité et à partir des DRF, donne une représentation globale, à allure variée et synthétique du peuplement, elle est plus complète qu'une simple valeur numérique de l'indice de diversité quoique non indépendante de ce paramètre (FRONTIER S., 1976 ; FRONTIER S. et PICHOD-VIALE D., 1995).

Lors de l'évolution naturelle d'un écosystème, FRONTIER (1976) reconnaît trois stades principaux dans la succession écologique avec un stade intermédiaire entre les deux premiers.

**Stade 1** (début de succession) : à ce stade, la courbe montre une allure concave vers le haut dans sa partie gauche, indiquant la prédominance d'un très petit nombre d'espèces ; puis, elle subit un point d'inflexion et devient convexe dans sa partie droite. Elle chute rapidement pour les espèces rares (allure en S de la courbe). La diversité est faible. Ce type de courbe s'observe dans des conditions d'enrichissement en éléments biogènes, d'exploitation ou de

pollution en indiquant le développement d'une communauté pionnière ou très perturbée. Il peut caractériser un peuplement juvénile.

**Stade 1'** (stade intermédiaire) : l'allure convexe se déplace vers le haut de la courbe, les espèces abondantes sont plus nombreuses avec une chute rapide des espèces peu abondantes ; la diversité augmente.

**Stade 2** (maturité du système) : l'allure de la courbe est entièrement convexe ; la diversité augmente et devient maximale et explique un nombre important d'espèces de moyenne abondance, sans espèces fortement dominante (mais toujours avec un contingent d'espèces rares). Dans un tel écosystème, les interactions deviennent de plus en plus complexes, avec l'arrivée de nouvelles espèces. Ce stade d'acquisition de la complexité maximum correspond à une maturation.

**Stade 3** (fin de succession ou vieillissement) l'allure de la courbe tend à devenir rectiligne, sur une partie de son parcours, par augmentation des espèces les plus abondantes du peuplement précédent ; la diversité diminue.

---

***Chapitre III***  
***Résultats et***  
***interprétations***

---

## 1 Inventaire systématique

L'inventaire du site de Sidi Fredj a été établi, à partir de l'ensemble des relevés phytosociologiques, effectués durant la saison estivale. L'analyse a permis d'identifier un total de 46 taxons répartis en 3 Classes : 28 Florideophyceae, 11Fucophyceae et 7 Ulvophyceae.

Cette liste comporte un certain nombre d'espèces indéterminées correspondant à des individus jeunes ou présentant des thalles abimés.

La nomenclature adoptée est celle du site web [www.algubase.org](http://www.algubase.org) .

### **CLASSE: FLORIDEOPHYCEAE**

#### **ORDRE: Ceramiales**

*Acrosorium uncinatum* (Turner) Kylin

*Antithamnionella elegans* (Berthold) J.H.Price & D.M.John

*Antithamnion* sp.

*Boergeseniella fruticulosa* (Wulfen) Kylin

*Centroceras clavulatum* (C.Agardh) Montagne

*Ceramium rubrum* C.Agardh

*Ceramium* sp.

*Herposiphonia secunda* (C.Agardh) Ambronn

*Heterosiphonia crispella* (C.Agardh) M.J.Wynne

*Laurencia pinnatifida* (Hudson) J.V.Lamouroux (*Osmundea pinnatifida*)

*Lophosiphonia* sp.

*Osmundea* sp.

*Polysiphonia sertularioides*(Grateloup) J.Agardh

*Pterosiphonia complanata*(Clemente) Falkenberg

*Pterosiphonia pennata* (C.Agardh) Sauvageau

*Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey

**ORDRE : Corallinales**

*Corallina elongata* J.Ellis & Solander

*Jania rubens* (Linnaeus) J.V.Lamouroux

*Jania* sp.

**ORDRE : Cryptonemiales**

*Lithophyllum incrustans* Philippi

**ORDRE : Gigartinales**

*Chondracanthus acicularis* (Roth) Fredericq (*Gigartina acicularis*)

*Gracilaria bursa-pastoris* (S.G.Gmelin)P.C.Silva

*Hypnea cervicornis* J.Agardh

*Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V.Lamouroux

**ORDRE : Gelidiales**

*Gelidium* sp.

*Gelidium latifolium* Bornet ex Hauck

**ORDRE : Hildenbrandiales**

*Hildenbrandia rubra* (Sommerfelt) Meneghini

**ORDRE: Rhodymeniales**

*Champia parvula* (C.Agardh) Harvey

**CLASSE: PHAEOPHYCEAE**

**ORDRE: Dictyotales**

*Dictyota* sp.

*Dictyota spiralis* Montagne

*Dilophus fasciola* (Roth) M.A.Howe (*Dictyota fasciola*)

*Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy

**ORDRE: Ectocarpales**

*Ectocarpus sp.*

**ORDRE : Fucales**

*Cystoseira compressa (Esper) Gerloff & Nizamuddin*

*Cystoseira stricta (Montagne) Sauvageau*

*Sargassum vulgare C.Agardh*

**ORDRE : Sphacelariales**

*Halopteris filicina (Grateloup) Kützing*

*Halopteris sp.*

*Sphacelaria sp.*

**CLASSE: ULVOPHYCEAE**

**ORDRE : Bryopsidales**

*Bryopsis muscosa J.V.Lamouroux*

*Caulerpa racemosa (Forsskål) J.Agardh*

**ORDRE : Cladophorales**

*Chaetomorpha sp.*

*Cladophora lehmanniana (Lindenberg) Kützing*

*Cladophora sp.*

**ORDRE : Ulvales**

*Ulva intestinalis Linnaeus*

*Ulva rigida C.Agardh*

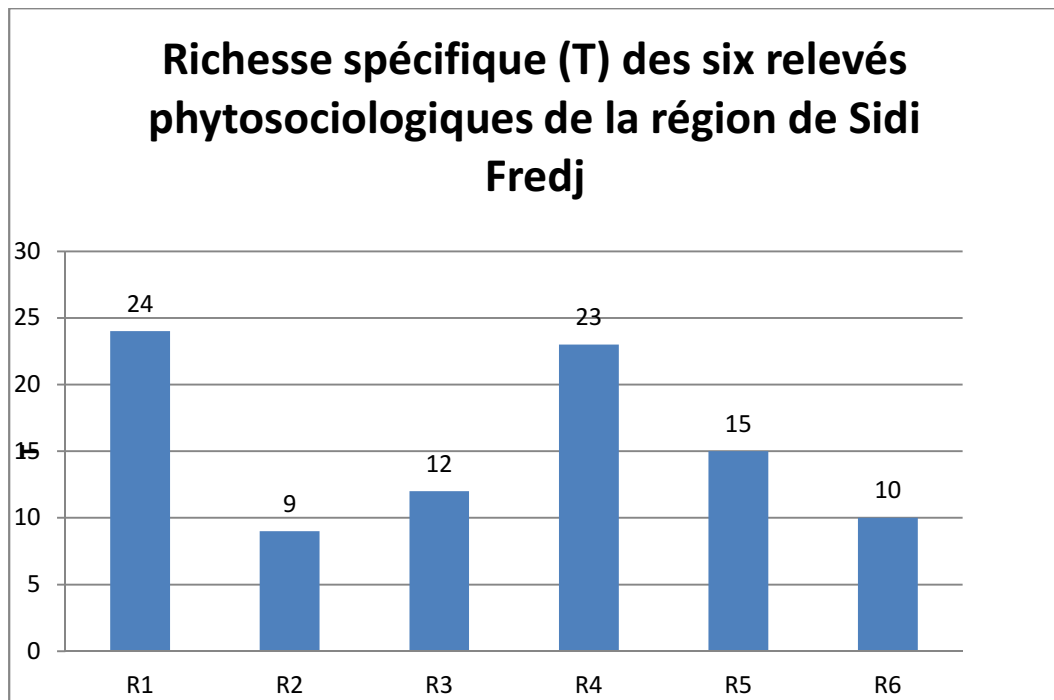
## 2 Caractéristiques de la flore marine de la région de Sidi-Fredj

### 2.1 Richesse floristique

L'analyse des 6 relevés phytosociologiques effectués dans la région de Sidi Fredj a permis de dresser un inventaire de 46 taxons répartis de la façon suivante :

- 28 Florideophyceae (60.87%)
- 11 Fucophyceae (23.91%)
- 7 Ulvophyceae (15.22%)

La répartition des espèces par classe montre clairement la dominance des Rhodophyceae avec plus de 60% de la diversité algale représentées essentiellement par *Corallina elongata*, suivis par les Phaophyceae et les Chlorophyceae qui cumulent 40% de la diversité.



**Figure 6:** La richesse spécifique (T) des six relevés phytosociologiques (R) de la région de Sidi Fredj

Le nombre d'espèces par relevé varie entre 9 et 24, ce qui fait une moyenne de 16,5 espèces par relevé (Figure 6).

Les relevés R1 et R4 comptent le nombre d'espèces le plus élevé avec une richesse spécifique (T) égale à 24 et 23 espèces respectivement. Ensuite viennent les relevés R3 et R5 qui présentent une richesse spécifique (T) de 12 et 15 espèces. Enfin, les relevés R2 et R6 sont

les relevés les plus pauvres en espèces ayant respectivement une richesse spécifique de 9 et 10 espèces.

L'emplacement ainsi que la nature des rejets déversés par le centre de thalassothérapie pourrait être la cause de cette variabilité ; le changement des facteurs environnementaux proches pourraient en effet avoir induit une répartition différente de la richesse spécifique.

La richesse spécifique, dans le présent travail, ne peut faire l'objet d'une éventuelle comparaison avec des travaux de référence par raison de deux facteurs :

- Saisonnalité : la présente étude a été réalisée sur une seule saison, été 2013, ce qui n'est pas le cas pour la plus part des études citées précédemment dans le (Tableau1) qui se sont déroulées sur une ou plusieurs années (ex : TAOUNZA, 2011 ; SERIDI, 2007).
- Lieu de prélèvement des relevés et leur nombre.

Cependant, la comparaison avec les études de BEN ALI et NENEBY(2009) à Sidi Fredj ( T= 51) et de DRIF et ROUANE ( 2013) à Bou-Ismaïl (T=42), semble plus objective au vu des conditions de prélèvement et des objectifs escomptés (Tableau3).

**Tableau 3 :** Richesse spécifique (T) à Sidi Fredj et dans quelques régions du littoral algérien.

Régions	T	Auteurs
L'algérois	130	Seridi, 1990
Golfe d'Arzew	113	Ould-Ahmed, 1994
L'algérois	101	Seridi, 2007
Sidi Fredj	51	Ben Ali et Neneby, 2009
Tipaza	64	Karali, 2010
Sidi Fredj	87	Taounza, 2011
Sidi Fredj	46	Le présent travail
Bou-Ismaïl	42	Drif et Rouane ,2013

## 2.2 Analyse synthétique

Ci-après une analyse globale des dominances quantitatives et qualitatives pour tous les relevés confondus :

2.2.1 Dominance qualitative des groupes systématiques

Le coefficient Q et la dominance qualitative DQ ont été calculés pour les différents groupes systématiques par classe, ordre et cela pour chaque relevé(Tab4)

**Tableau 4:**Coefficient Q et Dominance Qualitative DQ des grands groupes systématiques de Sidi Fredj

Classes	Q	DQ %	Ordres	Q	DQ%
FLORIDEOPHYCEAE	28	60.87	Ceramiales	16	34.78
			Corallinales	3	6.52
			Cryptonemiales	1	2.17
			Gelidiales	2	4.35
			Gigartinales	4	8.70
			Hildenbrandiales	1	2.17
			Rhodymeniales	1	2.17
PHAEOPHYCEAE	11	23.91	Dictyotales	4	8.70
			Ectocarpales	1	2.17
			Fucales	3	6.52
			Sphacelariales	3	6.52
ULVOPHYCEAE	7	15.22	Bryopsidales	2	4.35
			Cladophorales	3	6.52
			Ulvaes	2	4.35
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

De cet aspect qualitatif obtenu, les Florideophyceae se distinguent clairement par leur dominance sur les peuplements algaux de substrat rocheux des niveaux superficiels de la région de Sidi Fredj (Qi=28, DQ=60.87%,Tab4) ; cette valeur de la dominance qualitative est analogue à celle retrouvée à Sidi Fredj par TAOUNZA (2011) où DQ des Florideophyceae est égale à 64,37%, et celle de la partie centrale du littoral algérien (SERIDI,2007), où les Florideophyceae sont toujours majoritaires avec 60,56% de dominance qualitative.

Parmi cette classe des Florideophyceae, la majorité des espèces appartient à l'ordre des Cermiales ( $Q_i=16$ ,  $DQ=34.78\%$ , Tab4), les plus fréquentes sont : *Boergeseniella fruticulosa*, *Ceramium rubrum*, *Herposiphonia secunda* *Laurencia pinnatifida*(*Osmundea pinnatifida*), *Polysiphonia sertularioides* et *pterosiphonia pennata*.

Les Gigartinales occupent la deuxième place ( $Q=4$ ,  $DQ=8.70\%$ , Tab4) avec *Chondracanthus acicularis* (*Gigartina acicularis*), *Gracilaria bursa-pastoris*, *Hypnea cervicornis* et *Hypnea musciformis*. Suivis de près par les Corallinales ( $Q=3$ ,  $DQ=6.52\%$ , Tab4), avec une dominance significative de *Corallina elongata* et *Jania rubens*.

Les Cryptonemiales (*Lithophyllum incrustans*), Gelidiales (*Gelidium latifolium*), Hildenbrandiales (*Hildenbrandia rubra*) et les Rhodymeniales (*Champia parvula*), sont quant à elles faiblement représentées.

Au sein de la classe des Phaeophyceae ( $Q=11$ ,  $DQ=23.91\%$ , Tab4), les Dictyotales sont les mieux représentées avec *Padina pavonica*, *Dictyota spiralis*, *Dilophus fasciola* (*Dictyota fasciola*) et *Dictyota* sp. Suivis des Fucales (*Cystoseira stricta*, *Cystoseira compressa* et *Sargassum vulgare*) et des Sphacelariales (*Halopteris filicina*, *Halopteris* sp., *Sphacelaria* sp.) qui cumulent les mêmes dominances qualitatives, et enfin les *Ectocarpales* avec *Ectocarpus* sp.

La classe des Ulvophyceae est dominée par les Cladophorales avec *Chaetomorpha* sp., *Cladophora lehmanniana*, *Cladophora* sp.

Les Bryopsidales représentés essentiellement par *Caulerpa racemosa* et *Bryopsis muscosa* et les Ulvales avec *Ulva intestinalis* et *Ulva rigida* se partagent la même dominance qualitative soit ( $Q=2$ ,  $DQ=4.35\%$ , Tab4).

#### 2.2.2 Dominance quantitative des groupes systématiques

Ce paramètre synthétique Révèle le même ordre de dominance que celui du paramètre de dominance qualitative à savoir dominance des Florideophyceae et des Phaeophyceae suivis de loin par les Ulvophyceae.

**Tableau 5:** Recouvrement Ri et Dominance Quantitative DRi des groupes systématiques de la zone de Sidi Fredj

Classes	Ri%	DRi %	Ordres	Ri%	DRi%
FLORIDEOPHYCEAE	416.9	47.81	Ceramiales	92.5	10.61
			Corallinales	167	19.15
			Cryptonemiales	7	0.80
			Gelidiales	64	7.34
			Gigartinales	86.4	9.91
			Hildenbrandiales	+	+
			Rhodymeniales	+	+
PHAEOPHYCEAE	334	38.31	Dictyotales	40	4.59
			Ectocarpales	+	+
			Fucales	288	33.03
			Sphacelariales	6	0.69
ULVOPHYCEAE	121	13.88	Bryopsidales	67	7.68
			Cladophorales	2	0.23
			Ulvales	52	5.96
<b>Total</b>	<b>871.9</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>871.9</b>	<b>100</b>

+ : Recouvrement négligeable

La valeur de la dominance quantitative des Florideophyceae (DRi=47.81%, Tab5), est faible par rapport à celle calculée à la station exposée de Sidi fredj pendant l'été (TAOUNZA, 2011) où cette dernière est égale à 81.36% , cependant celles des Phaeophyceae (DRi=38.31%, Tab5) et des Ulvophyceae(DRi=13.88%,Tab 5) sont plus élevées que celles calculées par TAOUNZA (2011) pour la même période (Phaeophyceae DRi=10.46% et Ulvophyceae DRi=8.18%).

Cela pourrait être dû à la dominance quantitative de l'ordre des Fucales (*Cystoseira stricta*, *Cystoseira compressa*) et des Bryopsidales (*Caulerpa racemosa*), Ulvales (*Ulva rigida*) à celle des Gelidiales (*Gelidium latifolium*, *Gelidium* sp.).

#### 2.2.3 Rapport R/P

Le paramètre R/P représente le rapport du nombre des Rhodophyceae sur le nombre des Phaeophyceae. Il permet de caractériser la flore d'une région en précisant ses affinités biogéographiques. Il augmente des régions froides vers les régions chaudes (FELDMANN, 1938).

Généralement il varie considérablement d'une zone à une autre ou même dans une même région (BOUDOURESQUE, 1970).

Dans cette présente étude, le rapport R/P est égal à 2.54 témoignant de la présence d'un peuplement à affinité relativement tempérée.

Pour l'Algérie (Tableau 6), R/P est aux alentours de 3, révélant ainsi une affinité tempérée ; un mélange d'espèces d'eaux chaudes et d'espèces d'eaux froides. Cette valeur est comparable à celle retrouvée dans d'autres régions de la Méditerranée (Tableau 6). Toutefois, l'interprétation de ce rapport nécessite une prudence car les inventaires peuvent varier selon l'importance donnée à tel ou tel groupe au détriment des autres groupes, selon la manière dont a été traité le prélèvement de la région donnée et dans la mesure où il n'est basé que sur l'exploitation des biotopes superficiels (SERIDI, 2007).

Les références citées ont été recueillies dans les travaux de BOUDOURESQUE et PERRET (1979), FELDMANN (1931), OULD-AHMED (1994), SERIDI (1990), SERIDI (2007), BENALI et KARALI (2006), KARALI (2010) et TAOUNZA (2011)

\*Le rapport R/P calculé par OULD-AHMED (1994) au niveau du Golf d'Arzew varie au sein d'un intervalle compris entre [3.12-5] en fonction de la proximité du rejet thermique présent dans cette zone d'étude.

**Tableau 6:** Valeur du rapport (R/P) dans différentes régions de l'Atlantique et de la Méditerranée.

Régions	Rapport R/P	Auteurs
Algérie	3.0	Feldmann, 1931 ; 1937
Algérie (L'algérois)	3.18	Seridi, 2007
Algérie (L'algérois)	4.04	Seridi, 1990
Algérie (Sidi Fredj)	4.31	Taounza,2011
Algérie (Sidi Fredj)	2.54	Le présent travail
Algérie (Tipaza)	2.6	Benali et Karali, 2006
Algérie (Tipaza)	2.8	Benali, 2010 et Karali, 2010
Algérie (Golfe d'Arzew)	3.12-5.0*	Ould-Ahmed, 1994
France (Alpes-Maritimes)	2.45	Boudouresque et Perret-Boudouresque, 1979
France (Banyuls)	2.9	Feldmann, 1938

### 3 Affinités biogéographiques du peuplement algal de la zone d'étude

Le concept de la répartition géographique des algues a été posé depuis longtemps (LAMOUROUX, 1825, 1826 in OULD AHMED, 1994).

Pour connaître les affinités biogéographiques des algues, de nombreux travaux notamment ceux de : SERIDI (1990) ; SERIDI (2007) ; OULD-AHMED (1994) ; TAOUNZA(2011).

De ces études antérieures, sept éléments biogéographiques ont été adopté en plus de la rubrique « divers », afin de connaître plus amplement l'origine de chaque espèce recensée.

- **L'élément méditerranéen "M"**

Par définition, l'élément méditerranéen comprend d'une part les espèces endémiques, et d'autre part les espèces dont le centre de dispersion se situe en Méditerranée, mais qui peuvent se rencontrer également dans le proche atlantique, à proximité immédiate du

détroit de Gibraltar. Dans le site étudié, cet élément est représenté par 4 espèces (DQ=8.70%, Annexe 9) : *Antithamnionella elegans*, *Bryopsis muscosa*, *Cystoseira stricta*, *Polysiphonia sertularoides*.

- **L'élément pantropical**

Regroupe les espèces réparties dans la plupart des mers chaudes ; Méditerranée, Atlantique tropical et subtropical, Mer rouge, Océan indien, Océan Pacifique tropical et subtropical.

Cet élément est bien représenté au niveau de la zone d'étude avec 7 espèces soit DQ=15.22% (Annexe9) de la flore : *Caulerpa racemosa*, *Centroceras clavulatum*, *Chondracanthus acicularis*, *Herposiphonia secunda*, *Hypnea cervicornis*, *Hypnea musciformis*, *Spyridia filamentosa*.

- **L'élément Atlantico-Tropical « AT »**

Cet élément comprend les espèces communes aussi bien à l'Atlantique Tropical et à la Méditerranée. Les espèces appartenant à cet élément s'étendent entre la côte Basque française et l'Equateur. C'est le cas de certaines espèces eurythermes en général. Cet élément est faiblement représenté dans le site d'étude avec une seule espèce *Dilophus fasciola* (*Dictyota fasciola*)

- **L'élément atlantico-tempéré ou atlantico-intermédiaire "AI"**

Regroupe les espèces s'intercalant entre les éléments atlantiques tropicaux et atlantiques boréal ; il s'agit de la province lusitanienne (péninsule ibérique, Maroc) et la Méditerranée représentée par une seule espèce *Pterosiphonia pennata*.

- **L'élément Atlantico-Boréal « AB »**

Constitué généralement d'espèces d'eaux tempérées ou froides dont la limite méridionale de leur aire est la Méditerranée. Ces espèces se limitent à l'Irlande vers le nord et au Maroc vers le sud. Nos résultats concordent parfaitement avec les propos de FELDMANN (1938), « *c'est l'élément le mieux représenté en Méditerranée* » avec une proportion de DQ=21.74%(Annexe9), par rapport à l'ensemble de la flore. Nous citerons comme exemple : *Corallina elongata*, *Sargassum vulgare*, *Gracilaria bursa-pastoris* et *Haloptéris filicina*.

- **L'élément Boréal « B »**

Comprend, généralement, les espèces des eaux froides, ayant des affinités franchement nordiques. Celles-ci se répartissent du nord de la Norvège jusqu'au nord-ouest de l'Espagne ou le Maroc.

En Méditerranée, il comprend un nombre restreint d'espèces.

Dans cette étude, il est représenté par une seule espèce : *Ceramium rubrum*

- **L'élément cosmopolite « C »**

Cet élément comprend les espèces généralement eurytherme et euryhaline, qui se trouvent dans toutes les mers du globe et à des latitudes diverses.

Représenté dans notre zone d'étude par trois espèces : *Heterosiphonia crispella*, *Jania rubens* et *Ulva rigida*.

- **Divers « D »**

On regroupe sous cette rubrique toutes les espèces dont la répartition géographique n'est pas très précise, ou insuffisante ou bien même que les taxons sont incomplètement déterminés. Bien évidemment, en l'état actuel des connaissances, ce groupe artificiel regroupe un grand nombre d'espèces.

## 4 Groupes écologiques

Les groupes écologiques retenus sont ceux établis par Boudouresque (1984). Les espèces récoltées dans le site d'étude sont regroupées en neuf groupes écologiques. (Annexe 9)

D'un point de vue qualitatif, le groupe des photophiles infralittorales domine largement (Q = 14, DQ = 45.16%, Annexe9) sur le reste des groupes. Comme principales espèces sont : *Padina pavonica*, *Sargassum vulgare* et *Cystosera stricta*. Il est suivi à égalité par les deux groupes : groupe 1 des espèces médiolittorales et le groupe 5 des espèces sciaphiles de mode relativement calme (Q= 3, DQ= 9.68%, Annexe9): *Champia parvula* et *Halopteris filicina*, *Bryopsis muscosa*. Les groupes restants sont représentés par une faible diversité.

## 5 Analyse descriptive de la flore marine par station

### Station 1 : mode battu (Annexe 1)

#### Description écologique de la station

Cette station est à 5 mètres du rejet 2 (rejet des piscines hydrothermales), cette distance semble favoriser, plus ou moins, la dissipation de la chaleur dégagée par les rejets. Elle se trouve dans la zone intertidale où l'on note un fort hydrodynamisme, permettant un brassage et un renouvellement permanent des eaux. Le faciès est caractérisé par un peuplement à *Cystoseira stricta* établi sur un concrétionnement de base à *Lithophyllum incrustans* et à *Dendropoma petraeum* (Vermecidae), qui est signalé pour la première fois dans la région de Sidi Fredj, associé à des bivalves *Mytillus galoprovincialis* et au crustacé cirripède *Pollicipes pollicipes*. Cette remarquable association faunistique du substrat de base pourrait être considérée comme un indicateur de la salubrité « relative » du milieu à cette station.

Dans le peuplement de cette station, 24 taxons ont été dénombrés, et qui se répartissent comme suit :

16 Florideophyceae (66.67%)

5 Phaeophyceae (20.83%)

3 Ulvophyceae (12.5%)

#### Groupes écologiques

Nous notons une large gamme d'appartenance écologique prédominé par les espèces photophiles infralittorales, s'en suivent les espèces infralittorales de substrats rocheux mais aussi les espèces sciaphiles et enfin à égalité avec ces dernières le groupe des espèces de pollution.

#### Analyse structurale

Le recouvrement total de la végétation est de l'ordre de 338%.

Le peuplement algal est nettement dominé par les Florideophyceae (Ri=174%, Annexe 1) avec pour espèces dominantes, *Gelidium latifolium*(Ri=44%,Annexe1), *Boergesenella*

*fruticulosa* ( $R_i=38\%$ ,Annexe1), *Corallina elongata* ( $R_i=31\%$ ,Annexe 1), *Ceramium rubrum*, *Chondracanthus acicularis* (*Gigaritna acicularis*) suivies de près par les Phaeophyceae ( $DR_i=47.63\%$ , Annexe1) essentiellement composés de *Cystoseira stricta* avec un recouvrement égal à 161%.

#### **Indice de diversité**

Les valeurs calculées pour les indices de biodiversité ( $H'= 2.3$  ;  $E= 0.5$ ) reflètent un peuplement diversifié.

Dominé par une seule espèce, la phaeophyceae *Cystoseira stricta* qui constitue la strate arborescente du peuplement.

#### **Le diagramme rang/fréquence de la station 1 MB (Annexe 7)**

Le diagramme rang/fréquence donne une autre interprétation graphique offrant une nouvelle approche, en plus des résultats numériques de la diversité spécifique. La prédominance de l'espèce *Cystoseira stricta* donne une allure concave vers le haut de la partie gauche puis la courbe subit un point d'inflexion et devient convexe dans sa partie droite puis elle chute rapidement pour les espèces où la dominance est inférieure à 10%, c'est le stade 1 qui évolue vers un stade 2, à noter que si l'on venait à supprimer l'espèce prédominante *Cystoseira stricta* on aurait eu un stade2.

La dominance de *Cystoseira stricta* pourrait caractériser un peuplement juvénile, vu que cette dernière est d'une vulnérabilité indéniable car elle affectionne tout particulièrement les eaux pures ce qui ne peut que traduire une grande sensibilité aux plus petites perturbations.

#### **Station1 : mode calme (Annexe 2)**

##### **Description écologique de la station**

Cette station se trouve à proximité du rejet 2, ce qui confère aux eaux une température assez élevée. Elle abrite un faciès à *Padina pavonica*.

Au sein du peuplement de cette station, 9 taxons ont été répertoriés, ils se répartissent comme suit :

2 Florideophyceae (22.22%)

5 Phaeophyceae (55.56%)

2 Ulvophyceae (22.22%)

#### Groupes écologiques

Prédominance des espèces photophiles infralittorales, suivies par le groupe des espèces médiolittorales, le groupe des espèces sciaphiles de mode relativement calme et enfin le groupe des espèces de pollution, qui présentent la plus faible proportion.

#### Analyse structurale

Le recouvrement total de la végétation est de l'ordre de 100%.

Les Phaeophyceae ( $R= 82\%$ ,  $DR = 82\%$ , Annexe2) dominent le peuplement, elles sont représentées par deux espèces principales *Padina pavonica* ( $Ri=40\%$ , Annexe 2) et *Cystoseira compressa* ( $Ri=33\%$ , Annexe2) (caractéristiques du biotope d'après l'indice de tension). suivies par les Rhodophytes et les ulvophyceae qui présentent des indices de recouvrement similaires, avec prédominance respective de *Gelidium latifolium* ( $R = 12\%$ , Annexe2) et d'*Ulva rigida* ( $R = 6\%$ , Annexe 2).

#### Indice de diversité

Les valeurs des indices de biodiversités ( $H'= 2.06$  ;  $E= 0.69$ ) indiquent un peuplement un peu plus diversifié que le précédent relevé.

#### Le diagramme rang/fréquence de la station 1 MC (Annexe 7)

La hausse de la dominance quantitative des espèces les plus abondantes, donne à la courbe une allure convexe se déplaçant vers le haut, les espèces abondante étant plus nombreuses. Accompagné d'une chute des espèces peu abondantes, la diversité augmente. On tend vers le stade 1'.

#### Station 2 : mode battu (Annexe 3)

##### Description écologique de la station

Cette station se trouve en face de la lagune d'eaux stagnantes où se déversent les eaux du rejet 1 à la limite de l'étage infralittoral supérieur dans la zone de balancement des marées, ce qui lui confère un niveau significatif de renouvellement des eaux. Le centre de thalassothérapie, rejeterait de la matière organique en grande quantité évaluée à 12.15%. Ces rejets s'infiltrent à travers les enrochements.

Peuplement de cette station, 12 taxons ont été recensés, ils se répartissent comme suit :

9 Florideophyceae (75 %)

2 Phaeophyceae (16.67 %)

1 Ulvophyceae (8.33 %)

##### Groupes écologiques

L'analyse des groupes écologiques a révélé une prédominance des groupes photophiles infralittoral, suivi du groupe infralittoral de substrat rocheux à égalité avec celui des espèces de pollution et enfin très faiblement représenté le groupe des espèces médiolittorale et le groupe des espèces sciaphile de mode battu.

L'indice de tension( $\Psi = 1.15$ , Annexe3) vient conforter l'hypothèse que les Rhodophytes caractérisent ce biotope.

##### Analyse structurale

Le recouvrement total de la végétation est de l'ordre de 116 %.

Largement représentée par les Rhodophytes (R= 100%, DR = 86.21%) avec prédominance de *Corallina elongata* (R= 51%) et *Chondracantus accicularis* (R= 30%) suivies de loin par la classe des Phaophyceaes avec R = 10% représentée par *Cystoseira stricta*.

#### Indice de diversité

Les valeurs des indices de biodiversités ( $H' = 2.28$  ;  $E = 0.64$ ) indiquent un peuplement un peu plus diversifié.

#### Le diagramme rang/fréquence de la station 2 MB (Annexe 7)

La courbe montre une allure concave vers le haut dans sa partie gauche par dominance de *Corallina elongata* ( $R_i = 51\%$ , Annexe3) et *Chondracanthus acicularis* (*Gigartina acicularis*) ( $R_i = 30\%$ , Annexe3), puis subit un point d'inflexion en devenant convexe dans sa partie droite. La diversité étant faible cela pourrait être dû à un enrichissement en éléments biogènes ou bien une pollution préexistante. C'est le Stade 1'.

#### Station 2 : mode calme (Annexe4)

##### Description écologique de la station

Cette station se trouve en face de la lagune d'eaux stagnantes où se déversent les eaux du rejet. Mais contrairement au relevé précédent, les eaux de cette station concentrent la matière organique qui provient du rejet et qui est représentée par une couche épaisse noirâtre à l'odeur nauséabonde, tapissant le facies prédominé par *Caulerpa racemosa* et *Ulva rigida*.

Dans le peuplement de cette station, 23 taxons ont été recensés, ils se répartissent comme suit :

13 Florideophyceae (56.52 %)

4 Phaeophyceae (17.39 %)

6 Ulvophyceae (26.09 %)

##### Groupe écologique

Prédominance du groupe des espèces photophiles infralittorales s'en suivent à part égale les groupes d'espèces à large répartition écologique ou sans signification précise comme *Hypnea cervicornis*, le groupe des espèces médiolittorales et le groupe des espèces de pollution. Et à très faible taux le groupe des espèces photophiles de l'infralittoral thermophiles des substrats meubles et les espèces de l'infralittoral de substrat rocheux. (Annexe4)

#### Analyse structurale

Le recouvrement total de la végétation est de l'ordre de 126.4 %.

La majorité est amplement représentée par les Rhodophytes (R= 33.4%, DR = 26.42%, Annexe4) avec prédominance de *Corallina elongata* (R= 21%,Annexe 4) et suivi de loin par la classe des Ulvophyceae avec R=93%5(Annexe4). Cette large proportion est représentée essentiellement par *Caulerpa racemosa* avec un R = 67% accompagnée de *Ulva rigida* avec un R = 26% (Annexe4)

#### Indice de diversité

Les valeurs calculées pour les indices de biodiversité ( $H' = 1.82$  ;  $E = 0.40$ ) reflètent un peuplement peu diversifié.

#### Le diagramme rang/fréquence de la station 2 MC (Annexe 7)

L'allure de la courbe, est convexe en haut, les espèces dominantes sont plus nombreuses c'est le cas de *Caulerpa racemosa* et *Ulva rigida* suivie de près par *Corallina elongata*, s'en suit une chute rapide des espèces peu abondantes où la diversité augmente. C'est le stade 1 qui tend à évoluer au stade 1'.

#### Station3 : mode battu(Annexe 6)

#### Description écologique de la station

Cette station est séparée de la station 1, par le rejet 2 et présente l'avantage de se trouver au bord de la zone intertidale qui donne sur mer ouverte. Le faciès est prédominé par *Cystoseira stricta*.

Au sein du le peuplement de cette station, 9 taxons ont été recensés, ils se répartissent comme suit :

- 05 Florideophyceae (55.56 %)
- 02 Phaeophyceae (22.22 %)
- 02 Ulvophyceae (22.22 %)

#### **Groupe écologique**

Dominance du groupe écologique photophile infralittoral, suivi du groupe d'espèces de pollution avec *Chondracanthus accicularis* et *Ulva rigida*.

A part égal avec une seule espèce représentative ; groupe des espèces infralittorales de substrat rocheux (*Corallina elongata*), et le groupe des espèces sciaphiles de mode relativement calme (*Champia parvula*). (Annexe 6)

#### **Analyse structurale**

Le recouvrement total de la végétation est de l'ordre de 131 %, avec prédominance des Phaeophyceae avec *Cystoseira stricta* qui caractérise ce biotope. Suivi des Rhodophyceae avec prédominance des deux espèces *Corallina elongata* et *Chondracanthus accicularis*. Et enfin les Ulvophyceae avec R = 9% (*Ulva rigida*)

#### **Indice de diversité**

Les valeurs des indices de biodiversités ( $H' = 2.21$  ;  $E = 0.7$ ) indiquent un peuplement un peu plus diversifié que le précédent relevé.

#### **Le diagramme rang/fréquence de la station 3 MB (Annexe 7)**

Une allure concave vers le haut de la partie gauche indique la prédominance de l'espèce *Cystoseira stricta*. Cette courbe subit un point d'inflexion au niveau de la représentation de *Corallina elongata* devient convexe dans sa partie droite puis chute rapidement afin d'indiquer les espèces rares. C'est le stade 1'.

**Station3 : mode calme (Annexe5)**

**Description écologique de la station**

Se situant à quelques mètres du rejet 2, ce faciès présente un aspect diversifié prédominé par *Corallina elongata* et *Sargassum vulgare*.

Le peuplement de cette station, 15 taxons ont été recensés, ils se répartissent comme suit :

- 10 Florideophyceae (66.67 %)
- 03 Phaeophyceae (20 %)
- 02 Ulvophyceae (13.33 %)

**Groupe écologique**

Prédominance du groupe des espèces photophiles infralittorales et des deux espèces du groupe de pollution, à savoir *Chondracanthus accicularis* et *Ulva rigida*, suivi à part égale du groupe des espèces médiolittorales et du groupe des espèces infralittorales de substrat rocheux.

**Analyse structurale**

Le recouvrement total de la végétation est de l'ordre de 57.5 %, avec prédominance des Rhodophyceae avec *Corallina elongata* suivi de loin des Phaeophyceae représentés essentiellement par *Sargassum vulgare*. Enfin, les Ulvophyceae avec *Chaetomorpha sp.* et *Ulva rigida*. Ces deux classes sont caractéristiques du biotope de cette station.

**Indice de diversité**

$H' = 3.09$ ;  $E = 0.79$  Cet indice relativement élevé par rapport aux précédentes stations témoignant d'un échantillon relativement équilibré.

**Le diagramme rang/fréquence de la station 3 MC (Annexe 7)**

Le DRf vient conforter ce calcul théorique en affichant une allure de courbe nettement convexe ce qui renvoie à un schéma de diversité qui augmente en ayant un nombre important d'espèces de moyenne abondance, sans espèces fortement dominantes.

Dans un tel écosystème, les interactions deviennent de plus en plus complexes avec l'arrivée de nouvelles espèces. Ce stade d'acquisition de la complexité maximum correspond à une maturation, c'est un stade 2 peu mature.

---

***Chapitre IV***  
***Discussions***  
***et***  
***Conclusions***

---

La présente étude a permis de dresser un inventaire de la flore algale de l'étage infralittoral supérieur, de trois stations chacune comportant un mode calme(MC) et un mode battu(MB).

L'analyse qualitative a permis de répertorier un total de 46 espèces, traduisant une diversité relativement pauvre, mais non négligeable. La comparaison avec des études similaires conduites le long du littoral algérien, notamment dans la baie de Sidi Fredj, reflété par le biais de ce modeste travail, un inventaire de la flore marine de la région de Sidi Fredj a pu être établi, et de ce point déduire la diversité floristique qui a été estimée à 46 taxons, un chiffre relativement acceptable en comparaison avec des travaux similaires effectués dans différentes régions du littoral algérien [BEN ALI et NENEBY, 2009 où T= 51 et par DRIF et ROUANE,2013 où T=42] (Tableau3)

La valeur de la dominance quantitative des Florideophyceae (DRi=47.81%, Tab), est faible par rapport à celle retrouvée à la station exposée de Sidi fredj pendant l'été où cette dernière a été estimée à 81.36% (TAOUNZA,2011), contrairement à celles des Phaeophyceae(DRi=38.31%) et des Ulvophyceae(DRi=13.88%) qui sont plus élevées que celles représentées par Taounza en cette même période (Phaeophyceae DRi=10.46% et Ulvophyceae DRi=8.18%)

Cet écart pourrait être dû à la compensation du taux élevé des Florideophyceae par les phaophyceae avec la prédominance des peuplements à *Cystoseira stricta*, *Padina pavonica* et *Cystoseira compressa* ; sans pour autant oublier le taux élevé des Ulvophyceae par le recensement d'un peuplement à *Caulerpa racemosa* assez important.

Rappelons juste que *Caulerpa racemosa* (Forsskäl)J.Agardh est une espèce invasive d'origine indopacifique , son introduction laisse croire qu'il s'agit bien d'une dissémination d'origine anthropique.

D'autres investigations ont révélé la présence de cette algue dans d'autres localités du littoral algérois , sur des substrats essentiellement sablo-vaseux, envahissant des surfaces de plusieurs mètres carrés particulièrement à la période estivale et qui se raréfie en hiver (février).

*Caulerpa racemosa* a été observée antérieurement à des profondeurs allant de 0.5 à 10m, notamment à l'est du site où elle a été observée pour la première fois ; Sidi-Fredj, Pointe-Pesade (près du port d'Alger) et Tamentfoust. (LAMOUTI, 2011; OULD AHMED, 2009)

Les régions tempérées réunissent généralement un mélange d'espèces d'eaux chaudes et d'espèces d'eaux froides, dans des proportions variables en fonction des températures locales; c'est le cas de la Méditerranée, considérée par FELDMANN (1938) comme une mer tempérée pendant l'hiver, et comme une mer sub-tropicale pendant l'été, ce qui vient conforter la valeur de R/P trouvé au niveau de notre site d'étude.

L'affinité biogéographique de la flore algérienne se traduit comme étant de caractère relativement froid. Ceci est confirmé par l'élément atlantico-boréal qui reste le mieux représenté, les biocénoses de la roche sciaphile en mode battu constitue un refuge pour la flore de l'Atlantique boréal à affinité froide et qui a pénétré en Méditerranée par le Détroit de Gibraltar. Suivis de près par les éléments pantropicales se qui vient conforter la dominance du groupe écologique d'espèces photophiles infralittorales thermophiles à savoir à affinité chaude se qui nous signale une hétérogénéité d'espèces au niveau de notre site d'étude.

Notons qu'on a signalé au cours de cette étude aussi l'introduction d'espèce invasive d'origine indopacifique qui a affectionne tout particulièrement les eaux chaudes. Ce qui nous conduit à la conclusion que la Méditerranée va vers une homogénéité d'espèces euryhaline, eurytherme à affinité chaude par cause du réchauffement climatique qui est en perpétuel progression.

Afin d'analyser la Bioécologie des macroalgues au niveau de la zone d'étude

Station 1 :

L'analyse a révélé une diversité remarquable au sein du peuplement en mode battu renvoyant à un certain degré de salubrité du milieu, dû au brassage et au renouvellement des eaux, la signalisation pour la première fois des trottoirs à Vermets, et la dominance d'un faciès à *Cystoseira stricta*, considérés comme espèces indicatrices d'eaux pures, confortent ce constat.

Concernant la biologie du faciès de *Cystoseira stricta* : La *cystoseira stricta* est une algue érigée de couleur brune dont les thalles peuvent atteindre 40 cm de hauteur. Cette espèce est fixée au substrat par une base encroûtante étendue, d'où partent plusieurs axes dressés (thalle cespiteux). Ces axes sont cylindriques à sommet épineux à peine saillant et mesurent de 2 à 15 cm de hauteur. Ils produisent des rameaux primaires caducs, cylindriques et souvent sinueux, pouvant atteindre 30 cm de longueur qui portent des rameaux

secondaires beaucoup plus courts, disposés irrégulièrement et eux-mêmes divisés. Tous ces rameaux sont couverts de nombreux ramules courts spiniformes assimilés à de petites feuilles.

Les rameaux primaires, très flexibles, suivent le mouvement des vagues. Lorsqu'ils sont émergés, ils s'étalent sur la roche. Les jeunes rameaux et les extrémités de l'algue ont souvent une iridescence bleu-vert.

L'algue est couverte de petites cryptes pilifères dispersées.

Reproduction sexuée : L'espèce est monoïque (hermaphrodite). Les gamètes mâles et femelles sont produits dans de petites cryptes pilifères fertiles (conceptacles) groupées dans la partie terminale renflée des rameaux (réceptacles). Les réceptacles, longs de quelques mm à 2 cm, sont cylindriques, plus ou moins compacts et couverts de ramules épineux. A maturité, les spermatozoïdes puis les oosphères passent à l'extérieur par l'ouverture du conceptacle (ostiole) et la fécondation a lieu dans l'eau.

Les œufs coulent et se collent au substrat dans les 12 heures qui suivent la fécondation, ce qui limite la dispersion de cette espèce et peut expliquer sa vulnérabilité face aux perturbations (faible capacité de recolonisation). Néanmoins, en présence de courants, les thalles fertiles arrachés du substrat peuvent être disséminés et contribuer à la propagation de cette espèce.

Par ailleurs, la présence massive de certaines algues dont les ulvales et les corallinales (*Corallina elongata*) indiquent une perturbation du milieu,(KARALI,2010). S'ajoute à cela la présence de *Chondracanthus acicularis* (*Gigartina acicularis*), remettrait en doute cette possibilité car cette espèce indique une perturbation du milieu ; mais cela reste relatif à sa proportion par rapport à l'ensemble des taxons recensés au niveau de cette station, des analyses plus approfondies pourraient éventuellement trancher sur l'état écologique réel de la station<sup>1</sup>. En parallèle, en mode calme, c'est le faciès à *Padina pavonica* qui caractérise le peuplement, l'espèce est également considérée comme très sensibles aux éventuelles perturbations du milieu, elle affectionne particulièrement les eaux pures et chaudes, ce qui expliquerait sa localisation à proximité du rejet 2 d'eau de mer chaude utilisée pour les soins en Baléothérapie au niveau du centre de thalassothérapie de Sidi Fredj.

Les caractères distinctifs de *Padina pavonica*, morphologiquement parlant elle a un thalle en forme d'éventail, fixé par une touffe de rhizoïdes avec une base courte et plus ou

moins cylindrique. Couleur blanchâtre due à un revêtement calcaire (sur la face dirigée vers la lumière); présence de lignes concentriques brunâtres (lignes de poils). Structure - polystique. En coupe transversale, la fronde apparaît composée de plusieurs assises de cellules (une ou deux internes à grandes cellules incolores, et deux externes à cellules plus petites riches en plastes).

Reproduction : 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.

Station2 :

Elle est située en face du rejet 1, où couche noirâtre, visible à l'œil nu, et due au dépôt de matière organique qu'on suppose être le résultat du reflux de boues et d'algues marines utilisées pour les soins esthétiques au niveau du centre thalassothérapie, rejeté dans une lagune semi fermée , où ces rejets s'infiltreraient par-dessous les roches adossées à la station étudiée.

La présence d'un recouvrement très important de *Caulerpa racemosa* est certainement la principale caractéristique de cette station, elle est associée à *Corallina elongata* J. Ellis et Solander, espèce indicatrice de perturbation du milieu par des apports d'eaux usées riches en matières organiques (H. SERIDI et K. KABRANE, 2010). Et c'est le cas de la vase sur laquelle l'espèce invasive a été retrouvée avec un taux de matière organique de 12.15%, la présence en plus d'*Ulva rigida* ne fera que renforcer l'hypothèse que cette station est soumise à une forte pollution.

Concernant le faciès à *Caulerpa racemosa* , il se doit d'apporter quelques points de sa biologie afin de mieux comprendre son comportement.

*Caulerpa racemosa* à une fronde, de couleur verte, est élancée et fixée au substrat par de fins rhizoïdes répartis sur le stolon. Les rhizoïdes mesurent de 1 à 10 mm de longueur et de 0,3 à 0,8 mm de diamètre. Le diamètre du stolon varie de 0,7 à 2 mm. Il porte des axes dressés cylindriques, de 2 à 19 cm de hauteur (11 cm en moyenne), couverts de ramules latéraux courts, simples et orientés vers le haut.

La base des axes est légèrement gonflée juste au-dessus du stolon.

La largeur totale de la fronde varie de 3 à 10 mm. Les ramules, jusqu'à 7 mm de longueur et 3 mm de diamètre, varient de sphériques plus ou moins comprimés latéralement à cylindriques en forme de massue. Ils se disposent sur deux rangs opposés (disposition distique) lorsque l'éclairement est réduit (biotopes ombragés et en profondeur) ou de façon radiale, tout autour de l'axe, lorsque l'éclairement est important (près de la surface) ; le même axe peut présenter ces 2 dispositions.

Cette algue a plusieurs modes de multiplication :

Multiplication végétative : par fragmentation et bouturage ou par dissémination de ramules transformés en propagules qui peuvent se détacher facilement de l'axe et régénérer un thalle\* complet.

Reproduction sexuée : l'espèce est monoïque, le même thalle porte des gamètes\* mâles et femelles distincts. Elle est aussi holocarpique, c'est-à-dire que la totalité du cytoplasme des cellules forme des gamètes qui sont libérés simultanément, entraînant la mort de l'individu souche dans les heures qui suivent. L'émission des gamètes est précédée par l'apparition de petites papilles et la transformation du cytoplasme en un réseau vert clair à marron orangé. Le nuage vert de gamètes est émis peu de temps avant l'aube pendant l'été.

*Caulerpa racemosa* présente des particularités qui la rendent très compétitive vis-à-vis des peuplements indigènes. En effet, l'extrême rapidité de son expansion est attribuée à la diversité et à l'efficacité de ses modes de reproduction, ainsi qu'à la synthèse de métabolites secondaires toxiques qui contribuent non seulement à la protéger des herbivores mais aussi à diminuer la compétition par des interactions chimiques vis-à-vis des autres espèces de macroalgues, ce qui par conséquent lui assure la maîtrise du substrat (R. RANIELLO *et al.*, 2007).

Cependant le relevé phytosociologique du mode battu, est caractérisé par la prédominance de *Corallina elongata* et *Chondracanthus acicularis* (*Gigartina acicularis*) deux espèces indicatrices de perturbation du milieu, le faible recouvrement de *Cystoseira stricta* vient renforcer cette hypothèse.

Station3 :

Non loin des rejets sanitaires, le relevé de mode calme ; indique la prédominance de *Corallina elongata* associée avec *Sargassum vulgare* espèce thermophile, résistante jusqu'à un certain seuil de pollution thermique et organique à la fois.

Pour le faciès de *Corallina elongata* : La coralline est une algue calcifiée. Le thalle est dressé à ramification régulièrement pennée. Il est composé d'articles (segments) calcifiés et d'articulations non calcifiées flexibles. Les segments sont aplatis de forme losangique, plus longs que larges.

La partie supérieure du segment est élargie. Le thalle se fixe par une croûte basale. La croissance du thalle est apicale. Les extrémités en croissance apparaissent plus claires. Les thalles sont de couleur variable : rose clair à rouge lilas, mais aussi gris violacé. La taille du thalle varie de 2 à 12 cm.

La reproduction a lieu en hiver.

Cette algue rouge a un cycle trigénétiq (caractérisé par trois générations) sans changement de morphologie. Les organes reproducteurs se développent dans des cryptes spécialisées appelées conceptacles. Chez la coralline, les conceptacles sont de forme pyriforme ou arrondie, et n'ont qu'une ouverture (unipores). Ils sont toujours situés à l'extrémité des thalles en position latérale. Au niveau des conceptacles femelles, on décrit latéralement la présence de ramules formant des cornicules. Ceux-ci sont fragiles et sont souvent absents sur le thalle rendant l'identification délicate.

En s'éloignant vers le bord de l'étage infralittoral supérieur, où le fort hydrodynamisme, inverse la tendance du mode calme en marquant un peuplement à *Cystoseira stricta*, qui reste associée à une proportion de *Corallina elongata* et de *Chondracanthus acicularis* (*Gigartina acicularis*) non négligeable.

---

# *Conclusion Générale*

---

## Conclusion Générale

Cette étude aura permis de recenser 46 Taxons ; une flore algale à caractère tempéré propre à la Méditerranée.

Au terme de cette étude, nous avons pu évaluer deux axes de comparaison, le premier relatif au gradient hydrodynamique où l'on constate une dissipation de la pollution des stations les plus abritées vers les stations les plus exposées de mode battu, reflétées par augmentation de la richesse floristique qui augmente en allant vers la mer ouverte.

Quant au deuxième axe, celui relatif au degré de pollution, nous avons hiérarchisé les stations par ordre de degré de salubrité :

- La station 2 à proximité du Rejet anthropique (1 : riche en matières organique), caractérisé par le recouvrement maximal de l'espèce *Caulerpa racemosa* .
- La station 3 moyennement polluée avec des rejets sanitaires, caractérisé par un faciès à *Corallina elongata*.
- La station 1 proche du rejet thermique (2) qui présente plus d'indices qui témoignent de sa salubrité, caractérisée par le développement d'un bioconcrétionnement à *Dendropoma petraeum* (Vermetidae), une espèce signalée pour la première fois à Sidi Fredj et bénéficiant d'un statut de protection à l'échelle méditerranéenne et menacée de régression, voire de disparition au niveau du site en raison de la pollution anthropique du centre de thalassothérapie à proximité.

En Perspectives, il serait intéressant d'explorer ces axes :

- Etablir une étude complémentaire (physicochimique, analyse de polluants) afin d'effectuer un suivi de la limite de progression de *Caulerpa racemosa* dans le site même, au delà de l'étage infralittoral.
- Des analyses de métaux lourds et sels nutritifs pourrait apporter plus de précision au présent travail.
- Etaler les périodes d'échantillonnage
- Le suivi de la flore associée au vermet, et de l'état de ce dernier.

Une attention particulière doit être portée sur l'étude des recouvrements de *Caulerpa racemosa*, en effet, elle constitue une menace pour l'écodiversité, le fonctionnement des

## Conclusion Générale

écosystèmes, la diversité spécifique et peuvent perturber certaines activités humaines (GRAVEZ V. et al., 2005) . Seules les opérations de prévention et de lutte contre l'introduction et l'expansion de ces espèces sont nécessaires pour pallier au « phénomène *Caulerpa Racemosa*» ( OULD AHMED, 2009)

- Proposer l'installation ou le raccordement à une station de traitement des rejets du centre de thalassothérapie, en plus du contrôle de la qualité des eaux effectuer par l'Agence urbaine chargée de la Protection et de la Promotion du Littoral et des zones touristiques de la wilaya d'Alger(APPL) ; prodiguerait une renaissance à la diversité floristique à la zone.

---

***Références  
bibliographiques***

---

**AISSAT et CHEIKH, 2013.** Evaluation de la qualité (microbiologie, métaux lourds, granulométrie et hydrocarbures) des sédiments de dragage du port de Sidi Fredj en vue d'une immersion. Mémoire Ingéniorat d'Etat : Aménagement du littoral. ENSSMAL, 77p.

**ANDRÉ F., PÉAN Michel, in: DORIS, 30/7/2012 :** *Dendropoma petraeum* (Monterosato, 1884), [http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche\\_numero=365](http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=365)

**BACHARI-HOUMA F., 2009.** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Paris XII. Université du Val de Marne. Thèse de doctorat, 226p.

**BENALI M., 2010.** Contribution à l'étude de la biodiversité associée aux Chromobiontes du genre *Cystoseira* dans la région de Tipaza. Mém. Mag. USTHB. 125p

**BENALI M. & KARALI A., 2006.** Extraction de phycocolloïdes alginiques à base de deux Fucophycées : *Cystoseira barbata* (Goodenough et Woodward) C. Agardh et *Sargassum vulgare* C. Agardh et étude de la flore algale associée dans la baie de Bou-Ismaïl. Mém. Ing. ISMAL. P48

**BEN ALI A.-Y. et NENEBY G. J.-T., 2009.** Analyse et structure du peuplement algal de Sidi Fredj (Wilaya d'Alger). Mémoire Ingéniorat d'Etat : Océanologie. USTHB, 61p.

**BENTAALLAH M.E.A. et KERFOUF A.,** « Prolifération de l'algue *Caulerpa racemosa* dans les écosystèmes littoraux de l'Algérie : état des lieux et des connaissances », *Physio-Géo* [En ligne], Volume 7 | 2013, mis en ligne le 29 juin 2013. URL : <http://physio-geo.revues.org/3238> ; DOI : 10.4000/physio-geo.3238

**BOUDOURESQUE C.F. et al. ,1992.** *Guide des algues des mers d'Europe*. Delachaux et Niestlé. Paris : La Martinière Groupe, 2006, 171p.

**BOUDOURESQUE C.F., 1984.** Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée Nord-Occidentale : une revue. *G. bot. ital., It.*, 118 (1-2) : 7-42.

**BOUDOURESQUE C.-F., 1971.** Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Thethys, France*, 3 (1) : 79-104.

**DJERAD C., 2010.** Evaluation de l'état de la pollution par les sels nutritifs et les métaux lourds dans l'eau et le sédiment superficiel de la baie de Bou-Ismaïl. Mémoire Ingéniorat d'Etat : Environnement marin. ENSSMAL, 79p.

**DRIF I. et ROUANE T., 2013.** Contribution à l'étude du peuplement algal de baie de Bou-Ismaïl. Mémoire Master 2 : Protection et Gestion de l'Environnement Marin. USTHB, 81p

**FELDMANN J. & FELDMANN G., 1947.** Additions à la flore des algues marines de l'Algérie. Fasc.4. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, Alg., 30: 80-91.

**FELDMANN J. & FELDMANN G., 1943.** Addition à la flore des algues marines de l'Algérie. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, 33(3): 230-245;

**FELDMANN J., 1942.** Les Kallymenia (Rhodophycées, Cryptonemiales) des côtes d'Algérie. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, Alg., 33 : 7-14.

**FELDMANN J., 1941.** Un nouveau Peyssonneylia des côtes Nord africaines. Bull. soc. Hist. nat. Afr. Nord. 32: 284-288.

**FELDMANN-MAZOYER G., 1941.** Ecologie et répartition géographique des Cérarniacées méditerranéennes. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. nord, Alg., 32 : 62-78.

**FELDMANN-MAZOYER G., 1940.** Recherche sur les Cérarniacées de la Méditerranée occidentale. Imp . Minerva, Alger, Algérie. 510p.

**FELDMANN J. & FELDMANN G., 1939.** Addition à la flore des algues marines de l'Algérie. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, 30 (2): 453-464.

**FELDMANN J., 1938.** Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée : La côte des Albères. Rev. algol., Fr.; 10(1-4) : 1-340.

**FELDMANN J., 1937.** Les algues marines de la côte des Albères, I-III. Cyanophycées, Chlorophycées et Phaeophycées. Rev. Algol., Fr., 9(3-4)141-331 + 10pls.

**FELDMANN J. & FELDMANN G., 1937.** Addition à la flore des algues marines de l'Algérie. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, 28: 318-321.

**FELDMANN J. & HAMEL G., 1936.** Floridées de France VII. Gelidiales Rev. algol., Fr., 9(1) : 85-140+6pl.

**FELDMANN J., 1934.** Les laminariacées de la Méditerranée et leur répartition géographique. Bull. Trav. Stat. Aquic. Pêche Castiglione, Alg., 2 : 143-184

**FELDMANN J., 1933.** Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie (fascicule 2). Bull. soc. Hist. nat. Afr. Nord, 24: 360-366

**FELDMANN J., 1931b.** Note sur quelques algues marines de Tunisie. Notes Stat. océanogr. Salammbô, Tun., 24 : 3-17.

**FELDMANN J., 1931a.** Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie. Les algues de Cherchell. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, Alg., 22 : 179-254.

**FRONTIER S. & PICHOD-VIALE D., 1995.** Ecosystèmes : structures, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie, 21, Masson. Paris. 449p.

**FRONTIER S., 1976.** Méthodes d'analyse statistique applicables à l'écologie du plancton. Docum. Cent. ORSTOM Nosy-be, Madagascar, 7, 33p.

**GRAVEZ V., BOUDOURESQUE C.F., RUITTON S., (2005).** Proposition d'une stratégie de contrôle des espèces envahissantes marines dans les eaux du Parc national de Port-Cros, illustrée par le cas de deux espèces de *Caulerpa*. « GIS Posidonie et Parc national de Port-Cros publ », Fr .pp.1-68

**KADARI et 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 Mag, E.N.S, vieux Kouba, Alger : 1-226

**KARALI A., 2010.** Contribution à l'étude des biocénoses remarquables (bioconcrétionnements) de la région centre de la côte algérienne (biodiversité, caractérisation des peuplements associés). Mém. Mag. USTHB. 116p

**LE GRANCHE P., NOËL P., in DORIS, 1/5/2013 :** *Pollicipes pollicipes* (Gmelin, 1790), [http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche\\_numero=533](http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=533)

**MONTAGNE C., 1846- 1849.** Ordo I. Phyceae Fries. In : Bory de Saint-Vincent et Durieu de Maisonneuve. "Exploration scientifique de l'Algérie, Sciences naturelles, Botanique", 1-197 p., + 16 pl. h. t.

**OULD-AHMED N., 2009.** *Présence d'une nouvelle espèce d'algue invasive et toxique Caulerpa racemosa sur les côtes Algériennes.* In International Workshop on "Integrated Coastal Zone Management", Izmir-TURKEY, 20-22 October 2009,63-68p.

**OULD-AHMED N., 1994.** Etude des espèces phytobenthiques au voisinage de la centrale thermique de Mers El Hadjdj (Golfe d'Arzew, Ouest algérien). Mention particulier sur une espèce remarquable Chlorophyte, Caulerpale: *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux. Magistère ISMAL, 286p.

**PERRET-BOUDOURSQUE M., & SERIDI H., 1989.** Inventaire des algues marines benthiques d'Algérie. GIS, Posidonie publ. Marseille, Fr., 1-117p.

**PIAZZI L. et al., 2005.** Cryptogamie Algologie 26 (2):189–202.

**QUERO J.C., 1992.** Les algues et invertébrés marins des pêches françaises. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1534/>

**REBZANI-ZAHAF.C., 2003.** Les peuplements macrobenthiques des milieux portuaires de la côte algérienne : Alger, Béjaïa et Skikda. Thèse de Doctorat. ISN/USTHB. Alger : 244p

**RANIELLO R., MOLLO E., LORENTI M., GAVAGNIN M. et CRISTINA BUIA M. (2007)** - Phytotoxic activity of caulerpenyne from the Mediterranean invasive variety of *Caulerpa racemosa*: a potential allelochemical. *Biological Invasions*, vol. 9, p. 361-368.

**SERIDI H. et KABRANE K. (2010)** - Progression de *Caulerpa racemosa* (caulerpales, *Chlorophyta*) sur le littoral algérien. *Actes du "4<sup>th</sup> Mediterranean Symposium on Marine Vegetation"* (Yasmine-Hammamet), S. EL ASMI, H. LANGAR. et W. BELGACEM édit., Édit. RAC/SPA (Regional Activity Centre for Specially Protected Areas), Tunis, p. 125-128.

**SERIDI H., 2007.** Etude de la flore algale de l'Algérie. Etude phytosociologique des peuplements algaux photophiles de l'infralittoral superficiel de substrat dur. Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Tech. H. Boumédiène, 160pp

**SERIDI H., 1990.** Etude des algues marines benthiques de la région d'Alger. Thèse Magistère U.S.T.H.B., 110p.

**LAMOUTI S., REBZANI C., & BACHARI N.,** « Répartition de deux espèces introduites à caractère invasif dans la région centre de la côte algéroise : *Caulerpa racemosa* et *Oculina patagonica* », Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime EDITION 2, TANGER, MAROC (2011), pp361-365, disponible en ligne, URL : <http://www.paralia.fr/cmcm/e02-75-lamouti.pdf> ; DOI:10.5150/cmcm.2011.075.

**LEGENDRE J. D. & LEGENDRE D., 1979.** Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris. 197 p.

**TAOUNZA R., 2011.** Etude spatio-temporelle des peuplements algaux de substrat dur de la région de Sidi-Fredj : structure et dynamique. Thèse Magistère U.S.T.H.B., 110p.

**TOURNIER H., HAMON P.-Y. et LANDREIN S., 1983.** Conditions de milieu moyennes dans l'étang de Thau établies sur les observations réalisées de 1974 à 1984. Rapp. P.V. Commiss. Intl. Explor. Sci. Medit., Monaco, France,28 (deuil) : 195-200.

---

# ***ANNEXES***

---

**Annexe1 : Recouvrement du premier relevé.**

Lieu : Sidi Fredj      Date :21/07/2013      Nbr d'espèces :24      Mode : Battu

Relevé N° :1      Substrat : Rocheux      Recouvrement :338%

Coordonnées GPS : N36°45.8'08 "

E002°50.402'

<i>Espèces</i>	Recouvrement %	<i>Groupes écologiques</i>	
<u><i>Acrosorium uncinatum</i></u>	+	SI	G3
<u><i>Antithamnion sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Boergeseniella fruticulosa</i></u>	38	PhIB	G2
<u><i>Ceramium rubrum</i></u>	31	PhIB	G2
<u><i>Ceramium sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Chondracanthus acicularis(Gigartina acicularis)</i></u>	25	PhIP	G6
<u><i>Corallina elongata</i></u>	31	ISR	G7
<u><i>Gelidium latifolium</i></u>	44	PhI	G2
<u><i>Herposiphonia secunda</i></u>	+	PhIC	G2
<u><i>Heterosiphonia crispella</i></u>	+	SI	G3
<u><i>Jania sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Lithophyllum incrustans</i></u>	4	ISR	G7
<u><i>Osmundea sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Polysiphonia sertularoides</i></u>	1	RMS	G1
<u><i>Pterosiphonia complanata</i></u>	+	/	/
<u><i>Pterosiphonia pennata</i></u>	+	SSB	G4
<u><i>Cystoseira stricta</i></u>	161	PhIB	G2
<u><i>Dictyota sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Dictyota spiralis</i></u>	+	PhIC	G2
<u><i>Ectocarpus sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Sphacelaria sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Chaetomorpha sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Cladophora sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Ulva rigida</i></u>	3	PhIP	G6
<b>Total 24</b>	<b>Total 338</b>		

+ : Recouvrement négligeable

Total Rhodophyceae	Q=16 ; DQ=66.67	R=174 ; DR= 51.48
Total Phaeophyceae	Q=5 ; DQ=20.83	R=161 ; DR= 47.63
Total Ulvophyceae	Q=3 ; DQ=12.5	R= 3 ; DR= 0.89

R/P=16/5=3.2

$\Psi = DR/DQ=0.77(\text{rhodo}) ; \Psi=2.29 (\text{Phao}) ; \Psi=0.07(\text{Ulvo})$

$H'=2.3 ; E=0.5$

<b>Groupes écologiques</b>	<b>Q</b>	<b>DQ %</b>
<b>G2</b>	6	42.86
<b>G3</b>	2	14.29
<b>G6</b>	2	14.29
<b>G7</b>	2	14.29
<b>G1</b>	1	7.14
<b>G4</b>	1	7.14
<b>G5</b>	0	0
<b>G8</b>	0	0
<b>G9</b>	0	0
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

**Annexe 2 : Recouvrement du second relevé.**

Lieu : Sidi Fredj      Date :21/07/2013      Nbr d'espèces :9      Mode : Calme

Relevé N° :2      Substrat : Sableux/Rocheux      Recouvrement : 100

Coordonnées GPS : N36°45.8'03''

E002°50.420'

Espèces	Recouvrement%	Groupes écologiques	
<i>Gelidium latifolium</i>	12	PhI	G2
<i>Polysiphonia sertularoides</i>	+	RMS	G1
<i>Cystoseira compressa</i>	33	PhIC	G2
<i>Ectocarpus sp.</i>	+	/	/
<i>Halopteris filicina</i>	6	SCIT	G5
<i>Padina pavonica</i>	40	PhIC	G2
<i>Sargassum vulgare</i>	3	PhIT	G2
<i>Chaetomorpha sp.</i>	+	/	/
<i>Ulva rigida</i>	6	PhIP	G6
<b>Total 9</b>	<b>Total 100</b>		

Total Rhodophyceae	Q=2 ; DQ=22.22	R=12 ; DR= 12
Total Phaeophyceae	Q=5 ; DQ=55.56	R=82; DR= 82
Total Ulvophyceae	Q=2 ; DQ=22.22	R= 6 ; DR= 6

$R/P=2/5=0.4$

$\Psi = DR/DQ=0.54(\text{rhodo}) ; \Psi=1.48 (\text{Phao}) ; \Psi=0.27(\text{Ulvo})$

$H'=2.06; E=0.69$

Groupes écologiques	Q	DQ %
G2	4	57.14
G6	1	14.29
G1	1	14.29
G5	1	14.29
G3	0	0
G7	0	0
G4	0	0
G8	0	0
G9	0	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

**Annexe 3 : Recouvrement du troisième relevé.**

Lieu : Sidi Fredj      Date :27/08/2013      Nbr d'espèces :12      Mode : Battu

Relevé N° :3      Substrat : Rocheux      Recouvrement :116

Coordonnées GPS : N 36° 45' 759 "

E 2° 50' 306''

Espèces	Recouvrement %	Groupes écologiques	
<u><i>Antithamnionella elegans</i></u>	3	SSBf	G4
<u><i>Chondracanthus acicularis(Gigartina acicularis)</i></u>	30	PhIP	G6
<u><i>Corallina elongata</i></u>	51	ISR	G7
<u><i>Hildenbrandia rubra</i></u>	+	GM	G1
<u><i>Hypnea musciformis</i></u>	9	PhIT	G2
<u><i>Jania sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Laurencia pinnatifida(Osmundea pinnatifida )</i></u>	4	PhIB	G2
<u><i>Lithophyllum incrustans</i></u>	3	ISR	G7
<u><i>Polysiphonia sertularoides</i></u>	+	RMS	G1
<u><i>Cystoseira stricta</i></u>	10	PhIB	G2
<u><i>Halopteris sp.</i></u>	+	/	/
<u><i>Ulva rigida</i></u>	6	PhIP	G6
<b>Total 12</b>	<b>Total 116</b>		

Total Rhodophyceae	Q=9 ; DQ=75	R=100; DR= 86.21
Total Phaeophyceae	Q=2 ; DQ=16.67	R=10 ; DR= 8.62
Total Ulvophyceae	Q=1 ; DQ=8.33	R= 6 ; DR=5.17

+ : Recouvrement négligeable

$R/P=9/2=4.5$

$\Psi = DR/DQ=1.15$  (rhodo) ;  $\Psi=0.52$ (Phao) ;  $\Psi=0.62$ (Ulvo)

$H'=2.28$  ;  $E=0.64$

Groupes écologiques	Q	DQ %
G2	3	30
G6	2	20
G1	2	20
G7	2	20
G4	1	10
G5	0	0
G3	0	0
G8	0	0
G9	0	0
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

**Annexe 4 : Recouvrement du quatrième relevé.**

Lieu : Sidi Fredj      Date:27/08/2013      Nbr d'espèces :23      Mode : Calme

Relevé N° :4      Substrat : Sableux & vaseux      Recouvrement : 126.4

Coordonnées GPS : N 36° 45' 593''

E 2° 50' 473''

Espèces	Recouvrement %	Groupes écologiques	
<i>Boergeseniella fruticulosa</i>	+	PHIB	G2
<i>Centroceras clavulatum</i>	+	LRE	G8
<i>Ceramium sp.</i>	+	/	/
<i>Corallina elongata</i>	21	ISR	G7
<i>Chondracanthus acicularis (Gigartina acicularis)</i>	+	PhIP	G6
<i>Herposiphonia secunda</i>	+	PhIC	G2
<i>Hypnea cervicornis</i>	1,4	LRE	G8
<i>Jania rubens</i>	9	PhI	G2
<i>Jania sp.</i>	+	/	/
<i>Lophosiphonia sp.</i>	+	/	/
<i>Polysiphonia sertularoides</i>	+	RMS	G1
<i>Pterosiphonia pennata</i>	+	SSB	G4
<i>Spyridia filamentosa</i>	2	PhIT	G2
<i>Cystoseira compressa</i>	+	PhIC	G2
<i>Dilophus fasciola (Dictyota fasciola)</i>	+	PhIC	G2
<i>Ectocarpus sp.</i>	+	/	/
<i>Halopteris sp.</i>	+	/	/
<i>Bryopsis muscosa</i>	+	EM	G1
<i>Caulerpa racemosa</i>	67	PhIM	G9
<i>Cladophora lehmanniana</i>	+	SCI	G5
<i>Cladophora sp.</i>	+	/	/
<i>Ulva intestinalis</i>	+	/	/
<i>Ulva rigida</i>	26	PhIP	G6
<b>Total 23</b>	<b>Total 126.4</b>		

Total Rhodophyceae	Q=13 ; DQ=56.52	R=33.4 ; DR= 26.42
Total Phaeophyceae	Q=4 ; DQ=17.39	R=0 ; DR= 0
Total Ulvophyceae	Q=6 ; DQ=26.09	R= 93 ; DR=73.58

+ : Recouvrement négligeable

R/P=13/4=3.25

$\Psi = DR/DQ=0.47$  (rhodo) ;  $\Psi=0$ (Phao) ;  $\Psi=2.82$ (Ulvo)

H'=1.82 ;E=0.40

<b>Groupes écologiques</b>	<b>Q</b>	<b>DQ %</b>
<b>G2</b>	6	37.5
<b>G6</b>	2	12.5
<b>G1</b>	2	12.5
<b>G8</b>	2	12.5
<b>G7</b>	1	6.25
<b>G4</b>	1	6.25
<b>G5</b>	1	6.25
<b>G9</b>	1	6.25
<b>G3</b>	0	0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

**Annexe 5 : Recouvrement du cinquième relevé.**

Lieu : Sidi Fredj      Date:28/08/2013      Nbr d'espèces :15      Mode : Calme

Relevé N° :5      Substrat : Sableux/Rocheux      Recouvrement : 57.5

Coordonnées GPS : N 36° 45' 812''

E 2° 50' 444''

Espèces	Recouvrement %	Groupes écologiques	
<i>Acrosorium uncinatum</i>	+	SI	G3
<i>Ceramium sp.</i>	1	/	/
<i>Chondracanthus acicularis (Gigartina acicularis)</i>	3	PhIP	G6
<i>Corallina elongata</i>	15	ISR	G7
<i>Gelidium sp.</i>	4	/	/
<i>Gelidium latifolium</i>	4	PhI	G2
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	6	/	/
<i>Herposiphonia secunda</i>	1	PhIC	G2
<i>Jania sp.</i>	6	/	/
<i>Polysiphonia sertularoides</i>	1,5	RMS	G1
<i>Dictyota fasciola</i>	+	PhIC	G2
<i>Halopteris sp.</i>	+	/	/
<i>Sargassum vulgare</i>	12	PhIT	G2
<i>Chaetomorpha sp.</i>	2	/	/
<i>Ulva rigida</i>	2	PhIP	G6
<b>Total 15</b>	<b>Total 57.5</b>		

+ : Recouvrement négligeable

Total Rhodophyceae	Q=10 ; DQ=66.67	R=41.5 ; DR= 72.17
Total Phaeophyceae	Q=3 ; DQ=20	R=12 ; DR= 20.87
Total Ulvophyceae	Q=2 ; DQ=13.33	R= 4 ; DR=6.96

R/P=10/3=3.33

$\Psi = DR/DQ=1.08$  (rhodo) ;  $\Psi=1.04$ (Phao) ;  $\Psi=0.52$ (Ulvo)

H'=3.09 ; E=0.79

<b>Groupes écologiques</b>	<b>Q</b>	<b>DQ %</b>
<b>G2</b>	4	44.44
<b>G6</b>	2	22.22
<b>G1</b>	1	11.11
<b>G7</b>	1	11.11
<b>G3</b>	1	11.11
<b>G8</b>	0	0
<b>G4</b>	0	0
<b>G5</b>	0	0
<b>G9</b>	0	0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100</b>

**Annexe 6 : Recouvrement du sixième relevé.**

Lieu : Sidi Fredj      Date:28/08/2013      Nbr d'espèces :9      Mode : Battu

Relevé N° :6      Substrat : Rocheux      Recouvrement : 131

Coordonnées GPS : N 36° 45' 818''

E 2° 50' 306''

Espèces	Recouvrement %	Groupes écologiques	
<i>Boergeseniella fruticulosa</i>	7	PhIB	G2
<i>Champia parvula</i>	+	SC	G5
<i>Chondracanthus acicularis</i> ( <i>Gigartina acicularis</i> )	12	PhIP	G6
<i>Corallina elongata</i>	31	ISR	G7
<i>Jania sp.</i>	3	/	/
<i>Cystoseira stricta</i>	60	PhIB	G2
<i>Cystoseira compressa</i>	9	PhIC	G2
<i>Chaetomorpha sp.</i>	+	/	/
<i>Ulva rigida</i>	9	PhIP	G6
<b>Total 9</b>	<b>Total 131</b>		

Total Rhodophyceae	Q=5 ; DQ=55.56	R=53 ; DR= 40.46
Total Phaeophyceae	Q=2 ; DQ=22.22	R=69 ; DR= 52.67
Total Ulvophyceae	Q=2 ; DQ=22.22	R= 9 ; DR=6.87

+ : Recouvrement négligeable

R/P=5/2=2.5

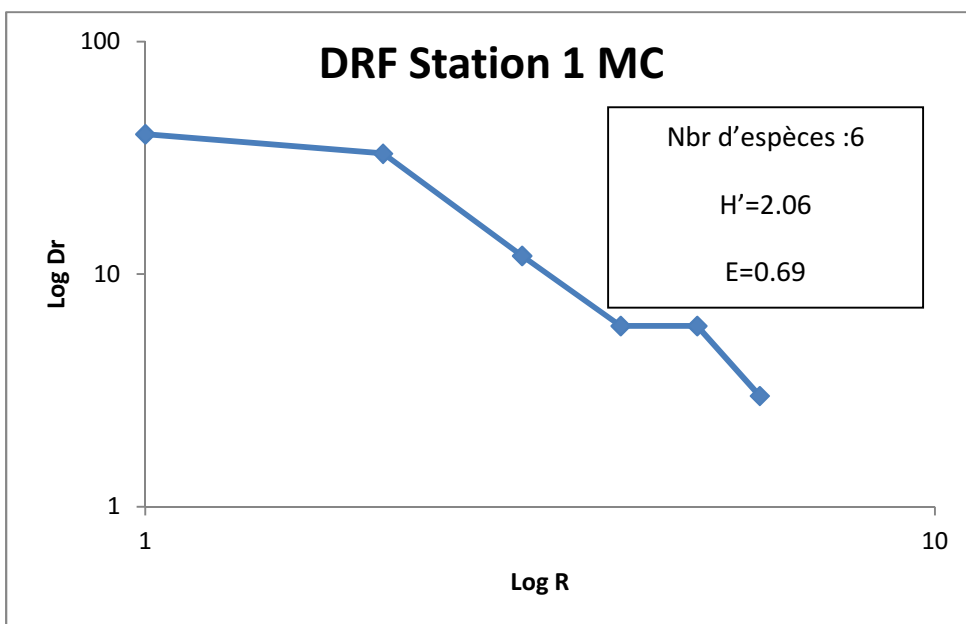
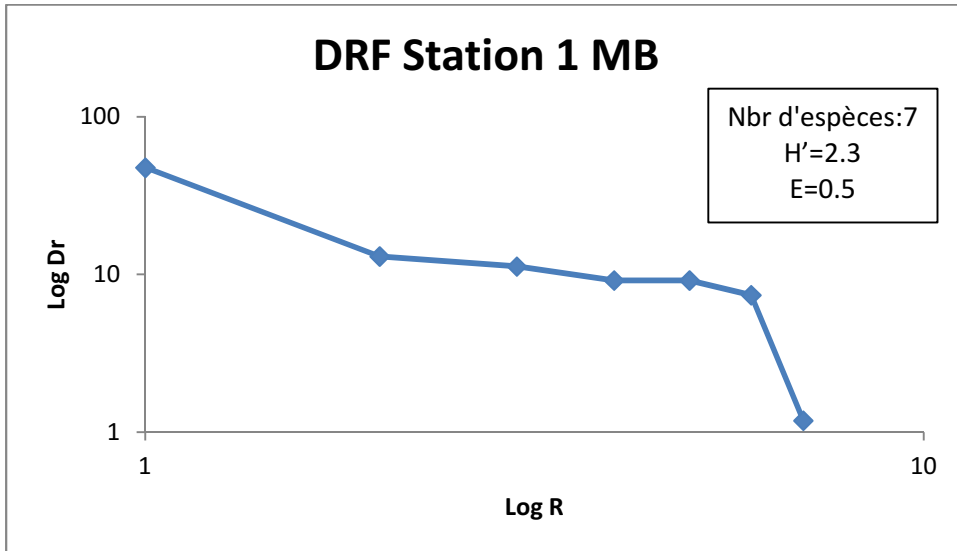
$\Psi = DR/DQ = 0.73$  (rhodo);  $\Psi = 2.37$  (Phao) ;  $\Psi = 0.31$  (Ulvo)

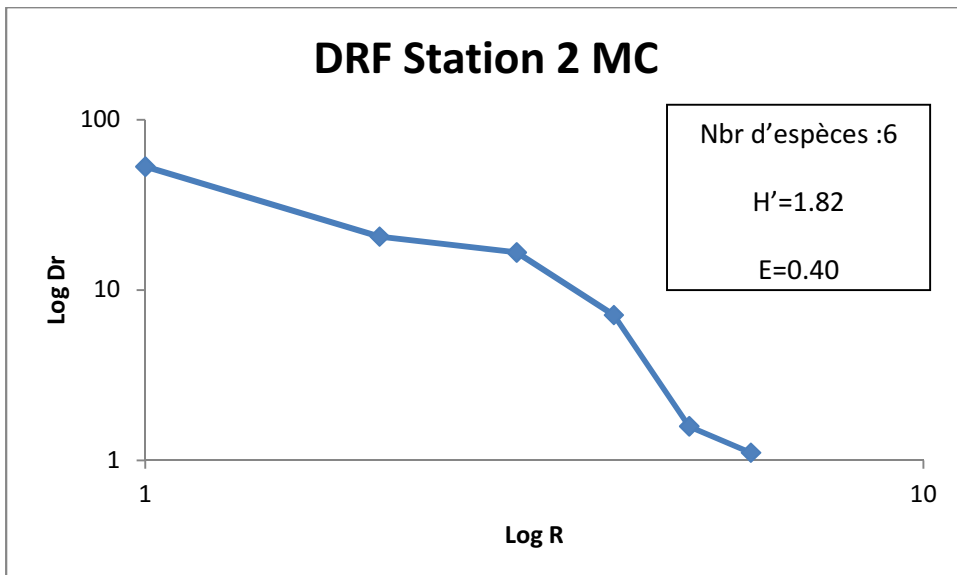
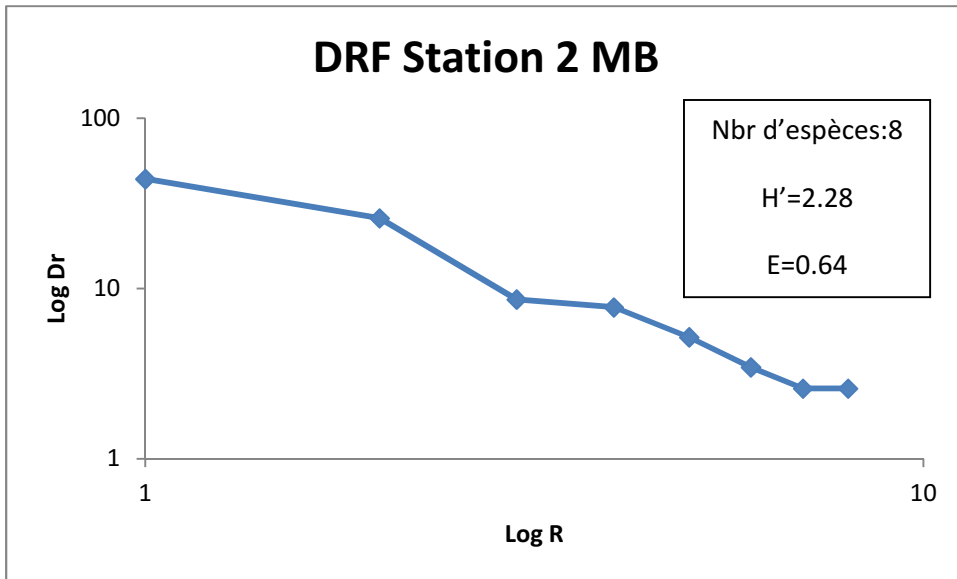
H'=2.21 ; E=0,7

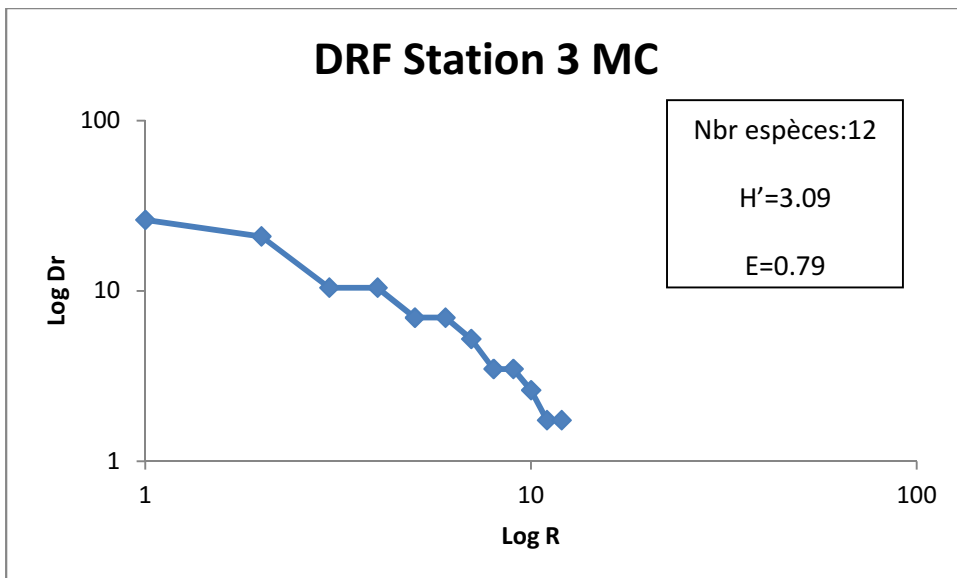
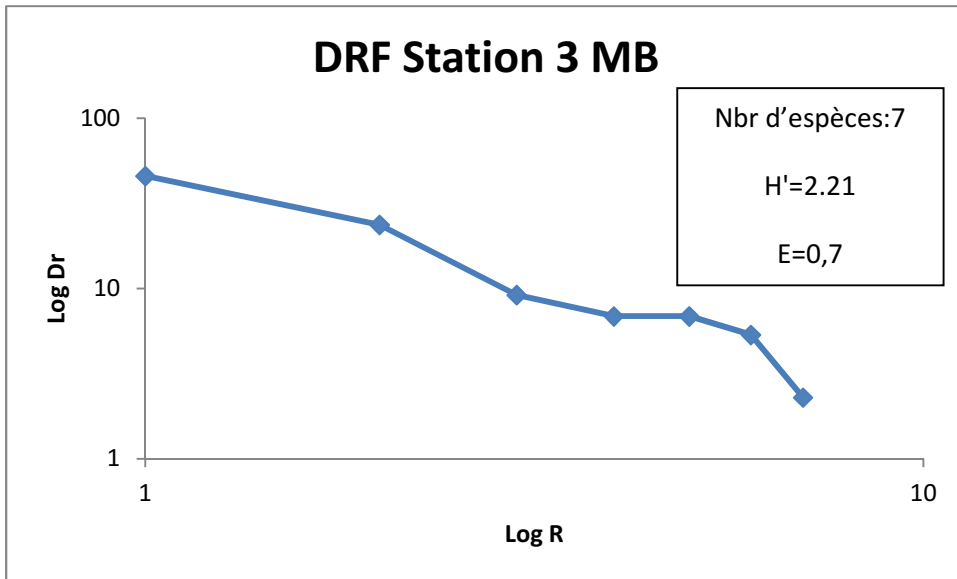
Groupes écologiques	Q	DQ %
G2	3	42.86
G6	2	28.57
G1	0	0
G7	1	14.29
G3	0	0
G8	0	0
G4	0	0
G5	1	14.29
G9	0	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Annexe 7 : Diagrammes Rangs Fréquences des trois stations

Dominance relative= (Ri de l'espèce/ Rt) \*100







**Annexe 8 : Coefficient Q , Dominance Qualitative DQ, Recouvrement Ri et Dominance Quantitative DRi des grands groupes systématiques de Sidi Fredj**

**Tableau1 : Coefficient Q et Dominance Qualitative DQ des grands groupes systématiques de Sidi Fredj**

<b>Classes</b>	<b>Q</b>	<b>DQ %</b>	<b>Ordres</b>	<b>Q</b>	<b>DQ%</b>
FLORIDEOPHYCEAE	28	60.87	Ceramiales	16	34.78
			Corallinales	3	6.52
			Cryptonemiales	1	2.17
			Gelidiales	2	4.35
			Gigartinales	4	8.70
			Hildenbrandiales	1	2.17
			Rhodymeniales	1	2.17
PHAEOPHYCEAE	11	23.91	Dictyotales	4	8.70
			Ectocarpales	1	2.17
			Fucales	3	6.52
			Sphacelariales	3	6.52
ULVOPHYCEAE	7	15.22	Bryopsidales	2	4.35
			Cladophorales	3	6.52
			Ulvaes	2	4.35
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

**Tableau 2 : Recouvrement Ri et Dominance Quantitative DRi des groupes systématiques de zone de Sidi Fredj**

<b>Classes</b>	<b>Ri%</b>	<b>DRi %</b>	<b>Ordres</b>	<b>Ri%</b>	<b>DRi%</b>
FLORIDEOPHYCEAE	416.9	47.81	Ceramiales	92.5	10.61
			Corallinales	167	19.15
			Cryptonemiales	7	0.80
			Gelidiales	64	7.34
			Gigartinales	86.4	9.91
			Hildenbrandiales	+	+
			Rhodymeniales	+	+
PHAEOPHYCEAE	334	38.31	Dictyotales	40	4.59
			Ectocarpales	+	+
			Fucales	288	33.03
			Sphacelariales	6	0.69
ULVOPHYCEAE	121	13.88	Bryopsidales	67	7.68
			Cladophorales	2	0.23
			Ulvaes	52	5.96
<b>Total</b>	<b>871.9</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>871.9</b>	<b>100</b>

**+ : Recouvrement négligeable**

Annexe 9 : Dominances qualitatives des affinités biogéographiques et des Groupes écologiques

Tableau 1: Dominances qualitatives des affinités biogéographiques

Affinités biogéographiques	Q	DQ
<b>D</b>	19	41,30%
<b>AB</b>	10	21,74%
<b>P</b>	7	15,22%
<b>C</b>	3	6,52%
<b>M</b>	4	8,70%
<b>B</b>	1	2,17%
<b>AT</b>	1	2,17%
<b>AI</b>	1	2,17%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

Tableau 2 : Dominances qualitatives des groupes écologiques

Groupes écologiques	Q	DQ
<b>G2</b>	14	45,1612903
<b>G1</b>	3	9,67741935
<b>G5</b>	3	9,67741935
<b>G3</b>	2	6,4516129
<b>G4</b>	2	6,4516129
<b>G6</b>	2	6,4516129
<b>G7</b>	2	6,4516129
<b>G8</b>	2	6,4516129
<b>G9</b>	1	3,22580645
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100</b>

**G1** : Groupes des espèces médiolittorales : RM, RMM1, RMM2, RMS, EM, FM, GM.

**G2** : Groupes des espèces photophiles infralittorales : PhI, PhIB, PhIC et PhIT.

**G3** : Groupes des espèces sciaphiles : SIC et SI

**G4** : Groupes des espèces sciaphiles de mode battu : SSB et SSBf

**G5** : Groupes des espèces sciaphiles de mode relativement calme : SC, SCI, SCIT et AS

**G6** : Groupes des espèces de pollution : PhIP

**G7** : Groupes des espèces infralittorale de substrat rocheux : ISR

**G8** : Groupes des espèces à large répartition écologique ou sans signification précises : LRE-SSP.

**G9**: Groupe des espèces photophiles de l'infralittoral, thermophiles, des substrats meubles

**RMS** : Groupe des espèces de la Roche Médiolittorale Supérieure (RMS ou UMR, Mesosporikon)

**EM** : Groupe des espèces de l'Encorbellement Médiolittoral (EM ou MO, Goniolithikon in AUGIER & BOUDOURESQUE, 1974)

**GM** : Groupe des espèces des Grottes Médiolittorales (GM ou MCv, Hildenbrandikon)

**PhI** : Groupe des espèces Photophiles Infralittorales (PhI ou PhI, Janikon ; nommé PH in CINELLI, FRESI et al., 1976)

**PhIP** : Groupe des espèces Photophiles Infralittorales de mode battu (PhIB ou PhIW, Laurencikon ; nommé PHB in CINELLI, FRESI et al., 1976)

**PhIC** : Groupe des espèces Photophiles Infralittorales de mode relativement Calme (PhIC ou PhIQ, Cystoseirikon ; nommé PHC in CINELLI, FRESI et al., 1976)

**PhIT** : Groupe des espèces Photophiles Infralittorales Thermophiles des substrats durs (PhIT ou PhIT, Anadyomenikon)

**PhIM** : Groupe des espèces Photophiles Infralittorales, thermophiles, des substrats Meubles (PhIM ou PhISt, Caulerpikon)

**SI** : Groupe des espèces Sciaphiles Infralittorales (SI ou SI, Acrosorikon)

SSB : Groupe des espèces Sciaphiles Superficielles de mode Battu (SSB ou SIW, Petroglossikon in BOUDOURESQUE, 1970 ; Schotterikon in BOUDOURESQUE, 1970 ; Schotterikon in BOUDOURESQUE et al., 1977)

**SSBf** : Groupe des espèces Sciaphiles Superficielles de mode Battu, à affinités (SSBf ou SIWCd, Lomentarikon in BOUDOURESQUE, 1970)

**SC** : Groupe des espèces Sciaphiles de mode relativement Calme (SC ou SQ, Peyssonnelikon in BOUDOURESQUE, 1970)

**SCI** : Groupe des espèces Sciaphiles de mode relativement Calme, Infralittorales (SCI ou SIQ, Aglaothamnicon in BOUDOURESQUE, 1970 ; d'abord désigné pré coralligènes infralittorales PI in BOUDOURESQUE, 1970)

**SCIT** : Groupe des espèces Sciaphiles de mode relativement Calme, Infralittorales, Tolérantes (SCIT ou SIQT, Halopteridikon ; le groupe était nommé pré coralligène tolérant, Udoteikon in BOUDOURESQUE, 1970)

**ISR** : Groupe des espèces Infralittorales des Substrats durs, Rocheux en particulier (ISR ou IHdB, Corallinikon)

**PhIP** : Groupe des espèces photophiles Infralittorales de mode relativement Calme des milieux portuaires (PhIP ou PhIH, Ulvikon ; d'abord nommé « Mode hypercalme pollué », MIP in CINELLI, FRESI et al., 1976 et PhCP in BOUDOURESQUE et al., 1977) (Groupe pollution)

**PhIB** : Groupe des espèces photophiles infralittorales de mode battu

**LRE-SSP** : Groupes des espèces à large répartition écologique ou sans signification précises

**Annexe 10 :** Tableau de classification de la flore recensée dans la zone d'étude

ORDRE	GENRE	ESPECE	CLASSE
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Acrosorium</i></u>	<u><i>Acrosorium uncinatum</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Antithamnion</i></u>	<u><i>Antithamnion elegance</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Antithamnion</i></u>	<u><i>Antithamnion sp.</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Boergesenella</i></u>	<u><i>Boergesenella fruticulosa</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Bryopsidales</u>	<u><i>Bryopsis</i></u>	<u><i>Bryopsis muscosa</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>
<u>Bryopsidales</u>	<u><i>Caulerpa</i></u>	<u><i>Caulerpa racemosa</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Centroceras</i></u>	<u><i>Centroceras clavulatum</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Ceramium</i></u>	<u><i>Ceramium rubrum</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Ceramium</i></u>	<u><i>Ceramium sp.</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Cladophorales</u>	<u><i>Chaetomorpha</i></u>	<u><i>Chaetomorpha sp.</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>
<u>Rhodymeniales</u>	<u><i>Champia</i></u>	<u><i>Champia parvula</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Cladophorales</u>	<u><i>Cladophora</i></u>	<u><i>Cladophora lehmanniana</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>
<u>Cladophorales</u>	<u><i>Cladophora</i></u>	<u><i>Cladophora sp.</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>
<u>Corallinales</u>	<u><i>Corallina</i></u>	<u><i>Corallina elongata</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Fucales</u>	<u><i>Cystoseira</i></u>	<u><i>Cystoseira compressa</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Fucales</u>	<u><i>Cystoseira</i></u>	<u><i>Cystoseira stricta</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Dictyotales</u>	<u><i>Dictyota</i></u>	<u><i>Dictyota sp.</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Dictyotales</u>	<u><i>Dictyota</i></u>	<u><i>Dictyota spiralis</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Dictyotales</u>	<u><i>Dilophus</i></u>	<u><i>Dilophus fasciola (Dictyota fasciola)</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Ectocarpales</u>	<u><i>Ectocarpus</i></u>	<u><i>Ectocarpus sp.</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Gelidiales</u>	<u><i>Gelidium</i></u>	<u><i>Gelidium sp</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Gelidiales</u>	<u><i>Gelidium</i></u>	<u><i>Gelidium latifolium</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Gigartinales</u>	<u><i>Gigartina</i></u>	<u><i>Gigartina acicularis</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Gigartinales</u>	<u><i>Gracilaria</i></u>	<u><i>bursa-pastoris</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Sphacelariales</u>	<u><i>Halopteris</i></u>	<u><i>Halopteris filicina</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>

<u>Sphacelariales</u>	<u><i>Halopteris</i></u>	<u><i>Halopteris sp.</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Herposiphonia</i></u>	<u><i>Herposiphonia secunda</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Heterosiphonia</i></u>	<u><i>Heterosiphonia crispella</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
Hildenbrandiales	<u><i>Hildenbrandia</i></u>	<u><i>Hildenbrandia rubra</i></u>	Florideophyceae
<u>Gigartinales</u>	<u><i>Hypnea</i></u>	<u><i>Hypnea cervicornis</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Gigartinales</u>	<u><i>Hypnea</i></u>	<u><i>Hypnea musciformis</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Corallinales</u>	<u><i>Jania</i></u>	<u><i>Jania rubens</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Corallinales</u>	<u><i>Jania</i></u>	<u><i>Jania sp.</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Laurencia</i> <i>(Osmundea)</i></u>	<u><i>Laurencia pinnatifida</i> <i>(Osmundea pinnatifida)</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
Cryptonemiales	<u><i>Lithopyllum</i></u>	<u><i>Lithopyllum Incrustans</i></u>	Florideophyceae
Ceramiales	<u><i>Lophosiphonia</i></u>	<u><i>Lophosiphonia sp.</i></u>	Florideophyceae
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Osmundea</i></u>	<u><i>Osmundea sp.</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Dictyotales</u>	<u><i>Padina</i></u>	<u><i>Padina pavonica</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Polysiphonia</i></u>	<u><i>Polysiphonia sertularoides</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Pterosiphonia</i></u>	<u><i>Pterosiphonia complanata</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Pterosiphonia</i></u>	<u><i>Pterosiphonia pennata</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
Fucale	<u><i>Sargassum</i></u>	<u><i>Sargassum vulgare</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Sphacelariales</u>	<u><i>Sphacelaria</i></u>	<u><i>Sphacelaria sp.</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Spyridia</i></u>	<u><i>Spyridia filamentosa</i></u>	<u>Florideophyceae</u>
<u>Ulvaes</u>	<u><i>Ulva</i></u>	<u><i>Ulva intestinalis</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>
<u>Ulvaes</u>	<u><i>Ulva</i></u>	<u><i>Ulva rigida</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>

**Annexe 11 :** Tableau de classification de la flore recensée dans la zone d'étude en fonction du groupe écologique et de l'affinité biogéographique de chaque espèce.

ORDRE	GENRE	ESPECE	CLASSE	Groupe écologique	Affinités Biogéographiques
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Acrosorium</i></u>	<u><i>Acrosorium uncinatum</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	SI	D
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Antithamnionella</i></u>	<u><i>Antithamnionella elegans</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	SSBf	M
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Antithamnion</i></u>	<u><i>Antithamnion sp.</i></u>	<u>Florideophyceae</u>		D
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Boergesenella</i></u>	<u><i>Boergesenella fruticulosa</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	PhIB	D
<u>Bryopsidales</u>	<u><i>Bryopsis</i></u>	<u><i>Bryopsis muscosa</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>	EM	M
<u>Bryopsidales</u>	<u><i>Caulerpa</i></u>	<u><i>Caulerpa racemosa</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>	PhIM	P
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Centroceras</i></u>	<u><i>Centroceras clavulatum</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	LRE	P
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Ceramium</i></u>	<u><i>Ceramium rubrum</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	PhIB	B
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Ceramium</i></u>	<u><i>Ceramium sp.</i></u>	<u>Florideophyceae</u>		D
<u>Cladophorales</u>	<u><i>Chaetomorpha</i></u>	<u><i>Chaetomorpha sp.</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>		D
Rhodymeniales	<u><i>Champia</i></u>	<u><i>Champia parvula</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	SC	AB
Gigartinales	<u><i>Chondracanthus(Gigartina)</i></u>	<u><i>Chondracanthus acicularis(Gigartina acicularis)</i></u>	Florideophyceae	PhIP	P
<u>Cladophorales</u>	<u><i>Cladophora</i></u>	<u><i>Cladophora lehmanniana</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>	SCI	AB
<u>Cladophorales</u>	<u><i>Cladophora</i></u>	<u><i>Cladophora sp.</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>		D
<u>Corallinales</u>	<u><i>Corallina</i></u>	<u><i>Corallina elongata</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	ISR	AB
<u>Fucales</u>	<u><i>Cystoseira</i></u>	<u><i>Cystoseira compressa</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>	PhIC	D
<u>Fucales</u>	<u><i>Cystoseira</i></u>	<u><i>Cystoseira stricta</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>	PhIB	M

**Annexe 11 :** Tableau de classification de la flore recensée dans la zone d'étude en fonction du groupe écologique et de l'affinité biogéographique de chaque espèce.

Dictyotales	<u><i>Dictyota</i></u>	<u><i>Dictyota sp.</i></u>	Phaeophyceae		D
Dictyotales	<u><i>Dictyota</i></u>	<u><i>Dictyota spiralis</i></u>	Phaeophyceae	PhIC	AB
Dictyotales	<u><i>Dilophus</i></u>	<u><i>Dilophus fasciola (Dictyota fasciola)</i></u>	Phaeophyceae	PhIC	D
Ectocarpales	<u><i>Ectocarpus</i></u>	<u><i>Ectocarpus sp.</i></u>	Phaeophyceae		D
Gelidiales	<u><i>Gelidium</i></u>	<u><i>Gelidium sp.</i></u>	Florideophyceae		D
Gelidiales	<u><i>Gelidium</i></u>	<u><i>Gelidium latifolium</i></u>	Florideophyceae	PhI	D
Gigartinales	<u><i>Gracilaria</i></u>	<u><i>Gracilaria bursa-pastoris</i></u>	Florideophyceae		AB
Sphacelariales	<u><i>Halopteris</i></u>	<u><i>Halopteris filicina</i></u>	Phaeophyceae	SCIT	AB
Sphacelariales	<u><i>Halopteris</i></u>	<u><i>Halopteris sp.</i></u>	Phaeophyceae		D
Ceramiales	<u><i>Herposiphonia</i></u>	<u><i>Herposiphonia secunda</i></u>	Florideophyceae	PhIC	P
Ceramiales	<u><i>Heterosiphonia</i></u>	<u><i>Heterosiphonia crispella</i></u>	Florideophyceae	SI	C
Hildenbrandiales	<u><i>Hildenbrandia</i></u>	<u><i>Hildenbrandia rubra</i></u>	Florideophyceae	GM	D
Gigartinales	<u><i>Hypnea</i></u>	<u><i>Hypnea cervicornis</i></u>	Florideophyceae	LRE	P
Gigartinales	<u><i>Hypnea</i></u>	<u><i>Hypnea musciformis</i></u>	Florideophyceae	PhIT	P
Corallinales	<u><i>Jania</i></u>	<u><i>Jania rubens</i></u>	Florideophyceae	PhI	C
Corallinales	<u><i>Jania</i></u>	<u><i>Jania sp.</i></u>	Florideophyceae		D
Ceramiales	<u><i>Laurencia (Osmundea)</i></u>	<u><i>Laurencia pinnatifida ( Osmundea pinnatifida)</i></u>	Florideophyceae	PhIB	AB
Cryptonemiales	<u><i>Lithopyllum</i></u>	<u><i>Lithopyllum Incrustans</i></u>	Florideophyceae	ISR	AB
Ceramiales	<u><i>Lophosiphonia</i></u>	<u><i>Lophosiphonia sp.</i></u>	Florideophyceae		D

**Annexe 11 :** Tableau de classification de la flore recensée dans la zone d'étude en fonction du groupe écologique et de l'affinité biogéographique de chaque espèce.

<u>Ceramiales</u>	<u><i>Osmundea</i></u>	<u><i>Osmundea sp.</i></u>	<u>Florideophyceae</u>		D
<u>Dictyotales</u>	<u><i>Padina</i></u>	<u><i>Padina pavonica</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>	PhIC	AB
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Polysiphonia</i></u>	<u><i>Polysiphonia sertularoides</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	RMS	M
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Pterosiphonia</i></u>	<u><i>Pterosiphonia complanata</i></u>	<u>Florideophyceae</u>		D
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Pterosiphonia</i></u>	<u><i>Pterosiphonia pennata</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	SSB	C
Fucale	<u><i>Sargassum</i></u>	<u><i>Sargassum vulgare</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>	PhIT	AB
<u>Sphacelariales</u>	<u><i>Sphacelaria</i></u>	<u><i>Sphacelaria sp.</i></u>	<u>Phaeophyceae</u>		D
<u>Ceramiales</u>	<u><i>Spyridia</i></u>	<u><i>Spyridia filamentosa</i></u>	<u>Florideophyceae</u>	PhIT	P
<u>Ulvaes</u>	<u><i>Ulva</i></u>	<u><i>Ulva intestinalis</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>		D
<u>Ulvaes</u>	<u><i>Ulva</i></u>	<u><i>Ulva rigida</i></u>	<u>Ulvophyceae</u>	PhIP	C