

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة 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 DIPLÔME
D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : Environnement//

Sujet :

**Etude d'une Chlorobionte Caulerpale : *Caulerpa racemos* (forme
invasive) : espèce nouvellement introduite en Algérie**

Présenté par :

Melle : BELAMINE Djazia Wafa

Soutenu le 16 /10 /2010 devant le jury suivant :

Mme LOUANCHI .F (Maître de conférences A, à l'ENSSMAL).....Présidente
Mme AMROUCHE L (Maître Assistante A, à l'ENSSMAL).....Examinatrice
Mr BOUKORTT R (Assistant, à l'ENSSML).....Examinateur
Melle Ould Ahmed .N. (Maître Assistante A à l'ENSSMAL).....Promotrice

Promotion: 2009/2010

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I : Généralités : <i>Caulerpa racemosa</i> et sites d'étude	
1. <i>Caulerpa racemosa</i>	03
1.1. Position taxonomique.....	03
1.2. Structure.....	04
1.3. Biologie et reproduction.....	05
1.4. Origine et distribution géographique.....	06
1.5. Position écologique.....	09
1.6. Impact écologique de <i>C. racemosa</i> sur la faune et la flore de Méditerranée	10
2. Présentation des sites d'étude.....	12
2.1. Le site de Sidi Fredj.....	12
2.1.1. Données climatiques et facteurs hydrodynamiques.....	13
2.1.1.1. Température de l'air, vent, houle, courant	13
2.1.1.2. Cadre bathymétrique.....	15
2.1.2. Température de l'eau de mer.....	17
2.1.3. Pollution.....	17
2.2. Site de Ain Banian.....	18
2.2.1. Caractères généraux du site.....	19
Chapitre II : Matériel et méthodes	
1. Méthode d'échantillonnage	20
1.1. Choix des sites.....	20
1.2. Notion de phytosociologie.....	22
1.3. L'aire minimale.....	22
1.4. Mesure de la température de l'eau	22
2. Etude au laboratoire.....	23
2.1. Tri et détermination.....	23
2.1.1. Les paramètres analytiques.....	23
2.1.1.1. Coefficient T.....	23
2.1.1.2. Recouvrement(%).....	23
2.1.1.3. Coefficient Q.....	23
2.1.1.4. Dominance qualitative DQ(%).....	23
2.2. Etude de <i>Caulerpa racemosa</i>	24

2.2.1. Recouvrement (%).....	24
2.2.2. Morphogénèse.....	24
2.2.3. Biomasse.....	25
2.2.4. Etude de la faune et flore associées.....	26
2.2.4.1. Etude de la flore.....	26
2.2.4.2. Etude de la faune.....	26

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Paramètres analytiques.....	27
1.1. Coefficient T.....	27
1.2. Recouvrement (%).....	28
1.3. Coefficient Q.....	28
1.4. Coefficient DQ.....	29
2. Etude de <i>Caulerpa racemosa</i>	31
2.1. Recouvrement (%).....	31
2.2. La Biomasse.....	32
2.3. Morphogénèse.....	33
2.4. Etude comparatif des résultats obtenus : <i>Caulerpa racemosa</i> de surface et celle de profondeur.....	35
2.5. Description et écologie des principales espèces floristiques associées.....	37
2.6. Liste des espèces faunistiques associées.....	45
3. Etude comparative des résultats obtenus au niveau des deux sites (Sidi Fredj, Ain Benian).....	46
3.1. Tableau comparatif des résultats des deux sites	46
3.2. Recouvrement (%).....	46
3.3. Morphogénèse.....	47
3.3.1. Longueur totale des stolons en m/m ²	47
3.3.2. Taille moyenne des frondes.....	48
3.3.3. Taille moyenne des frondes juvéniles.....	48
3.3.4. Nombre de fronde totale.....	48
3.4. Biomasse.....	50

Conclusion

Références Bibliographiques

Annexes

Introduction :

L'immense richesse de la population algale est pour l'homme, une source toujours renouvelée d'émerveillement et pour le scientifique un terrain propice à la recherche et aux grandes découvertes.

Certaines de ces algues charment grâce à leurs jolies formes, couleurs, et structures, d'autres constituent des denrées alimentaires sans oublier leurs bienfaits dans le domaine médical, paramédical, esthétique. D'autres encore suscitent notre admiration ou inquiétude par leur évolution qui demeure pour nous un mystère.

La flore algale des côtes algériennes, pas tout à fait mystérieuse, mais reste encore peu connue jusque là, les principaux travaux réalisés dans ce domaine sont anciens à très anciens. D'abord Montagne (1838) puis ceux de J.Feldman (1931-1961). G.Feldman (1936-1949 in Ould Ahmed 1994). Tous ces travaux ont pu mettre en évidence la présence de plus de quatre cent soixante (460) taxons et stades le long de nos côtes. Suite à des travaux plus récents : Seridi (1990), Ould Ahmed (1994), Kadari-Meziane(1994) et Ould Ahmed et Meinesz (2007) ; nous dénombrons à ce jour un total de quatre cent quatre vingt seize (496) taxons et stades d'algues marines benthiques

Parmi ces espèces le genre *Caulerpa*, dont l'espèce *C.racemosa* var *cylindracea*, est nouvellement introduite en Méditerranée, faisant ainsi l'objet de cette étude.

Caulerpa racemosa var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque est une algue verte (chlorobionte) faisant partie du groupe des Caulerpales (Ulvophycées), originaire des régions tempérées et subtropicales Australienne. (Verlaque *et al.* 2003).

1990 fut la date de la première découverte de *Caulerpa racemosa* (forme envahissante) dans la région orientale de la méditerranée précisément devant le port de Tripoli en Libye (Nizamuddin, 1991), cette espèce est dite Lessepsienne à comportement envahissant, elle possède certaines caractéristiques ; notamment des aptitudes géographiques, grande aire écologique, fort taux de dispersion, , bon potentiel adaptatif et une isolation taxonomique

Une fois établie dans un écosystème propice sous conditions favorables, cette souche subit une expansion géographique et s'intègre en augmentant sa population totale.

En Algérie, *C. racemosa* a été signalée pour la première fois en 2007, dans la région centre (port d'Alger, Bou Ismail, Sidi Fredj et Tamenfoust) (Ould-Ahmed et Meinesz, 2007).

Actuellement, En Méditerranée *C. racemosa* continue de se propager : 13 pays ont vu le développement de cette souche sur leur côte dans l'ordre de signalisation : Italie, Grèce, Albanie, Chypre, France, Turquie, Malte, Espagne, Tunisie, Croatie , Algérie. (Alongi et al., 1993,. Panayotidis et Montesanto, 1994,. Di Martino et Giaccone, 1995,. Hadjichristophorou et al., 1997,. Jousson et al., 1998,. Cirik, 1999,. Stevens, 1999,. Ballesteros et al., 1999,. Belkhiria, 1999,. Zuljevic et al., 2003 Ould-Ahmed et Meinesz, 2007). Elle est présente également dans le proche Atlantique, au niveau de l'archipel des Canaries et toutes les grande îles de Méditerranée (Klein, 2007 ; Klein et Verlaque, 2008).

Cette nouvelle apparition de la souche envahissante sur les côtes algériennes a incité à réaliser cette étude sous divers aspects :

- ♣ Une analyse morphologique et phytosociologique de cette colonisation de *Caulerpa racemosa* au niveau des différentes stations à la plage Ouest de Sidi Fredj
- ♣ Etablir un suivi saisonnier (hiver, printemps, été de l'année 2010) des différents paramètres analytiques, de biomasse, de la flore et de la faune associées.
- ♣ Une étude comparative de la colonie de *Caulerpa racemosa*, selon les différents paramètres de: Recouvrement, Morphogénèse, et de biomasse sur les deux sites de Ain Benian, et de Sidi Fredj. durant la saison estivale

1. *Caulerpa racemosa*



Fig.1.1 Morphologie générale de *C.racemosa*

division	<i>Chlorobiontes</i>
Embranchement	<i>Chlorophycophytes</i>
Classe	<i>Chlorophyceae</i>
Ordre	<i>Caulerpales</i>
Famille	<i>Caulerpaceae</i>
Genre	<i>Caulerpa</i>
Espèce	<i>C. racemosa</i> var <i>cylindracea</i> (sonder)

1.1. Position taxonomique

Caulerpa racemosa est une Chlorobionte (algue verte) de la classe des *Chlorophycées*, ou selon d'autres classifications, de la classe des *Bryopsidophyceae* vu sa structure coenocytique

Elle appartient à l'ordre des *Caulerpales* : famille des *Caulerpaceae*, qui constitue un seul genre ; *Caulerpa* (Lamouroux) avec plusieurs espèces et variétés. Guiry M.D et Guiry G.M, 2007 donne une estimation de 85 variétés.

1.2. Structure

Caulerpa racemosa possède un thalle coenocytique composé de deux axes ; axe dressé chlorophyllien (frondes) couvert de ramules souvent opposés, sphériques, légèrement gonflés au dessus du point de fixation avec l'axe rampant : stolons portant des rhizoïdes permettant la fixation de l'algue au substratum (Fig. 2.)

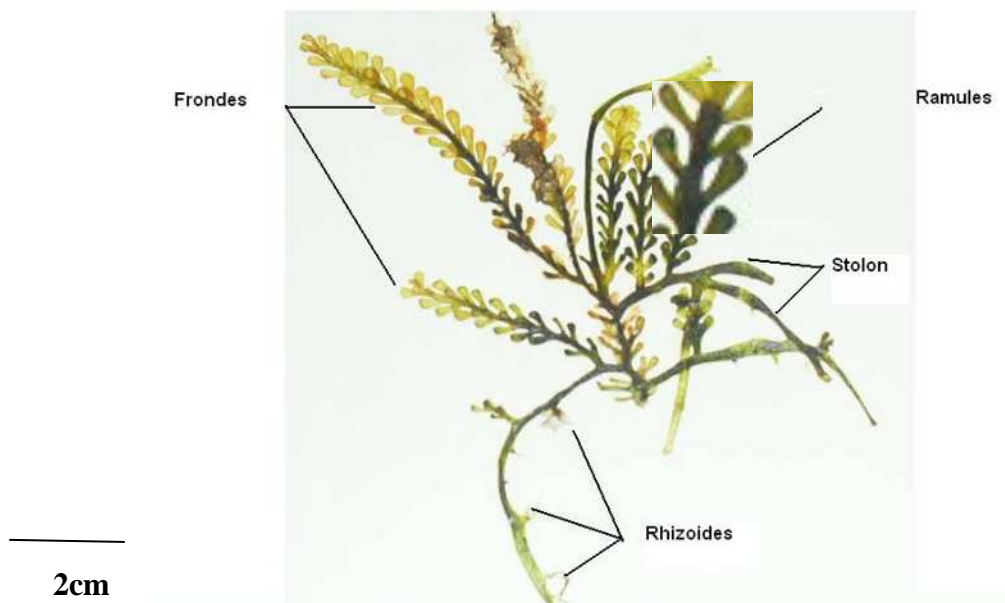


Fig.2. Appareil végétatif de *Caulerpa racemosa* var *cylindracea* récoltée au niveau de la station d'étude (Sidi Fredj -20 cm)

Les frondes mesurent en général 0.5 à 11 cm de haut (exceptionnellement 19cm) avec une croissance très rapide du stolon, la sénescence entraîne la lyse de la partie distale (frondes et rhizoïdes). Cette algue est qualifiée de pseudo pérennante (Meinesz, 1980). Par ailleurs la morphologie de *Caulerpa racemosa* en Méditerranée varie selon : La région, la profondeur, la température (Klein et verlaque, 2008)

1.1. Biologie et reproduction

La propagation rapide de *Caulerpa racemosa* n'est certainement pas due au hasard mais à son mode de reproduction, car celle-ci est capable de se reproduire sexuellement et par voie végétative ; la reproduction sexuée est connue sous le phénomène d'holocarpie, ou tout le contenu cytoplasmique se transforme en gamètes mâles et femelles (anisogamies) libérées en même temps entraînant la lyse totale du thalle (Feldman 1937).

Comme *C. taxifolia*, *C. racemosa* est mono génétique (Panayotidis et Zuijevié, 2001)

Monoïque avec une succession de trois stades de développement :

- Stade protosphère (spécifique au Caulerpe).
- Stade filamenteux.
- Stade typique (Meinesz, 1980)

La multiplication végétative chez cette espèce peut suivre trois formes : la première d'entre elles c'est le modèle de croissance : le schéma de croissance particulier des espèces de Caulerpes se décrit sous les traits d'une ramification du stolon suivi de la décomposition des sommets (frondes). Deuxièmement la fragmentation du thalle qui peut être causée par des perturbations (mouvement de l'eau, le pâturage, les activités humaines), il en résulte des fragments capables de survivre à plusieurs jours de transport et par la suite s'établir sur un substrat approprié (Piazzini et Ceccherelli, 2002). Troisièmement la formation de propagules « observée pour la première fois au laboratoire de ville franche, France » (Ranoncourt et Meinesz, 2002), ces massifs de cellules se présentent sous forme de petits ramules détachés qui produisent dans un individu des filaments chlorophylliens en seulement 5 jours.

1.3. Origine et distribution géographique

Une première constatation de la présence de *C. racemosa* en Méditerranée a été établie par Hamel en 1926 à Sousse, (Tunisie) (Hamel, 1931), cependant, il ne s'agissait pas de la souche invasive (Verlaque et al, 2003), car le complexe *Caulerpa racemosa* comporte plusieurs taxons dont la validité d'un certain nombre d'entre eux reste douteuse à cause de l'aspect morphologique induit par les paramètres environnementaux. Néanmoins trois taxons infra spécifiques de *C. racemosa* ont été identifiés en Méditerranée (Verlaque et al, 2000,2003) :

- Un taxon correspondant aux deux variétés de *C.racemosa var. turbinata* (J. Agardh) Eubank and *var. uvifera* (C.Agardh) J. Agardh,
- *C.racemosa var. lamourouxii* (Turner) Weber-van Bosse f. *requienii* (Montagne) Weber-van Bosse,
- *C. racemosa* nouvellement introduite, dite *Caulerpa racemosa var cylindracea*

Caulerpa racemosa var cylindracea a été observée en Méditerranée, partie orientale dès 1990 sur la côte libyenne : au port de Tripoli (Nizamuddin, 1991), ensuite en méditerranée occidentale, en France, précisément au port de Marseille (Jousson et al., 1998)

Cette dernière a fait l'objet de spéculations concernant sa présence en Méditerranée :

- Premièrement comme espèce migrante Lessepsian de la Mer Rouge (Alongi et al, 1993; Giaccone and Di Martino, 1995). Mais l'examen morphologique et l'étude bibliographique renforce l'hypothèse d'espèce introduite (Verlaque et al, 2000).
- deuxièmement l'analyse de la structure moléculaire a confirmé la conclusion morphologique et suggère une origine hybride de l'espèce (Durand et al, 2002).
- Troisièmement l'identification génétique de ce taxon classé comme *Caulerpa racemosa var cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque, 2003 a été reconnu comme le taxon récemment introduit en Méditerranée (Verlaque et al, 2000, 2003; Fama` et al, 2001)
- Enfin *C. racemosa var cylindracea* (sonder) (1845) est endémique du Sud Ouest Australien précisément de la région entre Perth et Hopetoun (Harvey, 1858; Womersley, 1984 in Klein et verlaque, 2008). (Fig.3.)

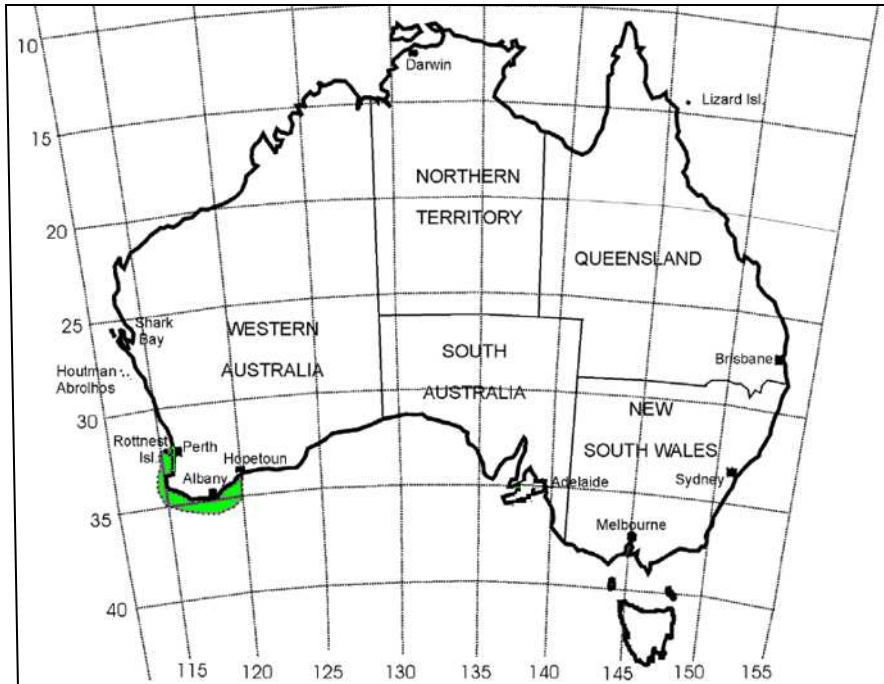


Fig.3. Carte indiquant l'aire de répartition naturelle de *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* dans le sud-ouest de l'Australie, (surface verte), (à partir de Verlaque et al, 2003; modifiée in Klein et verlaque, 2008)

Cette souche envahissante a été depuis naturalisée hors de sa zone géographique habituelle, elle a réussi en une décennie à envahir plus de 13 pays d'abord Italie (Alongi et al., 1993), puis la Grèce (Panayotidis et Montesanto, 1994), Albanie (Di Martino et Giaccone, 1995), Chypre (Hadjichristophorou et al., 1997), France (Jousson et al., 1998), Turquie (Cirik, 1999), Malte (Stevens, 1999), Espagne (Ballesteros et al., 1999), Tunisie (Belkhiria, 1999), Croatie (Zuljevic et al., 2003), et récemment l'Algérie (Ould-Ahmed et Meinesz, 2007). et toutes les grandes îles de Méditerranée ainsi que l'Archipel des Canaries dans l'océan atlantique (annexe.1.tableau1.) (Fig.4)

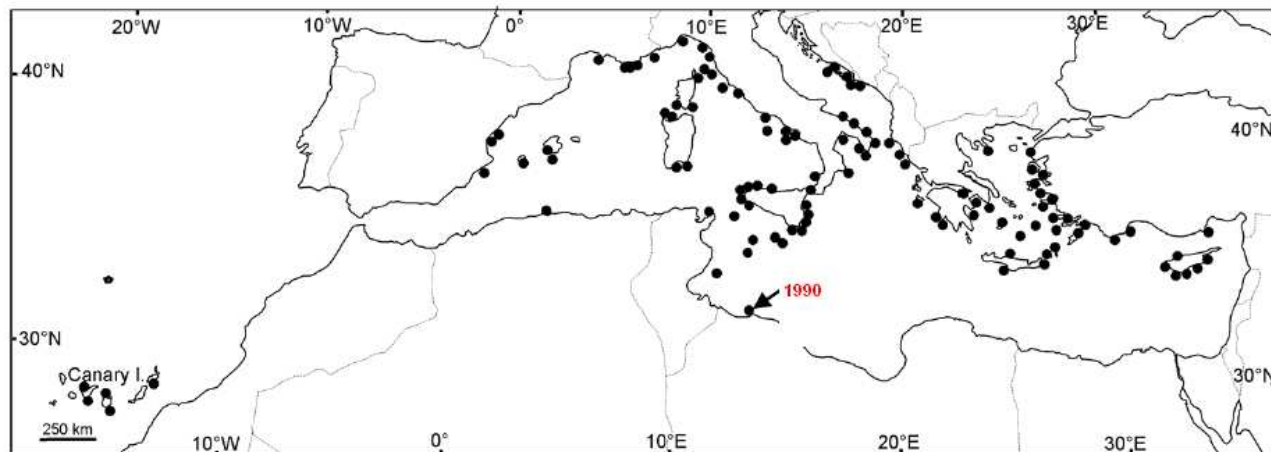


Fig.4. première observation de colonies de *Caulerpa racemosa* en Libye (• tête de flèche), puis observé (•) dans la mer Méditerranée et les îles Canaries (à partir de Verlaque et al, 2004; Piazzì et al, 2005a, modifiée in Klein et verlaque, 2008).

L'estimation de la superficie totale couverte par *Caulerpa racemosa* en Méditerranée ne peut être établie, car il n'existe point de méthodes normalisées à cet effet, néanmoins, des cartes simples indiquant la présence de l'espèce ont été compilées et on a grossièrement estimé les côtes touchées (Piazzì et al, 2005a).

1.4. position écologique

Dans son aire de répartition naturelle au Sud Ouest Australien, *Caulerpa racemosa* est une espèce commune qui se développe à partir de la zone intertidale jusqu'à une profondeur de 6m (Momersley, 1984 ; Carruthers et al ,1993). Or en Méditerranée les prairies de *C. racemosa* s'étendent sur la quasi-totalité du système aphytal ; de l'infralittoral supérieur jusqu'à la limite inférieure des algues photopiles soit entre 0 à 70m ; néanmoins la plus grande abondance enregistrée se situe entre 0 et 30m (annexe 1. Tableau1) quant à son substratum, *C.racemosa* peut se développer sur tout type de substrat : sable, sable grossier, roche, matre morte de *Posidonia oceanica*, vase, sable vaseux, détritique côtier, et coralligènes, dans un large éventail de conditions environnementales

Grâce à son pouvoir de reproduction notamment asexuée et sa qualité de conquérante, elle est relativement résistante à l'abrasion côtière, car elle a été trouvée sur des côtes exposées, ainsi que dans les zones abritées et aux enfouissements par les sédiments (Piazzi et al, 2005)

Quant à la présence de *C. racemosa* à proximité des grandes villes (port de tripoli (Nizamuddin, 1991), port d'Alger (Ould Ahmed et Meinesz,2007) ...) ne témoigne pas d'une affinité de cette dernière pour les zones polluées, mais peut être un artefact dû à ses mécanismes de dispersion par l'intermédiaire du trafic maritime, des activités de pêche et de l'industrie. Ceci montre le niveau de tolérance élevé de *C. racemosa* face à la pollution. (Klein et Verlaque, 2008).

1.5. Impact écologique de *C. racemosa* sur la faune et la flore de Méditerranée

C. racemosa s'implante sur les fonds marins, son axe rampant et ses rhizoïdes tissent rapidement une couverture compacte qui piège les sédiments. Le substrat devient peu à peu inaccessible aux autres organismes fixés, et aux autres algues en particulier. Ainsi une prairie monotone et pauci-spécifique (pauvre en espèces) peut s'installer pour remplacer la vingtaine de communautés et faciès algaux existant généralement dans les petits fonds méditerranéens.

Les herbiers à *Cymodocea nodosa* sont des zones favorables au développement de *C. racemosa*. Ils présentent une diminution de la densité de ses rhizomes contrairement à une augmentation de sa floraison (Ceccherelli et Campo, 2002). Pour une autre phanérogame méditerranéenne, *Zostera noltii*, la colonisation par *C. racemosa* se traduit par l'accroissement de sa densité et du nombre de faisceaux fertiles (Ceccherelli & Campo, 2002).

La confrontation entre *C. racemosa* et *Posidonia oceanica* doit être particulièrement étudiée. En effet, les herbiers de *P. oceanica* constituent l'écosystème littoral le plus étendu de Méditerranée avec la plus grande biomasse. Il sert de nurserie, de refuge et de nourriture à de nombreuses espèces. L'algue colonise les herbiers de façon irrégulière. Les herbiers peu denses sont un substrat facilitant le développement de l'envahissante (Gravez *et al*, 1999)

Des observations faites principalement sur les côtes françaises et italiennes envahies par *C. racemosa* montrent que la colonisation et l'homogénéisation de ces milieux induisent une modification profonde des peuplements de poissons, et le cas échéant d'une diminution globale de leur abondance. D'une manière générale, on observe une uniformisation des peuplements de poissons (Gravez *et al*, 1999 in Gravez, 2003).

Les fonds sédimentaires sans végétation sont également un milieu propice à la colonisation par *C. racemosa*. Son implantation peut provoquer de profondes modifications des caractéristiques physico-chimiques et biotiques du substrat : envasement, enrichissement en matière organique, établissement de conditions anoxiques (pénurie en oxygène) avec comme conséquence une modification de la faune endogée (qui vit dans le substrat), (Argyrou *et al*, 1999a in Gravez, 2003).

Des conséquences économiques directes peuvent apparaître ; certains ports colonisés par *Caulerpa racemosa* risquent, par exemple, d'être confrontés à des surcoûts. En effet, l'envasement des bassins portuaires entraîne un exhaussement des fonds (du fait d'un piégeage des sédiments par une toile (filet) de stolons) qui rend nécessaire leur dragage périodique, les éléments récoltés sont généralement, rejetés au large. Ce qui représente un risque de dissémination important qu'il faut éviter. La solution alternative du stockage à terre de produits de dragage dans des décharges, représente cependant un coût triple en comparaison avec celui du rejet en mer (Gravez *et al*, 1999 in Gravez, 2003).

2. présentation des sites d'étude :

Les zones d'échantillonnages se localisent dans la baie Ouest d'Alger et comptent deux zones : celle de Sidi Fredj, et celle de Ain Benian.

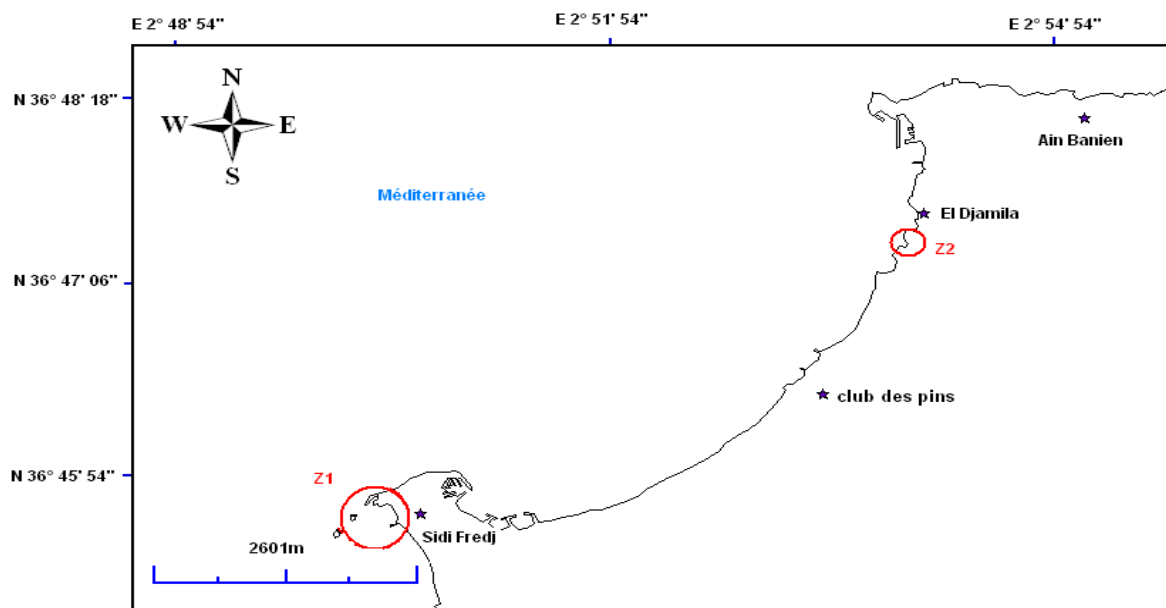


Fig.5. localisation des sites d'étude (○ zones d'étude : Z1 Sidi Fredj, Z2 Ain Benian)(carte réalisé a l'aide du logiciel Map info 10.)

2.1. Le site de Sidi Fredj

Le premier site d'étude exploré est Sidi Fredj, se localise à environ 25 kilomètre du chef lieu d'Alger entre $2^{\circ}50'57''$ à $2^{\circ}50'59''$ Longitude Est et $36^{\circ}45'05''$ à $36^{\circ}45'11''$ Latitude Nord. Délimité, par le cap de Ras Acras au Nord Est, et du Mont Chenoua à l'Ouest. De part et d'autre de la presqu'île de Sidi Fredj se trouvent deux anses, l'anse Est et l'anse Ouest qui représente la zone d'étude.(Fig.6)

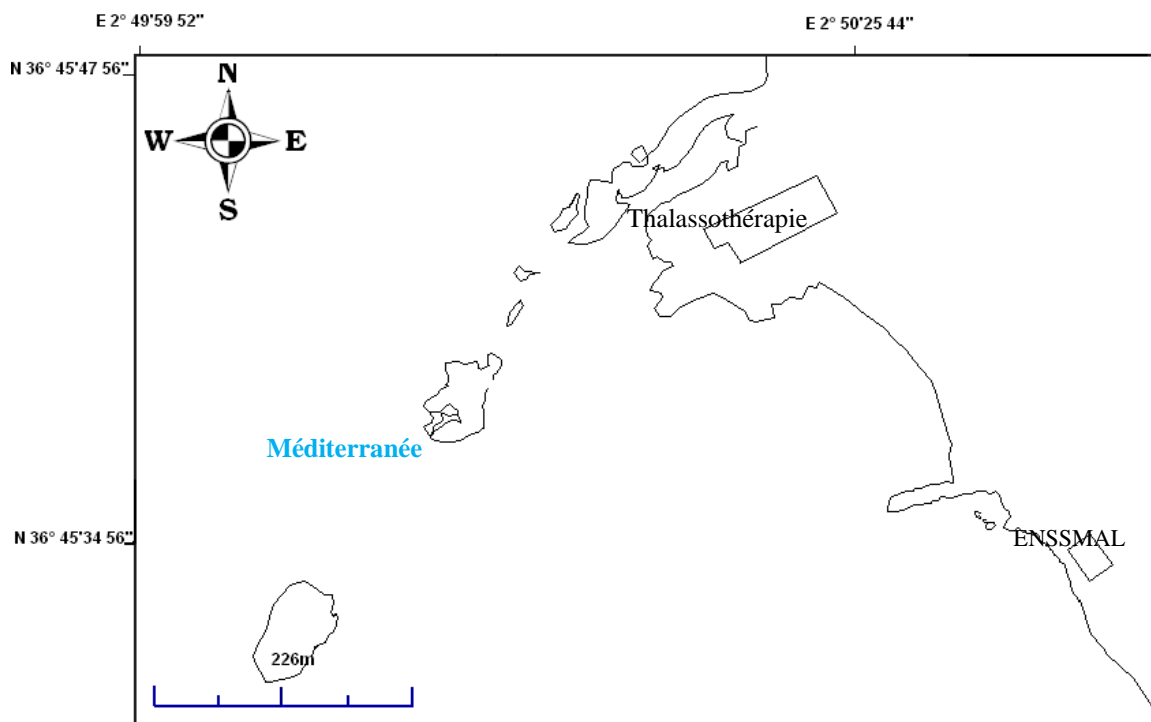


Fig.6. localisation du site de Sidi Fredj (fait à l'aide du Map info10.5)

2.1.1. Données climatiques et facteurs hydrodynamiques

2.1.1.1. Température de l'air, Vent, houle, courant :

La zone d'étude possède un climat Méditerranéen caractérisé par une pluviométrie irrégulière (périodicité de précipitation) d'une année à une autre, elle appartient à l'étage bioclimatique subhumide

Pour ce qui est de la température de l'air, la moyenne annuelle est de l'ordre de 18°C pour la période 2003/2005, l'écart moyen entre la température moyenne de l'air du mois le plus chaud (août) et celle du mois le plus froid (janvier) est de l'ordre de 13°C. Les variations au niveau des températures extrêmes sont dues à la nature des masses d'air d'hiver (froides du secteur N et NW) et d'été (chaudes du secteur Sud), (données ONM, 2003-2005)

L'agitation de l'eau, due aux variations du niveau de la mer, aux courants et à la houle, crée des forces variant en fonction de son intensité, aussi les organismes sont-ils sélectionnés sur leur capacité à résister aux forces d'arrachement. La zone d'étude constitue l'étage infralittoral du système phytal, domaine privilégié des algues photophiles et des algues rouges calcifiées. Le degré d'exposition des habitats à l'hydrodynamisme conduit à distinguer les milieux du mode battu au mode calme. En règle générale, le fort hydrodynamisme engendre

des accommodations pour une espèce donnée, qui se traduisent souvent par des variations morphologiques

La principale caractéristique de cette zone est qu'elle est très ventée (tableau n°1.), (Fig.7.) on relève :

- Une dominance hivernale caractérisée par les vents d'Ouest et Nord-Ouest d'une vitesse de 11 à 21 nœuds avec une fréquence de 10% (Ghehiouche. A et Zemat. Y, 1996), ce qui influe sur la formation des courants dans les niveaux superficiels induisant ainsi des courants de surface orientés vers le large, favorisant la montée d'eaux intermédiaires à la côte et entraînant les eaux côtières polluées vers le large (Bellian et Peres, 1970)
- Une dominance estivale avec du vent de secteur Est et Nord-Est d'une vitesse de 4 à 10 nœuds et une fréquence de 12% (Ghehiouche. A et Zemat. Y, 1996), qui n'est guère bénéfique aux peuplements marins superficiels, car engendrant des houles dont la direction de propagation est pratiquement parallèle à la côte. Ces vents ont tendance à ramener les eaux polluées le long du rivage (Braik, 1989 in Mezali, 1998). Il semble que les aménagements effectués dans la zone pendant les années 70 * ralentissent les effets de la dérive littorale à une intensité unidirectionnelle vers le Sud-Ouest

Tableau.1. fréquence des vents au niveau de la baie de Bou Ismail (%) (Station météorologique de Tipaza 2003/2005)

Direction	Annuelle (%)	Hivernal (%)	Estival (%)
Nord- est à Est	17.80	12.20	23.40
Nord- ouest à Ouest	23.30	27.50	19.00
Ouest	08.40	08.50	08.20
Sud-sud Est	07.50	12.20	03.60
Vent nul	11.60	06.40	16.80

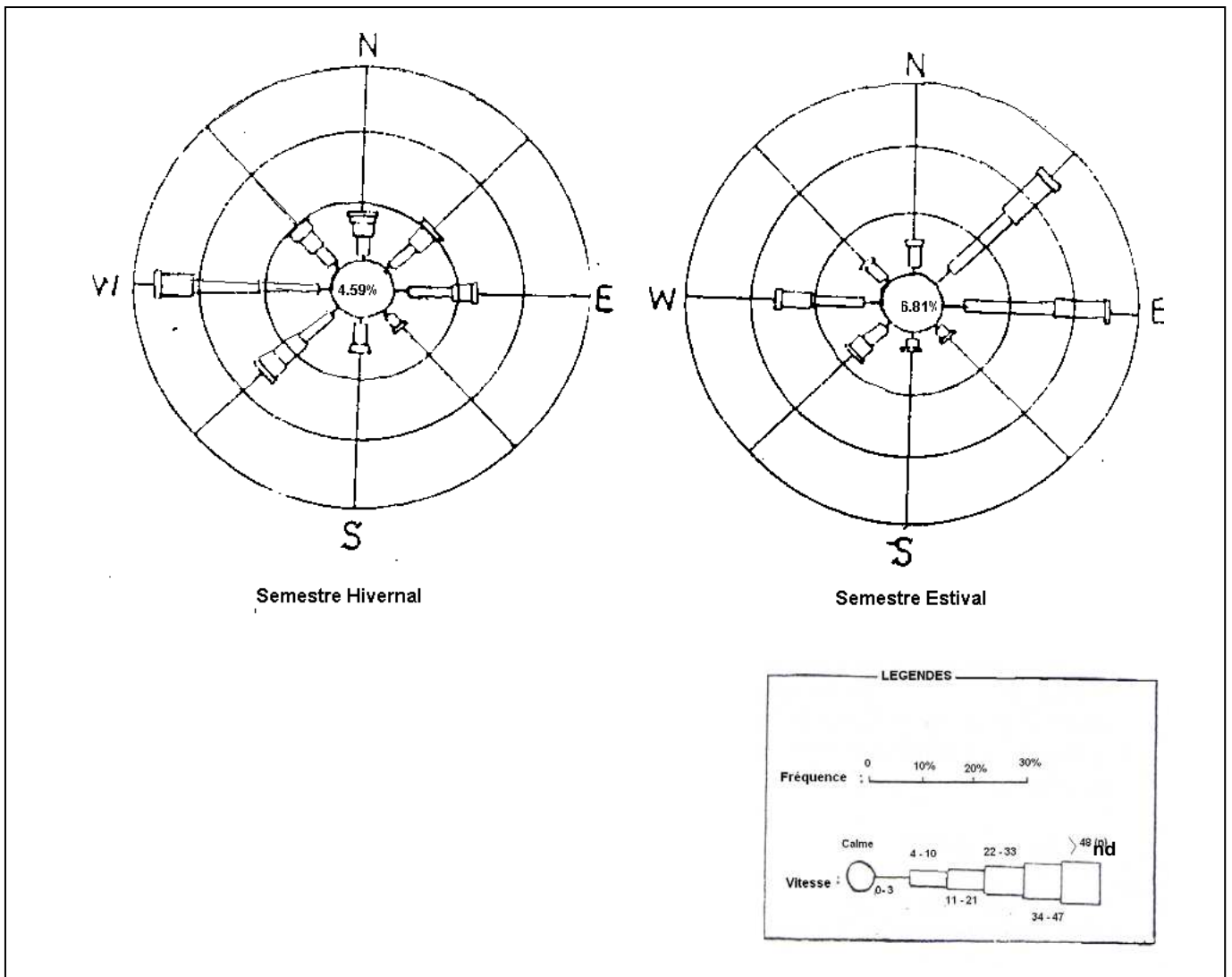


Fig.7. Rose des vents (Alger)

2.1.1.2. Cadre bathymétrique :

Les algues occupent à peu près tous les milieux dès lors qu'ils sont éclairés et humides, toutefois leur répartition bathymétrique est limitée par leur capacité photosynthétique.

Dans la zone de prélèvement le fond est très accidenté, caractérisé par des hauts fonds occupés majoritairement par l'herbier à *Posidonia oceanica* ou par la matte. L'irrégularité des fonds relève un relief sous marin très hétérogène : les profondeurs varient de 0.5 à 6.5 m mais ne suivent pas une répartition continue de la cote vers le large. (Ghehiouche et Zelmat, 1996) (fig.8.)

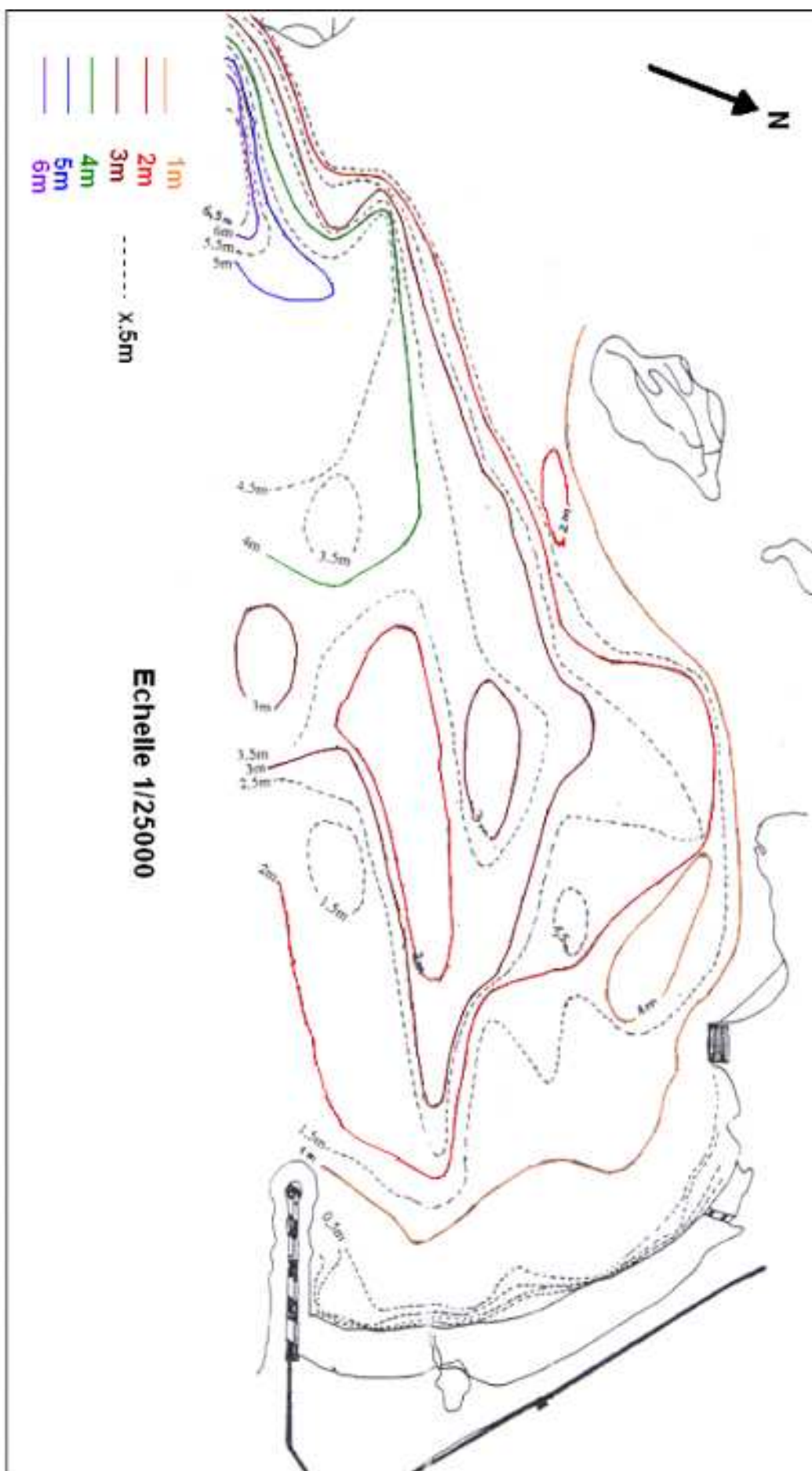


Fig.8. carte bathymétrique de la plage Ouest de Sidl Frouj (Chebhouche .A. et al. 1996)

2.1.2. La température de l'eau:

La température de l'eau de mer est un facteur écologique important agissant sur la répartition géographique des différentes espèces faunistique et floristique (Dreux, 1980)

Au niveau de la presque île de sidi Fredj, les relevés saisonniers (hiver, printemps, été) de température réalisés, se présentent comme suite :

Les températures minimales sont enregistrées au mois de mars, et elles sont de (14°C), celles recueillies au mois d'avril sont de 17°C, tandis que les températures maximales sont enregistrées au mois d'août et varient entre 20°C et 25°C (résultat obtenu lors de l'étude, sauf mois d'Avril (Boutarene et Ghanem, 2010)

2.1.3. La Pollution

La station de sidi Fredj n'est pas à l'abri d'une contamination par les eaux polluées (pollution métallique), et ce malgré son éloignement de l'embouchure du oued Mazafran (Boulahdid. comm. pers.)

Il existe deux types de pollution au niveau de la zone d'étude :

- La première étant une pollution tellurique (anthropique) ayant pour origine les émissaires d'eaux usées provenant des agglomérations de la région et se déversant directement au niveau de la plage
- La seconde n'est autre que les dégâts causés par le déversoir du centre de thalassothérapie, qui consiste en des rejets d'eau de mer médicaux chaude utilisée par la balnéothérapie (47°C), ainsi que la piscine (38°C), (Kabab. Comm.pers)

2.2. Site d'Ain Benian

Un autre site a fait l'objet de prélèvements *in situ*. (Fig.8.)

(fait à l'aide du Map info10.5)

Ain Benian est un site qui comprend plusieurs petites anses, dont l'une d'elles constitue le domaine d'échantillonnage ; marqué par un fond composé de mélange de blocs de différentes dimensions. Sa profondeur varie de 0.5 à 7 m à partir de la côte jusqu'au large, appartenant à la baie d'El Djamila, et se trouvant à 18 Km à l'Ouest d'Alger aux coordonnées 2°55'Longitude Est et 36°48' Latitude Nord. Ses caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous

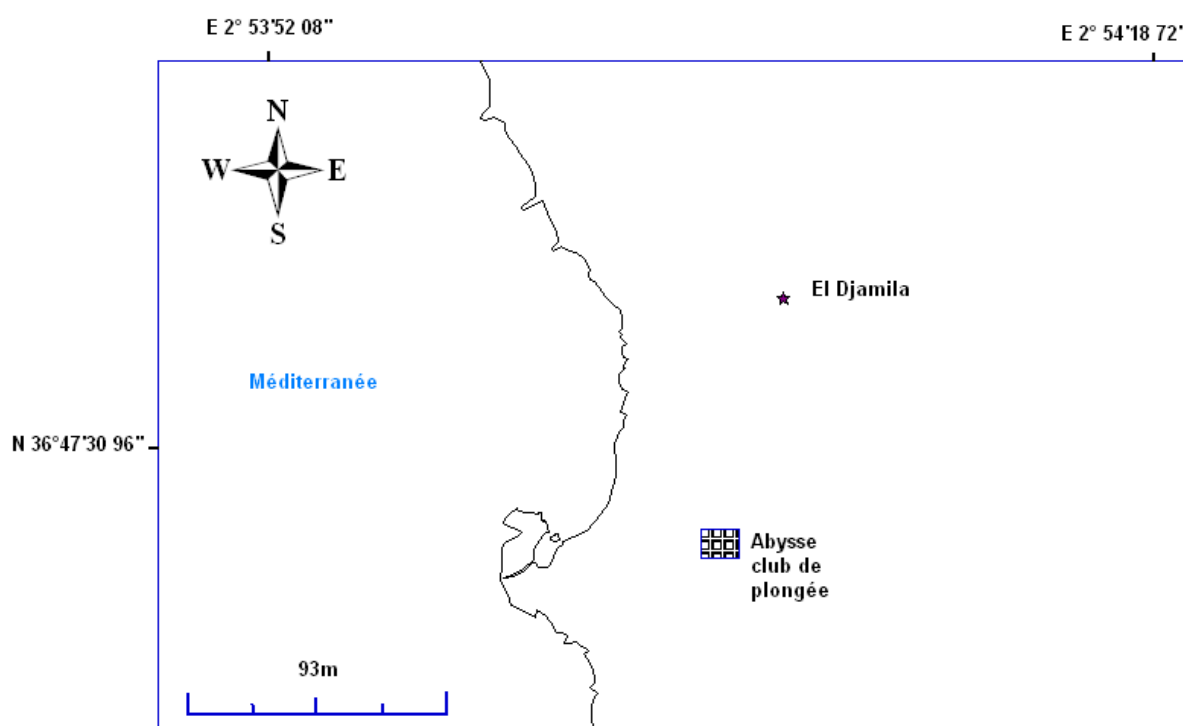


Fig.3. localisation du site de Ain Benian (Fait à l'aide du Map info10.5)

2.2.1. caractères généraux du site (Bouzaza et Rakeb, 2006)

2.2.1.1. Caractéristiques physiques	2.2.1.1.1. Climat - Il est de type subhumide - L'amplitude thermique est moyenne (moyenne annuelle de la température de l'air est de l'ordre de 18°C pour la période 2003/2005) - périodicité de précipitation - vents dominants proviennent des secteurs Ouest à Nord Ouest en hiver et Est à Nord Est durant l'été
2.2.1.2. Facteurs hydrologiques	2.2.1.2.1 La température : la température des eaux côtières est de 13°C à 25°C
2.2.1.3. La pollution	La proximité d'une station d'épuration du site des prélèvements témoignent d'une pollution tellurique ainsi que la présence de rejets anthropiques (domestiques).

1. Méthode d'échantillonnage

1.1. Choix des sites ;

Le peuplement de *Caulerpa racemosa* a été étudié sur la côte Ouest algéroise : à l'anse Ouest de la presqu'île de Sidi Fredj, où, entre autres, l'algue a été signalée pour la première fois en Algérie (Ould Ahmed et Meinesz, 2007), ainsi qu'à Ain Benian (l'une des anses ouest du port d'El Djamila) (Fig.9.)

Des relevés phytosociologiques ont été effectués au niveau des deux sites.

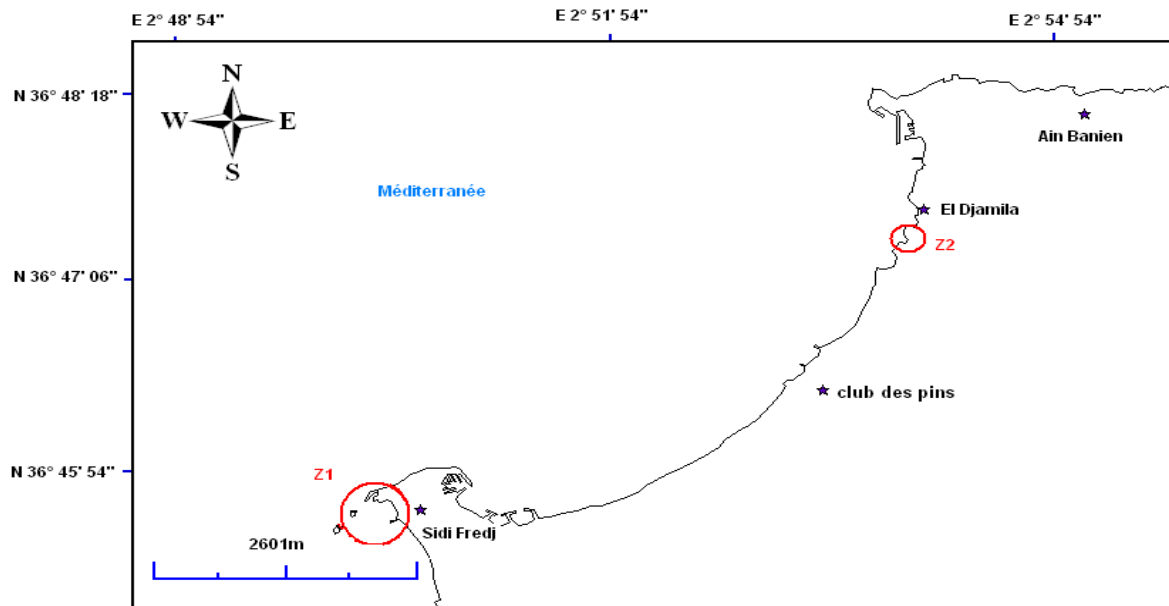


Fig.9. localisation des sites d'étude (○ zones d'étude : Z1 Sidi Fredj, Z2 Ain Benian)

A **Sidi Fredj**, Quatre stations ont fait l'objet de relevés superficiels (0-0.5 m), et une station de profondeur à -4m, cette série de relevés est de type phytosociologique qui consiste à faire un grattage complet d'une surface de 20cm x 20cm, correspondant à l'aire minimale qualitative. Sur les cinq stations, quatre ont fait l'objet de prélèvements saisonniers (hiver, printemps, été, 2010), celle de profondeur n'a été traitée qu'au printemps. (Fig.10.)

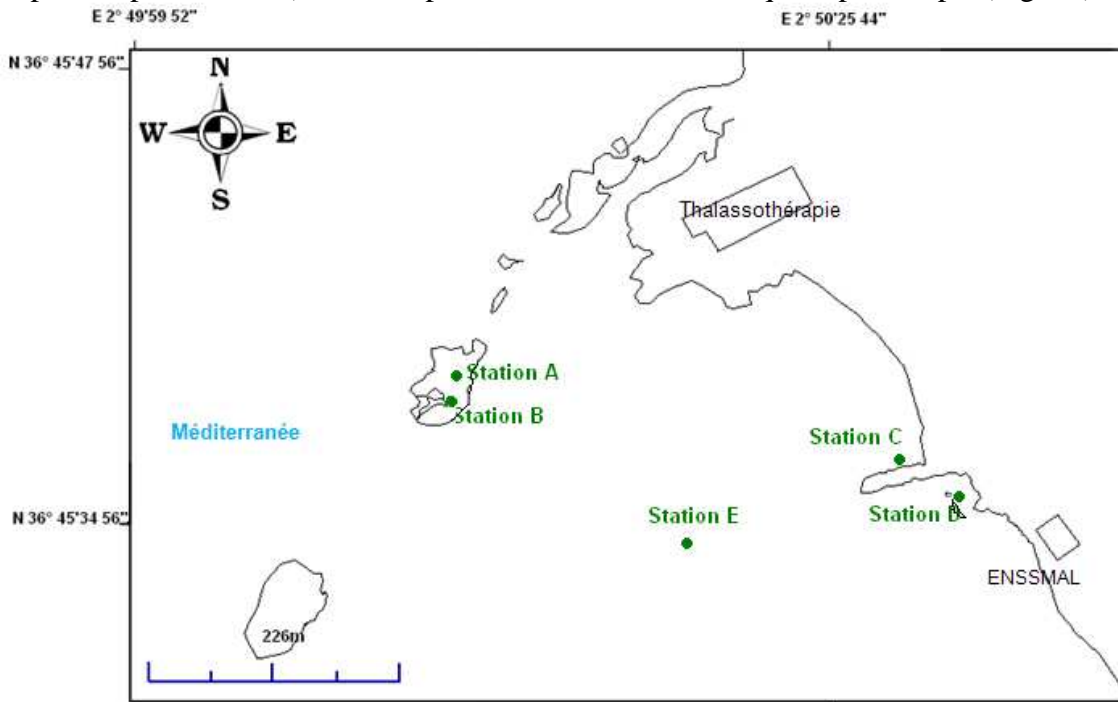


Fig.10. position des stations au niveau de la plage Ouest de Sidi Fredj

A titre comparatif un autre échantillonnage a eu lieu à **Ain Benian**, il s'agit d'un prélèvement réalisé à la saison estivale, qui porte sur Quatre stations à des niveaux superficiels (0- 0.5m), (Fig.11)

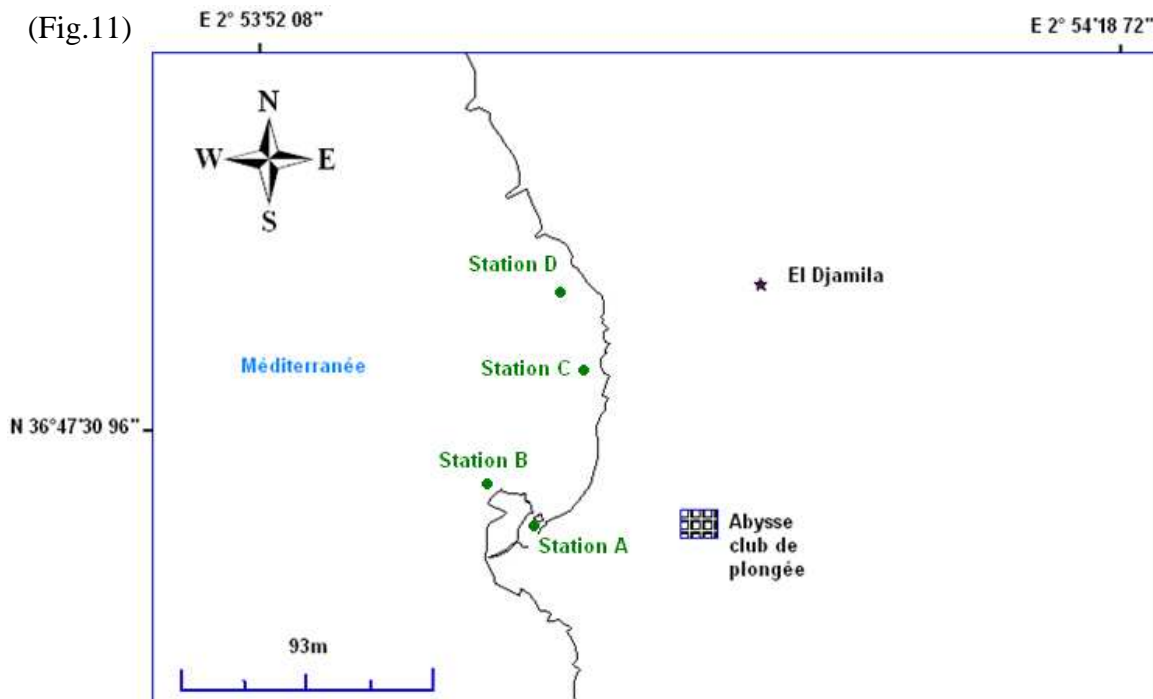


Fig.11. position des stations au niveau du site de Ain Benian

Le matériel recueilli pour chaque station est conservé dans de l'eau de mer formolée à 10% dans des bocaux en verres, afin de fixer leur structure et pouvoir les identifier ultérieurement au laboratoire. Tous les renseignements (coordonnée GPS, date, numéro du relevé, pente, profondeur et état de la mer) sont soigneusement étiquetés.

1.2. La notion de phytosociologie

La phytosociologie est un concept datant de la fin du 19^{ème} siècle, sa définition est basée sur les éléments suivants : « *Une association est l'ensemble des espèces adaptées aux mêmes conditions physicochimiques et qui se font nécessairement cortège.* » (Flahault, 1897). Mais progressivement, au fil du temps cette notion s'est modifiée avec l'apport de (Allorge en 1922) qui introduisit l'aspect dynamique, celui-ci repose sur la mouvance de l'association dans le temps, par rapport aux variations climatiques, ainsi que les effets de l'action humaine.

Lors de sa métamorphose, enrichie par les divers apports, le concept phytosociologique a évolué en se dotant d'un outil de base le relevé floristique

1.3. L'aire minimale

L'aire minimale qualitative, est définie comme la plus petite surface ou la quasi-totalité des espèces du peuplement ciblés se trouvent simultanément réunies (Peres et Picard, 1964)., elle consiste en une cueillette, un grattage intégrale d'une surface de 400cm² soit un relevé de 20cm × 20cm dans la frange supérieure de l'infralittoral.

Cette surface permet l'extrapolation des résultats au mètre carré

1.4. Mesure de la température de l'eau

La Mesure de la température de l'eau, au niveau de chaque station et à différentes saisons a été effectuée par un thermomètre, à mercure les résultats obtenus sont représentés dans le tableau ci-dessous

Tableau n° 2 : température de l'eau pour chaque station a différentes saisons

	Températures °C				
	station A	station B	station C	station D	station E
Hiver	14,1	14,5	13,6	13	
Preintemps	19	18,1	19,5	18,3	19,5
Eté	23	22,8	22,2	20	

2. Etude au laboratoire

2.1. Tri et détermination

Au laboratoire, Le tri consiste à séparer les thalles de *Caulerpa racemosa* des débris organiques et des espèces accompagnatrices (déterminées et portées sur les listes floristiques et faunistiques correspondantes).

2.1.1. Les paramètres analytiques

Un certain nombre de paramètres analytiques utilisés dans l'étude ont été considérés d'après la méthode de Boudouresque (1971)

2.1.1.1. Le coefficient T

Ce facteur représente le nombre total d'espèces participant activement à la réalisation de la couverture végétale d'une station

2.1.1.2. Le recouvrement (%)

D'après Boudouresque (1971), le recouvrement (Ri) est le pourcentage de la surface du substrat couverte en projection par une espèce i.

Cette dernière est représentée par la dominance de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection horizontale de leur appareil végétatif sur une plaque en verre comportant 100 cases, dont l'ensemble correspond à l'aire minimale soit 400 cm².

2.1.1.3. Le coefficient Q

Le coefficient Q représente l'effectif absolu en espèces d'un ensemble considéré dans un relevé (unité systématique ou groupe écologique...)

$$\text{Donc } Q=T$$

Q : effectif du groupe systématique d'espèces.

T : nombre total des espèces.

2.1.1.4. La dominance qualitative DQ (%)

La dominance qualitative DQ (%) d'un sous ensemble d'espèces est le rapport du coefficient Q du sous ensemble considéré sur le nombre des espèces (T) multiplié par 100

$$DQ = \frac{Q}{T} \times 100$$

2.2. Etude de *Caulerpa racemosa*

L'expansion rapide et le caractère envahissant de *Caulerpa racemosa* ont conduit à une étude plus détaillée, à savoir ; l'évolution saisonnière du recouvrement, de la morphogénèse, de la biomasse, de la flore et faune associées.

2.2.1. Le Recouvrement (%)

Le recouvrement de *C. racemosa*, consiste à étaler l'algue sur une plaque en verre comportant 100 cases, dont l'ensemble équivaut à l'aire minimale soit 400 cm². Et qui correspond à un relevé

2.2.2. La Morphogénèse

C'est une évaluation morphologique saisonnière de l'algue en fonction de sa croissance.

Le principe est de réaliser des mesures des différentes parties de l'appareil végétatif de *C. racemosa* selon la méthode de Meinesz (1979) et Ould Ahmed (1994)

- La longueur totale des stolons
- Le nombre total de frondes
 - Nombre de fronde >2cm
 - Nombre de fronde =<2cm
- Longueur des frondes
 - Moyenne L_F >2cm
 - Moyenne L_F =<2cm

2.2.3. La Biomasse

L'évaluation de la biomasse en poids sec du relevé de *Caulerpa racemosa*, procure une précision de l'aspect quantitatif, au niveau des diverses stations saisonnièrement pour le site de Sidi Fredj, et une comparaison avec le site d'Ain Benian durant la saison estivale

La biomasse est mesurée d'après les étapes suivantes :

- Les thalles de *Caulerpa racemosa* sont lavés à l'eau de mer. puis essorés entre deux feuilles de papier filtre
- Les rhizoïdes retenant du sable sont sectionnés à 1 mm du stolon.
- Le reliquat d'algues est ensuite mis à l'étuve pendant 24heures à 90°C.
- La biomasse en poids sec est obtenue par la pesée du produit séché sur une balance de précision à 0.01g (Meinesz, 1979 ; Ould Ahmed, 1994)

2.2.4. Etude de la faune et flore associées

2.2.4.1. Etude de la flore

Le tri des échantillons se fait tout d'abord par rapport à leur aspect morphologique. En premier on se base sur la coloration des algues pour les classer selon les trois groupes systématiques considérés : Rhodobionte (algues rouges), Chormobionte : Fucophytes (algues brunes) et Chlorobiontes (algues vertes). La distinction des trois grands groupes d'algues est aussi obtenue grâce à leurs caractères cytologiques.

Ensuite pour l'identification systématique des espèces : le genre et l'espèce sont authentifiés pour chaque individu prélevé à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope photonique (coupes histologiques très fines souvent nécessaires). Guidée par une multitude de clés d'identification.

2.2.4.1. 1. Clé de détermination

Les clés d'identification essentiellement utilisées sont :

Hamel (1931) ; Feldmann (1937) ; Hamel (1931-1939) ; Feldmann-Mazoyer (1940) ; Verlaque (1987) ; Seridi (1990) ; Boudouresque et *al* (1992) ; Ould Ahmed (1994), et Boudouresque et *al* (2006)

2.2.4.2. Etude de la faune

Quant aux espèces faunistiques recueillies, elles sont minutieusement triées et classées selon le groupe zoologique (crustacés, échinodermes, mollusques...). ces dernières sont conservées dans des piluliers contenant du formole à 10%, afin d'être identifiées selon : Campbell et Nichollis (1986)

1. Les paramètres analytiques :

1.1. Le coefficient T:

Le nombre total moyen d'espèces floristiques présent dans l'aire à *Caulerpa racemosa* varie de 4 à 13 espèces couvrant une surface de 400 cm²

Ce nombre est relativement faible par rapport à d'autres enregistrés dans des communautés tel que le genre *Cystoseira* : Il a été noté 30 espèces associées à *Cystoseira stricta* et 37 espèces associées à *Cystoseira barbata* au niveau de l'anse de Kouali (Benali, 2010).

Ceci s'explique par la présence dominante de *C. racemosa*.

Par ailleurs les chiffres supputés montrent une régression du coefficient T moyen de l'hiver (10 individus) à l'été (4 individus)

Ce résultat témoigne de la présence de *C. racemosa* à la saison chaude contrairement à la saison froide sur les quatre stations de prélèvements, car la température de l'eau de mer enregistrée en été est de 22° C, or en hiver elle est de 13.8°C

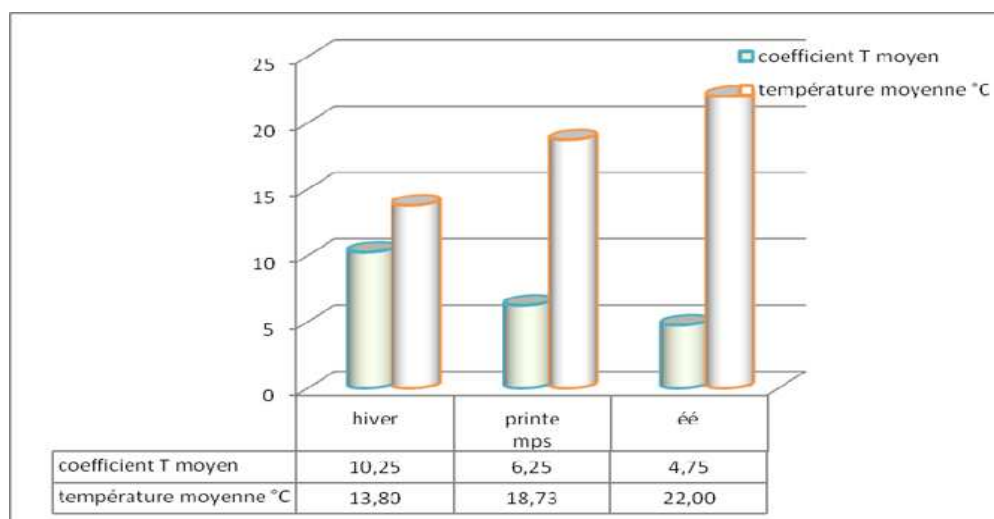


Fig.10 : le coefficient T moyen pour chaque saison et à différentes températures

1.2. Le recouvrement (%):

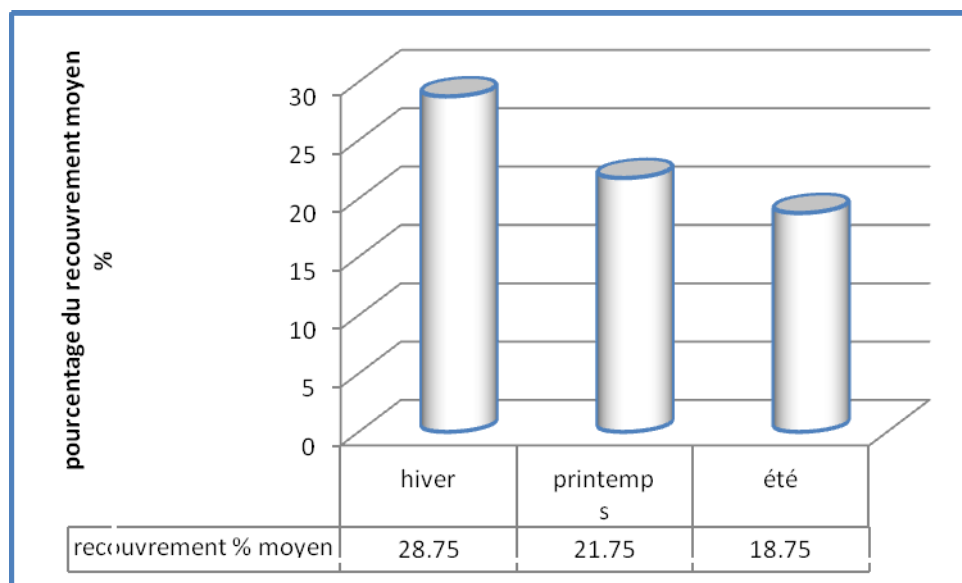


Fig.11. le recouvrement algal moyen (%) de la flore associées en fonction des saisons

Le recouvrement moyen de La flore associée à *Caulerpa racemosa* varie de 18.75 % en été à 28.75 % en hiver, le reste de la couverture végétale est trusté par l'algue envahissante. Ces résultats suivent une régression de l'hiver à l'été, ce qui permet de constater que *C. racemosa* envahit encore plus le milieu en période estivale.

1.3. Le coefficient Q:

L'effectif absolu total (Q) des différents groupes systématiques est plus représentatif pour les Rhodobiontes, soit un total de 21 espèces, suivi des Chormobiontes avec 8 espèces. Le groupe des Chlorobiontes reste le plus faible avec seulement 6 espèces.

La variation saisonnière de ce coefficient montre également un maximum de Rhodobiontes en hiver suivi des Chormobiontes à la même saison, avec une moyenne de deux espèces par stations/saisons. Et en dernier les Chlorobiontes avec 1espèce en moyenne par saison ; ces résultats désignent une similitude et une homogénéité au niveau des espèces en fonction des saisons.

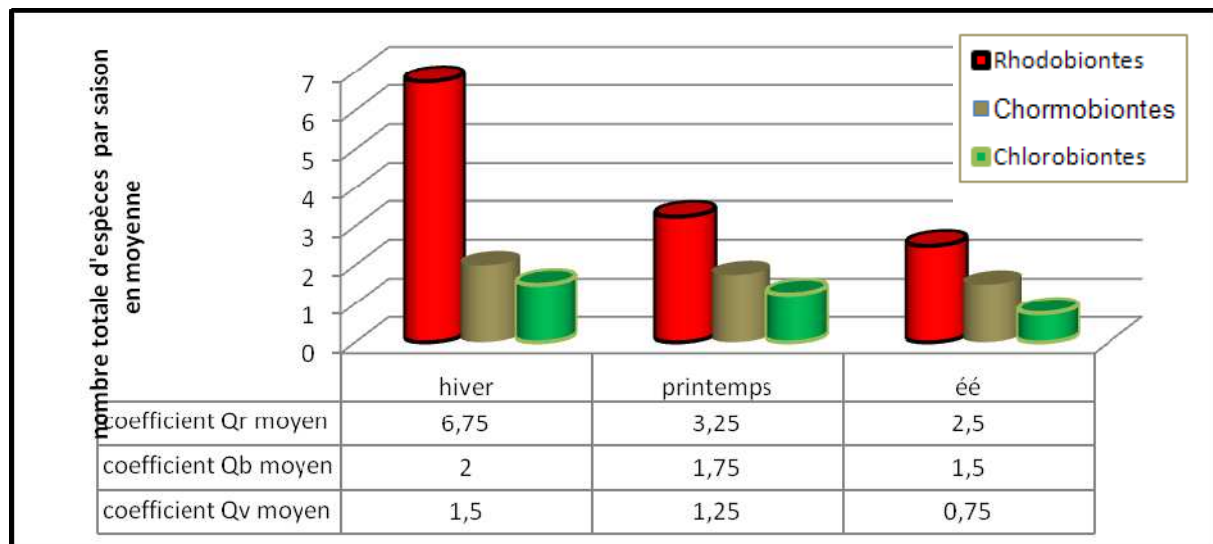


Fig.12. les effectifs absolus moyens (Q) des groupes systématiques en fonction des saisons

1.4. Le coefficient DQ (%):

La dominance qualitative des différents groupes systématiques est en relation avec leurs effectifs absolus. En effet elle démontre une nette dominance de 55.97% du groupe des Rhodobiontes : *Corallina elongata* , *Lithophyllum incrustans* , *Jania rubens* Suivi des fucophycées (Chormobiontes) avec 26.98% tel que *Colpomenia peregrina*, *Stypoclon scoarium*, *Padina pavonica*. Et enfin le groupe des Chlorobiontes avec seulement 17.05% dont *Chaetomorpha aerea*, *Ulva lactuca*

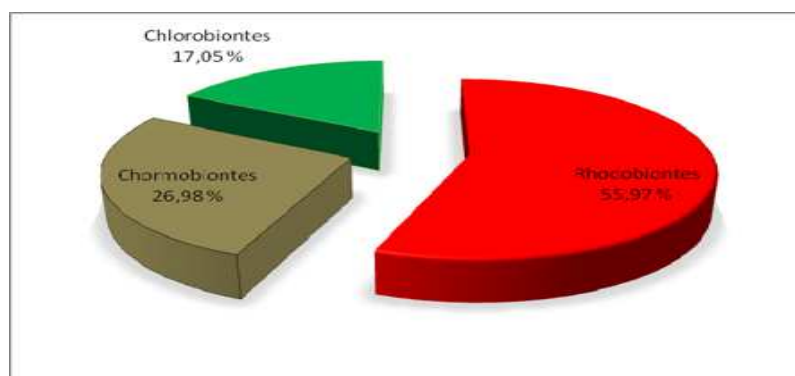


Fig.13. la dominance qualitative (DQ %) des différents groupes systématiques (Sidi Fredj)

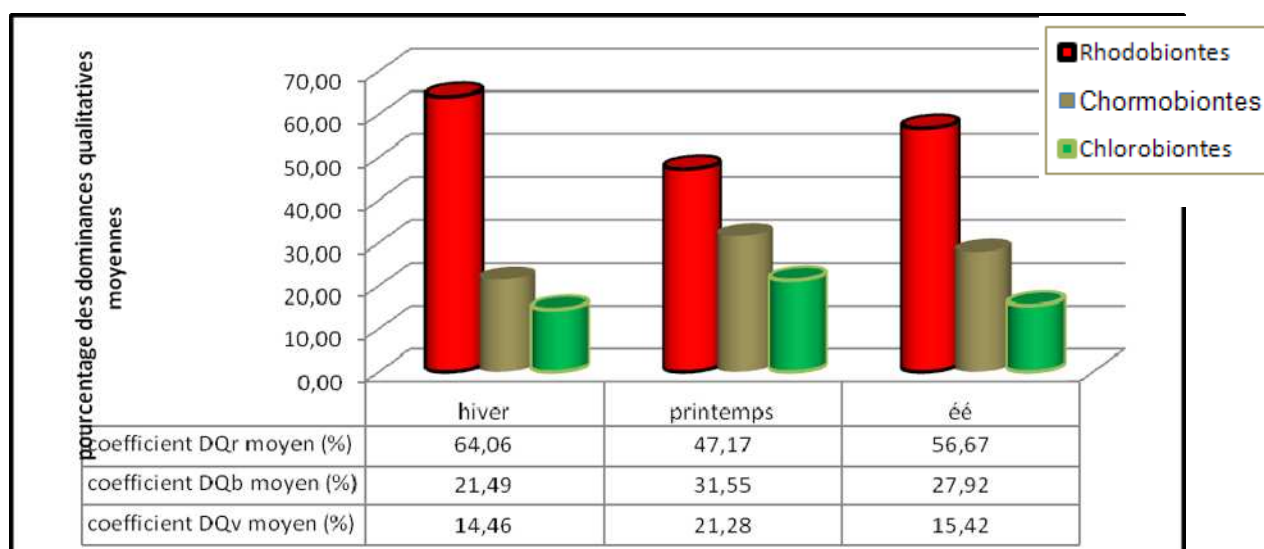


Fig.14. les dominances qualitatives moyennes en fonction des saisons

La dominance qualitative moyenne en fonction des saisons montre une dominance des Rhodobiontes sur l'ensemble des saisons avec un maximum en hiver de 64.06 %, juste après vient le groupe des Chormobiontes avec un maximum au printemps de 31.55%, et enfin les Chlorobiontes avec en moyenne 21.28 % à la même saison.

L'étude des prélèvements permet d'expliquer la dominance des algues rouges par le fait qu'elles représentent les biotopes photophiles thermophiles de l'infralittoral (Boudouresque, 1984). Elles sont récoltées en mode calme ou semi agité, seulement l'étude effectuée suggère que l'espèce *Caulerpa racemosa* couvre l'ensemble du territoire et fait barrage à la lumière donc l'espèce photophile diminue. Aussi la prolifération d'*Ulva lactuca* au niveau du site de Sidi Fredj est une conséquence directe des rejets d'eau polluée d'origine domestique, car cette espèce préfère la pollution organique.

2. Etude de *Caulerpa racemosa*

2.1. Le Recouvrement (%) :

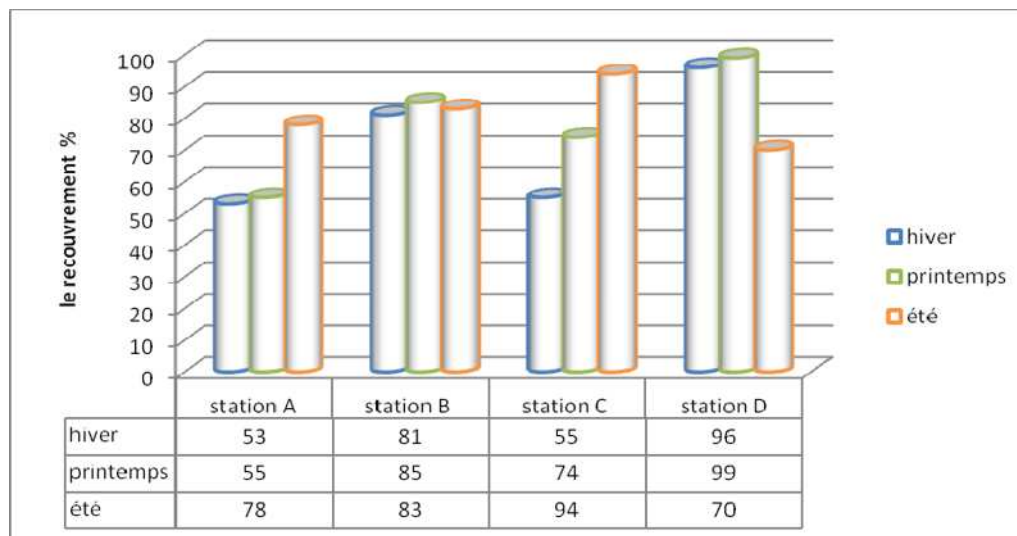


Fig.15. le recouvrement végétal (%) de *Caulerpa racemosa* pour les quatre stations en fonction des saisons

L'analyse des variations met en évidence une remarquable augmentation de la couverture végétale au fil des saisons (De l'hiver à l'été) pour chacune des stations

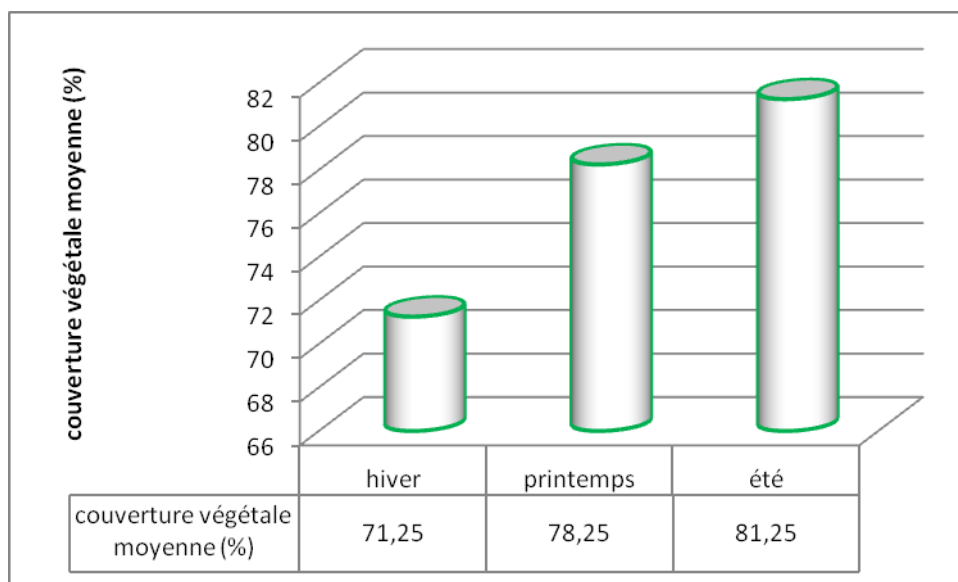


Fig.16. Le recouvrement végétal moyen (%) de *Caulerpa racemosa* en fonction des saisons

Les résultats montrent un minimum de recouvrement moyen en hiver soit 71.25% et un maximum en printemps et été avec 78.25 %. Ce qui détermine une période de développement de *Caulerpa racemosa* entre le printemps et l'été.

2.2. La Biomasse

La biomasse en poids sec s'effectue sur deux stations à titre comparatif (B, C) : les valeurs moyennes obtenues sont comprises entre 375.375 g/m² poids sec et 52.52 g/m². Celles-ci sont nettement supérieures aux biomasses obtenues par Capiomant et al 2005 dans la baie de Bizerte (Tunisie) entre 1 à 5m de profondeur (40.1 à 81.6 g/m² poids sec)

La fluctuation saisonnière de la biomasse correspond en effet aux valeurs du recouvrement moyen de l'algue, soit une moyenne maximale en été de 216.16 g/m², et une minimale en hiver de 45.71 g/m². Ce qui est en corrélation avec la température de l'eau : 22°C en été et 13.8°C en hiver.

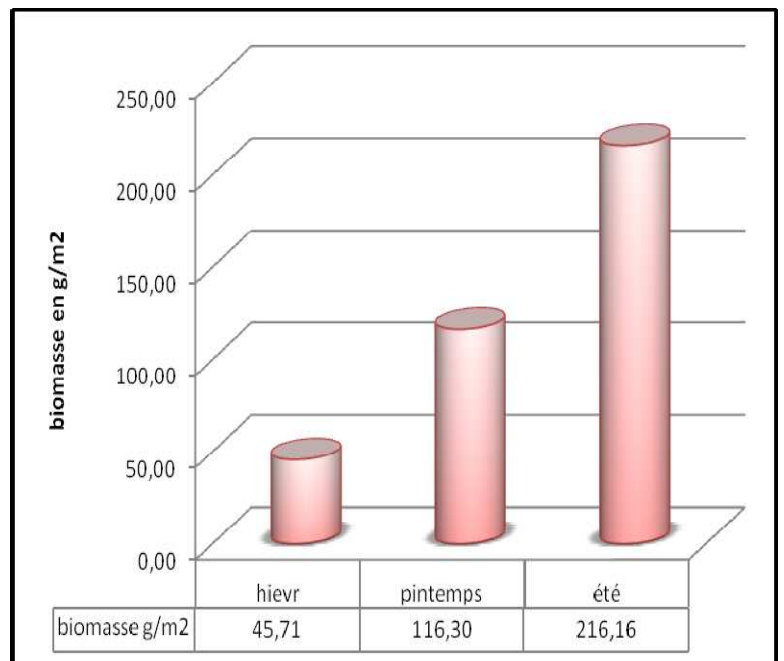


Fig.17. Biomasse moyenne g/m² saisonnière de *C. racemosa* (Sidi Fredj)

Ainsi l'évolution saisonnière de la biomasse de *Caulerpa racemosa* est en rapport avec son cycle de développement végétatif.

2.3. La Morphogénèse :

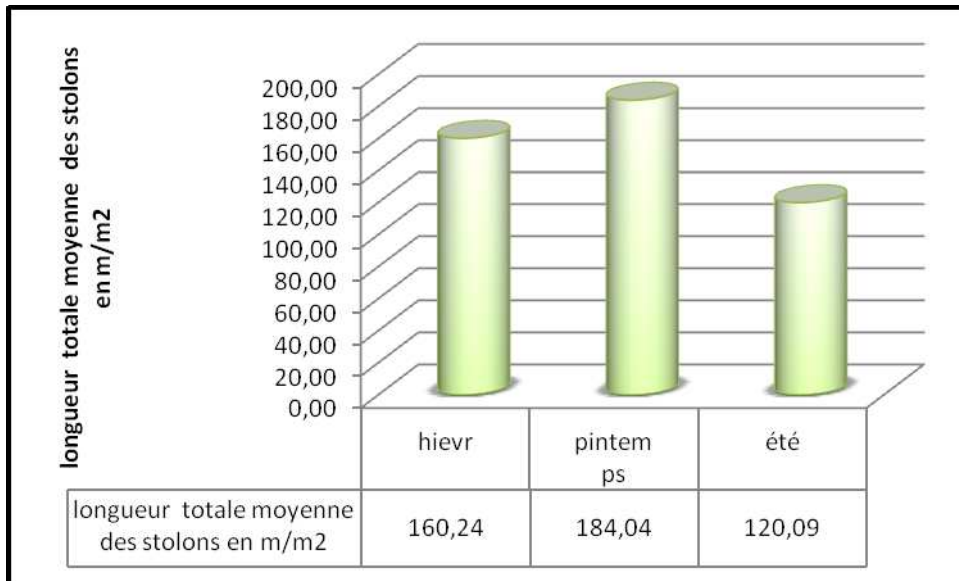


Fig.18. La longueur totale moyenne des stolons en m/m² en fonction des saisons.

L'irrégularité de la longueur des stolons en fonction des saisons, montre que la moyenne la plus élevée soit 184.04 m/m² est enregistrée au printemps, Or la plus basse est celle de l'été avec 120.09 m/m². Les valeurs obtenues restent élevées, à raison de 146.38 m/m² en moyenne pour la longueur totale des stolons, par ailleurs Ceci peut s'expliquer par une formation des nouveaux stolons qui a lieu à partir de frondes ou par la ramification latérale d'un ancien stolon avant sa disparition (Meinesz, 1979)

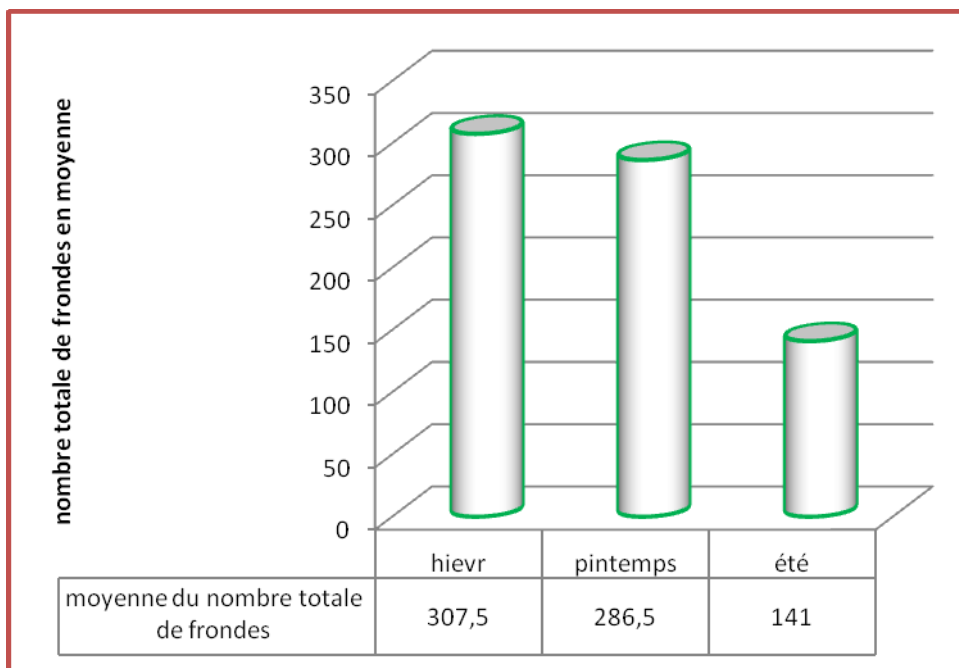


Fig.19. Nombre moyen des frondes totales en fonction des saisons

Les mesures des frondes récoltées démontrent une variation de leurs tailles en fonction des saisons. Cette étude morphologique des frondes s'est établie sans distinction entre frondes primaires et secondaires, ceci a engendré une incapacité de détermination du cycle de développement (les frondes secondaires modifient la croissance des frondes primaires Meinesz, 1979)

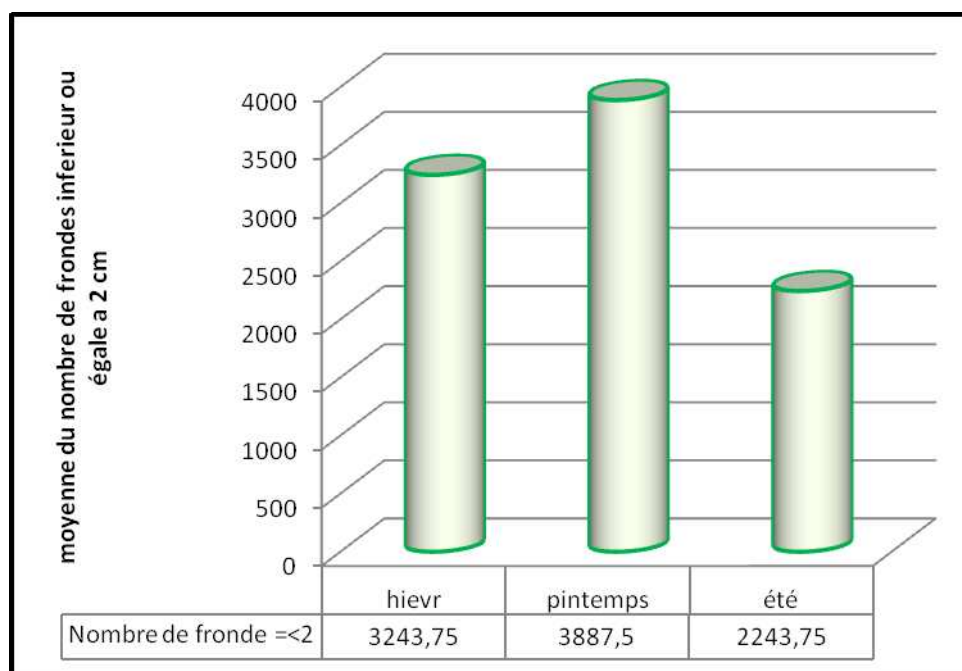


Fig.20. Nombre moyen de frondes inférieures ou égales à 2 cm en fonction des saisons.

En revanche, le nombre des frondes juvéniles dont les longueurs sont inférieures ou égales à 2 cm, montre que le nombre de frondes jeunes est plus important que les frondes adultes dans la moitié des relevés durant les six mois d'étude.

La plus petite moyenne enregistrée pour les frondes juvéniles est obtenue en période estivale soit 2243.75 frondes /m², par ailleurs la plus importante est enregistrée au printemps soit 3887.5 frondes /m², d'une taille en moyenne de 1.34 cm.

Il s'emblerait que c'est avec la température du milieu que s'effectue l'évolution de la croissance et la morphogénèse de *Caulerpa racemosa*, car c'est pendant les températures les plus chaudes que le maximum d'expansion est atteint.

Cet aspect a été décrit sur les côtes françaises et tunisiennes (Capiomant et al, 2005 ; Mezgui et al, 2007). À la même saison les auteurs signalent que c'est avec l'augmentation de la température qu'une transition d'une génération végétative à une autre a été notée ainsi qu'un développement maximum de *Caulerpa racemosa* sur les côtes françaises.

Le recouvrement confirme une hausse, ainsi ces résultats permettent le constat de l'existence d'une période de transition d'une génération végétative à une autre. Ainsi qu'une expansion du stolon au printemps qui se confirme par des prélèvements ponctuels et mensuels.

2.4. Etude comparative des résultats obtenus : *Caulerpa racemosa* de surface et celle de profondeur

Afin d'avoir un aperçu sur les différents paramètres de *C. racemosa* de surface et celle de profondeur deux stations ont été choisies:

La station E à 3.90m de profondeur

La station B à 0.2m de profondeur

Les deux stations correspondent à des relevés réalisés sur une même surface soit 400cm² une même pente de 0° et à la même saison soit le printemps.

Tableau n°2 : résultats de comparaison entre *C. racemosa* de surface t celle de profondeur pour les stations E, B à la saison printanière

	<i>C. racemosa</i> de surface	<i>C.racemosa</i> de profondeur
Coefficient T	5	9
La dominance qualitative DQ (%)	DQ r 33,33	DQr % 66,67
	DQb 33,33	DQb % 11,11
	DQ v 33,33	DQv % 22,22
Le recouvrement %	85	66
Le nombre de frondes supérieur à 2cm	1500	350
Moyenne des frondes supérieur à 2cm	2.81	2.79

Le nombre total des espèces de la flore algale associée est plus important en profondeur qu'on surface. Ceci est peut être due aux variations écologiques généralement plus marquées en surface que *C.racemosa* semble supporter.

Les Chlorobiontes sont plus dominantes en surface qu'en profondeur contrairement aux Rhodobiontes : elles représentent 66 67 % de dominance en profondeur.

En effet les algues vertes sont des photophiles, vivant dans l'étage supérieur.

Le recouvrement de *Caulerpa racemosa* est relativement plus important en surface qu'on profondeur 85% par rapport a 66 %, il s'explique par une meilleure adaptation des biotopes superficielles.

La taille des frondes adultes au niveau des deux sites est plus ou moins identique, les frondes de profondeur n'ont eux nul besoin de chercher la lumière en s'allongeant (eau calme, pas d'agitation)

2.5. Description et écologie des principales espèces floristiques associées

Le tableau n° 5 : représentatif des espèces retrouvées dans les différents relevés et à différentes saisons ainsi que leurs familles.

Tableau n°5 : inventaire de la flore marine des différentes zones d'échantillonnages au site de Sidi Fredj

Groupes systématiques		espèce
Rhodobiontes	1	<i>Corallina elongata</i>
	2	<i>Jania longifurca</i>
	3	<i>Ceramium ciliatum</i>
	4	<i>Ceramium circinatum</i>
	5	<i>Ceramium tenuissium</i>
	6	<i>Ceramium ordinatum</i>
	7	<i>Ceramium gracillium</i>
	8	<i>Gelidium latifolium</i>
	9	<i>Lythophyllum incrustans</i>
	10	<i>Alsidium corallinum</i>
	11	<i>Peyssonnelia squamaria</i>
	12	<i>Polysiphonia fucoides</i>
	13	<i>Halurus flosculosus</i>
	14	<i>stylonema alsidii</i>
	15	<i>Asparagopsis aramata</i>
	16	<i>Plocamium cartilaginum</i>
	17	<i>Pterosiphonia pennata</i>
	18	<i>Amphiroa rigida</i>
	19	<i>Griffithsia corallinoides</i>
	20	<i>Apoglossum sp</i>
Chormobiontes	1	<i>Cystoseira compressa</i>
	2	<i>Stypocaulon scoparium</i>
	3	<i>Colpomenia peregrina</i>
	4	<i>Sphacelaria sp</i>
	5	<i>Cystoseira crinita</i>
	6	<i>Sargassum vulgar</i>
	7	<i>Padina pavonica</i>

	8	<i>Dictyota linearis</i>
Chlorobiontes	1	<i>Ulva lactuca</i>
	2	<i>Enteromorpha sp</i>
	3	<i>Cladophora prolifera</i>
	4	<i>Chetomorpha aerea</i>
	5	<i>Posidonia oceanica</i>
	6	<i>Cladophora sp</i>
Nombre totale	34	

2.5.1. Rhodobiontes

a- *Alscidium corallinum* (C.Agardh)

Algue de couleur rouge foncé, formée d'axes dressés cylindriques à ramification irrégulière, avec des ramules spiriformes.

La partie apicale des axes et rameaux est occupée par une grosse cellule axiale de forme circulaire.

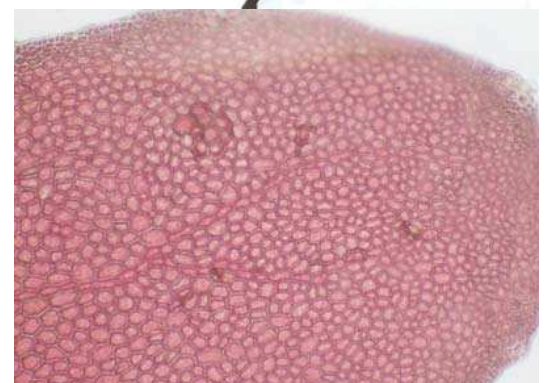
Cette espèce est caractéristique des biotopes photophiles thermophiles (Boudouresque, 1984)



b- *Apoglossum ruscifolium*

(Turner) J. Agardh

Algues fixées au substrat par un petit disque d'où surgissent des touffes. Chaque plaque est recouverte par une nervure centrale évidente. La croissance est réalisée par une division cellulaire apicale.



G : 10X10.

c- Asparagopsis armata

(Harvey)

Appelée communément harpon de Neptune, Algue rouge originaire d'Australie, introduite en Méditerranée en 1925. Thalle de couleur rouge rosé à rose pâle, se présente en touffes aux contours pyramidaux, de 15 à 30 cm de long. Elle recouvre de grands bancs de roche occupant ainsi l'infra-littoral supérieur mais on la retrouve souvent dans des biotopes protophyles du médiolittoral inférieur. Possède une épaisse chevelure de rameaux plumeux. Ces rameaux sont équipés de rameaux secondaires barbelés et capables de s'accrocher partout.



Exemple particulier : *Ceramium ciliatum*

Algue rouge, elle forme des touffes d'une dizaine de cm facilement identifiables par les extrémités recourbées des rameaux ainsi que par la présence de poils, (qui ne sont pas présents sur toutes les espèces de ceramium). Elle vit sur une variété de substrats, y compris les algues et les animaux ainsi que les sols rocheux.



1 cm

d- Corallina elongata (méditerranéenne)

J. Ellis & Solander

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. C'est une espèce qui vit au niveau de la roche médiolittoral supérieur (Boudouresque, 1992)



G X2.5

e- Griffithsia corallinoides

Cette algue rouge en forme de touffes est composée d'axes filamenteux, rigides, formés d'une succession d'articles (on parle de structure articulée) cylindriques, cinq à six fois plus hauts que larges. Ceux-ci se raccourcissent vers l'apex et se terminent en pointe. Chaque axe est ramifié plusieurs fois, de façon dichotome. D'une vingtaine de centimètres, la touffe formée par l'ensemble des axes, prend une teinte allant du rose foncé au pourpre.



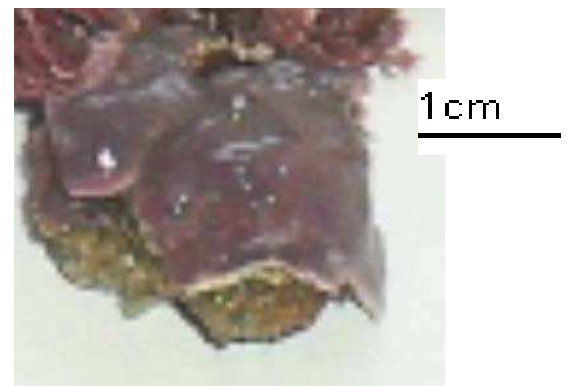
f- *Halurus flosculosus* :

Cette algue se compose d'axes cylindriques, cinq à six fois plus hauts que larges. Ceux-ci se raccourcissent vers l'apex et se terminent en pointe. Chaque axe est ramifié plusieurs fois, de façon dichotome. D'une vingtaine de centimètre

Espèce du médiolittoral inférieur à l'infralittoral, relativement sciaphile (sous les rochers en surplomb et dans les cuvettes profondes et ombragées), dans les stations battues ou calmes. [Gayral P., 1966](#)

g- *Lithophyllum incrustans*
(incrustans)

Algue rouge encroûtante dont le thalle est très fortement calcifié. Deux thalles peuvent se rencontrer et confluer, leurs bords en contact se redressent et forment des bourrelets épais d'un rose vineux devenant gris violacé en séchant. C'est une espèce de l'infralittoral de substrat dur ([Bousouresque, 1984](#))

h- *Peyssonnelia squamaria*
(Gmelin) Decaisne

thalle de couleur rouge, en forme d'éventail au bord lisse ou lobé, Les frondes sont étalées sur le substrat et se chevauchent. La calcification variable donne une consistance membraneuse plus ou moins solide. persiste par son thalle encroûtant. Sciaphile, on la trouve fixée sur des pierres ou sur des algues calcaires dans des endroits sombres (fentes, grottes, surplombs) en mode calme, de l'étage infralittoral et du circalittoral jusqu'à 60 m.



i- Pterosiphonia pennata

(C Agardh) (Falkenberg, 1990)in

C'est une petite algue rouge brunâtre jusqu'à 8 cm de haut, avec une texture rigide. les thalles sont aplaties dans un plan, avec plusieurs branches latérales courtes et parfois longues disposées de chaque côté de la fronde donnant un contour triangulaire. Il a régulièrement des ramifications latérales sur chaque segment axial second.



1cm

Chormobiontes

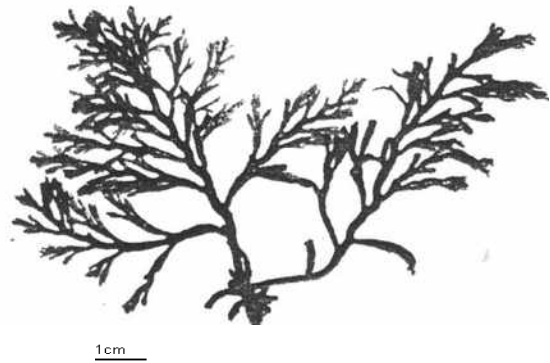
2.5.2.

j- *Cystoseira compressa*

(Esper) Gerleff et Nizzamiddin

Elle possède un thalle aplati à la base et sans épines. On distingue une forme couverte en mode battu et une forme longue dont les rameaux portent des aérocystes en mode calme.

L'algue vie sur les biotopes photophiles de l'infralittoral supérieur, de mode calme (Boudouresque, 1992)



k- *Colpomenia peregrina*

(Sauvageau) Hamel

Boule creuse brune à jaunâtre irrégulière et fendue d'une consistance ferme elle est présente toute l'année au niveau des Petits fonds.

Cette algue brune a réellement une très large distribution qui englobe toutes les mers du monde, tropicales à tempérées.



l- *Padina pavonica*

(Lamouroux)

Est une espèce d'algues brunes de la famille des Dictyotaceae. Les thalles sont blanchis par le calcaire qu'ils contiennent formant des cercles concentrique. Leur taille peut varier entre 5 et 10 cm.



m- Stypocaulon scoparium
(Linne) Kutzing

Algue brun en forme de pompons, sa partie dressée est formé de filaments cloisonnés longitudinalement
Cette espèce est photophile parfois ensablé à l'étage médiolittoral inférieur et de l'étage infralittoral (Seridi, 1990)



Chlorobiontes

2.5.3.

n- Chetomorpha aerea

(Goodenough ex Dillwyn Kutzing)

Thalle vert clair ou foncé, filamenteux, unisérié, non ramifié, rigide, fixé au substrat par la partie la plus différenciée de l'article basal

Elle vie sur substrat rocheux au niveau du médiolittoral, en épiphytes sur divers (Boudouresque, 1984) algue notamment *Caulerpa racemosa*

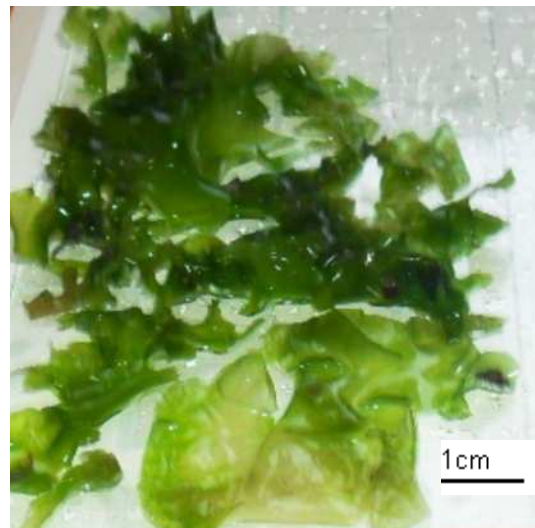


G 10x10

o- Ulva lactuca

C.Agardh

Algue foliacée d'un vert brillant ou jaune clair, fixée par un disque Lames très minces, translucides Marge lisse, taille de l'ordre de 30 à 50 cm de diamètre, vivant en eaux peu profondes bien éclairée, jusqu'à 10 mètres, de l'étage médiolittoral* supérieur à l'infralittoral. Cela lui permet de bénéficier d'un bon éclairage. Elle a une grande tolérance à la pollution et aux apports anthropiques, d'où une présence dans les ports, dans les zones de ruissellement d'eau douce, les flaques...



2.6. Liste des espèces faunistiques associées

Les espèces faunistiques présentent dans la communauté à *C. racemosa*, enregistrent un effectif total de 12 espèces. Répartie en quatre Mollusques, trois Annélides, deux Crustacés, un Echinoderme et une Cnidaire.

Le nombre enregistré est très faible par rapport à la faune associées au genre *Cystoseira* ; soit 79 espèces associées à *Cystoseira stricta* et 56 espèces associées à *Cystoseira barbata*, par relevé à l'anse de Kouali (Benali, 2006). contre en moyenne 7 espèces associées à *C. racemosa* par relevé.

Il est à remarquer que toutes ces espèces sont de petite taille.

Tableau n°3 : inventaire de la faune marine des différentes zones d'échantillonnage au site de Sidi Fredj

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélide	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychètes	<i>Harmothoe impar</i>
	3	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusque	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	3	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
	4	Fasciolaridae	<i>Fasciolaria lignaria</i>
Crustacés	1	Grapsidae	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>
	2	paguridae	<i>Pagurus fabricius</i>
	3		
Echinoderme	1	Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
cnidaire	1		<i>Heteractis sp</i>
totale	12		

3. Etude comparative des résultats des deux sites (Sidi Fredj, Ain Benian)

3.1. Tableau comparatif des différents paramètres au niveau des deux sites

Le tableau ci-dessous donne les valeurs maximales et minimales des résultats de certains paramètres au niveau des deux sites (Sidi Fredj, Ain Benian)

29/06/2010 ---02/07/2010	Sidi Fredj		Ain Benian	
	Min	Max	Min	Max
Le recouvrement (%)	70	94	40	100
Nombre totale de frondes	127	167	79	159
Taille moyenne des frondes (cm)	1.84	2.04	1.88	2.72
Longueur totale des stolons m/m ²	91.98	189.10	39.98	146.70
Taille moyenne des frondes >2 cm	2.42	3.37	2.52	3.81
Nombre de frondes =<2cm	67	111	46	77
Taille moyenne des frondes =< 2cm	1.25	1.42	1.24	1.63
La biomasse g/m ²	56.95	375.38	27.53	40.85

3.2. Le recouvrement (%)

Le recouvrement total de *Caulerpa racemosa* obtenu à Sidi Fredj varie de 70% (station D) à 99% (station C). Celui enregistré à Ain Benian est de 40% (station D') à 100% (station A'). Les valeurs du recouvrement les plus élevées sont en fait obtenues dans les deux stations les plus abritées (soit les stations : C et A').

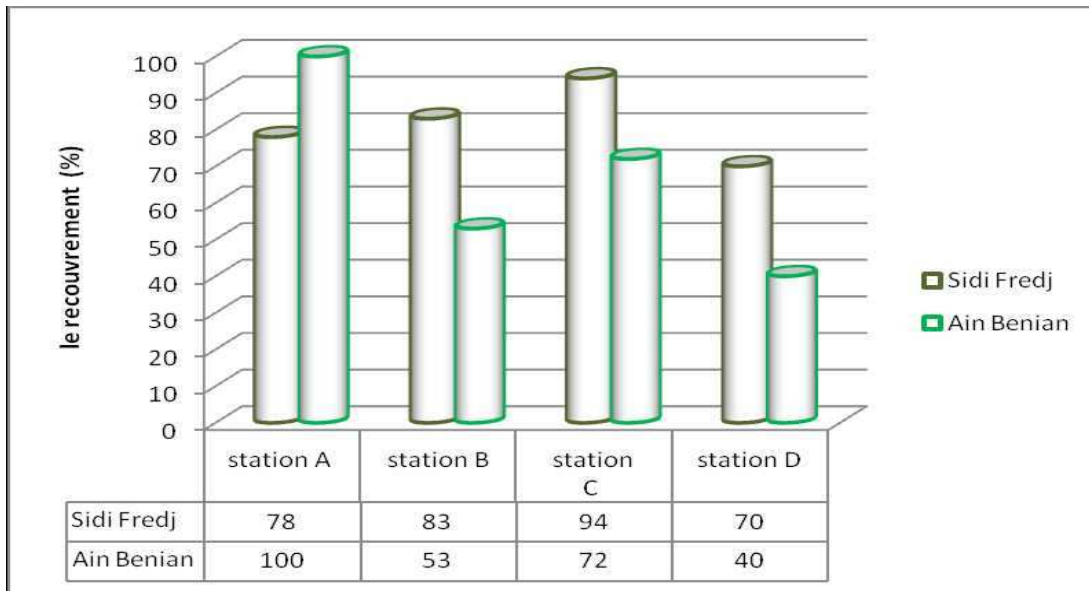


Fig.21. le recouvrement total (%) de *C. racemosa* pour chaque station au niveau des deux sites (Sidi Fredj, Ain Benian) s

3.3. Morphogénèse

3.3.1. Longueur totale des stolons m/m²

La longueur totale des stolons obtenus à Sidi Fredj, varie de 94 m/m² (station A) à 189.1 m/m² (station C) , celle à Ain Benian est de 39.97 m/m² (station B') à 146.7 m/m² (station A').

A l'exception des stations (A, A'), les valeurs totales des stolons sont toujours supérieures au niveau des stations de Sidi Fredj qu'à ceux de Ain Benian.

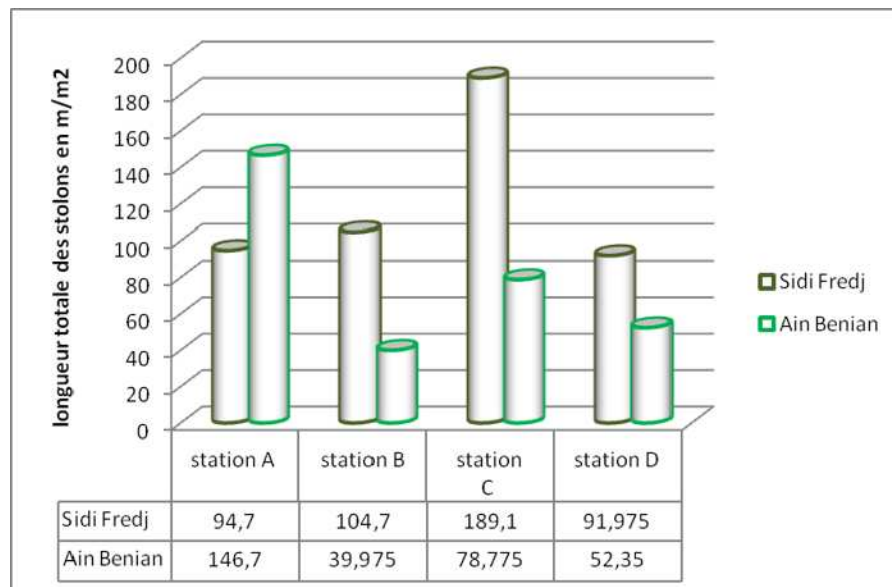


Fig.22. longueur totale des stolons en m/m² pour chaque station au niveau des deux sites (Sidi Fredj, Ain Benian)

3.3.2. Taille moyenne des frondes

La taille moyenne des frondes totales mesurées à Ain Benian est toujours supérieures é celles obtenues à Sidi-Fredj ; soit respectivement de 1.88cm à 2.72cm contre 1.84cm à 2.04cm

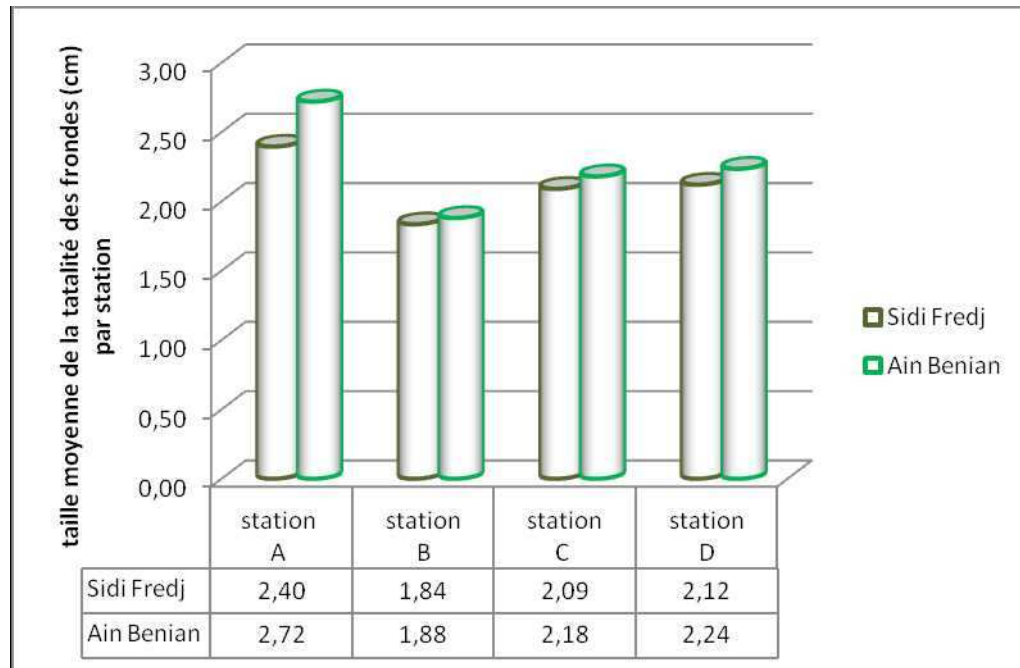


Fig.23. taille moyenne de la totalité des frondes (cm) pour chaque station au niveau des deux sites

3.3.3. La taille moyenne des frondes juvéniles

La taille moyenne maximale des frondes juvénile est de 1.42 cm de haut au niveau de Sidi Fredj, or la minimale est de 1.25 cm. les valeurs enregistré à Ain Benian sont d'un maximum de 1.63 cm et un minimum de 1.24 cm (fig.24.)

La taille moyenne des frondes juvéniles, est toujours supérieure à un centimètre au niveau des deux sites.

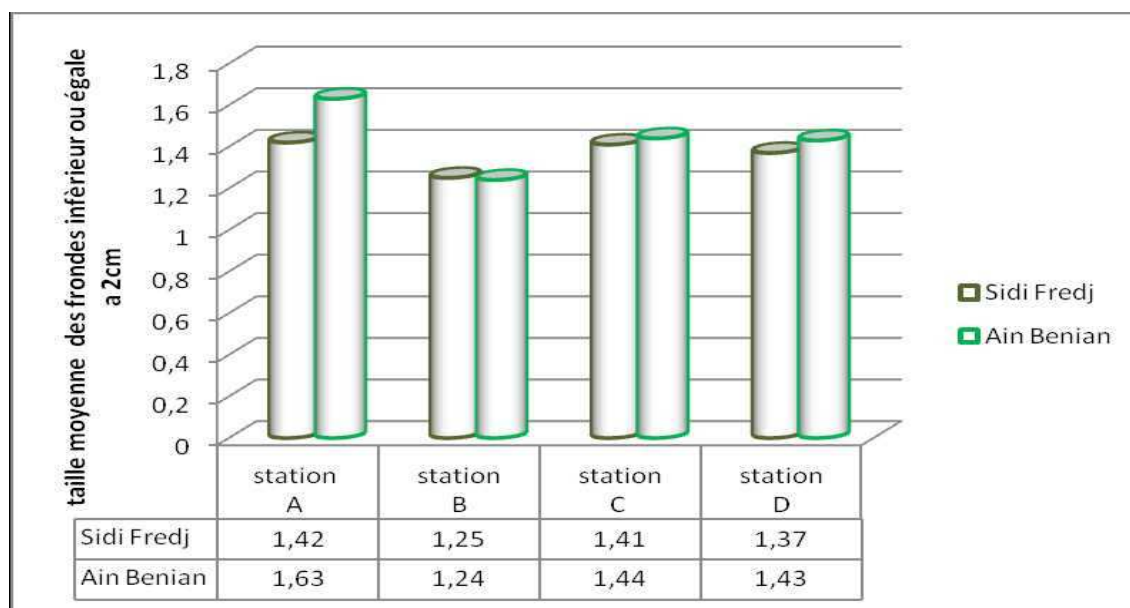


Fig.24. taille moyenne des frondes juvéniles pour chaque station au niveau des deux sites

3.3.4. le nombre de frondes total

Le nombre de frondes total à Sidi Fredj atteint : 4175 frondes par m^2 (station C) avec un minimum enregistré à la station B de 3175 frondes par m^2 . Tandis qu'à Ain Benian ce nombre est de 1975 frondes par m^2 (station D') et un maximum de 3975 frondes par m^2 (Station A').(fig.25.)

Ces résultats ne témoignent pas d'une grande variation du nombre de frondes total au niveau des deux sites

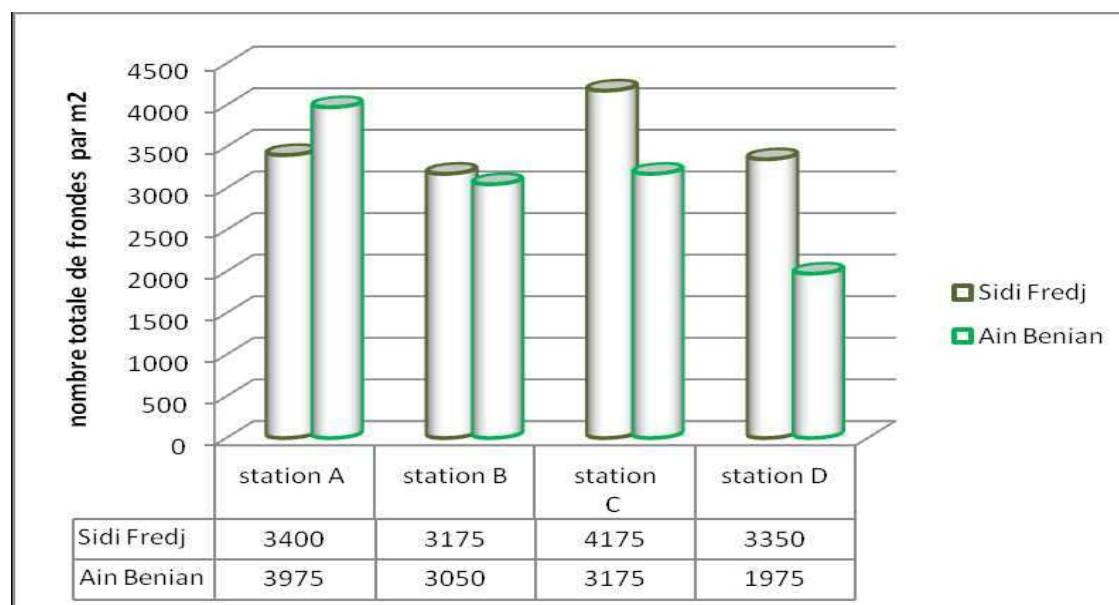


Fig.25. nombre total de frondes par m^2 pour chaque station au niveau des deux sites

3.4. La Biomasse

La biomasse en poids sec enregistrée au niveau du site de Ain Benian est faible, par rapport à celle déjà vu au niveau de Sidi Fredj ce dernier enregistre une biomasse minimale de 56.95 g/m² (station B), et une maximale de 375.38 g/m² (station C). Alors que la minimale à Ain Benian est de 27.53 g/m² (station B'), et une maximale de 40.85 g/m² (station C').

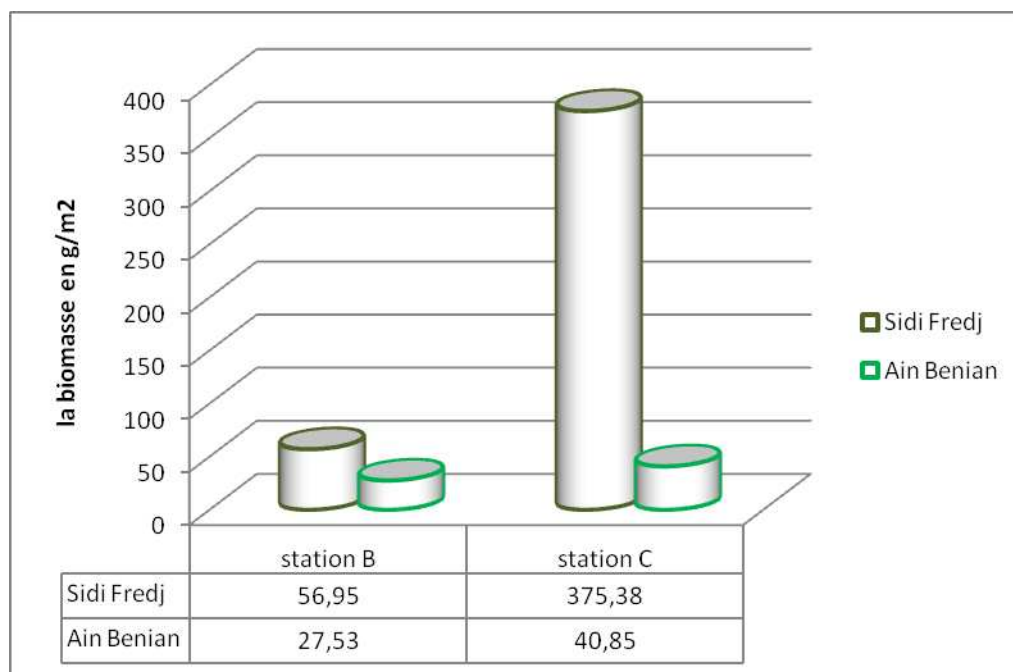


Fig.26. la biomasse moyenne en g/m² au niveau de chaque site en période d'été

En définitive cette variation des différents paramètres étudiés au niveau des deux sites pourrait s'expliquer par le type de substrat de l'algue. En effet *Caulerpa racemosa* est fixée sur de la roche à Ain Benian, alors qu'à Sidi Fredj, le substratum est de type sable-vaseux. Aussi d'autres paramètres sont à considérer tels que l'hydrodynamisme et les facteurs écologiques d'une manière générale.

Conclusion

Cette étude constitue une contribution à la connaissance de la souche envahissante : *Caulerpa racemosa var cylindracea*, espèce nouvellement introduite sur les côtes algériennes.

L'échantillonnage et relevés à *C. racemosa* ont été faits notamment à Sidi Fredj suivant un cycle de trois saisons (hiver, printemps, été, de l'année 2010.)

L'étude consiste à effectuer des relevés phytosociologiques à des niveaux superficiels (0 à -0.5 m), sur quatre stations à chaque saison, en plus d'un relevé profond (-4m) à la saison printanière.

Dans un but comparatif, un autre site a été exploré pour l'étude de cette espèce, à la saison estivale, il s'agit du site de Ain Benian.

Un certain nombre de paramètres analytiques et morphologiques ont été considérés afin de mieux interpréter la population de *C. racemosa*.

Les résultats obtenus mettent en évidence les points suivants :

- La présence de *C. racemosa* est plus prononcée à la saison chaude ($T=22^{\circ}\text{C}$), en revanche à la saison froide ($T=14^{\circ}\text{C}$) l'algue semble moins présente. Ceci est en relation avec les résultats du recouvrement moyen qui varie de 71.25% en moyenne de l'hiver à 81.25 % en moyenne en été.
- La composition floristique accompagnant *Caulerpa racemosa* au niveau du site de Sidi Fredj est dominée par des Rhodobiontes qui enregistrent un DQ de 55.97 % suivies des Chormobiontes avec 26.98 % et enfin les Chlorobiontes avec 17.05 %.
- La faune associée à *Caulerpa racemosa* est très peu représentative soit un total de seulement 12 espèces dans l'ensemble des relevés.
- Les mesures de biomasse en poids sec de *C. racemosa* ont mis en évidence une augmentation des valeurs moyennes de l'hiver à l'été, soit respectivement 45.71 g/m^2 (station B) et 216.16 g/m^2 (station C). Ceci est en relation avec le cycle de développement végétatif de l'algue.
- L'étude comparative des différents paramètres utilisés au niveau des deux sites met en évidence une variation significative notamment de la biomasse relativement élevée à

Sidi Fredj (max : 216.16g/m²) par rapport à Ain Benian (max : 40.85 g/m²). Il en est de même pour la longueur totale des stolons. Par contre, la taille moyenne des frondes totales mesurées à Ain Benian est toujours supérieure à celles obtenues à Sidi-Fredj. Ces fluctuations pourraient être dues aux variations écologiques (type de substrats, et les facteurs hydrodynamiques différents au niveau des deux sites...)

Enfin, cette étude présente des résultats préliminaires, qui nécessitent d'être suivis et complétés par des mesures plus ponctuelles, ainsi que des données plus précises sur le milieu où l'algue s'installe ; afin d'avoir une meilleure interprétation de son développement pour d'éventuelles perspectives d'éradication....

Références bibliographiques

- Alongi, G., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G., 1993.** Prima segnalazione di *Caulerpa racemosa* (Chlorophyceae, Caulerpales) per le *coste italiane*. *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali Catania* 26 (342) : 9–53.
- ALLORGE, P., 1921-1922.** Les associations végétales du Vexin français. *Rev. Gén. Bot.*, 33/34 : 481-544, 589-652, 708-751, 792-810. (= 1922. Les associations végétales du Vexin français. Thèse, *Univ. Paris*. 342 p., 1 carte. Lesot, Nemours).
- Argyrou, M., Demetropoulos, A., Hadjichristophorou, M., 1999a.** Expansion of the macroalga *Caulerpa racemosa* and changes in soft bottom macro faunal assemblages in Moni bay, Cyprus. *Oceanologica Acta* 22 (5) : 517–528.
- Ballesteros, E., Grau, M., Riera, F., 1999.** *Caulerpa racemosa* (Forsska^ol) J. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) a Mallorca. Bolletí de la *Societat d'Historia Natural de les Balears* .42 :p 68
- Belkhiri, S., 1999.** Tunisie. In: United Nations Environment Programmed, Proceedings of the Workshop on Invasive *Caulerpa* Species in the Mediterranean. *MAP Technical Report Series* 125 : 295–296.
- Benali, K., 2010.** Etude des peuplements de Cystoseires au niveau de la baie de Bou Ismail .*thèse de Magister univ, USTHB, Alger*.166p
- Boudouresque C.F., 1971.** Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier phytobenthos). *Théthys. Fr.*, 3(1) : 79-104
- Boudouresque C.F., 1984.** Groupes écologiques des algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée nord-occidentale : *Une revue Gior. Bot. Ital.*, 118 (suppl-2) : 7-42
- Boudouresque C.F et Cabioch J., 1992.** Guide des algues des mers d'Europe. *Edit Neuchate, Paris* : 231p
- Bouzaza Z., Raked L., 2006.** Contribution à la connaissance des peuplements d'invertébrés de la zone infralittoral de la côte Algéroise (Ain Benian et Sidi Fredj). *Mémoire de D.E.A. ISMAL*. 40 :1-9.
- CAMPBELL, A.C ET NICHOLLS, J., 1986.** GUIDE DE LA FAUNE ET DE LA FLORE LITTORALES DES MERS D'EUROPE. EDT DELACHAUX ET NIESTLE. PARIS 322P.
- Capiomont, A., Breugnot, E., Den Haan, M., Meinesz, A., 2005.** Phenology of a deep-water population of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the northwestern Mediterranean Sea. *Botanica Marina*48: 80–83.

- Carruthers, T.J.B., Walker, D.I., Huisman, J.M., 1993.** Culture studies on two morphological types of *Caulerpa* (Chlorophyta) from Perth, Western Australia, with a description of a new species. *Botanica Marina* 36: 589–596.
- Ceccherelli, G., Campo, D., 2002.** Different effects of *Caulerpa racemosa* on two co-occurring seagrasses in the Mediterranean. *Botanica Marina* 45, 71–76.
- Cehioueche .A. et al 1996.** Etude Sédimentologique de la Presque îles de Sidi Fredj. *thèse de Magister. ENSSMAL, Alger.* 178p
- Cirik, S., 1999.** Turquie. In: United Nations Environment Programme (Ed.), Proceedings of the Workshop on Invasive *Caulerpa* Species in the Mediterranean. *MAP Technical Report Series* 125 : 299–300.
- Durand, C., Manuel, M., Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Verlaque, M., Le Parco, Y., 2002.** Molecular data suggest a hybrid origin for the *invasive* *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea. *Journal of Evolutionary Biology* 5: 122–13
- Fama` , P., Procaccini, G., Mazzella, L., 2001.** Colonization of *Caulerpa racemosa* along the southern Italian coasts. II. First approaches to the study of genetic diversity. In: Gravez, V., Ruitton, S., Boudouresque, C.F., Le Direach, L., Meinesz, A., Scabbia, G., Verlaque, M. (Eds.), Fourth International Workshop on *Caulerpa taxifolia*. *GIS Posidonie Publisher, Marseille, France*, p. 361–370.
- Feldmann J., 1931.** Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie. Les algues de Cherchell. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Algérie*, 22: 179-254
- Feldmann J., 1933.** Contribution à la flore algale de l'Algérie. (Fascicule 2). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, Algérie*, 24 : 360-366
- Feldmann J., 1935a.** Algae marine méditerranéennes. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, Algeria*. 26: 362-369
- Feldmann J., 1935b.** Sur quelques algues marines rares ou nouvelles pour l'Algérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, Algeria*, 26(6) : 1p
- Feldmann J., 1937.** Les algues marines de la côte des Albères. I-III. Cyanophycées, Chlorophycées et Phaeophycées. *Rev. Algol., Fr.*, 9(3-4) : 144-331 + 10pls
- Feldmann J., 1938.** Recherches sur la végétation marine de la méditerranée. La côte des Albères. *Rev. Algol.*, 10(1-4) : 339 + 20 pls
- Feldmann J., 1939.** Les algues marines de la côte des Albères, IV, Rhodophycées (Bangiales, Gélidiales, Cryptonémiales). *Rev. Algol.*, 11(3-4) : 247-330 + 25fig

- Feldmann J., 1939.** Addition à la flore des algues marines de l'Algérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord*, Algeria, 30 : 453-454
- Feldmann J., 1941.** Les algues marines de la côte des Albères, IV, Rhodophycées (Gigartinles et Rhodyméniales). *Rev. Algol*, 12(1-2) : 77-100
- Feldmann J., 1942.** Les algues marines de la côte des Albères IV (Céramiales). *Trav. Algol*, Fr., 1 : 29-113
- Feldmann J., 1943.** Contribution à l'étude de la flore marine de profondeur sur les côtes d'Algérie. *Bull. Soc. Nat. Hist. Afr. Nord*, Algeria, 34 : 7-10
- Feldmann J., 1944.** Une nouvelle espèce de *Cystoseira* (Fucales, Sargassées) des côtes d'Algérie. *Bull. Soc. Nat. Hist. afr. Nord*, Algeria, 35 : 7-10
- Feldmann J., 1947.** Addition à la flore des algues marines de l'Algérie. Fascicule 4. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord*, Algeria, 38 : 80-91
- Feldmann J., 1951.** La flore marine de l'Afrique du Nord. C. R. *Séances. Soc. Biogéograph*, Fr., 243 : 103-108
- Feldmann J., 1958.** Origine et affinités du peuplement végétal benthique de la Méditerranée. *Rapp. P. Réunion. Commiss. Internation. Explor. Sci. Mer médit.*, 14 : 515-518
- Feldmann J., 1961.** Note sur les Algues marines de la Galite. *Rapp. P. V. Réunion. Commiss. internation. Explor. Sci. Mer médit.*, 16(2) : 503-508
- Feldmann J et Feldmann G., 1939.** Addition à la flore des algues marines de l'Algérie Fascicule 2. *Bull. Soc. Hist.nat.Afr. Nord*, Algeria, 30 : 453-464
- Feldmann J et Feldmann G., 1942.** Addition à la flore des algues marines de l'Algérie, Fascicule 2. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord*, Algeria , 33 : 230-245
- Feldmann- Mazoyer G., 1940.** Recherches sur les ceramiacées de la méditerranée occidentale. *Thèse Sci. Nat.*, Alger, Imprimerie Minerva: 51p
- Gayral P., 1966.** Les Algues des côtes Française (Manche et Atlantique), ed. *Ouest-France*, 220p.
- Gravez V., 2003.** Etude comparée des stratégies de contrôle de deux espèces de *Caulerpa* envahissantes en Méditerranée, Etats-Unis et Australie. Mémoire de DESS Economie & Environnement réalisé dans le cadre du VAE, de *l'Université de la Méditerranée, Aix-Marseille II*. Fr : 1-55
- Ghehiouèche A., Zemat Y., 1996.** Cartographie, Bio morphologie Sedimentologique de la plage de la Thalassothérapie (Sidi Fredj). Mémoire *de fin d'étude. ISMAL.*, Alger, 66 :2-9,15-22, 53-56.

- Giaccone, G., Di Martino, V., 1995a.** Le Caulerpe in Mediterraneo: un ritorno del vecchio bacino Tetide verso il dominio Indo-Pacifico. *Biologia Marina Mediterranea* 2 (2): 607–612.
- Giaccone, G., Di Martino, V., 1995b.** La vegetazione a *Caulerpa racemosa* (Forsska° l) J. Agardh nella Baia di S. Panagia (Sicilia Sud-Orientale). *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali Catania* 28 (349): 59–7
- Guiry, M.D., Guiry, G.M., 2007.** AlgaeBase version 4.2. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. [http:// www.algaebase.org](http://www.algaebase.org); searched on 20 May 2007.
- Hadjichristophorou, M., Argyrou, M., Demetropoulos, A., Bianchi, T.S., 1997.** A species list of the sublittoral soft-bottom macrobenthos of Cyprus. *Acta Adriatica* 38 (1) : 3–32.
- Hamel G., 1931.** Chlorophycées des côtes françaises. *Rev. Algol* 1 à 6 : 168p.
- Jousson, O., Pawlowski, J., Zaninetti, L., Meinesz, A., Boudouresque, C.F., 1998.** Molecular evidence for the aquarium origin of the green alga *Caulerpa taxifolia* introduced to the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 172, 275–280.
- Klein, J., 2007.** Impact of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) on macrophyte assemblages of the north-western Mediterranean Sea. PhD thesis, *University of Aix-Marseille II, France*, p. 315
- Klein J., Verlaque M., 2008.** The *Caulerpa racemosa* invasion : A critical review. *Marine Pollution Bulletin* 56 : 205- 225.
- Meinesz A., 1979a.** Contribution à l'étude de *Caulerpa prolifera* . I Morphogenèse et croissance dans une station des côtes françaises de la Méditerranée. *Botanica marina*, 22, 27-39
- Meinesz A., 1979c.** Contribution à l'étude de *Caulerpa prolifera* . III Biomasse et productivité primaire dans une station des côtes continentales françaises de la Méditerranée. *Botanica marina*, 22, 123-127
- Meinesz A., 1980.** Connaissances et contribution à l'étude de la reproduction et du cycle des Udotéacées (Caulerpales, Chlorophytes). *Phycologia*, 19(2) : 110-138.
- Mezali K., 1998.** Contribution à la systématique, la biologie, l'écologie et à la dynamique des populations d'*Holoturries aspidchirotes* de l'herbier à *P. oceanica* (la presqu'île de Sidi Fredj). *Mémoire de magister. ISMAL., Alger*, 231 :29-31,33-36
- Mezgui, Y., Djellouli, A.S., Ben Chikh Almi, I., 2007.** Etude biométrique (Biomasse et phénologie) des populations à *Caulerpa racemosa* dans la region de Bizerte

(Tunisie). In: United Nations Environment Programme (Ed.), Proceedings of the 3rd Mediterranean Symposium on Marine Végétation, Marseille, France, 27–29 March 2007. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis, Tunisia, p. 111–116.

Nizamuddin, M., 1991. The Green Marine Algae of Libya. Elga Publisher, Bern.

Ould Ahmed N ., 1994. Etude des espèces phytobenthiques au voisinage de la centrale thermique de mers El Hadjadj (Golf d'Arzew ; Ouest algérien). Mention particulière sur une espèce remarquable chlorophyte, caulerpale : *Caulerpa prolifera* Lamouroux. *Thèse magister ., I.S.M.A.L.,Alger* : 263p

Ould-Ahmed, N., Meinesz, A., 2007. First record of the invasive alga *Caulerpa racemosa* on the coast of Algeria. *Cryptogamie, Algologie* 28 (3), 303–305

Panayotidis, P., Zuljevic´, A., 2001. Sexual reproduction of the invasive green alga *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis* in the Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta* 24 (2): 199–203.

Panayotidis, P., Montesanto, B., 1994. *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta) on the Greek coasts. *Cryptogamie Algologie* 15, 159–161.

Perret-Boudouresque M et Seridi H., 1989. Inventaire des algues marines benthiques d'Algérie. *G.I.S.Posidonie Publi.* Marseille. France : 117p

Pérès J. M. & J. Picard, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique. *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, 31 (47) : 5-137


Piazzì, L., Ceccherelli, G., 2002. Effects of competition between two introduced *Caulerpa*. *Marine Ecology Progress Series* 225, 189–195.

Piazzì, L., Ceccherelli, G., Balata, D., Cinelli, F., 2001b. Description des peuplements à *Caulerpa taxifolia* et à *Caulerpa racemosa* à *Calafuria* (Livorno). In: Gravez, V., Ruitton, S., Boudouresque, C.F., Le Direach, L., Meinesz, A., Scabbia, G., Verlaque, M. (Eds.), Fourth International Workshop on *Caulerpa taxifolia*. GIS Posidonie Publisher, Marseille, France, p. 345–348.

Piazzì, L., Meinesz, A., Verlaque, M., Akc, ali, B., Antolic´, B., Argyrou, M., Balata, D., Ballesteros, E., Calvo, S., Cinelli, F., Cirik, S., Cossu, A., D'Archino, F., Djellouli, A.S., Javel, F., Lanfranco, E., Mifsud, C., Pala, D., Panayotidis, P., Peirano, A., Pergent, G., Petrocelli, A., Ruitton, S., Z´ uljevic´, A., Ceccherelli, G., 2005a. Invasion of *Caulerpa racemosa* var *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: an assessment of the spread. *Cryptogamie Algologie* 26 (2), 189–202.

- Renoncourt, L., Meinesz, A., 2002.** Formation of propagules on an invasive strain of *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta) in the Mediterranean Sea. *Phycologia* 41, 533–535.
- Seridi H., 1990.** Etude des algues marines benthique de la région d'Alger. *Thèse magister*., U.S.T.H.B., Alger :121p+129pl
- Stevens D.T., 1999.** Malta. In: United Nations Environment Programme (Ed.), *Proceedings of the Workshop on Invasive Caulerpa Species in the Mediterranean*. MAP Technical Report Series 125, pp. 279–281
- Verlaque M. & Fritayere P., 1994a.** Incidence de l'algue introduite *Caulerpa taxifolia* sur le phytobenthos de Méditerranée occidentale. 2. Les peuplements d'algues photophiles de l'infralittoral. pp. 349-353. In: *First International workshop on Caulerpa taxifolia*. Boudouresque, C.F., Meinesz, A. & Gravez, V. (Eds.), GIS Posidonie publ., Marseille.
- Verlaque, M., Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Gravez, V., 2000.** The *Caulerpa racemosa* complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Botanica Marina* 43, 49–68.
- Verlaque, M., Durand, C., Huisman, J.M., Boudouresque, C.F., Le Parco, Y., 2003.** On the identity and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 38, 325–339.
- Verlaque M., Afonso-Carrillo J., Gil-Rodriguez M.C., Durand C., Boudouresque C.F., Le Parco Y., 2005.** Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales, Chlorophyta) reaches the Canary Islands (NE Atlantic). *Biological Invasions* 6, 269-281.
- Womersley H.B.S., 1984.** The marine benthic flora of Southern Australia. Part I. Germ. Prin. South Australia. 329p
- Z'uljević, A., Antolić, B., Onofri, V., 2003.** First record of *Caulerpa racemosa* (Caulerpales: Chlorophyta) in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 83, 711–712.
- Zuljvic A., Antolic B., Despalatovic M., Onofri V., 2005.** The spread of the invasive variety of *Caulerpa racemosa* in the Adriatic Sea. *Rapport Commission Internationale Exploration Scientifi que Mer Méditerranée* 37, 466.


Liste des figures

Fig.1.1 Morphologie générale de <i>C.racemosa</i>	03
Fig.2. Appareil végétatif de <i>Caulerpa racemosa var cylindraceae</i> récolté au niveau de la station d'étude (Sidi Fredj -20 cm)	04
Fig.3. Carte indiquant l'aire de répartition naturelle de <i>Caulerpa racemosa var. cylindracea</i> dans le sud-ouest de l'Australie, (surface verte),  (à partir de Verlaque et al, 2003; modifiée in Klein et verlaque, 2008).....	07
Fig.4. première observation de colonies de <i>Caulerpa racemosa</i> en Libye en 1990 (• tête de flèche), puis observé (•) dans la mer Méditerranée et les îles Canaries (à partir de Verlaque et al, 2004; Piazzini et al, 2005a, modifiée in Klein et verlaque, 2008).....	08
Fig.5. localisation des sites d'étude (○ zones d'étude : Z1 Sidi Fredj, Z2 Ain Benian).....	12
Fig.6. localisation du site de Sidi Fredj	12
Fig.7. Rose des vents (Alger)	14
Fig.8. carte bathymétrique de la plage Ouest de Sidi Fredj (Chihouche et al., 1996)	16
Fig.9. localisation du site de Ain Benian.....	18
Fig.10 : le coefficient T moyen pour chaque saison	27
Fig.11. le recouvrement algale moyen de la flore associées en fonction des saisons.....	28
Fig.12. les effectifs absolus moyens des groupes systématiques en fonction des saisons.....	29
Fig.13. la dominance qualitative des différents groupes systématiques (Sidi Fredj).....	29
Fig.14. les dominances qualitatives moyennes en fonction des saisons	30
Fig.15. la couverture végétale (%) de <i>Caulerpa racemosa</i> pour les quatre stations en fonction des saisons	31
Fig.16. Le recouvrement végétal moyenne(%) de <i>Caulerpa racemosa</i> en fonction des saisons	31
Fig.17. Biomasse moyenne g/m ² saisonnière de <i>C. racemosa</i> (Sidi Fredj).....	32
Fig.18. La longueur totale moyenne des stolons en m/m ² en fonction des saisons	33
Fig.19. Nombre moyen des frondes totales en fonction des saisons.....	33
Fig.20. Nombre moyen de frondes inférieures ou égales à 2 cm en fonction des saisons.....	34
Fig.21. le recouvrement total (%) de <i>C. racemosa</i> pour chaque station au niveau des deux sites (Sidi Fredj, Ain Benian).....	47
Fig.22. longueur totale des stolons en m/m ² pour chaque station au niveau des deux sites 5Sidi Fredj, Ain Benian).....	47
Fig.23. taille moyenne de la totalité des frondes (cm) pour chaque station au niveau des deux sites	48
Fig.24. taille moyenne des frondes juvéniles pour chaque station au niveau des deux sites	49
Fig.25. nombre total de frondes par ² m pour chaque station au niveau des deux sites.....	49
Fig.26. la biomasse moyenne en g/m ² au niveau de chaque site en période d'été.....	50

Liste des tableaux

Tableau n°1 : fréquence des vents au niveau de la baie de Bou Ismail (%) (Station météorologique de Tipaza (2003-2005)	14
Tableau n°2 : température de l'eau pour chaque station a différentes saisons.....	22
Tableau n°3 : résultats de comparaison entre <i>C. racemosa</i> de surface et celle de profondeur pour les stations E, B à la saison printanière.....	35
Tableau n°4 : inventaire de la faune marine des différentes zones d'échantillonnage au site de Sidi Fredj.....	45

Liste des figures

Fig.1.1 Morphologie générale de <i>C.racemosa</i>	03
Fig.2. Appareil végétatif de <i>Caulerpa racemosa var cylindraceae</i> récolté au niveau de la station d'étude (Sidi Fredj -20 cm)	04
Fig.3. Carte indiquant l'aire de répartition naturelle de <i>Caulerpa racemosa var. cylindracea</i> dans le sud-ouest de l'Australie, (surface verte),  (à partir de Verlaque et al, 2003; modifiée in Klein et verlaque, 2008).....	07
Fig.4. première observation de colonies de <i>Caulerpa racemosa</i> en Libye en 1990 (• tête de flèche), puis observé (•) dans la mer Méditerranée et les îles Canaries (à partir de Verlaque et al, 2004; Piazzini et al, 2005a, modifiée in Klein et verlaque, 2008).....	08
Fig.5. localisation des sites d'étude (○ zones d'étude : Z1 Sidi Fredj, Z2 Ain Benian).....	12
Fig.6. localisation du site de Sidi Fredj	12
Fig.7. Rose des vents (Alger)	14
Fig.8. carte bathymétrique de la plage Ouest de Sidi Fredj (Chihouche et al., 1996)	16
Fig.9. localisation du site de Ain Benian.....	18
Fig.10 : le coefficient T moyen pour chaque saison	27
Fig.11. le recouvrement algale moyen de la flore associées en fonction des saisons.....	28
Fig.12. les effectifs absolus moyens des groupes systématiques en fonction des saisons.....	29
Fig.13. la dominance qualitative des différents groupes systématiques (Sidi Fredj).....	29
Fig.14. les dominances qualitatives moyennes en fonction des saisons	30
Fig.15. la couverture végétale (%) de <i>Caulerpa racemosa</i> pour les quatre stations en fonction des saisons	31
Fig.16. Le recouvrement végétal moyenne(%) de <i>Caulerpa racemosa</i> en fonction des saisons	31
Fig.17. Biomasse moyenne g/m ² saisonnière de <i>C. racemosa</i> (Sidi Fredj).....	32
Fig.18. La longueur totale moyenne des stolons en m/m ² en fonction des saisons	33
Fig.19. Nombre moyen des frondes totales en fonction des saisons.....	33
Fig.20. Nombre moyen de frondes inférieures ou égales à 2 cm en fonction des saisons.....	34
Fig.21. le recouvrement total (%) de <i>C. racemosa</i> pour chaque station au niveau des deux sites (Sidi Fredj, Ain Benian).....	47
Fig.22. longueur totale des stolons en m/m ² pour chaque station au niveau des deux sites 5Sidi Fredj, Ain Benian).....	47
Fig.23. taille moyenne de la totalité des frondes (cm) pour chaque station au niveau des deux sites..	48
Fig.24. taille moyenne des frondes juvéniles pour chaque station au niveau des deux sites	49
Fig.25. nombre total de frondes par ² m pour chaque station au niveau des deux sites.....	49
Fig.26. la biomasse moyenne en g/m ² au niveau de chaque site en période d'été.....	50

Liste des tableaux

Tableau n°1 : fréquence des vents au niveau de la baie de B

Les super groupes écologiques d'après ; Bouderesque (1984)

-Super groupe Médiolittoral au sens large (Rmsl)

EM : Encorbellement médiolittoral
GM : Grottes médiolittorales
RM : Roche médiolittorale
RMI : Roche médiolittorale inférieure
RMM1: Roche médiolittorale moyenne
RMM2 : Roche médiolittorale moyenne
RMS : Roche médiolittorale supérieure
RS : Roche supralittorale
FM : Frange médiolittorale

-Super groupe Photophile au sens large (PhIsl)

PhI : Photophile infralittoral
PhIB : photophile infralittoral battu
PhIC : photophile infralittoral relativement calme
PhIM : photophile infralittoral thermophile de substrat meuble
PhIT : Photophile infralittoral thermophile.
PhIG : Photophile infralittoral de supaturage

- Super groupe Sciaphile au sens large (SICsl)

AS : Antisciaphile

SC : Sciaphile de mode relativement calme
SCI : Sciaphile infralittoral de mode relativement calme
SCIT : Sciaphile infralittoral de mode relativement calme tolérance
SI : Sciaphile infralittoral
SIC : Sciaphile infralittoral et circalittoral
SSB : Sciaphile superficiel battu
SSBc : Sciaphile superficiel battu d'affinité chaude
SSBf : Sciaphile superficiel battu d'affinité froide
Srh : Sciaphile rhéophile
SM : Sciaphile meuble

- Super groupe pollution

PHIP : Photophile infralittoral portuaire

Autres groupes :

ISR : Infralittoral de substrat dur
LSR : Large répartition géographique
SSP : Sans signification précise

Tableau n° 1 : premières signalisations et travaux réalisés sur *Caulerpa racemosain* (Klein et Verlaque : 2008)

Pays	Sites	Auteurs	Substrat	Pf	indus	Fish	Recr
Algeria	Bou-Ismaïl Beach, Tamenfoust, Sidi-Fredj (Algiers)	Ould-Ahmed and Meinesz (2007)	–	0.5–3 m	+	+	+
Australia	Perth to Hopetoun (native) Perth to Hopetoun (native) Port River Estuary, Adelaide Port River Estuary, Adelaide	Womersley (1984) Verlaque et al. (2003) Womersley (2003) Collings et al. (2004)	Epilithic Artificial substrate –	to 6 m 2–3 m –	+	+	+
Croatia	Marinkovac Islet (Hvar Island) Pakleni Islands, Cesminova cove, Marčuleti Bay, Mirca, Cape Pusti, Vela Garška cove, Biševo Island (Mezuporat cove), Cavtat, Cape Osti (Dubrovnik), Dubrovnik, Goli Islet Mljet Island (Sobra), Glavat Islet, Pelješak Peninsula (Prije ba Cove, Mirce, Cape Lovište) Komiza (Vis), Ravnik (Vis), Zavala (Hvar), Korčula, Sušak, Lokrum, Orsula, Prolaz Harpoti, Prapratno, Okuklje, V. jezero, Soline, Gonoturska, Blaca	Zuljević et al. (2003) Zuljević et al. (2004) Piazzi et al. (2005a) Nuber et al. (2007)	Sand, rock Rock, sand, mud, <i>Posidonia oceanica</i> , <i>Cymodocea nodosa</i> , benthic fauna – –	5–15 m 0.5–50 m – –	+	+	+
Cyprus	– Episkopi, Limassol, Larnaca, Moni, Morfou, Pafos Famagusta harbour Capo Greco, Moulia rocks, Akamas peninsula	Bianchi et al. (1996) Hadjichristophorou et al. (1997) Verlaque et al. (2000); Verlaque pers. observ. Argyrou et al. (2006)	– – Mud, <i>Halophila stipulacea</i> Rock	– – 1 m –	+		
France	Marseille Marseille Villefranche-sur-mer Bays of Toulon and Hyères Villefranche-sur-mer Corsica (Bastia, Bonifacio, Propriano), Porquerolles Island, Port-Cros Island, St Tropez, Nice, Bay fo Giens	Jousson et al. (1998) Verlaque et al. (2000) Renoncourt and Meinesz (2002) Belsher et al. (2003) Capiomont et al. (2005) Ruitton et al. (2005a)	– – Dead “matte”, sand – Sand/mud, dead “matte” –	– 14.5–23 m 16 m 20–30 m 22 m –	+	+	+
Greece	Laganas Bay (Zakynthos Island), Pylos Bay (w Greece) Gulf of Saronikos	Panayotidis and Montesanto (1994) Chryssovergis and Panayotidis (1998)	<i>Posidonia oceanica</i>	25–35 m	– +	+	+

	Nissiros Island, Cape Sounion	Panayotidis and Montesanto (1998)	<i>Posidonia oceanica</i>	25-35 m				
	Crete	Siakavara pers. com. in Panayotidis (1999)	–	–				
	Rhodos Island	Famà et al. (2000)	–	–				
	Kalimnos Island, Samos Island, Castellorizo Island	Verlaque et al. (2000)	–	–				
	Astypalea, Chalkidiki, Lesbos Island, Chios Island, Corfu, Crete, Gulf of Corinth, Kalimnos, Karpathos, Kassos, Kerkyra Island, Milo, Rhodos, Santorin, Tilos	Orfanidis et al. (2005)	–	–				
	Laganas Bay, Strofadia Island (Zakynthos Island)	Tsirika and Haritonidis (2005)	Rock, benthic flora + fauna	2–40 m				
	Messiniakos Gulf	Tsirika et al. (2006)	Rock, benthic flora + fauna	0–2 m; 35–40 m				
Italy	<i>Calabria</i>							
	Capo Rizzuto (Ionian Sea)	Famà et al. (2000)	–	–				
	Capo Vaticano	Cantasano (2001)	Rock	1–2 m				
	Stretto di Messina, Calabria	Di Martino (2001)	<i>Caulerpa taxifolia</i>	–	+			
	Vibo Marina, Palmi, Scilla	Piazzini et al. (2005a)	–	–				
	<i>Campania</i>							
	Gulf of Salerno	Gambi and Terlizzi (1998)	Sand, <i>Cymodocea nodosa</i>	13–20 m	+	+		
	Capo Miseno, Salerno	Famà et al. (2000)	–	–	+	+		
	Naples	Buia et al. (2001)	Rock	2–7 m	+	+	+	
	Isola di Ischia, Procida, Vivara (Gulf of Naples)	Dappiano et al. (2001)	–	–	+	+	+	
	Isole Flegree (Gulf of Naples)	Gambi et al. (2001)	–	–	+	+	+	
	Isole Flegree (Gulf of Naples)	Buia et al. (2003)	–	–	+	+	+	
	Capri Island, Sorrento Peninsula	Russo et al. (2003)	–	4–	+	+	+	
	<i>Liguria</i>							
	Quinto (Genova)	Bussotti et al. (1996)	Rock, sand	9 m	+	+	+	
	Varazze, Sturla, Nervi (Genova)	Modena et al. (2000)	Dead “matte”, rock	0–10 m	+	+	+	
	Bergeggi Islands, Bay of Monterosso, Palmaria Island, Gulf of La Spezia	Piazzini et al. (2005a)	–	–		+	+	
	Foce, Quarto (Genova)	Montefalcone et al. (2007a)	Rock, sand, dead “matte”	10–20 m	+	+	+	
	Cogoleto-Arenzano	Montefalcone et al. (2007b)	Dead “matte”	–				
Libya	Tajura, Tripoli	Nizamuddin (1991)	Sand, rock	–	+			
Malta	–	Stevens (1999)	Maerl, mud/sand, rock	–				
	Southern Malta	Mifsud (2000)	Maerl, mud/sand, rock					
	Gozo Island (Dwejra, Xatt l-Ahmar), Malta Island (St Georges' Bay to Ghar Lapsi, Hard Bank)	Piazzini et al. (2005a)	–	–				
	Marsascala	Mifsud et al. (2006)	Maerl, sand, rock	0–10 m				
	Hondoq ir-Rummien	Mifsud and Lanfranco (2007)		+0.05–50 m				

Spain	Balearic Islands	Ballesteros et al. (1999)	–	–	
	Gran Canaria (Canary Islands)	Famà et al. (2000)	–	–	
	Alicante, Santa Pola, Tabarca Island	Pena Martín et al. (2003)	Rock, sand, dead “matte”	0–19 m	+
	Sagunto, Alicante, Castello de la Plana	Aranda (2004)	Dead “matte”	15–34 m	+
	Gran Canaria, Lanzarote, Tenerife (Canary Islands)	Verlaque et al. (2004)	Rock, sand with <i>Caulerpa prolifera</i>	21–30 m	+
	Mallorca (Dragonera, Bay of Palma, Cap de Regana, Cap Blanc, Ses Fontanelles), Cabrera, Eivissa	Piazzi et al. (2005a)	–	–	
Tunisia	–	Belkhiria (1999)	–	–	
	Cap Bon	Djellouli (2000)	–	–	+
	–	Djellouli et al. (2000)	–	–	
	Cap Bon (Sidi Daoud, Ras Fartas, Korbous), Kerkennah harbour	Langar et al. (2002)	–	–	+
	Rafraf, Metline, Beni Khiair, Hammamet, Monastir, Madhia, Zarzis	Piazzi et al. (2005a)	–	–	
	Bizerte	Mezgui et al. (2007)	Dead “matte”	0.8–1.5 m	
Turkey	Gökova	Evirgen (1997)	Sand, rock	25–51 m	+
	Tasucu, Kas, Bodrum, Kusadasi	Cirik (1999)	–	–	
	Kemer, Tasucu, Kas, Kusadasi, Cesme, Marmaris, Gökova, Bodrum	Tolay et al. (2001)	Rock, sand, mud, dead “matte”	0–60 m	
	Odunluk Iskelesi	Okudan et al. (2002)	Sand, sand/mud	3–7 m	
	Uc Adalar	Yokes and Rudman (2004)	–	5–24 m	
	Seferihisar	Cavas and Yurdakoc (2005a,b)	–	2 m	
	Bozcaada, Izmir (Eskifoça, Karaburun), Didim	Piazzi et al. (2005a)	–	–	
	Gökova bay, Güllük	Cirik and Akçali (2006)	Rock, sand, mud	0–49 m	

Résultats de l'étude sur *Caulerpa racemosa* au site de Sidi Fredj

hiver	station A	station B	station C	station D
longueur du stolon m/m ²	32,5	111,725	316,55	180,175
nombre totale de frondes	79	167	582	402
Nombre de fronde >2	12	60	354	290
Moyenne F _{>2}	2,43	2,75	3,68	3,98
Nombre de fronde =<2	63	116	228	112
Moyenne F= _{<2}	1,32	1,28	1,22	1,34
recouvrement %	53	81	55	96
biomasse g/m ²		42,525	48,9	

printemps	station A	station B	station C	station D
longueur du stolon m/m ²	92,5	72,5	404,15	167,025
nombre totale de frondes	143	151	512	340
Nombre de fronde >2	102	42	248	132
Moyenne F _{>2}	4,02	2,81	3,23	3,06
Nombre de fronde =<2	41	109	264	208
Moyenne F= _{<2}	1,49	1,28	1,36	1,39
recouvrement %	55	85	74	99
biomasse g/m ²		46,6	186	

été	station A	station B	station C	station D
longueur du stolon m/m ²	94,7	104,6	189,1	91,98
nombre totale de frondes	3400	3175	4175	3350
Nombre de fronde >2	69	17	57	63
Moyenne F _{>2}	3,37	2,42	2,77	2,87
Nombre de fronde =<2	67	110	111	71
Moyenne F= _{<2}	1,42	1,25	1,41	1,37
recouvrement %	78	83	94	70
biomasse g/m ²		56,95	375,38	

Résultats de l'étude sur *Caulerpa racemosa* au site de Ain Benian

été	station A	station B	station C	station D
longueur du stolon m/m ²	146,7	39,98	78,78	52,35
nombre totale de frondes	3975	3050	3175	1975
Nombre de fronde >2	107	45	69	33
Moyenne F _{>2}	3,81	2,52	2,92	3,04
Nombre de fronde =<2	52	77	58	46
Moyenne F= _{<2}	1,63	1,24	1,44	1,43
Recouvrement %	100	53	72	40
biomasse g/m ²		27,53	40,85	

1. Paramètres analytiques

19/05/2010 Sidi Fredj	station A	station B	station C	station D
Coefficient T	4	6	7	8
Coefficient Qr	1	2	3	7
Coefficient Qb	2	2	3	0
Coefficient Qv	1	2	1	1
Dominance qualitative DQ r %	25	33,33	42,86	87,50
Dominance qualitative DQb %	50	33,33	42,86	0
Dominance qualitative DQ v %	25	33,33	14,29	12,50

17/03/2010 Sidi Fredj	station A	station B	station C	station D
coefficient T	7	13	10	11
coefficient Q r	3	8	7	9
coefficient Qb	3	3	2	0
coefficient Qv	1	2	1	2
Dominance qualitative DQr %	42,86	61,54	70	81,82
Dominance qualitative DQb %	42,86	23,08	20	0
Dominance qualitative DQv %	14,29	15,38	10	18,18

29/05/2010 Sidi Fredj	station A	station B	station C	station D
coefficient T	5	4	6	4
coefficient Q r	3	3	1	3
coefficient Qb	1	0	4	1
coefficient Qv	1	1	1	0
Dominance qualitative DQr %	60	75	16,67	75
Dominance qualitative DQb %	20	0	66,67	25
Dominance qualitative DQv %	20	25	16,67	0

Station A, Sidi Fredj

Date: 17-03-2010

Température °C: 14.1

Pente : 90°


Profondeur : -0.1m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'38.18"N 2°50'11.8"E

 Flore: 6

Nombre total d'espèces associées

 faune :8

Recouvrement totale : 81%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 53%

Groupe	Espèces	recouvrement
Rhodobiontes	<i>Corallina elongata</i>	13%
	<i>Polysiphonia fucoides</i>	3%
	<i>Alsidium corallinum</i>	10%
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-1%
		26%
Chormobiontes	<i>Colpomenia peregrina</i>	1%
		1%
Chlorobiontes	<i>Ulva lactuca</i>	1%
	<i>Caulerpa racemosa</i>	53%
		54%
Totale		81%
Faune		

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélide	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychètes	<i>Harmothoe impar</i>
	3	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusque	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	3	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
Crustacés	1	Grapsidae	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>
cnidaire	1		<i>Heteractis sp</i>
totale	8		

Station A, Sidi Fredj

Date: 19-05-2010

Température °C: 19

Pente : 90°


Profondeur : -0.1m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'38.18"N 2°50'11.8"E

Nombre total d'espèces associées

 Flore: 7

 faune :6

Recouvrement totale : 74%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 55%

Groupe	Espèces	recouvrement	
Rhodobiontes	<i>Corallina elongata</i>	2%	
	<i>Alsidium corallinum</i>	2%	
		4%	
Chormobiontes	<i>Colpomenia peregrina</i>	1%	
	<i>Dictyota linearis</i>	7%	
	<i>Cystoseira compressa</i>	3%	
		11%	
Chlorobiontes	<i>Ulva lactuca</i>	4%	
	<i>Caulerpa racemosa</i>	55%	
		59%	
Totale		74%	
Faune			
Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélide	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychètes	<i>Harmothoe impar</i>
	3	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusque	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
cnidaire	1		<i>Heteractis sp</i>
totale	6		

Station A, Sidi Fredj

Date: 29-06-2010

Température °C: 23

Pente : 90°


Profondeur : -0.1m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'38.18"N 2°50'11'8"E

 Flore: 9

Nombre total d'espèces associées

 faune : 7

Recouvrement totale : 151%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 78%

Groupe	Espèces	recouvrement
Rhodobiontes	<i>Corallina elongata</i>	8%
	<i>Alsidium corallinum</i>	14%
	<i>Plocamium cartilaginum</i>	2%
	<i>Ceramium circinatum</i>	} 5%
	<i>Ceramium ordinatum</i>	
		29%
Chormobiontes	<i>Dictyota linearis</i>	8%
	<i>Sphacelaria sp</i>	35%
		43%
Chlorobiontes	<i>Chetomorpha aerea</i>	-1%
	<i>Caulerpa racemosa</i>	78%
		79%
Recouvrement total		151%
Faune		

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychètes	<i>Harmothoe impar</i>
	3	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusques	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	3	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
cnidaire	1		<i>Heteractis sp</i>
totale	7		

Station B, Sidi Fredj

Date : 17-03-2010

Température °C: 14.5

Pente : 20°

Profondeur : -0.2m

Aire de prélèvement

Coordonnées géographiques : 36°45'37.58"N 2°50'10.88"E



flore : 19



faune : 5

Nombre total d'espèces associées

Recouvrement totale : 109.5%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 81%

Groupe	Espèces	recouvrement
Rhodobiontes	<i>Jania longifurca</i>	1%
	<i>Ceramium circinatum</i>	} 2%
	<i>Ceramium tenuissium</i>	
	<i>Ceramium gracillium</i>	
	<i>Alsidium corallinum</i>	4%
	<i>Polysiphonia fucoides</i>	2%
	<i>Halurus flosculosus</i>	1%
	<i>stylonema alsidii</i>	~1%
	<i>Plocamium cartilaginum</i>	1.5 %
	<i>Pterosiphonia pennata</i>	2%
	<i>Griffithsia corallinoides</i>	~1%
	14%	
Chormobiontes	<i>Stypocaulon scoparium</i>	3%
	<i>Colpomenia peregrina</i>	2.5%
	<i>Sphacelaria sp</i>	2%
	<i>Dictyota linearis</i>	2%
	9.5%	
Chlorobiontes	<i>Ulva lactuca</i>	3%
	<i>Cladophora prolifera</i>	2%
	<i>Chetomorpha aerea</i>	~1%
	<i>Caulerpa racemosa</i>	81%
	86%	
Totale		109.5%

Faune

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychètes	<i>Harmothoe impar</i>
	3	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusque	1	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
Crustacés	1	Grapsidae	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>
totale	5		

Station B, Sidi Fredj

Date : 19-05-2010

Température °C: 18.1

Pente : 20°


Profondeur : -0.2m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'37.58"N 2°50'10.88"E

 Flore :11

Nombre total d'espèces associées

 faune : 4

Recouvrement totale : 175.5%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 85%

Groupe	espèces
Rhodobiontes	<i>Jania longifurca</i> 1%
	<i>Ceramium circinatum</i> } 2%
	<i>Ceramium tenuissium</i> }
	<i>Halurus flosculosus</i> 1%
	<i>stylonema alsidii</i> ~1%
	<i>Corallina elongata</i> 59%
	63%
Chormobiontes	<i>Stypocaulon scoparium</i> 21.5%
	<i>Colpomenia peregrina</i> 1%
	<i>Sphacelaria sp</i> 1%
	<i>Dictyota linearis</i> 2%
	25.5%
Chlorobiontes	<i>Ulva lactuca</i> 2%
	<i>Caulerpa racemosa</i> 85%
	87%
Totale	175.5%
Faune	

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusque	1	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
Crustacé	1	Grapsidae	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>
totale	4		

Station B, Sidi Fredj

Date : 29-06-2010

Flore :9

Température °C: 22.8

Nombre total d'espèces associées

Pente : 20°

faune : 7

Profondeur : -0.2m

Recouvrement totale : 157%

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 83%

Coordonnées géographiques : 36°45'37.58"N 2°50'10.88"E

Groupe	Espèces	recouvrement
Rhodobiontes	<i>Ceramium circinatum</i>	} 4%
	<i>Ceramium tenuissium</i>	
	<i>Halurus flosculosus</i>	1%
	<i>stylonema alsidii</i>	~1%
	<i>Corallina elongata</i>	12%
		17%
Chormobiontes	<i>Stypocaulon scoparium</i>	50%
	<i>Sphacelaria sp</i>	1%
	<i>Dictyota linearis</i>	4%
		55%
Chlorobiontes	<i>Ulva lactuca</i>	2%
	<i>Caulerpa racemosa</i>	83%
		85%
Totale		157%

Faune

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychètes	<i>Harmothoe impa</i>
Mollusques	1	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
Crustacés	1	Grapsidae	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>
	2	paguridae	<i>Pagurus fabricius</i>
	3		
cnidaire	1		<i>Heteractis sp</i>
totale	7		

Station C, Sidi Fredj

Date: 17-03-2010

Température °C: 13.6

Pente : 0°


Profondeur : -0.5m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'35.95"N 2°50'28 13"E

 Flore: 9

Nombre total d'espèces associées

 faune : 7

Recouvrement totale : 83.5%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 55%

Groupe	Espèces	recouvrement	
Rhodobiontes	<i>Alsidium corallinum</i>	6%	
	<i>Peyssonnelia squamaria</i>	1%	
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>	2.5%	
	<i>Ceramium circinatum</i>	} 5%	
	<i>Ceramium tenuissium</i>		
	<i>Corallina elongata</i>	2%	
	<i>Griffithsia corallinoides</i>	~1%	
		16.5%	
Chormobiontes	<i>Stypocaulon scoparium</i>	4%	
	<i>Cystoseira crinita</i>	8%	
		12%	
Chlorobiontes	<i>Caulerpa racemosa</i>	55%	
		55%	
Totale		83.5%	
Faune			
Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychète	<i>Harmothoe impar</i>
Mollusques	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	3	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
	4	Fasciolaridae	<i>Fasciolaria lignaria</i>
Echinoderme	1	Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
totale	7		

Station C, Sidi Fredj

Date: 19-05-2010

Température °C: 19.5

Pente : 0°


Profondeur : -0.5m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'35.95"N 2°50'28 13"E

 Flore: 8

Nombre total d'espèces associées

 faune : 6

Recouvrement totale : 124%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 74%

Groupe	Espèces	recouvrement	
Rhodobiontes	<i>Alsidium corallinum</i>	10%	
	<i>Peyssonnelia squamaria</i>	1%	
	<i>Ceramium circinatum</i>	2%	
	<i>Griffithsia corallinoides</i>	~1%	
	<i>Asparagopsis armata</i>	20%	
	23%		
Chormobiontes	<i>Cystoseira crinita</i>	16%	
	<i>Sargassum vulgar</i>	9%	
	<i>Padina pavonica</i>	2%	
	27%		
Chlorobiontes	<i>Caulerpa racemosa</i>	74%	
	55%		
Totale	124%		
Faune			
Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychète	<i>Harmothoe impar</i>
Mollusque	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	3	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
Echinoderme	1	Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
totale	6		

Station C, Sidi Fredj

Date: 29-06-2010

Température °C: 22.2

Pente : 0°


Profondeur : -0.5m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'35.85"N 2°50'28 13"E

 Flore: 5

Nombre total d'espèces associées

 faune : 7

Recouvrement totale : 172%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 94%

Groupe	Espèces	recouvrement	
Rhodobiontes	<i>Asparagopsis armata</i>	7%	
		7%	
Chormobiontes	<i>Padina pavonica</i>	10%	
	<i>Stypocaulon scoparium</i>	60%	
	<i>Dictyota linearis</i>	1%	
		71%	
Chlorobiontes	<i>Cladophora prolifera</i>	~1%	
	<i>Caulerpa racemosa</i>	94%	
		94%	
Totale		172%	
Faune			
Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychètes	<i>Harmothoe impar</i>
Mollusque	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	3	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
	4	Fasciolaridae	<i>Fasciolaria lignaria</i>
Echinoderme	1	Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
totale	7		

Station D, Sidi Fredj

Date: 17-03-2010

Température °C: 13

Pente : 0°


Profondeur : -0.3m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'35.09"N 2°50'29.86"E

 Flore: 8

Nombre total d'espèces associées

 faune : 09

Recouvrement totale : 187%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 96%

Groupe	Espèces	recouvrement	
Rhodobiontes	<i>Jania longifurca</i>	7%	
	<i>Ceramium ciliatum</i>	} 5%	
	<i>Ceramium tenuissium</i>		
	<i>Ceramium ordinatum</i>		
	<i>Alsidium corallinum</i>	1%	
	<i>Corallina elongata</i>	53%	
	<i>Peyssonnelia squamaria</i>	~1%	
		66%	
Chormobiontes			
		0%	
Chlorobiontes	<i>Ulva lactuca</i>	25%	
	<i>Caulerpa racemosa</i>	96%	
		121%	
Totale		187%	
Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychète	<i>Harmothoe impar</i>
	3	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusques	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
	3	Fasciolaridae	<i>Fasciolaria lignaria</i>
Crustacés	1	paguridae	<i>Pagurus fabricius</i>
Echinoderme	1	Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
cnidaire	1		<i>Heteractis sp</i>
totale	9		

Station D, Sidi Fredj

Date: 19-05-2010

Température °C: 18.3

Pente : 0°

Profondeur : -0.3m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'35.09"N 2°50'29.86"E

 Flore: 8

Nombre total d'espèces associées

 faune : 8

Recouvrement totale : 128%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 99%

Groupe	Espèces	recouvrement
Rhodobiontes	<i>Jania longifurca</i>	2%
	<i>Ceramium tenuissium</i>	5%
	<i>Ceramium ordinatum</i>	
	<i>Alsidium corallinum</i>	1%
	<i>Corallina elongata</i>	17%
	<i>Asparagopsis armata</i>	3%
		28%
Chormobiontes		
		0%
Chlorobiontes	<i>Enteromorpha sp</i>	1%
	<i>Cladophora sp</i>	-1%
	<i>Caulerpa racemosa</i>	99%
		100%
Totale		128%
Faune		

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélide	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychètes	<i>Harmothoe impar</i>
	3	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusque	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	3	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
	4	Fasciolaridae	<i>Fasciolaria lignaria</i>
Echinoderme	1	Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
totale	8		

Station D, Sidi Fredj

Date: 29-06-2010

Température °C: 20

Pente : 0°


Profondeur : -0.3m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

Coordonnées géographiques : 36°45'35.08"N 2°50'29.86"E

 Flore: 8

Nombre total d'espèces associées

 faune : 8

Recouvrement totale : 100%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 70%

Groupe	Espèces	recouvrement
Rhodobiontes	<i>Ceramium tenuissium</i>	6%
	<i>Ceramium ordinatum</i>	
	<i>Alsidium corallinum</i>	1%
	<i>Corallina elongata</i>	11%
		18%
Chormobiontes	<i>Stypocaulon scoparium</i>	9%
	<i>Padina pavonica</i>	2%
		11%
Chlorobiontes	<i>Enteromorpha sp</i>	1%
	<i>Cladophora sp</i>	-1%
	<i>Caulerpa racemosa</i>	70%
		71%
Totale		100%
Faune		

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélides	1	Géphyriens	<i>Phorinis hippocrepie</i>
	2	Polychète	<i>Harmothoe impar</i>
	3	Annélide sédentaire	<i>Serpula vermicularis</i>
Mollusque	1	Thaididae	<i>Thais hemastoma</i>
	2	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	3	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
	4	Fasciolaridae	<i>Fasciolaria lignaria</i>
cnidaire	1		<i>Heteractis sp</i>
totale	8		

Station E, Sidi Fredj

Date: 18-05-2010

Température °C: 19.5

Pente : 20°

Profondeur : -4m

Aire de prélèvement : 20cmx20cm

 Flore: 8

Nombre total d'espèces associées

 faune : 4

Recouvrement totale : 114%

Recouvrement à *Caulerpa racemosa* : 66%

Groupe	Espèces	recouvrement
Rhodobiontes	<i>Asparagopsis armata</i>	5%
	<i>Peyssonnelia squamaria</i>	1%
	<i>Alsidium corallinum</i>	~1%
	<i>Jania longifurca</i>	1%
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>	1%
	<i>Lythophyllum incrustans</i>	13%
		21%
Chormobiontes	<i>Colpomenia peregrina</i>	1%
		1%
Chlorobiontes	<i>Posidonia oceanica</i>	26%
	<i>Caulerpa racemosa</i>	66%
		92%
Totale		114%
Faune		

Groupes systématiques		famille	Espèces
Les Annélide	1	Polychètes	<i>Harmothoe impar</i>
Mollusques	1	Conidae	<i>Conus méditerranéus</i>
	2	Littorinidae	<i>Littorina néritoides</i>
Echinoderme	1	Echinidae	<i>Paracentrotus lividus</i>
totale	4		