

وزارة التعليم العالي و الأبحاث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للعلوم البحري و تهئية الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'ÉTUDES
UNIVERSITAIRES APPLIQUÉES (D.E.U.A) EN SCIENCES DE LA MER

Sujet

Contribution à l'étude des dinoflagellés et diatomées épiphytes
de macroalgues dans la région d'Alger. Recherche de
dinoflagellés potentiellement nocifs.

Préparé par :

M^{lle} AMEUR Lala Khedidja Fariza

Examiné par :

M^{lle} ILLOUL Hassina..... Promotrice

M^{lle} AIT AMEUR Nadéra..... Examinatrice

Session : Juillet / 2011

SOMMAIRE

Introduction	01
Chapitre 2 : Généralités.....	03
2.1- Les microalgues épiphytes	04
2.1 .1- Classe des dinophycées.....	05
2 .1 .2 - Classe des diatomées.....	05
2 .2- Les microalgues toxiques ou potentiellement nocives	06
2 .2.1- Les microalgues épiphytes.....	06
2.2.2- Les microalgues planctoniques	07
2.3- présentation de la zone et des stations d'étude	08
2. 3.1- Plage El kaddous.....	09
2. 3.2- Plage Tamentfoust	10
2. 3. 3- Plage Ondines Sud	10
2. 3.4- Plage Martin.....	11
2. 3.5- Plage Grand Rocher	11
2. 3.6- Plage Îlot	12
2. 3.7- Djamilia Beach.....	12
2. 3.8- Plage de la Thalassothérapie.....	13
2 .3.9- Plage Ouest de Sidi Fredj.....	13
Chapitre 3 : Matériel et Méthodes	14
3.1- Prélèvement des échantillons de macroalgues	16
3 .2- Séparation des microalgues épiphytes et traitement de macroalgues	16
3.3- L'étude des échantillons	17
a- L'étude biologique	17
b- L'étude chimique	18

Chapitre 4 : Résultats et Discussion	19
4.1. Résultats des paramètres physico-chimiques	20
4.1.1- Température	20
4.1.2- Salinité	21
4.1.3 Sels nutritifs.....	22
4.2. Résultats de l'étude biologique	27
4.2.1- Les macroalgues	27
4.2.2- Les dinoflagellés	31
4.2.3- Les diatomées	36
4.2.4- Microphytobenthos et les paramètres écologiques	40
Conclusion.....	41
Références bibliographiques	42
Annexes.....	45

Introduction

Les écosystèmes côtiers marins sont l'un des plus productifs sur terre (**Aberle-Malzahn, 2004**), car ils sont fortement conditionnés par le comportement des premiers échelons de la chaîne alimentaire. La production primaire est assurée par les macroalgues et essentiellement les microalgues planctoniques (phytoplancton) et benthiques (microphytobenthos), qui vivent sur différents substrats et qui sont répartis sur une large surface de la zone euphotique. Ces derniers constituent une importante ressource alimentaire pour un grand nombre d'organismes marins. De récentes études ont démontré l'importante contribution du microphytobenthos au sein de la production primaire, par son activité photosynthétique, celle-ci pourrait participer jusqu'à 40 % des besoins nutritionnels de la faune benthique (**Guarini et al., 1997 in projet BECOZ**), en effet l'apport de cette composante benthique, dans la production globale annuelle est d'environ 500 millions de tonnes de carbones (**www.ietd.inflibnet.ac.in**). L'importance de leur contribution réside aussi dans le fait qu'elle permet de réguler la concentration d'oxygène et les flux de nutriments à l'interface eau-sédiment avec des répercussions significatives sur la disponibilité pour le phytoplancton dans la colonne d'eau, et de ce fait sur la production pélagique.

L'étude sur la diversité des microalgues est primordiale pour connaître leur distribution spatio-temporelle, et établir des estimations sur leur contribution trophique dans les écosystèmes marins, mais surtout pour contrôler la qualité de l'eau. Les biotopes marins sont habités par des algues unicellulaires potentiellement toxiques, lorsque les conditions hydrologiques et climatologiques sont favorables, ces espèces peuvent se développer de manière intensive et donnent alors naissance à des efflorescences qui dans certains cas, provoquent une modification de la couleur de l'eau, phénomène communément appelé « red-tide » ou « eaux colorées ». Ce phénomène est généralement causé par des espèces de dinoflagellés, mais peut également être produit par des diatomées. Dans la plus part des cas, ces eaux apparaissent après une période prolongée de fortes température de l'air et de l'eau qui coïncide avec une absence d'agitation des eaux. La prolifération massive des espèces toxiques est désignée sous le terme de HABs (Harmful Algal Bloom) ou PANs (prolifération d'algues nocives), ces proliférations peuvent avoir de néfastes conséquences pour les écosystèmes marins et pour la santé humaine, dues aux toxines produites par les microalgues toxiques. En Algérie des travaux de recherche sur les PANs ont été menés dans baie d'Annaba (**Frehi et al., 2007**) et la région d'Alger (**Illoul et al., 2008**).

Le phénomène d'eaux colorées a été observé sur les côtes Algéroises en mai 2009, suite à ces apparitions des prélèvements de ces eaux ont été effectués au niveau de l'Agence chargée de la Protection et de la Promotion du Littoral Algérois (APPL) qui se charge de la surveillance de la qualité des eaux de baignade de la wilaya d'Alger.

Les résultats de l'analyse des prélèvements ont révélé la présence d'un dinoflagellé non photosynthétique *Noctiluca scintillans*, la prolifération de cette espèce était à l'origine de la coloration de l'eau des plages Eden et El Kettani.

Depuis une dizaine d'années et probablement en relation avec le changement climatique, une ou plusieurs espèces du genre *Ostreopsis* (*O. ovata* et *O. siamensis*) prolifèrent en différents endroits du littoral de la Méditerranée. En juillet 2009 un épisode toxique est survenu sur les plages d'Alger, où plusieurs cas d'intoxications de types respiratoires ont été signalés auprès des estivants de certaines plages Algéroises, après des analyses d'eaux et de macroalgues, les observations des échantillons ont révélé la présence d'*Ostreopsis sp* en densités élevées (**APPL, 2009**). À partir de juillet 2009, un réseau de surveillance des microalgues potentiellement nocives a été mis en place par l'APPL. Les épisodes toxiques liés à *Ostreopsis* sont un phénomène nouveau pour la Méditerranée, qui affecte pour l'instant de façon plus importante l'Italie et l'Espagne (**Lemée et al., 2010**).

Le but de ce présent travail est de contribuer à l'étude quantitative et qualitative des microalgues (dinoflagellés et diatomées) potentiellement nocives ou génératrices de blooms, qui forment les communautés microphytobenthiques et épiphytes d'algues benthiques, dans la région Algéroise.

CHAPITRE 2 : GÉNÉRALITÉS

2- Généralités

2.1- Les microalgues épiphytes

Le mot épiphyte vient du grec, «épi » signifiant sur et «phyto» qui veut dire plante, ce terme est employé pour qualifier tout organisme qui se fixe sur les végétaux, et qui prend appui à leur surface, sans puiser en eux leur nourriture.

Les microalgues épiphytes, sont des algues unicellulaires, microscopiques et photosynthétiques, appartenant à différentes classes d'algues (Diatomées, Dinophycées Chlorophycées, Cyanobactéries), ces espèces constituent le microphytobenthos, qui se développe sur divers substrats benthiques (sable, vase, rochers, coraux, macrophytes...) et recouvre une large surface dans la zone euphotique (**Aberle-Malzahn, 2004**).

Parmi les microalgues épiphytes, deux groupes systématiques sont le plus étudiés, les dinoflagellés, dont certaines espèces sont toxiques et les diatomées aux espèces nombreuses et souvent très abondantes. Ces deux groupes d'espèces benthiques s'attachent sur les thalles des macroalgues et forment une matrice mucilagineuse à leur surface (**Vila et al., 2001**).

En méditerranée, les dinoflagellés épiphytes, comme le genre *Ostreopsis*, se développent préférentiellement fixés sur des macro-algues à de très faibles profondeurs sur les rochers (**Lemée et al, 2010**) on le retrouve aussi sur les feuilles de phanérogames. *Ostreopsis* sp a été enregistré dans le Golfe de Tunis, sur les herbiers *Posidonia oceanica* et *Cymodocea nodosa*, accompagné de deux autres dinoflagellés benthiques, *Prorocentrum lima* et *Coolia monotis* (**Turki, 2004**).

Un grand nombre de microalgues épiphytes qui se développent sur les macrophytes tels que les macroalgues (Rhodophycées, Phéophycées, Chlorophycées) et les phanérogames, sont des diatomées (**kita et Harada 1962, Jacobs et Noten 1980 in Lemée et al., 2010**). Les diatomées benthiques appartiennent majoritairement à l'ordre des pennées (**Loir, 2004**), le pouvoir adhésif de ces microalgues est l'un des plus importants facteurs écologiques qui influe leur distribution sur le substrat (**Tanaka, 1985**).

2.1.1-Classe des dinophycés :

Appelées aussi péridiniens ou dinoflagellés, ce sont deux noms qui dérivent des racines grecques : «Dino» qui veut dire tourner et « Peridino » qui signifie tourner autour.

Les dinoflagellés sont classés en gymnodiniens (dinoflagellés nus) et en dinoflagellés cuirassés entourés d'une thèque cellulosique formée de deux valves séparées transversalement par un *cingulum*. Ils sont caractérisés par la présence de deux flagelles à insertion ventrale, l'un longitudinal l'autre transversal **(Collignon, 1991)**

Le noyau ou dinocaryon est volumineux et contient des chromosomes condensés en permanence. Les plastes contiennent la chlorophylle a et c, la carotène et la xanthophylle (péridinine). Majoritairement, les dinoflagellés sont photosynthétiques, il existe cependant des espèces hétérotrophes dépourvues de plastes dont certaines sont phagotrophes **(Collignon, 1991)**.

2.1.2-Classe des diatomées :

La classe des diatomées appelées aussi bacillariophycées ou diatomophycées, regroupe un grand nombre d'espèces, benthiques vivant sur des supports divers et des espèces planctoniques dans la colonne d'eau. Ces dernières jouent un rôle de premier plan dans la production végétale marine **(Collignon, 1991)**

La taille des cellules varie entre deux micromètres et un millimètre, munies d'une frustule, une enveloppe externe, de forme bivalve composée de silice associée à des substances pectiques. Leurs plastes de couleur jaune très pâle à brun, ne produisent pas d'amidon véritable mais un polysaccharide, ils renferment des chlorophylles **a et c (Collignon, 1991)**

La classe se subdivise en deux ordres selon leur morphologie, on distingue les diatomées pennées de forme allongée à symétrie bilatérale par rapport à un axe longitudinal marqué par un raphé ou un pseudo-raphé et les diatomées centriques dont le frustule est de forme cylindrique ou discoïde à symétrie radiale dépourvues de raphé **(Collignon, 1991)**.

2.2- Les microalgues toxiques ou potentiellement nocives

Parmi les microalgues potentiellement nocives la plupart sont planctoniques. Toutefois il existe des dinoflagellés benthiques toxiques tels que *Ostreopsis*, *Coolia monotis*, *Gambierdiscus toxicus* ou *Prorocentrum lima*, elles sont à l'origine de différents syndromes et peuvent former des associations dans certains cas. Les diatomées quant à elles, peuvent générer des blooms sans qu'aucun effet nocif n'ait été signalé.

2-2-1- les microalgues épiphytes :

- **Syndrome pseudo-grippal**

Lors d'importants blooms, le dinoflagellé benthique et épiphyte *Ostreopsis sp*, peut causer des intoxications par inhalation d'aérosols marins contenant une toxine appelée palytoxine (**Mangialajo et al., 2008 in Djaroun, 2010**). La Palytoxine est une des molécules naturelles marines les plus toxiques connues à ce jour (**Lemée et al., 2010**) et provoque des syndromes proches de ceux d'une grippe. La microalgue benthique est à l'origine de la survenue de plusieurs cas groupés d'irritations, accompagnées de toux, de fièvres et de problèmes respiratoires, décrits en Italie et en Espagne depuis 2003 (**Tichadou et al., 2010**). Les effets de cette toxine disparaissent au bout de quelques jours.

L'Algérie, depuis l'été 2009 fait partie des pays Méditerranéens affectés par ce type d'intoxications (**APPL, 2009**) suite à l'enregistrement de plusieurs cas d'intoxications de types respiratoires, dus aux blooms d'*Ostreopsis sp* dans les eaux de la côte Algéroise.

- **DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning)**

Le dinoflagellé benthique *Prorocentrum lima* (comme le genre planctonique *Dinophysis*) est impliqué dans les intoxications diarrhéiques par les fruits de mer Provoqués principalement par l'acide okadaïque, les pectenotoxines, et les yessotoxines que produisent ces espèces. L'intoxication apparaît entre 2 et 12h après ingestion de coquillage contaminé. Les principaux symptômes se manifestent par des diarrhées, nausées, et vomissements, la cuisson des aliments ne diminue pas la toxicité. Les moules sont régulièrement contaminées alors que les huîtres accumulent moins de toxines (**Guy, 2006**).

- L'espèce *Coolia monotis* produit la cooliatoxine, cette toxine a été testé sur des souris provoquant des symptômes similaires à ceux décrits pour les yessotoxines à savoir, une hypothermie, une détresse respiratoire et une convulsion qui précèdent la mort (**Holmes et al., 1995 in Frémy et Lassus, 2001**).

- **CFP (Ciguatera Fish Poisoning)**

La ciguatera est due à l'ingestion de poissons infectés par des dinoflagellés épiphytes de débris coralliens et de macroalgues. L'agent principal de ce syndrome est le dinoflagellé benthique *Gambierdiscus toxicus* espèce qui vit dans des régions tropicales et qui a été enregistrée en association avec *Ostreopsis sp*, *Coolia monotis* et *Prorocentrum lima* (Yasumoto et al., 197, Adachi et Fukyo, 1979 in Vila et al., 2001). Cette espèce produit de puissantes neurotoxines, appelés ciguatoxines qui s'accumulent chez les animaux marins herbivores et sont ensuite transférées vers les niveaux supérieurs de la chaîne alimentaire par les poissons carnivores (Bagnis, 1992 in Frémy et Lassus, 2001). Les symptômes surgissent 2 à 6h après ingestion de l'aliment, et sont de type gastro-intestinal, neurosensoriel, cardio-vasculaire, cutané-muqueux.

2-2-2- les microalgues planctoniques :

De nombreuses espèces de dinoflagellés et de diatomées planctoniques peuvent générer différents types de syndromes :

- **PSP (Paralytic Shellfish Poisoning)**

Ce sont des toxines paralysantes (saxitoxines, gonyautoxine), il s'agit d'un des poisons les plus violents pour l'homme. Les principaux syndromes sont des arrêts respiratoires ou cardiaques, des troubles gastriques ou neurologiques qui interviennent généralement après consommation de coquillages contaminés, elles provoquent une intoxication en moins de 30 mn, la saxitoxine est une neurotoxine cent mille fois plus puissante que la cocaïne. Les espèces responsables de ce syndrome sont des espèces du genre *Alexandrium* et *Gymnodinium catenatum* (Guy, 2006)

- **ASP (Amnesic Shellfish Poisoning)**

L'acide Domoïque produit par les diatomées du genre *Pseudo-Nitzschia* peut agir en moins de 24h, les premiers symptômes sont de type gastro-intestinal (diarrhées, vomissements, nausées) après 24 à 48h apparaissent des symptômes neurologiques (maux de tête et confusion), dans les cas les plus graves des trous de mémoire et des dommages cérébraux pouvant conduire à la mort (Frémy et Lassus, 2001, Guy, 2006)

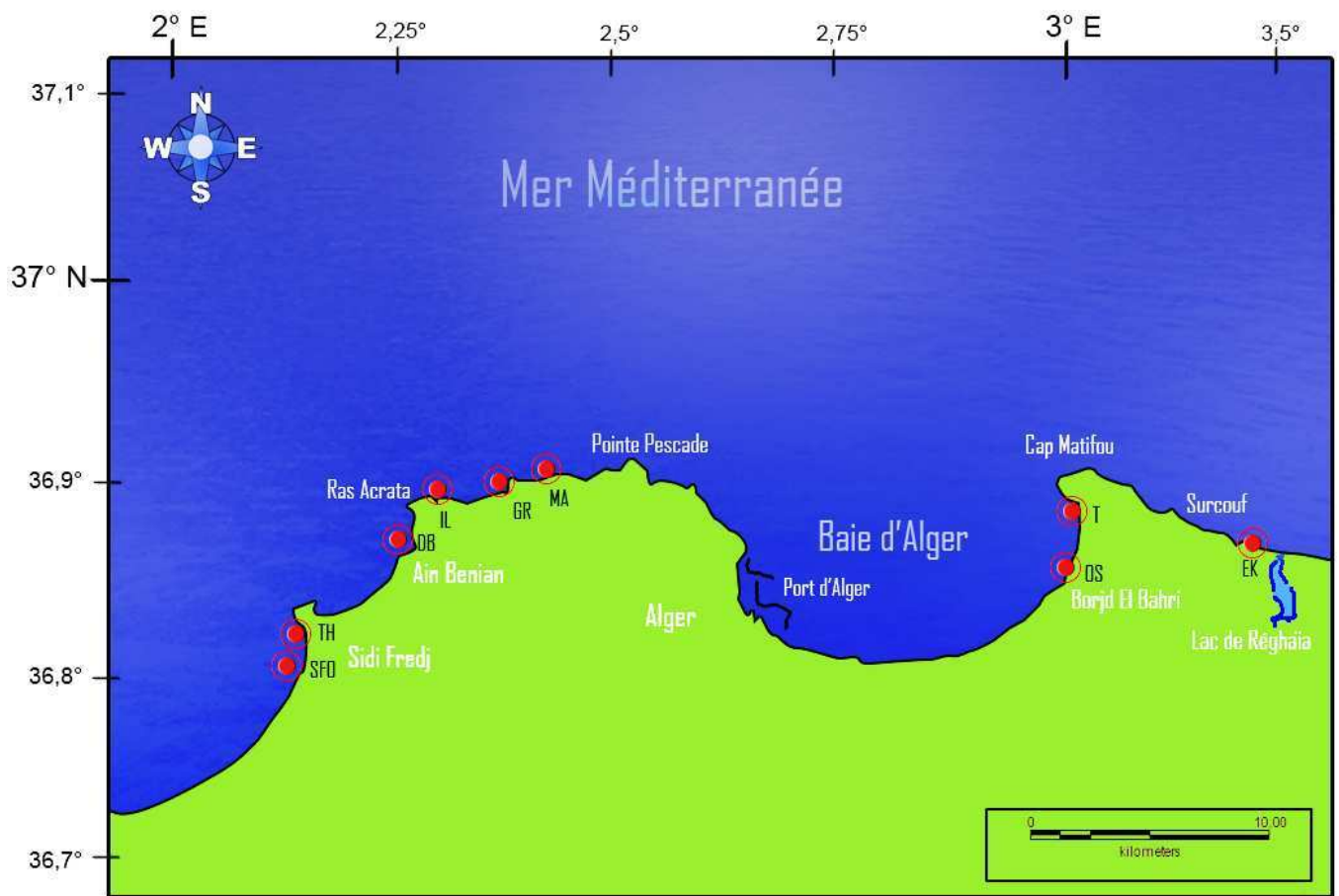
- **NSP (Neurotoxines Shellfish Poisoning)**

La toxine brevétoxine, est produite par des dinoflagellés *Ptychodiscus brevis* et *Gylnodinium breve*, les symptômes de type gastro-intestinal, provoquent des douleurs abdominales, crampes, nausées, diarrhées et perte d'équilibre, qui surviennent 3h seulement après ingestion de l'aliment contaminé (Frémy et Lassus, 2001).

2.3-Présentation de la zone et des stations d'étude

Notre zone d'étude est comprise entre 3,5° et 2°Est de la côte Algéroise. Les stations d'étude sélectionnées sont des plages protégées dont la plupart sont de fond rocheux. Ce type de plage abrite des macroalgues à la surface desquels se développent des microalgues (dinoflagellés et diatomées) épiphytes. L'échantillonnage concerne neuf plages de la wilaya d'Alger, faisant partie du réseau de surveillance mis en place par l'Agence chargée de la Promotion et la Protection du Littoral Algérois (APPL) après les épisodes d'intoxications par le dinoflagellé *Ostreopsis sp* de l'été 2009 (Illoul *et al.*, 2011). Nous avons par ailleurs procédé à l'échantillonnage d'une plage supplémentaire au cours du mois de mai 2011 (plage Ouest de Sidi Fredj).

Les stations de prélèvement sont de l'est vers l'ouest : El Kaddous, Tamentfoust, Les Ondines sud, Martin, Grand Rocher, Îlot, Djamilia Beach, Thalassothérapie et la plage Ouest de Sidi Fredj.



Carte 1 : Représentation géographique de la zone et des stations d'étude.

Tableau 1 : tableau représentant les différentes stations de la zone d'étude avec leurs codes respectifs.

Nom plage	Code
El Kaddous	EK
Tamentfoust	T
Ondines Sud	OS
Martin	MA
Grand Rocher	GR
Îlot	IL
Djamila Beach	DB
Thalassothérapie	TH
Plage Ouest de Sidi-Fredj	SFO

2.3.1-Plage El Kaddous :



Carte 2 : vue aérienne de la plage El Kaddous

Située dans la commune de Heraoua, cette station d'étude se trouve à environ 25 km à l'est de la ville d'Alger à 3°20' Est .La plage d'El kaddous, est limitée à l'est par l'embouchure de l'oued Réghaïa (commune de Réghaïa) à l'ouest par les falaises de Surcouf (commune d'Aïn Taya) , au nord par la méditerranée et enfin au sud par le lac de Réghaïa (**Adjout, Benmehrez et Rouabhi , 1994**). C'est une plage ouverte dont le fond est sableux, avec une longueur de 1850 m (www.appl.dz).

2.3.2-Plage Tamentfoust :



Carte 3 : Vue aérienne de la station Tamentfoust

Tamentfoust forme un cap sur la baie d'Alger, située à l'est de la baie à la longitude 3°13 Est, dans la commune d'El Marsa à 20 km à l'est d'Alger. C'est une zone semi-fermée, bien protégée des vents dominants favorisant ainsi le mode calme (www.wikimapia.org, [Adjout, Benmehrez et Rouabhi, 1994](#)). C'est une plage à sable grossier, ouverte avec des dimensions de 80 m de longueur et 10,5 m de largeur, le fond est rocheux (www.appl.dz).

2.3. 3-Plage Les Ondines Sud :



Carte 4 : Vue aérienne de la station Ondines Sud

C'est une plage avec un fond sableux, située dans la commune de Bordj El Bahri, dans la baie d'Alger à 36°47' Nord et 3°14' Est, de forme ouverte sa longueur est de 385 m et sa largeur mesure 21m (www.wikimapia.org, www.appl.dz).

2.3.4-Plage Martin :



Carte 5 : Vue aérienne de la station Martin

La plage Martin est Située dans la commune de Hammamet près de la baie d'Alger, à 36°50' Nord et 3°Est, c'est une plage ouverte où les masses d'eaux sont en renouvellement continue dans une zone de 155 m de long sur 26 m de large, caractérisée par un fond rocheux (**Djaroun, 2010, www.appl.dz**).

2.3.5-Plage Grand Rocher :



Carte 6 : Vue aérienne de la station Grand Rocher

C'est une plage de nature sableuse et rocheuse, située dans la commune de Ain Baniyan à l'ouest d'Alger. Ouverte sur 140 m de longueur et 20m de largeur (**www.appl.dz**).

2.3.6 -Plage Îlot :



Carte 7 : Vue aérienne de la station îlot

Située dans la commune d'Ain Baniyan, cette station n'est pas protégée par aucune structure d'aménagement, plage ouverte, ses dimensions sont de l'ordre de 220 m sur 15 avec un fond rocheux (www.appl.dz)

2.3.7-Djamila Beach :



Carte8 : Vue aérienne de la station Djamila Beach

Elle est Située à une latitude de 36°48' Nord et une longitude de 2°53' Est (www.wikimapia.org). C'est une plage artificielle qui fait partie de la baie d'EL Djamila, dans la commune de Ain Baniyan à environ 20 km à l'ouest d'Alger, la baie occupe la partie orientale de la baie de Bou-Ismaïl limitée à l'ouest par la presqu'île de Sidi Fredj et à l'Est par Ras Acrata (**Attouchi, 2008**).

2.3.8-Plage de la Thalassothérapie :



Carte 9 : Vue aérienne de la station Thalassothérapie

Cette station est située dans la presqu'île de Sidi Fredj à 2°50' Est, à 20 km à l'ouest d'Alger et à l'extrême est de la baie de Bou-Ismaïl à l'abri des vagues du nord (**Chekaba, 2001**). La plage de la Thalassothérapie est une zone à eaux confinées, elle est naturellement protégée par son emplacement (**Djraoun, 2010**), à fond sableux et rocheux, sa longueur est de 220 m et sa largeur de 12 m (**www.appl.dz**).

2.3.9-Plage Ouest de Sidi Fredj :



Carte 10 : Vue aérienne de la station Sidi Fredj Ouest

Cette station se situe du côté Ouest de la presqu'île de Sidi Fredj, en contrebas du laboratoire de l'ENSSMAL et à proximité de la plage de la Thalassothérapie. Elle représente un site riche en macroalgues sur lesquelles se développent les diatomées et les dinoflagellés épiphytes, le fond est rocheux et sableux. Cette plage fait une longueur de 100 m et une largeur de 0,5 m (**www.appl.dz**).

- Trois des plages citées plus haut ont été le siège d'intoxications humaines de types respiratoires, dus aux blooms d'*Ostreopsis sp*, au cours du mois de juillet 2009. Il s'agit de Martin, Îlot et Grand Rocher.

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES

3. Matériels et Méthodes

Dans la présente étude nous avons réalisé l'examen de 32 échantillons de macroalgues prélevés au cours des printemps 2010 et 2011 et de l'été 2010, sélectionnés parmi les échantillons prélevés mensuellement entre mars 2010 et mai 2011*. Parmi les échantillons de macroalgues, nous avons sélectionné ceux prélevés pendant la saison estivale et la saison printanière (Tableau 2), en raison du développement des populations de dinoflagellés en été et celui des diatomées au printemps. Nous avons également réalisé une série de 9 prélèvements de différentes espèces de macroalgues, nous en avons sélectionné 4. Ce dernier échantillonnage a été fait le 10 mai 2011 à la plage Ouest (Sidi Fredj). Au moment des prélèvements, des mesures de température et de salinité ont été effectuées, et des prélèvements d'eau de mer mis dans des flacons PVC (120 cc) pour des analyses ultérieures de sels nutritifs. Ces flacons sont préalablement rincés avant le prélèvement à l'eau de mer et manipulés avec précaution de manière à éviter tout contact avec l'intérieur du bouchon ou l'ouverture du flacon.

Tableau 2 : stations et dates de prélèvement (1ech et 2ech désignent le nombre d'échantillons effectués dans une même station à la même date).

Station	Date	Station	Date
Djamila Beach	14/03/2011	Ondines Sud	17/08/2010
El Kaddous	02/08/2010	Sidi Fredj Ouest(1ech)	10/05/2011
Grand Rocher	09/06/2010	Sidi Fredj Ouest(2ech)	10/05/2011
Grand Rocher	09/08/2010	Sidi Fredj Ouest(3ech)	10/05/2011
Grand Rocher	16/08/2010	Sidi Fredj Ouest(4ech)	10/05/2011
Grand Rocher	23/08/2010	Tamentfoust	07/09/2010
Îlot	10/05/2010	Tamentfoust	10/05/2010
Îlot	09/06/2010	Thalassothérapie(1ech)	16/03/2010
Îlot	08/07/2010	Thalassothérapie(1ech)	26/04/2010
Îlot	09/08/2010	Thalassothérapie	08/07/2010
Îlot	23/08/2010	Thalassothérapie(2ech)	16/08/2010
Îlot	14/03/2011	Thalassothérapie	09/02/2011
Martin	14/03/2011	Thalassothérapie(1ech)	14/03/2011
Ondines Sud	17/03/2010	Thalassothérapie(2ech)	26/04/2010
Ondines Sud	10/06/2010	Thalassothérapie(2ech)	16/08/2010
Ondines Sud	21/07/2010	Thalassothérapie(2ech)	14/03/2011

* Ces échantillons ont été prélevés par l'agence pour la Protection et de la Promotion du Littoral Algérois (APPL), dans le cadre du monitoring au cours des années 2010 et 2011. Nous leur adressons ici nos vifs remerciements.

3.1- Prélèvement des échantillons de macroalgues :

Des fragments de macroalgues de différentes espèces (Rhodophycées, Phéophycées et Chlorophycées) ont été prélevés pour la recherche de dinoflagellés et de diatomées épiphytes. Ces macroalgues sont sélectionnées selon leurs abondances et leurs disponibilités dans la zone d'étude. Les fragments de macroalgues, sont prélevés sur des rochers à l'aide d'une pince, et mis dans des piluliers en verre préalablement remplis d'eau de mer filtrée et formolée, en prenant soin de complètement immerger les fragments de macroalgues dans la solution (**Vila et al., 2001**). Les piluliers sont refermés avec des bouchons hermétiques et étiquetés.

La but de fixer les échantillons de macroalgues avec du formol est de préserver la forme originale des microalgues épiphytes et d'éviter leur prolifération, ce qui pourrait fausser les résultats lors des études ultérieures.

3.2- Séparation des microalgues épiphytes et traitement des macroalgues :

Les échantillons prélevés contenus dans les piluliers, sont fortement agités et secoués dans tous les sens, pour détacher un maximum d'épiphytes de leurs hôtes. Les fragments de macroalgues sont ensuite séparés afin de mesurer le volume de l'eau de mer contenant les épiphytes à l'aide d'une éprouvette graduée (figure 1). Une fois séparés de leurs épiphytes, les fragments de macroalgues, sont pesés (**Vila et al., 2001**). Les résultats de cette pesée seront utilisés pour le calcul de la densité cellulaire par gramme de poids frais (les poids secs peuvent aussi être utilisés). En accord avec **Vila et al. (2001)**, nous avons, toutefois, choisi d'utiliser uniquement les poids frais. En effet, ces auteurs ont mis en évidence une forte corrélation entre le poids frais et le poids sec des macroalgues au cours de leur étude ($r^2 > 0.98$). Par ailleurs, ce choix nous permet de comparer nos résultats avec ceux des travaux postérieurs à 2001 qui utilisent exclusivement les poids frais (**Nikolaidis et al., 2006 ; Mangialajo et al., 2008**).



Figure 1: Eprouvette graduée contenant l'échantillon d'épiphytes

- La balance à précision utilisée pour la pesée des fragments de macroalgues est le model Denver Instrument M-220 D (minimum 1mg -maximum 31g, $\pm 0,0001g$).

3.3- L'étude des échantillons

a- L'étude biologique :

L'observation et l'énumération des épiphytes, sont réalisés à l'aide d'une cellule de comptage Sedgewick-Rafter, sous un microscope optique droit de model Leitz Dialux 22 EB.

La cellule de comptage Sedgewick-Rafter, est conçue pour une utilisation avec un microscope optique à des grossissements faibles (maximum 200x), qui permet l'observation et la numération pour des organismes de taille entre 50 et 500 μm . (Sournia, 1978). C'est dans cette cellule que sera placé notre échantillon destiné à l'observation et à l'énumération des microalgues.



Figure 2 : Microscope droit Leitz Dialux 22 EB

Après homogénéisation de l'échantillon, un sous-échantillon d'un volume de 1ml est prélevé à l'aide d'une pipette en plastique graduée (2,5 ml) et nous le versons dans la cellule de comptage. Une lamelle en verre recouvre la cellule et s'ajuste au rectangle.

Après avoir laissé l'échantillon sédimenter environ 30 minutes, La cellule est placée sur le plateau mobile, sous l'objectif x10. Selon la concentration de l'échantillon, le comptage se fera soit dans la totalité de la cellule (1ml), soit sur 10 carrés (1 carré = $1\mu l$) prise au hasard sur toute la surface de la cellule de comptage, ou alors le comptage se fait sur deux lignes de carreaux (100 carreaux) représentant 0,1l. Le comptage est représentatif lorsque le nombre des individus atteint 100 pour les espèces dominantes.

Nous rapportons le nombre de cellules à 1g de poids frais de macroalgue (PFM).

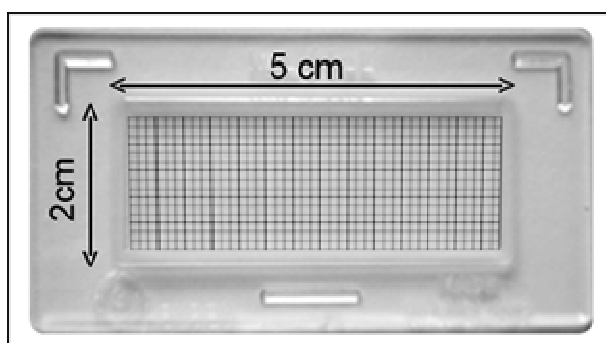


Figure 3 : Cellules de comptage Sedgewick-Rafter

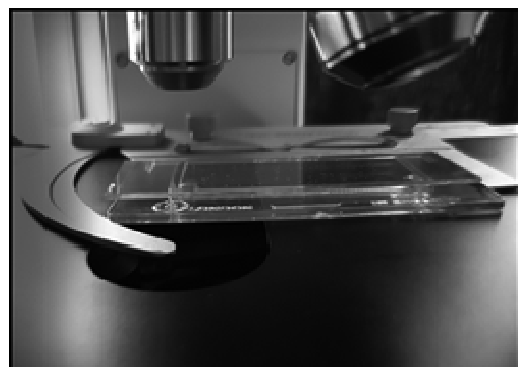


Figure 4 : Emplacement de la cellule sous microscope droit

b- L'étude Chimique* :

Les échantillons d'eau de mer prélevés destinés à l'analyse des sels nutritifs sont stockés au congélateur jusqu'au moment de leur analyse. Les sels nutritifs ; silicates, phosphates, nitrates et nitrites contenus dans ces échantillons, sont dosés par la méthode de colorimétrie à flux continu sur chaîne automatisée avec l'auto-analyseur SKALAR selon le protocole décrit par le fabricant (les échantillons sont préalablement filtrés).

Le principe de détermination des sels nutritifs est basée sur la formation de Complexes spécifiques colorés dont l'absorption est directement proportionnelle à la concentration du sel nutritif à doser. La loi de BEER-LAMBERT résume la relation entre la concentration du sel et la densité optique.

Loi de BEER-LAMBERT :

$$A = D.O. = \log (I_0/I) = \epsilon \times L \times C$$

Les paramètres de cette loi sont :

A : absorbance, **D.O.** : densité optique

I₀ et **I** : représentent respectivement l'intensité lumineuse incidente à la cuve et qui traverse la cuve du spectrophotomètre.

ε : le coefficient d'extinction molaire qui varie en fonction de la température et la longueur d'onde.

L : la longueur de cuve du spectrophotomètre exprimée en cm.

C : concentration de la solution absorbante, exprimée en mole/l.



Figure 5 : Auto-analyseur SKALAR
(SAN PLUS SYSTEM)

* Le dosage des sels nutritifs a été réalisé par **M^{me} N.Eddalia** à l'ESSMAL, Sidi Fredj.

CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET DISCUSSION

4-Résultats et Discussion

4.1. Résultats des paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques (température, salinité, sels nutritifs) sont décrits dans cette partie. Nous avons par ailleurs choisi la station Îlot pour représenter les variations temporelles de mai à août 2010 des facteurs physico-chimiques de notre zone d'étude (figures 6 à 12). Cette station est caractérisée par sa richesse en macroalgues durant tout l'été (saison favorable à *Ostreopsis*) et elle est l'une des plages affectées par les intoxications de l'été 2009.

4-1.1. Température :

Au printemps les valeurs de température dans l'ensemble des stations sont comprises entre 15,4°C en mars 2010 dans la station Ondines Sud et 27,9°C en juin 2010 enregistrée dans la même station. Pendant la saison estivale 2010, un maximum de température de 28,4°C a été enregistré dans la station Ondines Sud en juillet. Le minimum de température est de 19°C enregistré en août 2010 dans la station Grand Rocher (annexe 2).

La température dans la station Îlot :

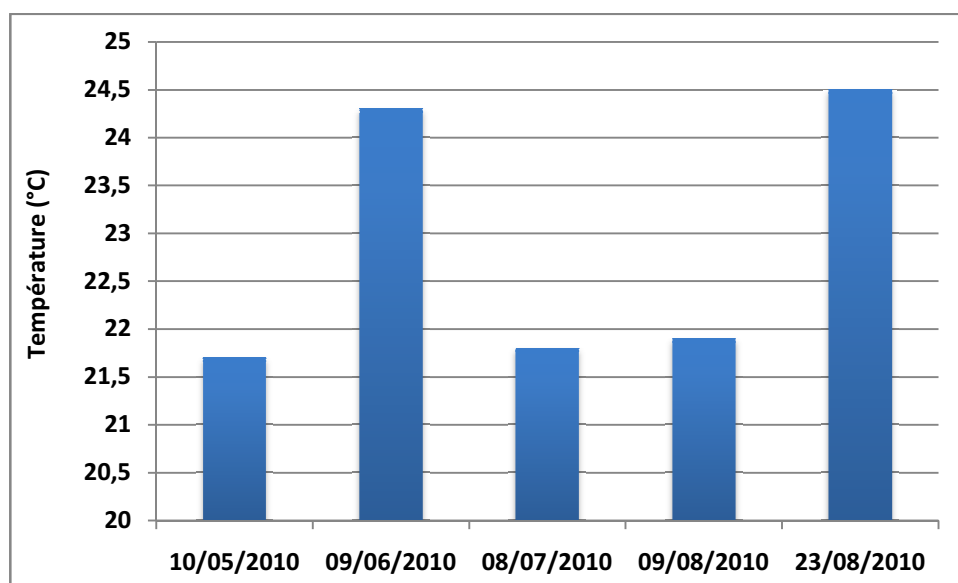


Figure 6 : variations temporelles des températures dans la station Îlot de mai à août 2010.

Les températures mesurées dans la station Îlot, au cours du printemps et été 2010, sont comprises entre 21,7 et 24,5°C. Nous remarquons une hausse des températures en juin et une légère baisse en juillet. Le maximum est atteint fin août (figure 6).

4.1.2. Salinité :

Dans notre zone d'étude les salinités ont varié entre 35,5 dans la station Tamentfoust en septembre 2010 et 37,9 en juillet 2010 dans la station Îlot (annexe 2).

La salinité dans la station Îlot :

Pendant la saison estivale la salinité dans la station îlot a varié entre 36,3 et 37,7. Le maximum de salinité a été mesuré en juillet (figure 7).

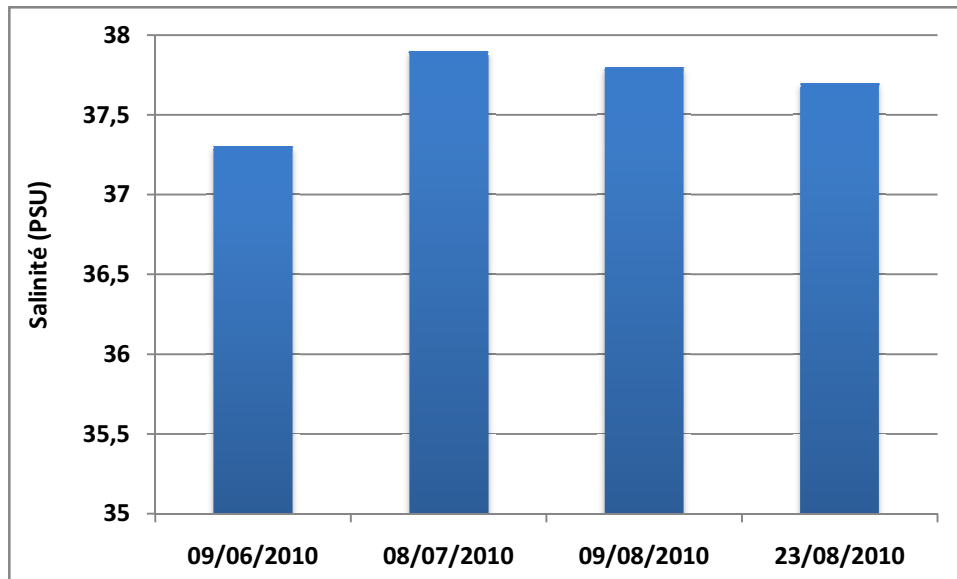


Figure 7 : variations temporelles des salinités dans la station Îlot de juin à août 2010.

4.1.3. Sels nutritifs :

-Silicates (SiO₂) :

Parmi les stations de notre zone d'étude, Îlot, Thalassothérapie et Grand Rocher semblent présenter les plus faibles et aussi les plus fortes concentrations en silicates, la valeur minimale est de 0,0616 µmol/L enregistrée dans la station Îlot en août 2010 et la valeur la plus élevée est celle de la station Grand Rocher avec une concentration de 2,7369 µmol/L enregistrée en août 2010 (annexe 2).

La silice prend son origine de la dissolution des roches siliceuses et de la remontée des eaux profondes riches en matières nutritives. **(Bougis, 1974 in Messaoudene et Loubar, 2009)**. Les apports en silice dans le milieu sous forme de silice assimilable est une source indispensable pour la production des enveloppes siliceuses de microalgues à squelette siliceux comme les diatomées, la teneur de ce nutriment dans les cellules varie selon l'espèce selon l'ensemble des conditions écologiques et en fonction du stade dans le cycle de vie de l'espèce **(Ludes et Coste, 1996)**.

Les Silicates dans la station Îlot :

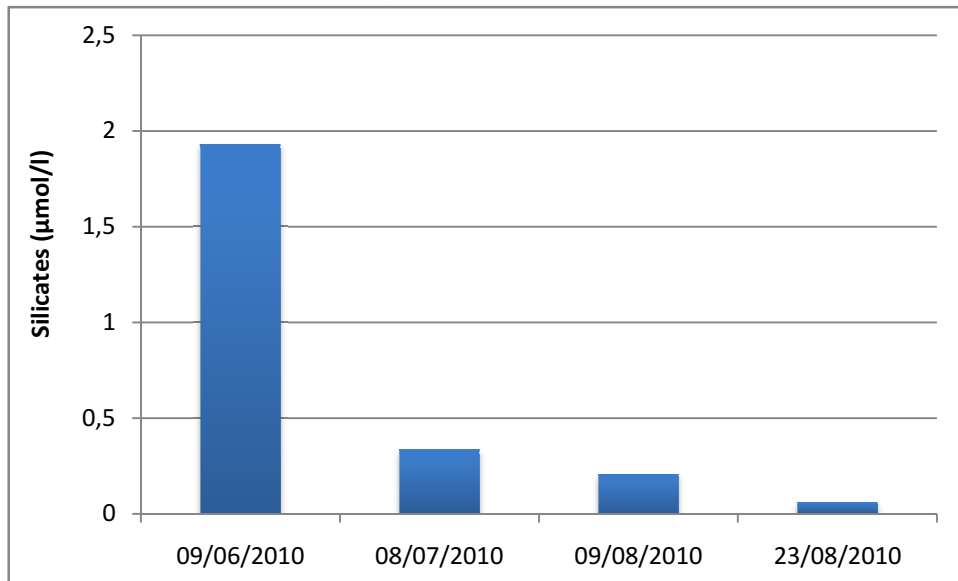


Figure 8 : variations temporelles des concentrations en silicates dans la station Îlot de juin à août 2010.

Dans la station îlot, nous constatons une baisse progressive des silicates du 09/06/2010 au 23 /08/2010, de 1,9303 à 0,016 µmol/ l (figure 8).

-Phosphates (PO₄⁻) :

Pour l'ensemble de notre zone d'étude, les concentrations en phosphates semblent être plus élevées du côté Est de la baie d'Alger avec un maximum de 0,9498 µmol/L relevé dans la station Ondines Sud en juillet 2010, les plus faibles valeurs sont retrouvées du côté Ouest de la baie, la teneur minimale est enregistrée dans la station Martin en mars 2011 avec une valeur de 0,2647 µmol/L (annexe 2).

Les teneurs en phosphates sont normalement assez faibles en milieu océanique et côtier non pollués et varie de 0 à 1 µmol/L (**Aminot et chausepieds, 1983 in Attouchi, 2008**).

Le sédiment représente un réservoir et un régulateur des teneurs en phosphates dans les eaux (**Pommeroy et al, 1965 in Messaoudene et Loubar, 2009**). Les phosphates sont surtout issus des rejets urbains contenant lessives ou excréments, ce qui augmente les concentrations des phosphates dans les eaux côtières (**www.cpiecotentin.com**).

Les phosphates dans la station Îlot :

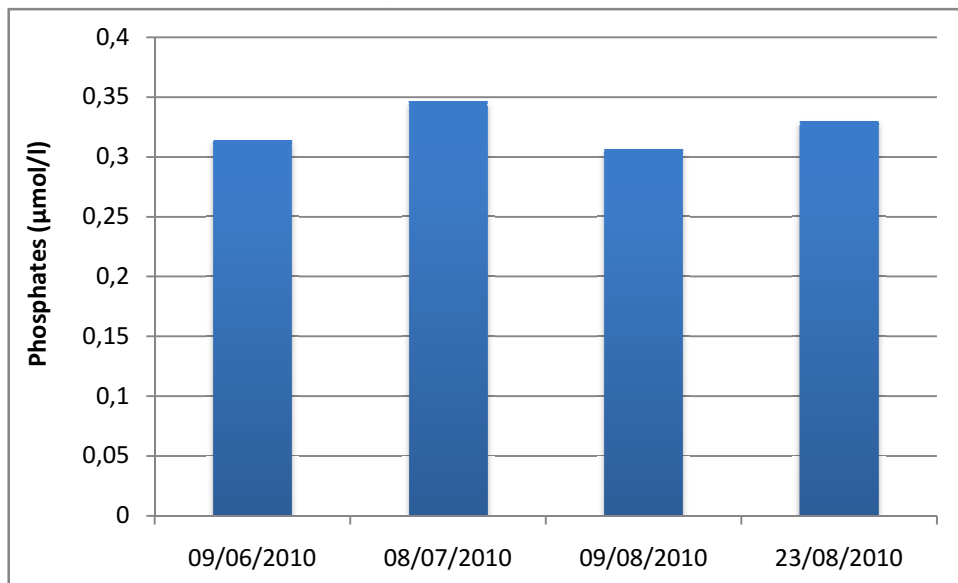


Figure 9 : variations temporelles des concentrations en phosphates dans la station Îlot de Juin à août 2010.

Nous observons que les valeurs des phosphates dans la station Îlot sont très proches les unes des autres, elles sont comprises entre 0,3061 µmol/ l (09/08/2010) et 0,3458 µmol/ l (08/07/2010) (figure 9).

- Ammonium (NH₄⁺) :

Les résultats du dosage de l'ammonium révèlent des variations entre les différentes stations étudiées, les concentrations les plus élevées sont enregistrées en période estivale dans les stations Tamentfoust, Djamil Beach, Îlot, et Grand Rocher avec des valeurs comprises entre 7,3914 et 14,7982 µmol/L, la plus forte concentration a été enregistrée dans la station Tamentfoust en septembre 2010.

Les plus faibles concentrations sont observées dans les stations Martin et Thalassothérapie avec des valeurs comprises entre 0,5001 et 1,3743 µmol/L, la plus faible teneur a été enregistrée dans la station Martin en mars 2011 (annexe 2).

L'ammonium dans la station Îlot :

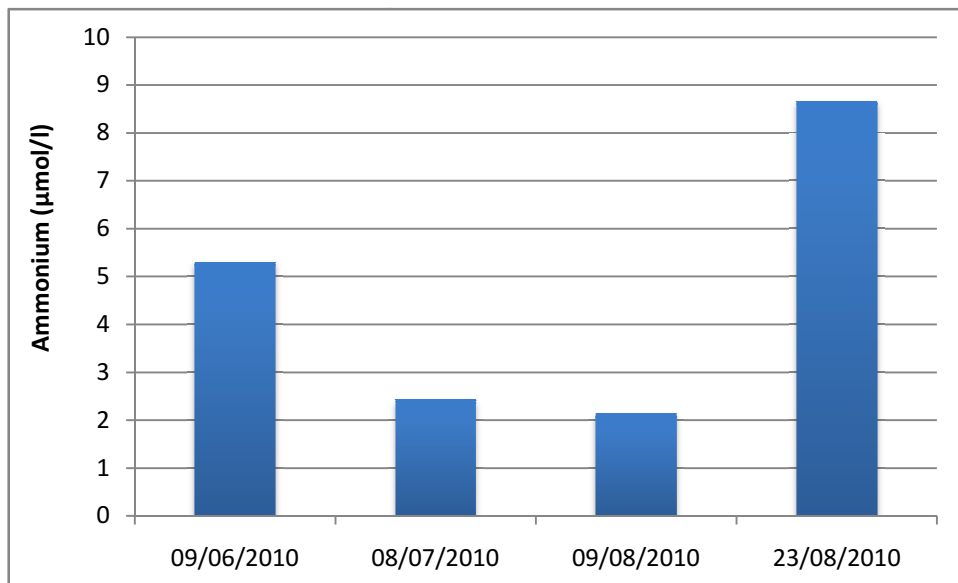


Figure 10 : variations temporelles des concentrations en ammonium dans la station Îlot De juin à août 2010.

Les valeurs des concentrations de l'ammonium sont importantes dans tous les prélèvements de la station Îlot, la plus élevée est de 8,6632 µmol/ l (23/08/2010) et la plus faible de 2,1363 µmol/ l (09/08/2010) (figure 10).

- Nitrates (NO₃⁻) :

Les concentrations en nitrates enregistrées dans les différentes stations suivent une variation similaire, les teneurs les plus élevées sont observées en été avec un maximum de 1,5700 µmol/L enregistré dans la station Thalassothérapie en juillet 2010.

Les plus faibles concentrations sont enregistrées pendant la saison printanière avec un minimum de 0,1717 µmol/L observé dans la même station Thalassothérapie en mars 2011 (annexe 2).

Les nitrates dans la station Îlot :

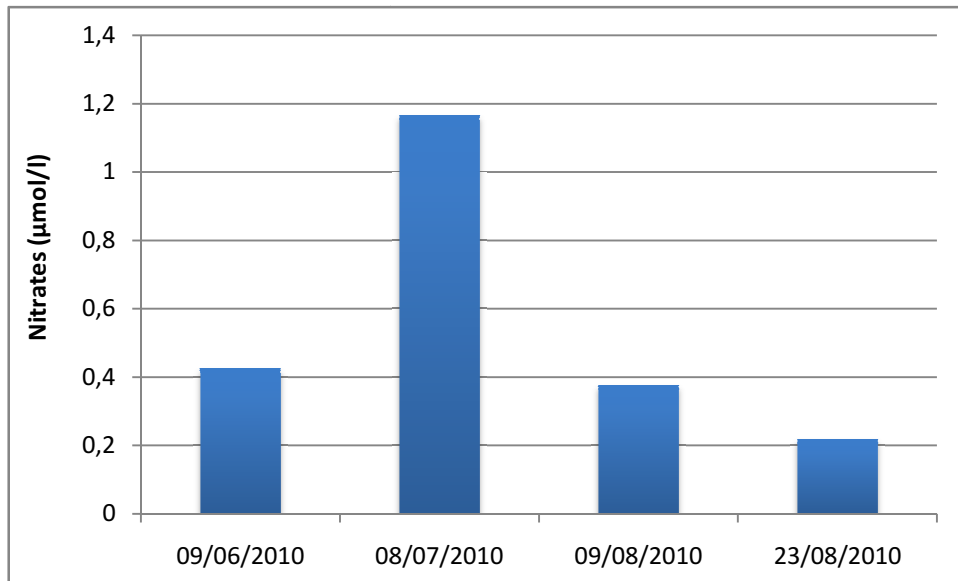


Figure 11 : variations temporelles des concentrations en nitrates dans la station Îlot De juin à août 2010.

Dans la station Îlot, les concentrations en nitrates sont plus élevées en juin et juillet 2010, la plus grande valeur enregistrée est de 1,1656 µmol/ l (08/7/2010), et diminuent en mois d'août jusqu'à atteindre un minimum de 0,2172 µmol/ l (23/08/2010) (figure 11).

- Nitrites (NO₂⁻) :

Dans notre zone d'étude, les plus faibles valeurs en nitrites sont enregistrées en printemps, elles sont comprises entre 0,0615 et 0,2627 µmol/L, la teneur minimale a été enregistrée début juin 2010 dans la station Grand Rocher.

En été les concentrations en nitrites sont plus élevées, la teneur maximale est de 1,8217 µmol/L observée dans la station Thalassothérapie en juillet 2010 (annexe 2).

Les nitrites dans la station Îlot :

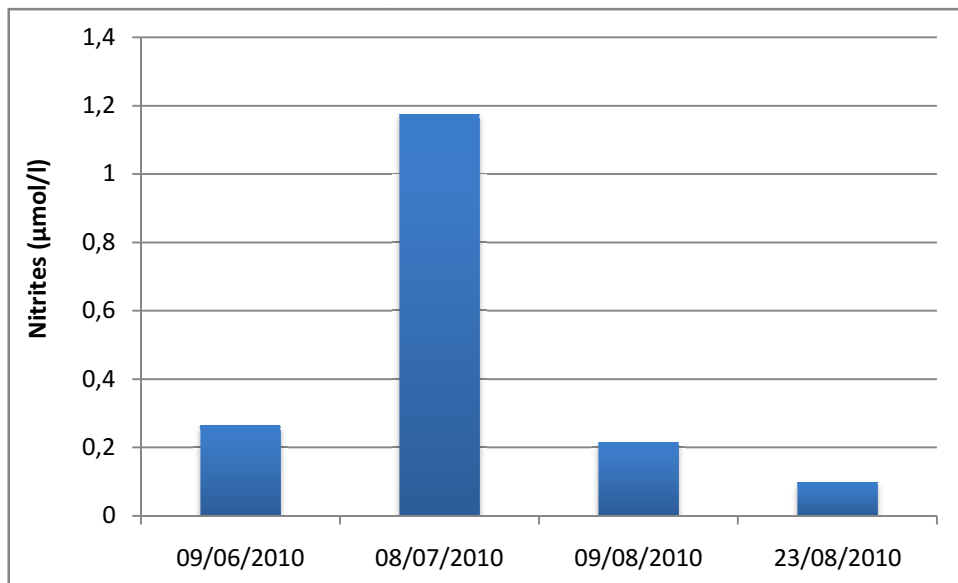


Figure 12 : variations temporelles des concentrations en nitrites dans la station Îlot de Juin à août 2010.

La plus forte concentration en nitrites, enregistrée dans la station îlot est de 1,1747 µmol/ l, enregistrée en juillet 2010. En juin et août 2010, nous observons des valeurs comprises entre 0,0976 et 0,2136 µmol/ (Figure 12).

Les concentrations en différentes sources d'azote (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-) semblent être très élevées dans les stations confinées telles que Thalassothérapie en été et Djamila Beach au printemps. Les fertilisants agricoles (après lessivage des sols) et les activités anthropiques telles que les rejets domestiques et les fortes fréquentations des zones côtières par les estivants entraînent une élévation du taux d'azote dans le milieu. (Guillaud, 1990, Jaques et Tréguer, 1986, Bougis, 1974, in Messaoudene et Loubar, 2009).

4.2. Résultats de l'étude biologique

4.2.1-Les macroalgues :

Les espèces de macroalgues benthiques rencontrées dans les différentes stations appartiennent à trois grands groupes d'algues : les Rhodophycées (algues rouges), les phéophycées (algues brunes) et les Chlorophycées (algues vertes).

Parmi les genres les plus présents dans nos échantillons :

Le genre *Corallina* :



Figure 13: *Corallina sp*

Classification

Classe : *Rhodophycées*

Ordre : *Corallinales*

Famille : *Corallinacées*

Genre : *Corallina*

Les algues *Corallina* sont généralement dressées et ramifiées, formées de branches calcifiées et articulées, nées d'une croûte ou de crampons basaux, les ramifications sont généralement nettement pennées et leur formes et leur couleur sont variables, le plus souvent gris violacé. Les espèces sont généralement pérennantes, on les retrouve à de faibles profondeurs au long des côtes, fixées sur des rochers dans les régions tempérées et boréales. Ce genre se développe dans des eaux moyennement agitées ou dans les milieux battus (Cabioc'h *et al.*, 2006, www.algaebase.org).

Le genre *Sargassum*



Figure 14 : *Sargassum sp*

Classification

Classe : *Phéophycées*

Ordre : *Fucales*

Famille : *Sargassacées*

Genre : *Sargassum*

Le genre *Sargassum* est caractérisé par des flotteurs latéraux pédicellés appelés aérocystes, de formes sphérique, le thalle est ramifié à rameaux foliacés et à bords ondulés, lisses ou dentés, la couleur est d'un brun jaunâtre à brun rougeâtre. Les espèces peuvent atteindre 1m de haut. Ce genre est très répandu en Méditerranée à l'exception des régions froides (nord du golfe du Lion et haute Adriatique), et vit dans des biotopes très variés suivant l'espèce, de la zone superficielle proches de la lumière jusqu'au fonds détritiques, entre 30 et 50 m de profondeur (**Boudouresque et al., 2006, www.algaebase.org**).

Le genre *Padina* :



Figure 14 : *Padina Pavonica*

<u>Classification</u>
<u>Classe</u> : <i>Phéophycées</i>
<u>Ordre</u> : <i>Dictyotales</i>
<u>Famille</u> : <i>Dyctyotacées</i>
<u>Genre</u> : <i>Padina</i>
<u>Espèce</u> : <i>Padina pavonica</i>

C'est une espèce flabellée, d'une couleur brunâtre facilement distinguable par ses bords supérieurs ourlés et dont la surface est ornée de fines rangées centriques de poils, mesurant de 2 à 15 cm de haut. On la retrouve, de la surface jusqu'à une profondeur de 20 m et même au delà en Méditerranée orientale. Largement répartie dans les régions tropicales et dans les mers tempérées (**Boudouresque et al., 2006, www.algaebase.org**).

Le genre *Ulva* :



Figure 15 : *Ulva sp*

<u>Classification</u>
<u>Classe</u> : <i>Chlorophycées</i>
<u>Ordre</u> : <i>Ulvales</i>
<u>Famille</u> : <i>Ulvacées</i>
<u>Genre</u> : <i>Ulva</i>

Le genre *Ulva* appartient à la classe des chlorophycées, communément appelées « laitues de mer » ces algues sont caractérisées par un thalle en forme de lames foliacées irrégulières, parfois lobées et découpées, formées de deux couches de cellules accolées et fixées au substrat par un petit disque. Ce genre est cosmopolite, les espèces ont une durée de vie éphémère et se développent tout au long de l'année. Leurs proliférations sont responsables, en certaines régions, des « marrées vertes » (**Cabioc'h et al., 2006, www.algaebase.org**).

Le genre *Codium*



Figure 16 : *Codium sp*

Classification

Classe : *Phéophycées*

Ordre : *Bryopsidales*

Famille: *Codiaceés*

Genre : *Codium*

Les *Codium* sont des algues de couleurs vert foncé qui se présentent sous diverses formes : croûtes lisses, cérébriformes, sphériques ou cordons dressés dichotomes et souples. Mondialement réparties dans les mers tempérées, ces espèces sont sciaphiles infralittorales et pérennantes (**Cabioc'h et al., 2006, www.algaebase.org**).

Les échantillons des différentes macroalgues prélevées sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3

Station	Code	Date	Macroalgue	
			classe	genre
Djamila Beach	DB	14/03/2011	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
El Kaddous	EK	02/08/2010	phéophycée	<i>Cystoseira</i>
Grand Rocher	GR	09/06/2010	Phéophycée	<i>Non identifiée</i>
Grand Rocher	GR	09/08/2010	Phéophycée	<i>Sargassum</i>
Grand Rocher	GR	16/08/2010	Chlorophycée	<i>Codium</i>
Grand Rocher	GR	23/08/2010	Chlorophycée?	<i>Non identifiée</i>
Ilôt	IL	10/05/2010	Chlorophycée	<i>Enteromorpha</i>
Ilôt	IL	09/06/2010	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
Ilôt	IL	08/07/2010	Phéophycée	<i>Cystoseira</i>
Ilôt	IL	09/08/2010	Phéophycée	<i>Sargassum</i>
Ilôt	IL	23/08/2010	Chlorophycée	<i>Codium</i>
Ilôt	IL	14/03/2011	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
Martin	MA	14/03/2011	Phéophycée	<i>Dictyota</i>
Ondines Sud	OS	17/03/2010	Chlorophycée	<i>Enteromorpha</i>
Ondines Sud	OS	10/06/2010	non identifiée	<i>non identifiée</i>
Ondines Sud	OS	21/07/2010	Phéophycée	<i>Sargassum</i>
Ondines Sud	OS	17/08/2010	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
Sidi Fredj Ouest	SFO	10/05/2011	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
Sidi Fredj Ouest	SFO	10/05/2011	Rhodophycée	<i>Corallina</i>
Sidi Fredj Ouest	SFO	10/05/2011	Phéophycée	<i>Padina</i>
Sidi Fredj Ouest	SFO	10/05/2011	Phéophycée	<i>Sargassum</i>
Tamentfoust	T	07/09/2010	Chlorophycée	<i>Codium</i>
Tamentfoust	T	10/05/2010	Rhodophycée	<i>Non identifiée</i>
Thalassothérapie	TH	16/03/2010	Rhodophycée	<i>Non identifiée</i>
Thalassothérapie	TH	26/04/2010	Rhodophycée	<i>Non identifiée</i>
Thalassothérapie	TH	08/07/2010	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
Thalassothérapie	TH	16/08/2010	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
Thalassothérapie	TH	09/02/2011	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
Thalassothérapie	TH	14/03/2011	Chlorophycée	<i>Ulva</i>
Thalassothérapie	TH	26/04/2010	Rhodophycée	<i>Non identifiée</i>
Thalassothérapie	TH	16/08/2010	Phéophycée	<i>Padina</i>
Thalassothérapie	TH	14/03/2011	Chlorophycée	<i>Ulva</i>

- L'examen des échantillons biologiques des épiphytes de macroalgues montre la présence de populations de dinoflagellés, de diatomées ainsi que des protozoaires et de petits invertébrés (vers, crustacés...), les échantillons sont caractérisés par une dominance et une forte densité cellulaire en diatomées, allant de **18** cells à **782 609** cells / g PFM . Leur densité totale atteint une valeur de **2 952 049** cells / g PFM .

Le groupe des dinoflagellés représente une densité totale de **157 816** cells / g PFM. Les densités sont comprises entre **46** et **59 953** cells / g PFM . Ce groupe est parfois absent dans certains de nos échantillons, et abondant dans d'autres notamment ceux des mois d'été (Annexe 2).

4.2.2-Les dinoflagellés :

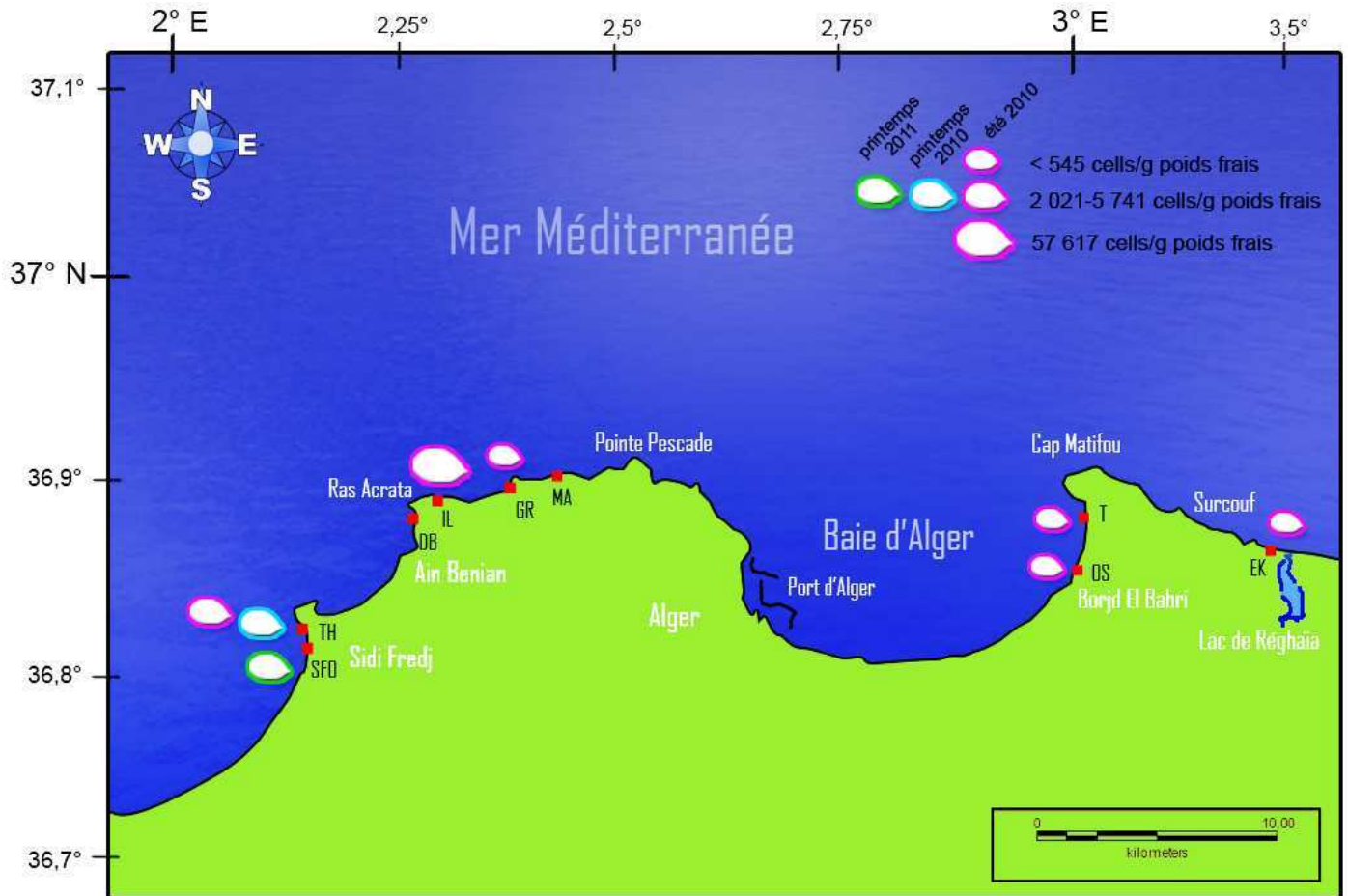
Au cours de notre étude, trois espèces de dinoflagellés benthiques ont été enregistrées, il s'agit de *Ostreopsis sp* , *Coolia monotis* et *Prorocentrum lima* . Parmi les 32 échantillons observés , 20 d'entre eux signalent une présence de ces espèces, retrouvées dans sept stations parmi les neuf étudiées.

Aucune observation de dinoflagellés n'a été enregistrée pour les échantillons des mois de mars 2010 et 2011 et février 2011 , leur apparition ne se fera qu'à partir du mois d'avril 2010.

Les plus fortes densités de dinoflagellés sont celles des stations Îlot et Thalassothérapie avec respectivement **113 127** et **28 170** cells / g PFM.

Ostreopsis sp (Schmidt, 1901) :

La carte suivante représente les densités cellulaires les plus élevées d'*Ostreopsis sp*, dans chacune des stations, enregistrées au cours de notre étude :



Carte 11: Répartition des densités cellulaires les plus élevées de *Ostreopsis sp* dans la région d'Alger au cours du printemps, été 2010 et printemps 2011.

Lors des printemps 2010 et 2011, nous avons observé dans les stations Thalassothérapie et Sidi Fredj Ouest respectivement **2 425** et **2 021** cells / g PFM d'*Ostreopsis sp*. Au cours de l'été 2010, les sites Grand Rocher, Ondines Sud, Tamentfoust et El Kaddous montrent des densités plus faibles, comprises entre **126** et **545** cells / g PFM.

Durant la saison estivale 2010, c'est dans la station îlot, que nous avons enregistré d'importantes efflorescences de l'espèce *Ostreopsis sp*, la plus forte densité cellulaire est de **57 617** cells / g PFM, le 23/08/2010 sur *Codium sp*. Un échantillon d'eau de mer de la même station et datant du même jour, révèle une concentration élevée en *Ostreopsis* de **28 880** cells / L (Illoul *et al*, 2011). Ces résultats sont comparables à ceux de l'été 2009, une densité de **17 684** cells / g PFM a été enregistrée dans la station îlot d'un échantillon prélevé le 29/07 sur *Corallina sp* (Djaroun, 2010).

Malgré ces fortes densités en 2010 à la surface des macroalgues et dans la colonne d'eau, aucun cas d'intoxication n'a été signalé contrairement à la saison estivale 2009 où plus de 300 cas d'intoxications humaines de type respiratoire ont été enregistrés simultanément dans plusieurs plages de deux wilayas voisines Alger et Boumerdès ainsi que dans la wilaya d'Aïn Temouchent située à 500 km à l'ouest d'Alger (**Illoul et al, 2011**).

Ostreopsis est un genre de dinoflagellé benthique qui vit généralement dans les eaux tropicales, il est connu pour produire des toxines proches de la palytoxine (PTX) et de ses analogues (PTX-like), Le plus ancien recensement de l'espèce du genre *Ostreopsis* enregistré en Méditerranée par L. Tognetto date de 1972, dans la baie de Villefranche-sur-mer. Des effets nocifs relatifs à la présence d'*Ostreopsis* sur toutes les côtes occidentales de la Méditerranée nord sont enregistrés (**Kermarec et al, 2008 in Djaroun, 2010**).

Une densité de **596 000** cells / g PFM a été enregistrée sur la macro-algue *Halopteris scoparia* en juillet 1997 au nord ouest de la méditerranée dans les plage de costa brava , en Espagne(**Vila et al, 2001**).Depuis 2003 des blooms d'*Ostreopsis ovata* sont enregistrés dans les eaux Italiennes provoquant une décoloration des eaux le long des côte de la Toscagne (nord de la mer tyrrhénienne)(**Zingone et al, 2006**), ainsi que dans les eaux Espagnoles, provoquant chez l'humain, des troubles respiratoires , irritations cutanées, fièvres , ou encore mortalité des espèces aquatiques.



Figure 17: *Ostreopsis* sp (x160)

Coolia monotis (Meunier, 1919) :

Nous avons observé la présence de *Coolia monotis* dans quatre de nos stations d'étude : Ondines Sud, Tamentfoust, Thalassothérapie et Sidi Fredj Ouest.

Au printemps et en été 2010, nous avons enregistré les maximums de densités de *Coolia monotis*, la plus élevée est de **6 375** cells/g PFM de la station Tamentfoust le 10/05/2010 sur une macroalgue Rhodophyte.

Au printemps 2011, la plus faible densité est observée, dans la station Thalassothérapie le 10/05/2011 avec une densité de **32** cells/g PFM sur la macroalgue *corallina sp.* C'est le seul de nos échantillons de la saison printannière 2011 sur lequel nous avons observé cette espèce.

Une densité de *Coolia monotis* d'une valeur de **9 151** cellules/ g PFM a été détectée dans un échantillon de macroalgue *Corallina sp* dans la station Îlot datant du 29/07/2009 (**Djaroun, 2010**), tandis qu'aucune observation de cette espèce n'a été enregistrée dans nos échantillons du mois de juillet.

Coolia monotis est une espèce benthique et cosmopolite, la cellule est comprimée et ronde, petite de taille entre 25-45 µm de diamètre et 30-50 µm de long. Considérée comme toxique (**Nakajima et al, 1981 in Djaroun, 2010**), cette espèce produit la **cooliatoxine** (**Holmes et al, 1995**).



Figure 18 : *Coolia monotis* (GX 160)

Prorocentrum lima (Ehrenberg, 1878):

Prorocentrum lima a été enregistré dans six stations parmi les neuf étudiées : El Kaddous, Grand Rocher, Îlot, Ondines Sud, Thalassothérapie et Sidi Fredj Ouest.

Les plus importantes densités sont retrouvées dans les stations Thalassothérapie et Îlot pendant le mois d'août 2010. Au cours de cette étude nous avons enregistré le maximum de densité cellulaire de *Prorocentrum lima* avec une valeur de **3 390** cells / g PFM dans la station Thalassothérapie (ech1) le 16/08/2010 sur une *Ulva sp* et une densité de **2 336** cells / g PFM sur la macroalgue *Codium sp*, dans la même station le 23/08/2010. En juillet 2009 une densité de **1 842** cells /g de poids frais a été enregistrée dans la station Îlot (**Djaroun, 2010**).

Dans les stations El Kaddous, Ondines Sud et Sidi Fredj Ouest les densités varient entre **35** et **630** cells / g PFM.

Prorocentrum lima est un dinoflagellé benthique, épiphyte et néritique (**Steidinger et Tangen, 1996, 2000 in Djaroun, 2010**), sa taille varie entre 32-50 µm de long et de 02-28 µm de largeur la cellule contient un pyrénéoïde central. Réputé pour être une microalgue toxique, Cette espèce produit l'acide Okadaïque (OA) et les dinophysistoxines (DTXs) qui causent des intoxications de type diarrhéiques (DSP), (**Ajuzie et Houvenaghel, 2000 in Djaroun, 2010**).

Prorocentrum lima est une espèce connue pour produire des « eaux colorées » (**Lassus, 1988**).

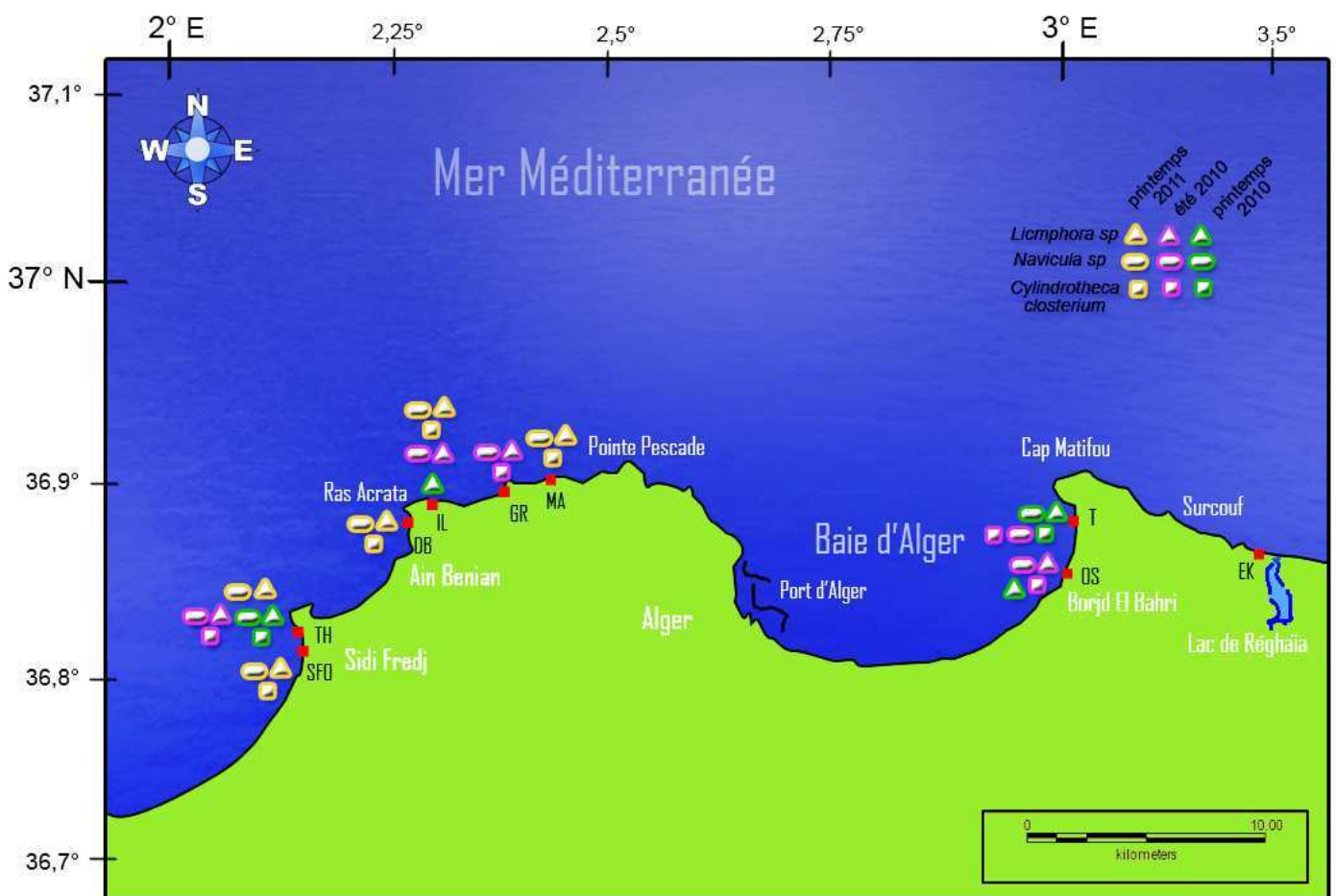


Figure 19 : *Prorocentrum lima* (Gx100)

- ❖ Il faut signaler que dans les régions tropicales, *Ostreopsis sp*, *Coolia monotis* et *Prorocentrum lima* sont associés au dinoflagellé *Gambierdiscus toxicus* responsable de la ciguatera, syndrome dont les symptômes sont de types gastro-intestinal, neurosensoriel, cardio-vasculaire, cutané-muqueux, qui surviennent suite à la consommation de poissons contaminés (Yasumoto *et al.*, 1977 ; Adachi et Fukyo, 1979 in Vila *et al.*, 2001). Nous n'avons pas détecté cette espèce dans nos échantillons. Des travaux récents la signalent dans les eaux grecques et des îles canaries (Aligiezaki ; Fraga, 2008).

4.2. 3-Les diatomées :

Au cours de notre étude, le groupe des diatomées a été présent dans pratiquement tous nos échantillons, à des effectifs différents. Certaines espèces sont retrouvées en abondance dans plusieurs stations, elles sont représentées sur la carte suivante :



Carte 12: Répartition de *Licmophora sp*, *Navicula sp* et *Cylindrotheca closterium* dans la région d'Alger au cours du printemps, été 2010 et printemps 2011

Au printemps 2010 et 2011 et à la fin de l'été 2010, des blooms de diatomées ont été observés, ces espèces retrouvées en abondance et dans la plus part des stations étudiées sont *Licmophora sp*, *Navicula sp* et *Cylindrotheca closterium*.

En saison printanière 2010, la densité de *Licmophora sp* atteint son maximum avec une densité de **323 671** cells / g PFM observée dans station Ondines Sud le 17/03/2010, sur la macroalgue *Enteromorpha sp*.

Au printemps 2011, *Navicula sp* et *Cylindrotheca closterium* atteignent leur maximum de densités cellulaires enregistrées dans la station Sidi Fredj Ouest (ech 4) le 10/05/2011 avec respectivement, **118 496** et **257 728** cells/ g PFM, ces microalgues ont été observées sur la macroalgue *Padina pavonica*.

A la mi-août 2010 et début septembre 2010, nous avons enregistré des concentrations assez élevées, une densité de **46 587** cells/ g PFM pour l'espèce *Licmophora sp* dans la station de Thalassothérapie (ech2) le 16/08/2010 observée sur la macroalgue *Ulva sp*.

L'échantillon de la station Tamentfoust du 07/09/2010 compte **70 193** cells/g PFM de l'espèce *Cylindrotheca Closterium* et pour *Navicula sp* une densité de **31 906** cells/ g PFM , observées sur la macroalgue du genre *Codium*.

Licmophora sp (Agardh, 1827):

Le genre *Licmophora* regroupe environ 50 espèces benthiques à tycoplanctonique (benthiques et parfois planctoniques), dont le frustule sans raphé et en forme de coin. Les frustules sont fixés à des supports variés, souvent des algues, par un cordon mucilagineux. Selon l'espèce, les cellules forment des colonies en restant accolées en forme d'éventail, d'arborescent ou en forme buissonnante, comme elles peuvent être isolées.

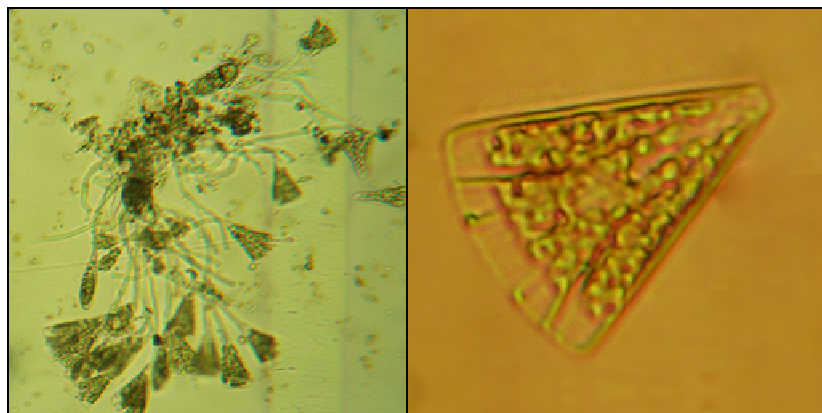


Figure 20 : Colonie de *Licmophora sp* (Gx100) **Figure 21:** *Licmophora sp* vue valvaire (Gx160)

Navicula sp (Bory de St Vincent, 1822):

Le genre *Navicula* est celui qui compte le plus de taxons de tous les genres de diatomées, elles sont généralement benthiques. Les cellules sont pennales et symétriques dans les deux sens longitudinal et transversal, habituellement solitaires et parfois unies d'un mucus pour former des colonies.



Figure 22: *Navicula sp* (Gx100)

Cylindrotheca closterium (Reimann & J.C.Lewin, 1964):

Cylindrotheca closterium est une cellule solitaire, sa forme est bien distincte par son frustule cylindrique qui se prolonge par deux protubérances aux bouts, cette espèce est connue pour faire des blooms.



Figure 23 : *Cylindrotheca closterium* (Gx160)

- ❖ Les diatomées épiphytes forment une importante source alimentaire pour les peuplements benthiques, cependant lors d'importantes efflorescences algales une diminution du taux d'oxygène dans le milieu peut se produire. Cette anoxie résulte de la dégradation des cellules mortes par l'activité bactérienne.
- ❖ Les diatomées toxiques sont pour l'instant peu nombreuses et confinées au groupe des pennées, planctoniques et susceptibles de provoquer des efflorescences. Jusqu'à une époque récente, un seul genre, *Pseudo-nitzschia* était concerné (**Hasle et Fryxell, 1995 in Frémy et Lassus, 2001**). Par la suite, l'existence d'une autre diatomée pennée productrice d'acide Domoïque a été révélée parmi les espèces benthiques non proliférantes du genre *Amphora* (**Shimizu et al, 2000 in Frémy et Lassus, 2001**).

Autres espèces de diatomées :

Au cours de nos observations, nous avons rencontré d'autres espèces de diatomées, pas fréquentes dans toutes les stations et à des effectifs plus ou moins importants :

Coscinodiscus sp, Pleurosigma sp, Nitzschia sp, Podocystis sp, Striatella punctata, Climacosphenia moniligera, Grammatophra sp, Ardissonia fulgens, Tabellaria flacculosa , Cymbella sp, Pinnularia sp.

Nous avons également enregistré des observations, de petites diatomées pennées non identifiées dont la densité totale atteint **1 556 654** cells / g PFM.

4.2.4-Microphytobenthos et les paramètres écologiques :

Nous avons constaté au cours de notre étude que la température de développement des dinoflagellés étaient comprises entre 19,07 et 28,4°C, et celles des diatomées sont de 15,4 à 28,4 °C. Nous avons constaté que les blooms des dinoflagellés avaient lieu en saison estivale avec des températures comprises entre 21 et 24,5 °C et la salinité entre 37,7 et 37,9. Pour les diatomées les fortes densités sont plutôt enregistrées pendant la saison printannière avec des températures comprises entre 15,4 et 24,5 °C et une salinité de 35, 8 à 37,5.

Nous avons aussi remarqué que les proliférations de dinoflagellés avaient souvent lieu dans des plages confinées et rocheuses (stations Îlot et Thalassothérapie).

Il semble que les plus fortes concentrations en ammonium (8,6632- 14,7982 $\mu\text{mol} / \text{l}$) ainsi que les faibles teneurs en silicates ($> 1 \mu\text{mol} / \text{l}$) correspondent avec les plus fortes densités cellulaires de diatomées et de dinoflagellés. Par ailleurs nous n'avons observé aucune variation significative des autres sels nutritifs (nitrites, nitrites et phosphates) qui auraient une relation avec les densités cellulaires des épiphytes énumérés .

Pour le développement des diatomées la silice est un facteur important pour la constitution des frustules .La teneur en silice des cellules de diatomées est en fonction de l'espèce et pour une espèce donnée, de l'ensemble des conditions écologiques ainsi que du stade dans le cycle de la vie de la microalgue. L'azote, le phosphore et le carbone constituent également des éléments essentiels pour la croissance ces espèces (**Ludes et Coste, 1996**).

Les conditions favorables au développement des dinoflagellés sont : une eau calme, une quantité suffisante de sels nutritifs, un pH qui va de 8.20 à 8.25 et une saturation en oxygène de 103 à 106 % (**LECAL, 1954 in Kennouche, 2000**). Selon Lemée, (2010) la prolifération de l'espèce *Ostreopsis sp* dépend des interactions entre la température, les sels nutritifs et l'hydrodynamisme qui semblent réguler la localisation, la période et l'intensité des blooms de cette espèce.

Conclusion

La série d'échantillonnage effectuée au cours du printemps, été 2010 et printemps 2011 sur la côte Algéroise, nous a permis d'énumérer 17 genres de microalgues parmi lesquels nous avons pu identifier 3 espèces épiphytes de macroalgues potentiellement toxiques, appartenant au groupe des dinoflaeagllés : *Ostreopsis sp*, *Coolia monotis* et *Prorocentrum lima*, ces dernières sont considérées à l'échelle mondiale et depuis 2009 dans les eaux de la côte Algéroise, comme étant problématiques et responsables de plusieurs types d'intoxications. Dans certains échantillons des blooms d'*Ostreopsis sp* ont été enregistrés pendant la saison estivale 2010, mais aucun cas d'intoxication n'a été signalé à notre connaissance. D'importantes efflorescences de diatomées ont été enregistrées au cours de nos observations, elles appartiennent au groupe des diatomées pennées : *Licmophora sp*, *Cylindrotheca closterium* et *Navicula sp*, ces espèces ne sont pas considérées comme toxiques, cependant les importantes proliférations de diatomées, dans des milieux eutrophes et peu renouvelés, augmentent le risque d'une diminution du taux d'oxygène dans le milieu (**Bouget, 2008**).

Au cours de cette étude nous avons constaté que la majeure partie des populations microalgales épiphytes de macroalgues, était composée de diatomées et souvent appartenant à l'ordre des pennées. Nous avons également constaté que les diatomées et les dinoflagellés étaient présents dans les trois groupes de macroalgues étudiés (Rhodophycées, Phéophycées, Chlorophycées), cependant lors de nos observations, les densités cellulaires les plus élevées sont enregistrées sur des macrolagues appartenant à la classe des Chlorophycées et des Phéophycées (annexe 1). D'après Vila et *al.*, (2001), les épiphytes ne dépendent pas essentiellement d'une espèce de macroalgue donnée, car dans certaines circonstances comme la mort de la macroalgue, ces microalgues peuvent migrer et coloniser d'autres algues.

La méthode de comptage utilisée avec la cellule Sedgewick-Rafter et le microscope droit, nous a permis d'effectuer une étude quantitative et qualitative d'un grand intérêt et nous semble bien adaptée à l'étude des épiphytes quand ils sont abondants ce qui a été le cas pour nos échantillons. Il serait, toutefois, intéressant de combiner cette méthode avec celle d'Utermöhl en utilisant le microscope inversé afin d'obtenir une identification plus poussée des espèces de petite taille et de pouvoir traiter des volumes d'échantillons supérieurs à 1ml.

Références Bibliographiques :

- **Aberle-Malzahn, N. 2004.** The microphytobenthos and its role in aquatic food webs. Thèse de doctorat. Université Christian Albrecht. Kiel, Allemagne, 150 p.

- Adjout.H., Benmehrez M., Rouabhi Z.1994.** Zone côtière de Réghaïa , plage d'el kaddous, approche morpho-sédimentaire, évolution, perspectives d'aménagement. Mémoire d'Ingénieur, ISMAL, 60 p.

- **Aligiezaki, K. ; Fraga, S. 2008.** Is Gambierdiscus expanding to new areas? *Harmful Algae News* , No. 36, 6-7.

- **APPL. 2009.** Bilan de la qualité des eaux de baignade du littoral Algérois de 1999 à 2009, 98 p.

- **Attouchi, F. 2008.** Contribution à l'étude du phytoplancton nocif dans la région d'Alger au cours du printemps 2008 (ports, plages et site aquacole). Mémoire d'Ingénieur, ISMAL, 53 p.

- Bouget, J. F. 2008.** Teneurs en oxygène dissous en baie de Quieberon. *Note d'information*, IFREMER, 8 p.

- **Cabioc'h, J., Floc'h, J-Y., Le Toquin, A., Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Verlaque, M. 2006.** Guide des algues des mers d'Europe. Delachaux et Niestlé (Ed), 272 p.

- **Chekaba.B, 2001 .** Analyse granulométrique et chimique du contenu digestif de cinq espèces d'holothuries aspidochirotés (holothuroides : echinodermata) de trois sites littoraux : sidi fredj, tamentfoust et figuier plage.Algérie). Mémoire de DEUA, ISMAL, 55 p.

- **Collignon, J. 1991.** Ecologie et Biologie marine : Introduction à l'halieutique. Masson (Eds), 298 p.

- **Djaroun, S. 2010.** Contribution à l'étude du phytoplancton nocif dans les eaux côtières et confinées de la région d'ALGER. Mémoire de DEUA, ISMAL, 36 p.

- **Frehi, H., Couté, A., Mascarell, G., Perrette-Gallet, C., Ayada, M., Kara, M-H. 2007.**Dinoflagellés toxiques et/ou responsable de blooms dans la baie d'Annaba (Algérie). Elsevier (Eds). C. R. Biologies330: 615-628.

- **Frémy, J.M., Lassus. P. 2001.** Toxines d'algues dans l'alimentation. IFREMER (Eds), 553 p.

- **Guy, J. 2006.** Ecologie du plancton. Lavoisier (Eds), Paris, 283 p.

- Illoul, H., Masó, M., Fortuño, J-M, Cros, L., Morales-Blake, A. et Séridji, R. 2008.** Potentially harmful microalgae in coastal waters of the Algiers area (Southern Mediterranean Sea). *Cryptogamie Algologie*. 29 (3): 261-278.
- Illoul, H., Rod-ríguez, F.H., Vila M., Adjias N., Aït Younes M., Bournissa,M., Koroghli, A., Marouf, N., Rabia R. 2011.** The genus *Ostreopsis* along the Algiers coastal waters (SW Mediterranean Sea) associated with a human respiratory intoxication episode. ICOD - International Conference on *Ostreopsis* Development. Villefranche-sur-mer, France. Poster.
- Kennouche, H. 2000.** Contribution à l'étude des dinoflagellés dans la région de Sidi Fredj. Mémoire de DEUA, ISMAL, 46 p.
- Lassus, P. 1988.** Plancton toxique et plancton d'eaux rouges sur les côtes Européennes. Edition IFREMER, 111 p.
- Loir, M. 2004.** Guide des diatomées : Plus de 200 micro-algues siliceuses photographiées. Delachaux et Niestlé (Eds), 238 p.
- Ludes, B. Coste, M. 1996.** Diatomées et médecine légale. Médicales internationales (Eds), 256 p.
- Mangialajo, L., Bertolotto, R. Cattaneo-Vietti, R., Chantore, M., Grillo, C., Lemee, R., Elchiorre, N., Moretto, P., Povero, P., Ruggieri, N., 2008.** The toxic benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata* : Quantification of proliferation along the coastline of Genoa, Italy. *Marine Pollution Bulletin*, No.n56: 1209-1214.
- Martin, L.J.** Surveillance de la biodiversité marine : protocole pour la surveillance du phytoplancton. Ministère des Pêches et des Océans Station Biologique, Canada, 14 p.
- Lemée, R. 2010.** Le développement des dinoflagellés toxiques du genre *Ostreopsis* sur le littoral de la Méditerranée nord occidentale : mise en évidence des zones à risque et première évaluation des impacts écologiques, sanitaires et socio-économiques. MediOs 2, Programme LITEAU III, Rapport de fin de contrat, 23 p.
- Messaoudene, F., Loubar S. 2009.** Contribution à l'étude des sites à potentialité aquacole en baie de Bous-Ismaïl : paramètres physico-chimiques et peuplements phytoplanctoniques. Mémoire d'Ingénieur, ISMAL, 62 p.
- Nezan,E., Piclet, G. et Grossel, H. 1997-** Guide pratique a l'usage des analystes du Réseau National de Surveillance du Phytoplancton. Ifremer (Eds), 31 p.
- Nikolaidis, G., Aligizaki. K. 2006.** The presence of the potentially toxic genera *Ostreopsis* and *Coolia* (Dinophyceae) in the North Aegean Sea, Greece. Elsevier (Eds). *Harmful Algae* 5, 717-730.

- **Ricard, M. 1978.** Atlas du phytoplancton marin. Volume II : Diatomophycées. CNRS (Eds), France, 285 p.
- **Sournia, A. 1978.** Phytoplankton manual. Edition Unesco, Paris, 337 p.
- **Sournia, A. 1986.** Atlas du phytoplancton marin. Volume I : Introduction, Cyanophycées, Dictyochrophycées, Dinophycées et Raphidphycées. CNRS (Eds), France, 213 p.
- **Tanaka, N., Ohwada, K., Sugiyama, M., Asakawa, A., Iikura, T., Kitamura, S. 1984.** Seasonal Occurences of Epiohytic Micro-Algae on the Natural Seaweds and Artificial Seagrasses in the Ago Bay. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries* 50 (10), 1665-1669.
- **Tanaka, N. 1986.** Adhesive Strength of Epiphytic Diatoms on Various Seaweeds. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries* 52 (5), 817-821.
- **Tichadou, L., Glaizal, M., Armengaud, A., Grosse, H., Lemée, R., Kantin, R., Lassale, J.L., Drouet, G., Rambaud, L., Malfait, P., Haro, L. 2010.** Health impact of unicellular algae of the *Ostreopsis* genus blooms in the Mediterranean Sea : experience of the French Mediterranean coast surveillance network from 2006 to 2009. *Clinical Toxicology* Vol. 48. No.8: 839-844.
- **Tomas, C. R. 1997.** Identifying marine phytoplankton, Academic Press Inc, 858 p.
- **Turki, S. 2004.** Suivi des microalgues planctoniques toxiques dans les zones de production, d'élevage des mollusques bivalves et d'exploitation des oursins du nord de la Tunisie. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, Vol. 31*, 14 p.
- **Vila, M., Garcés, E. and Maso, M. 2001.** Potentially toxic epiphytic dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. *Aquatic Microbial Ecology* Vol.26: 51-60.
- **Zingone, A., Siano, R., D'Alelio, D., Sarno, D. 2006.** Potentially toxic and microalgae form coastal waters of the Campania region (Tyrrhenian Sea, Mediterranean sea). Elsevier (Eds). *Harmful Algae* 5: 321-337.

ANNEXES

Annexe 1 : Tableau 4 :

Représentation des densités cellulaires des épiphytes (dinoflagellés, diatomées et total des micro algues en **cells / g PFM**) enregistrées dans les stations d'étude. (Cells : cellules. PFM : poids frais de macroalgue. Ech : échantillon. Dinos : dinoflagellés. Diats: diatomées. som : somme).

Station	Date	Som dinos	Som diats	TOTAL	Classe macroalgue
DB	14/03/2011	0	100 193	100 193	<i>Chlorophycée</i>
EK	02/08/2010	756	1 008	1 764	<i>Phéophycée</i>
GR	09/06/2010	193	1 019	1 212	<i>phéophycée</i>
GR	23/08/2010	0	0	0	<i>Chlorophycée</i>
GR	16/08/2010	46	1 315	1 361	<i>Chlorophycée</i>
GR	09/08/2010	52	912	964	<i>Chlorophycée</i>
IL	14/03/2011	0	198 574	198 574	<i>Chlorophycée</i>
IL	23/08/2010	59 953	4 230	64 183	<i>Chlorophycée</i>
IL	09/08/2010	33 832	6 722	40 554	<i>Phéophycée</i>
IL	09/06/2010	0	2 521	2 521	<i>Chlorophycée</i>
IL	08/07/2010	19 342	17 601	36 943	<i>Phéophycée</i>
IL	10/05/2010	0	1 306	1 306	<i>Chlorophycée</i>
MA	14/03/2011	0	3 000	3 000	<i>Phéophycée</i>
OS	10/06/2010	5 530	10 084	14 614	<i>Non identifiée</i>
OS	21/07/2010	627	11 329	11 956	<i>Phéophycée</i>
OS	17/08/2010	1 027	1 269	2 296	<i>Chlorophycée</i>
OS	17/03/2010	0	1 106 280	1 106 280	<i>Chlorophycée</i>
SFO (1ech)	10/05/2011	1 315	24 238	25 553	<i>Rhodophycée</i>
SFO (2ech)	10/05/	2 425	59 965	62 390	<i>Chlorophycée</i>
SFO (3ech)	10/05/2011	897	95 190	96 087	<i>Phéophycée</i>
SFO (4ech)	10/05/2011	1 629	584 894	586 523	<i>Phéophycée</i>
T	07/09/2010	1914	567 923	569 837	<i>Chlorophycée</i>
T	10/05/2010	6 374	10 625	16 999	<i>Rhodophycée</i>
TH	09/02/2011	0	12 874	12 874	<i>Chlorophycée</i>
TH	08/07/2010	0	42	42	<i>Chlorophycée</i>
TH	16/03/2010	0	924	924	<i>Rhodophycée</i>
TH (1ech)	14/03/2011	0	46 462	46 462	<i>Chlorophycée</i>
TH (1ech)	16/08/2010	14 435	67 256	81 691	<i>Chlorophycée</i>
TH (1ech)	26/04/2010	641	15 986	16 627	<i>Rhodophycée</i>
TH (2ech)	14/03/2011	0	2 582	2 582	<i>Chlorophycée</i>
TH (2ech)	16/08/2010	3 459	17 194	20 653	<i>Phéophycée</i>
TH (2ech)	26/04/2010	3 369	73 721	77 090	<i>Rhodophycée</i>

Annexe 2 :

- Paramètres physico-chimiques des stations étudiées en 2010 :

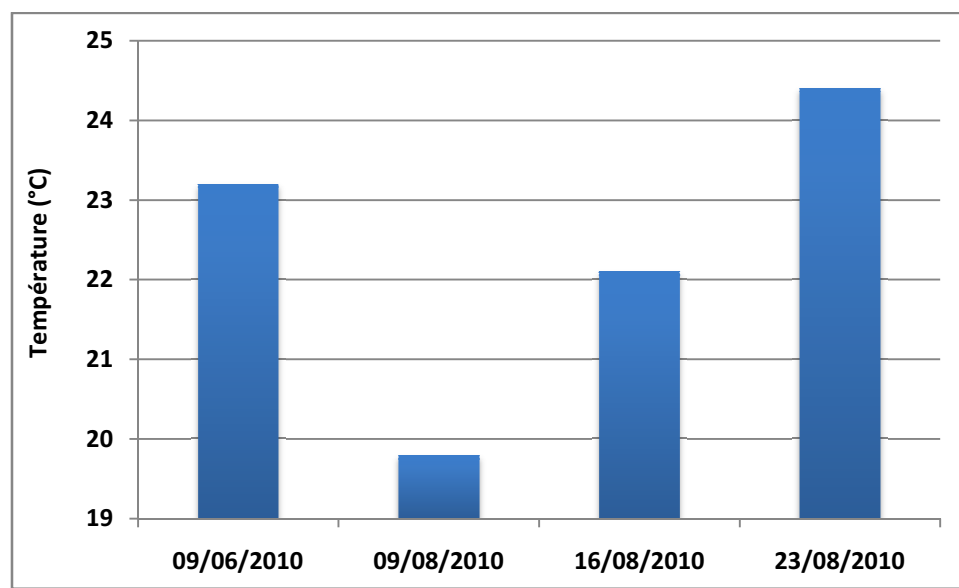


Figure 24 : variations temporelles de la température dans la station Grand Rocher De juin à août 2010.

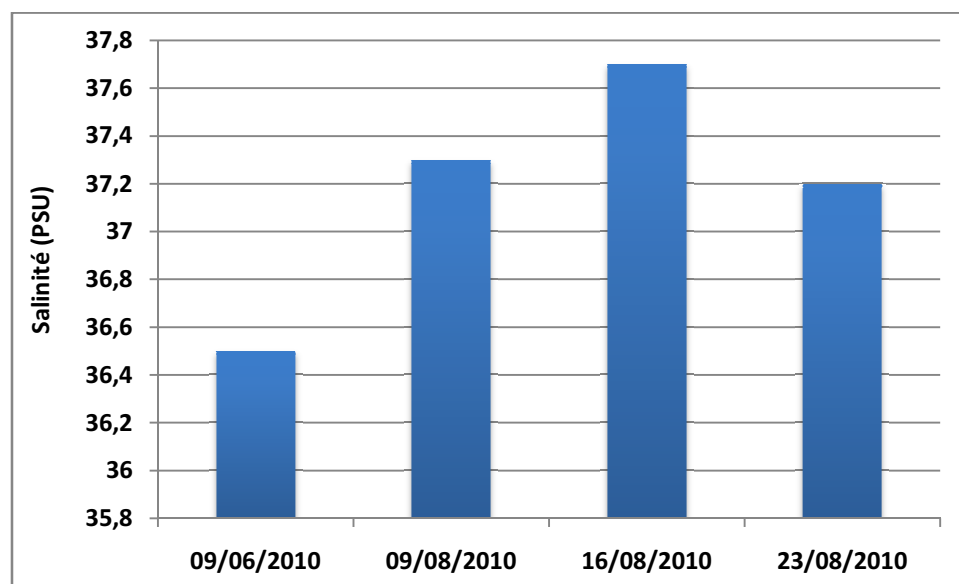


Figure 25 : variations temporelles de la salinité dans la station Grand Rocher De juin à août 2010.

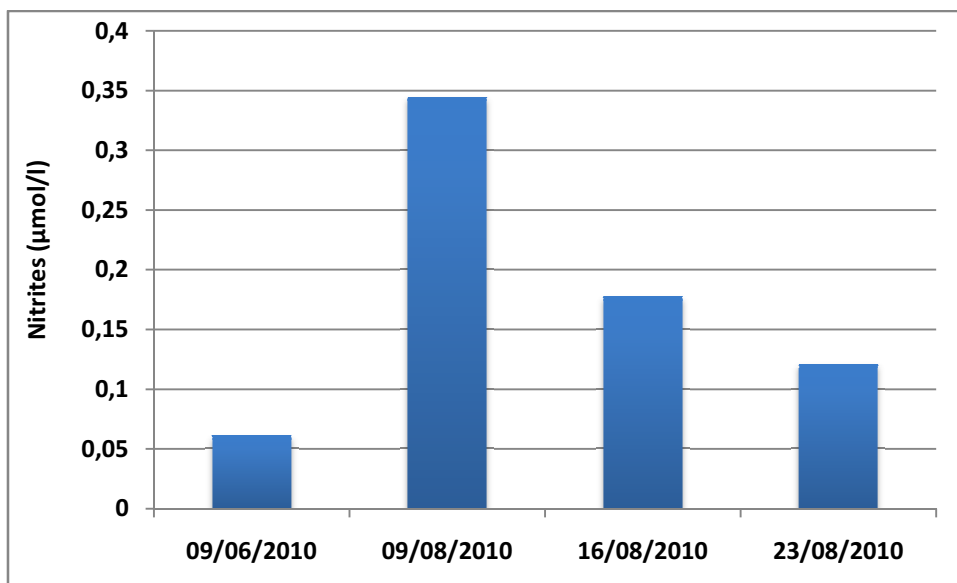


Figure 26 : variations temporelles des concentrations en nitrites dans la station Grand Rocher De juin à août 2010.

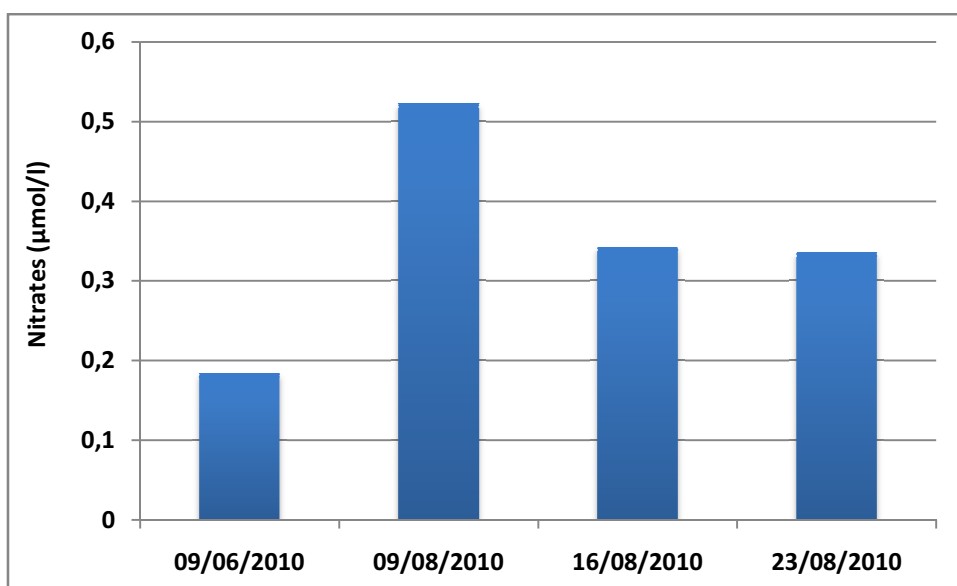


Figure 27 : variations temporelles des concentrations en nitrates dans la station Grand Rocher De juin à août 2010.

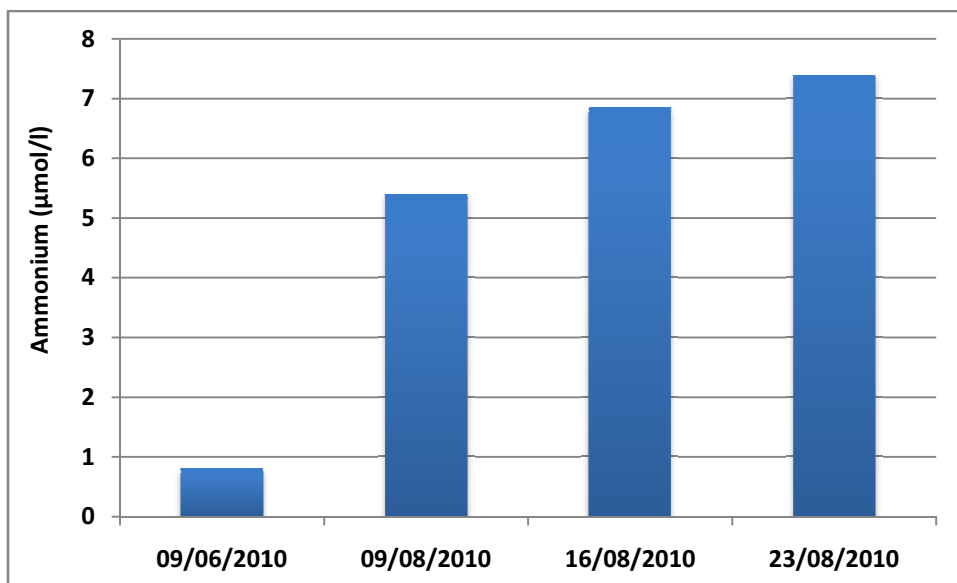


Figure 28 : variations temporelles des concentrations en ammonium dans la station Grand Rocher De juin à août 2010.

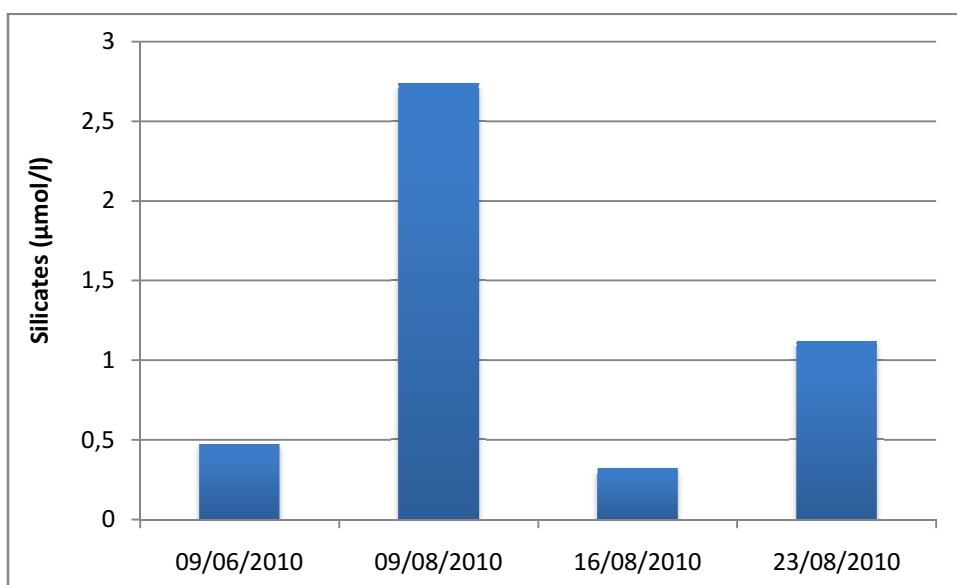


Figure 29 : variations temporelles des concentrations en silicates dans la station Grand Rocher De juin à août 2010.

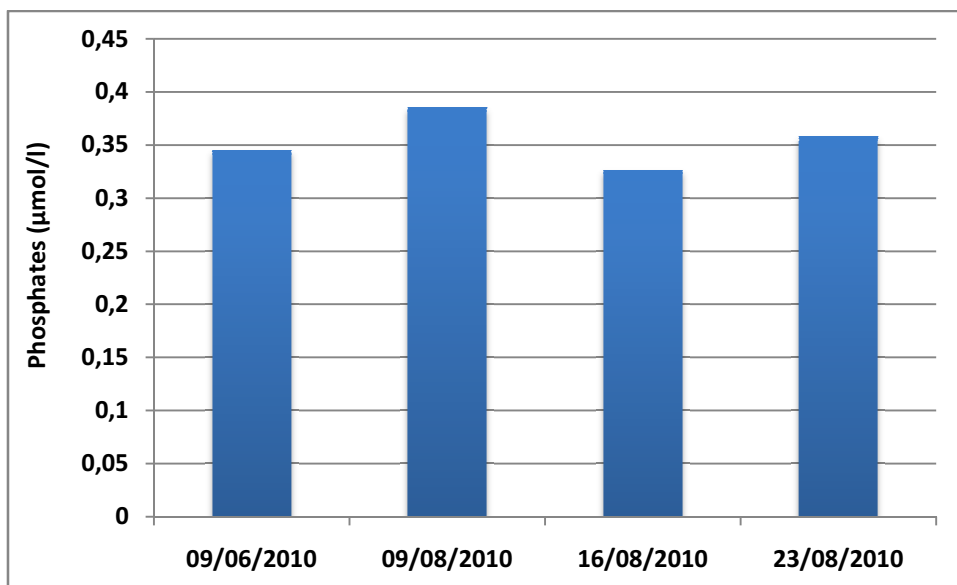


Figure 30 : variations temporelles des concentrations en phosphates dans la station Grand Rocher De juin à août 2010.

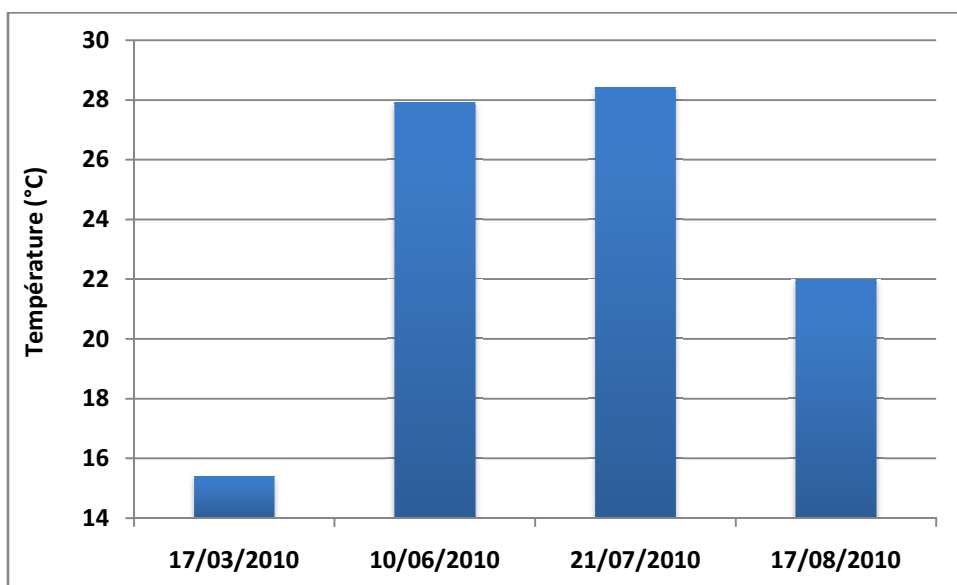


Figure 31 : variations temporelles de la température dans la station Ondines Sud De mars à août 2010.

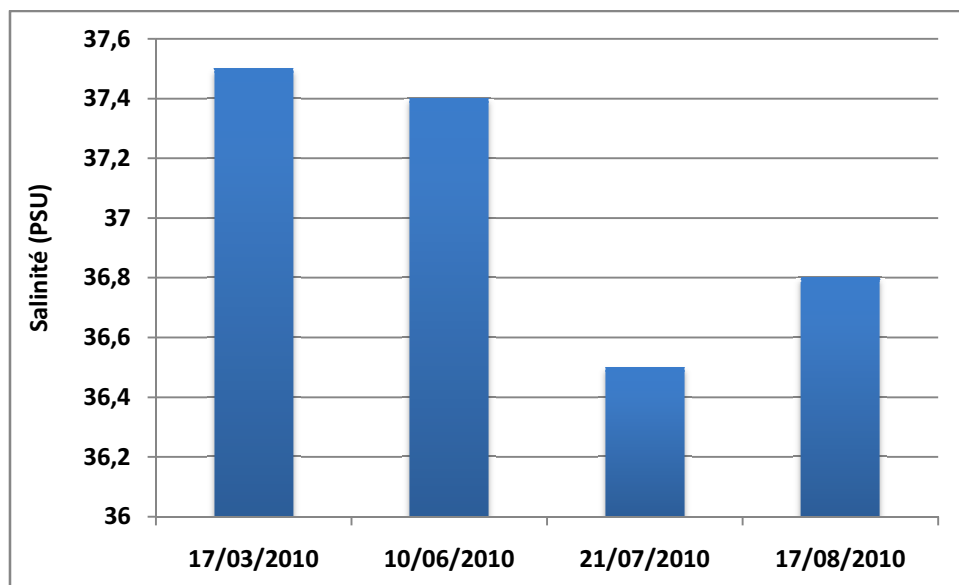


Figure 32 : variations temporelles de la salinité dans la station Ondines Sud De mars à août 2010.

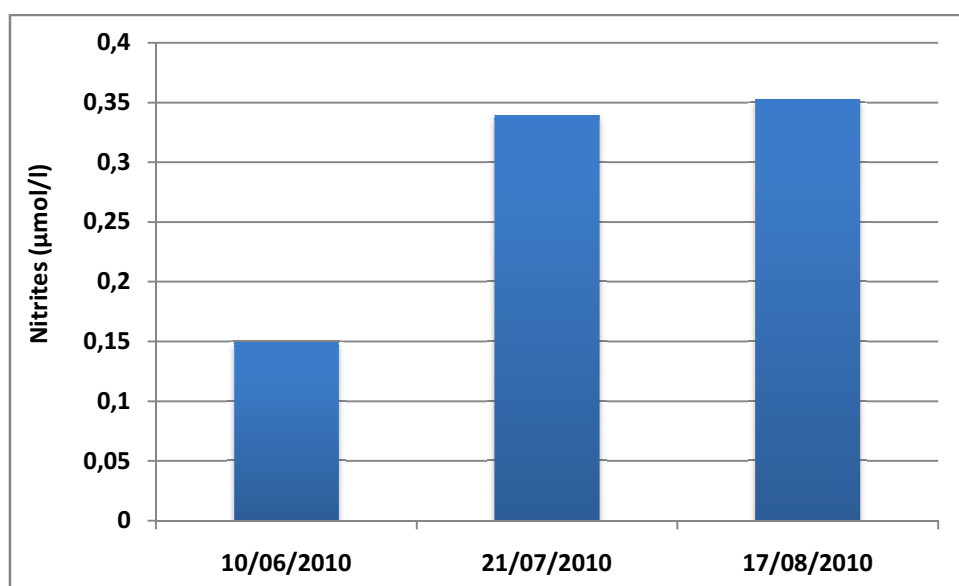


Figure 33 : variations temporelles des concentrations en nitrites dans la station Ondines Sud De mai à août 2010.

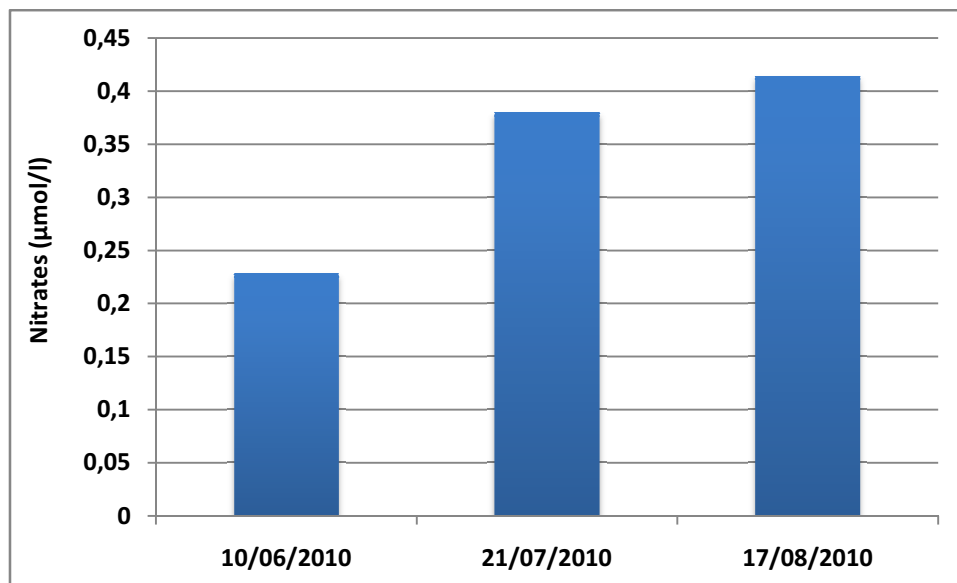


Figure 34 : variations temporelles des concentrations en nitrates dans la station Ondines Sud De mai à août 2010.

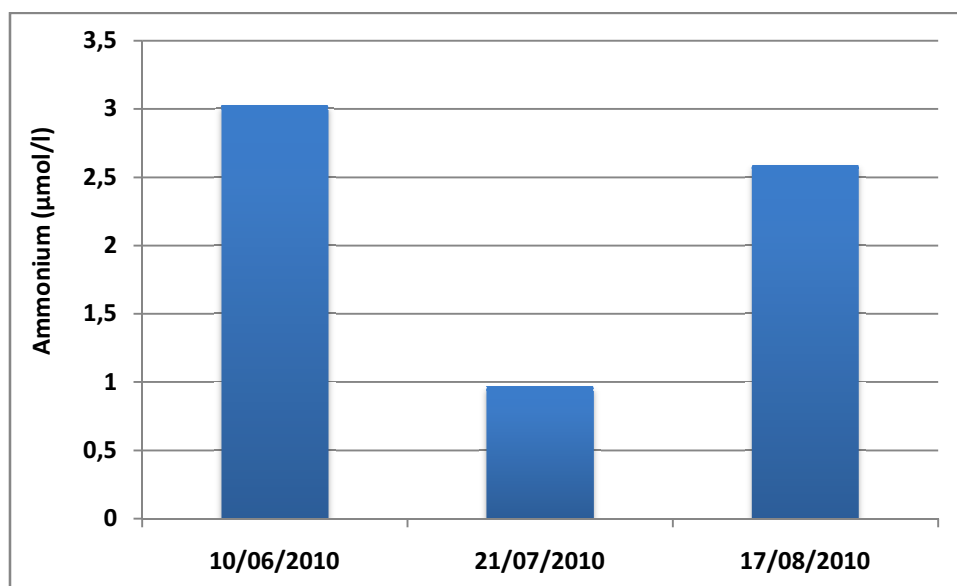


Figure 35 : variations temporelles des concentrations en ammonium dans la station Ondines Sud De mai à août 2010.

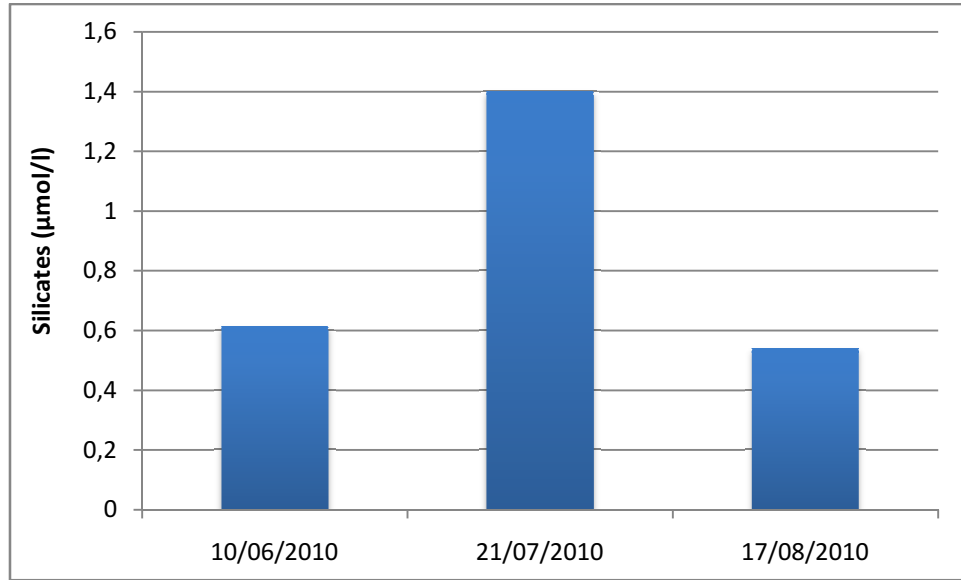


Figure 35 : variations temporelles des concentrations en silicates dans la station Ondines Sud De mai à août 2010.

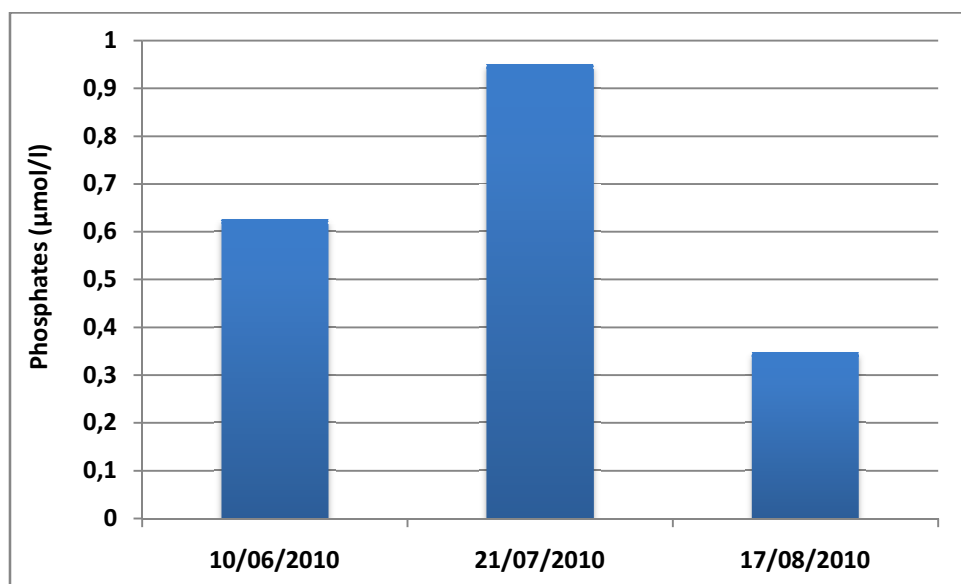


Figure 35 : variations temporelles des concentrations en phosphates dans la station Ondines Sud De mai à août 2010.

- Paramètres chimiques des stations étudiées en 2011 :

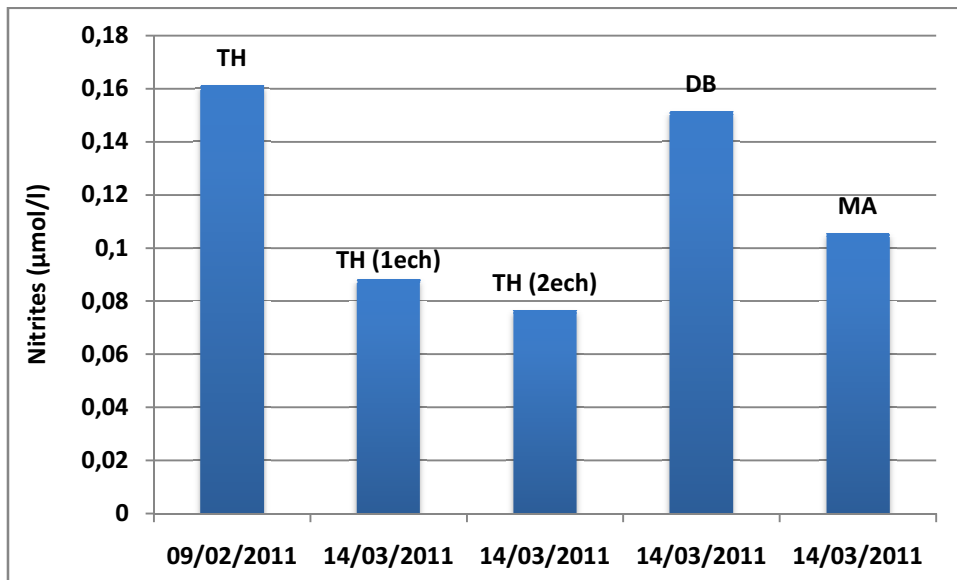


Figure 36 : variations temporelles des concentrations en nitrites dans les stations de 2011

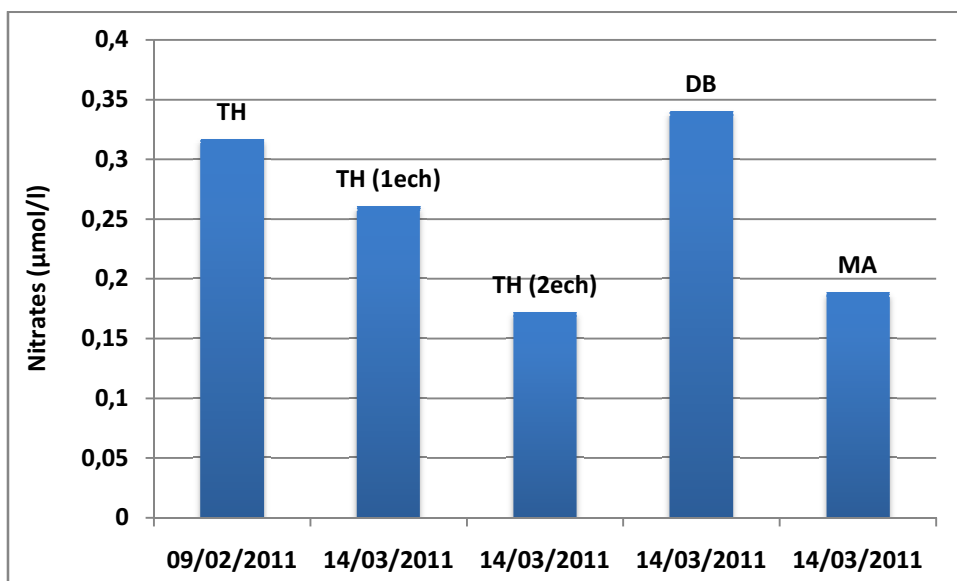


Figure 37 : variations temporelles des concentrations en nitrates dans les stations de 2011

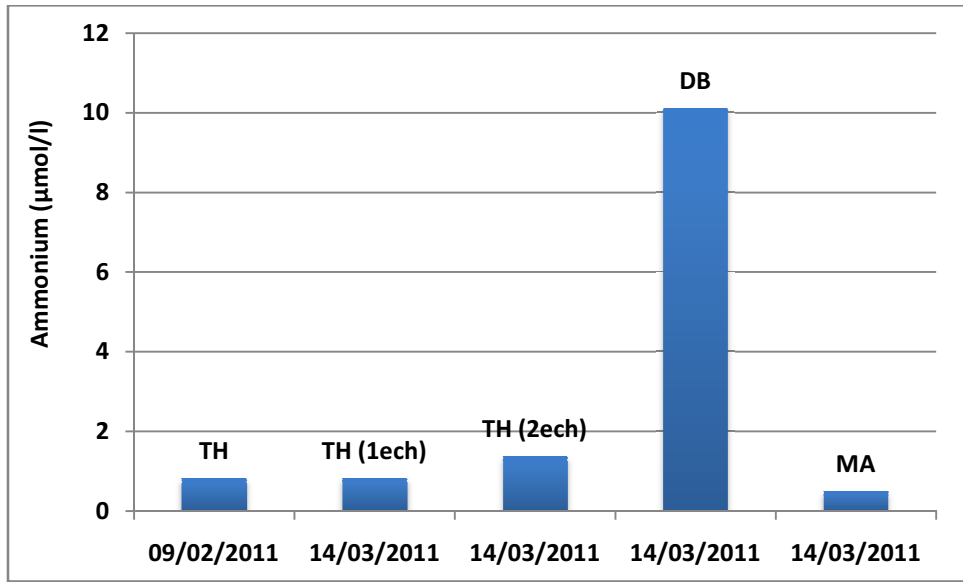


Figure 38 : variations temporelles des concentrations en ammonium dans les stations de 2011

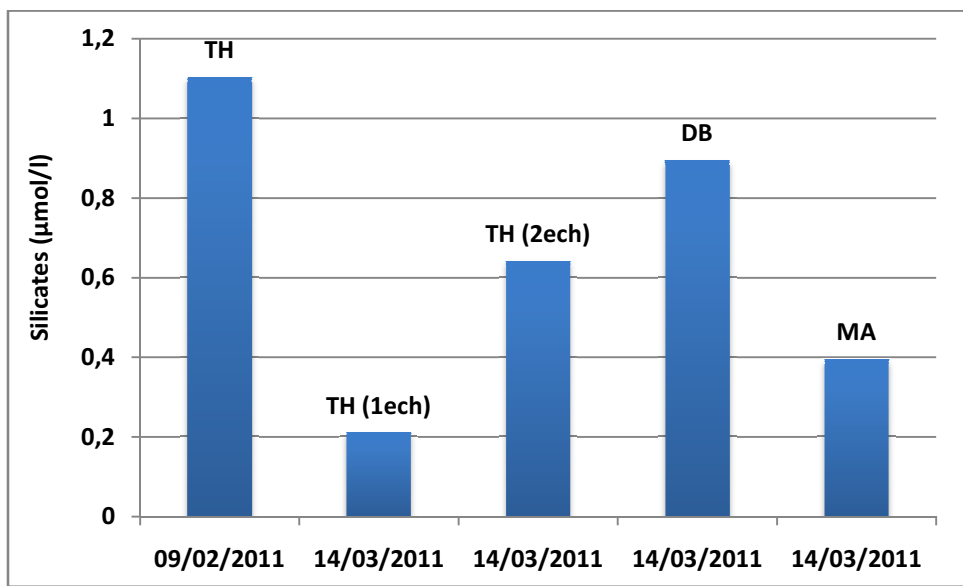


Figure 39 : variations temporelles des concentrations en silicates dans les stations de 2011

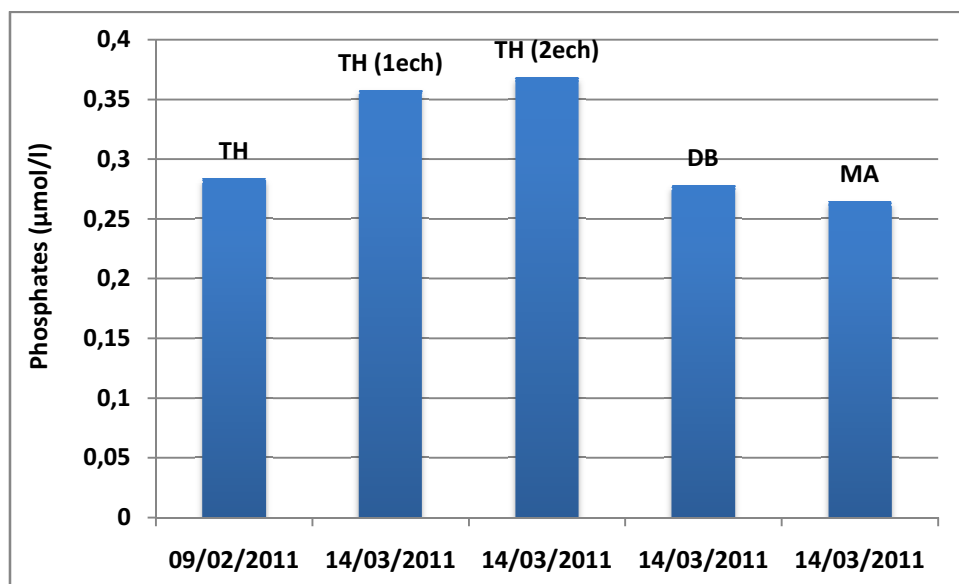


Figure 40 : variations temporelles des concentrations en phosphates dans les stations de 2011