

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

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 DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : AQUACULTURE

Thème :

**Contribution à l'étude qualitative, quantitative et
structurale des populations de phytoplancton de la
Baie de Bou Ismail cas du site « le vivier ».**

Présenté par :

➤ **TLIDJANE Ibtissam**

Soutenu le 16 /09 /2013 devant le jury :

Melle AIT AMEUR N
Mr LOURGUIOUI H.
Melle MOKRANE Z.
Mr BOUDJENAH M.

Maître de conférence (ENSSMAL)
Maître Assistant (ENSSMAL)
Attachée de recherche (CNRDPA)
Attachée de recherche (CNRDPA)

Présidente
Examinateur
Examinatrice
Promoteur

Promotion : 2012/2013

Remerciement

Une thèse est un travail d'équipe et s'enrichit des différents échanges et collaborations. Ce sont ainsi toutes ces personnes avec qui l'on interagit qui nous font évoluer et devenir ce que nous sommes. Et j'ai rencontré beaucoup de gens au cours de ma thèse...

Mes premiers remerciements vont sans aucun doute à monsieur **BOUDJNAH Mustapha**, mon directeur de thèse, pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail, pour son soutien et pour m'avoir permis de m'épanouir au cours de ce stage. Sa qualité de chercheur et son humour en font un excellent encadrant. Bien que très occupé, je dirais même débordé, il a toujours été disponible et à l'écoute.. Enfin, j'ai été extrêmement sensible à ses qualités humaines d'écoute et de compréhension tout au long de ce travail.

Je tiens à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'y participer, notamment **Mme AIT AMEUR N**, en tant que présidente, et **Mr LOURGUIOUI H** et **Melle MOKRANE Z** en tant qu'examineur.

De même, mes remerciements s'adressent aux personnes du Centre Conchylicole qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre, au cours de ma thèse que se soit agents, secrétaires, techniciens ou attachées de recherche pour leur soutien et leurs conseils précieuses, je remercie surtout **Baghdadi El Hadj** qu'a participé aux manips et à l'échantillonnage.

Enfin, j'adresse mille mercis à **ATIALLA Hafida (Amel)**, pour ses multiples conseils et pour son soutien affectif sans faille. Et aussi pour tous les amis qui m'ont aidé de pré au de loin d'avoir réalisé ce travail.

« La maturité s'obtient lorsque nous nous sentons en mesure de nous approprier lucidement notre existence, de nous en faire l'auteur, de signer chacun de nos choix en notre nom. »

Vincent Cespedes

Dédicace



Mon père, TLIDJANE Mohammed, pour son soutien sans faille et ses encouragements qui m'ont permis de poursuivre mes études ;

Ma mère, ZELBAH Mimouna épouse TLIDJANE, pour son appui, sa constance dans le soutien et ses conseils et ses encouragements qui m'ont aidé à aller jusqu'au bout de cette thèse ;

« Nhabkom Maman et Papa »

A mes deux sœurs Sabrina et Ikram et mon Frère chams el dine abdel kader ;

A la mémoire de ma grande mère (que dieu ait son âme).

A toute Ma famille

Merci Tente TORKIA pour ton aide

Et

*A toutes mes copines (chambre A-01, A-04 et A-06) j'ai passée
Les plus beaux 5 ans de ma vie avec vous.*

(Amoula, Catkoutta, Sarsoura, Mnawar, et lalouch)

Liste des Figures

| | | |
|--------------------|--|----|
| Figure 01: | Réseau hydrographique de la baie de Bou-Ismail. | 4 |
| Figure 02: | Localisation géographique du site viviers (Centre Conchylicole baie de Bou Ismail. | 9 |
| Figure 03: | Filet à plancton de marque «Hydro-Bio KIL utilisé dans cette etude (photos prise en mai 2013). | 11 |
| Figure 04: | Microscope photonique type OPTIKA B 500, avec camera numérique MA88-300 placer par un câblé avec un micro portable utilisé dans cette etude. | 12 |
| Figure 05: | Cellule de Nageotte. | 13 |
| Figure 06: | Schéma montrant les stades de succession écologique (d'après Frontier, 1976). | 18 |
| Figure 07 : | <i>Rhizosolenia styliformis</i> T.Brightwell. | 19 |
| Figure 08: | <i>Rhizosolenia</i> Schutt <i>sp</i> Ehrenb. | 19 |
| Figure 09: | <i>Chaetoceros</i> Ehrenb <i>affinis</i> . | 20 |
| Figure 10: | <i>Chaetoceros</i> Ehrenb <i>pendulus</i> . | 20 |
| Figure 11: | <i>Nitzschia longissima</i> . | 20 |
| Figure 12: | <i>Pseudo-Nitzschia pungens</i> . | 20 |
| Figure 13: | <i>Guinardia delicatula</i> (cleve) Hasle. | 21 |
| Figure 14: | <i>Guinardia flacoide</i> (Castracane) H.Peragallo. | 21 |
| Figure 15: | <i>Licmophora ehrenbergii</i> . | 21 |
| Figure 16: | <i>Navicula</i> Bory <i>Sp</i> . | 21 |
| Figure 17: | <i>Ceratium</i> Schrank <i>horridum</i> . | 22 |
| Figure 18 | <i>Ceratium</i> Schrank <i>furca</i> (Ehrbg). | 22 |
| Figure 19 | <i>Ceratium</i> Schrank <i>fuscus</i> (Her). | 22 |
| Figure 20 | <i>Protoperidinium pellucidum</i> Bergh. | 23 |
| Figure 21: | <i>Protoperidinium sp</i> . | 23 |
| Figure 22: | <i>Noctulica scintillans</i> (Macartney). | 23 |
| Figure 23: | <i>Goniodoma polyédricum</i> . | 24 |
| Figure 24: | Evolution journalière de la Richesse Spécifique au niveau du site « le vivier ». | 26 |
| Figure 25 | Variation temporelle du nombre d'espèces de Diatomées et de Dinoflagellés dans le site « le vivier ». | 27 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figure 26: | Les genres dominant pour les classes de Diatomées au niveau du site « le vivier ». | 28 |
| Figure 27 : | Les genres dominant pour les classes de Dinoflagellés au niveau du site « le vivier ». | 28 |
| Figure 28 : | Evolution de l'indice de diversité de Shannon au niveau du site « le vivier ». | 29 |
| Figure 29 : | Evolution des valeurs de journalière de l'indice de Shannon (H') et de l'indice de Shannon (H' max) du site « le vivier ». | 30 |
| Figure 30: | Diagrammes rangs-Fréquences journalière du site « le vivier ». | 32 |
| Figure 31: | Fluctuation des densités cellulaires du phytoplancton en fonction du temps au niveau du site étudié. | 35 |
| Figure 32: | Proportion de la fraction de chaque groupe phytoplanctonique calculée le 23 Mai 2013. | 35 |
| Figure 33: | Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 27 Mai 2013. | 36 |
| Figure 34: | Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 28 Mai 2013. | 37 |
| Figure 35: | Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 02 Juin 2013. | 40 |
| Figure 36: | Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 03 Juin 2013. | 40 |
| Figure 37: | Proportion de la fraction des groupes phytoplanctonique calculée le 04 Juin 2013. | 41 |
| Figure 38 : | Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 05 Juin 2013 | 42 |

Liste des tableaux

| | | |
|---------------------|---|----|
| Tableau 01 : | Exemple de classification de la pollution à partir de la valeur de H' , dans les habitats sableux/vaseux d'après Simboura et Zenetos, (2002). | 16 |
| Tableau 02 : | Répartition et composition de la richesse spécifique en (pourcentage) des classes du phytoplancton dans les autres sites du bassin méditerranéen comparées a nos données. | 25 |
| Tableau 03 : | Richesse spécifique en phytoplancton (tous groupes confondus) dans le site étudié . | 26 |
| Tableau 04 : | Variation des indices de Shannon (H'), de Simpson (L) et espèces dominantes en pourcentage dans le site « le vivier ». | 30 |
| Tableau 05 : | Valeur de l'abondance du phytoplanctonique dans différentes régions de la cote algérienne. | 35 |
| Tableau 06 : | Evolution temporelle des densités cellulaires du phytoplancton par échantillon. | 36 |
| Tableau 07 : | Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 23 Mai 2013. | 37 |
| Tableau 08 : | Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 27 Mai 2013. | 38 |
| Tableau 09 : | Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 28 Mai 2013. | 39 |
| Tableau 10 : | Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 02 Juin 2013. | 39 |
| Tableau 11 : | Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 03 Juin 2013. | 40 |
| Tableau 12 : | Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 04 Juin 2013. | 41 |
| Tableau 13 : | Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 05 Juin 2013. | 42 |

Liste des Abréviations

Cell/l: Cellule /litre.

C: Ceratium.

Ch: Chaetoceros.

Ind: Individu.

J : Juin.

M : Mai.

R: Rhizosolenia.

Sommaire

Sommaire

| | |
|--|----|
| Introduction | 2 |
| Chapitre I : Généralités et Présentation de la zone d'étude | |
| I- Présentation de la zone d'étude | 5 |
| I.1. la baie de Bou Ismail | 5 |
| I.2. Réseaux hydrographiques | 7 |
| I.3. Conditions météorologiques dans la baie de Bou-Ismaïl | 7 |
| I.3.1. Vents | 7 |
| I.3.2. Température et précipitations | 7 |
| I.3.3. Pluviométrie | 8 |
| II- Le peuplement de phytoplancton | 8 |
| II. 1.Généralités | 8 |
| II. 1.1. Les diatomées | 8 |
| II. 1.2. Les dinoflagellés | 9 |
| Chapitre II : Matériels et Méthodes | |
| II .1.Choix et localisation de site de prélèvement | 11 |
| II .2. L'échantillonnage | 12 |
| II .3. Etude qualitative du phytoplancton | 13 |
| II .4. Etude quantitative de phytoplancton | 14 |
| II .4. 1. Méthode d'estimation de la quantité du phytoplancton | 15 |
| II .5. Méthodes et paramètres D'analyses utilisées | 16 |
| II .5.1.Analyse qualitative | 16 |
| II .5.1.1 .Diversité globale | 16 |
| II .5..1.1.1Méthodes univariées | 16 |
| II .5.1. 1.1.1. Richesse spécifique | 16 |
| II .5.1. 1.1.2. Indices de diversité | 16 |
| II .5.1. 1.1.3. Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Pielou | 17 |
| II .5.1. 1.1.4. Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson | 18 |
| II .5.1.1.2. Méthodes graphiques | 19 |
| II .5.2.1.2.1.Diagramme rangs-fréquences et succession écologiques | 19 |
| II .5.2.Analyse quantitative | 20 |
| II .5.2.1.Abondance | 20 |
| Chapitre III : Résultats et Discussion | |
| III.1. Analyse et évolution des communautés phytoplanctoniques | 22 |
| III.1.1. Etude qualitative | 22 |
| III.1.1.1. Composition taxonomique du phytoplancton | 22 |
| III.1.1.2. Richesse spécifique | 28 |
| III.1.1.3. Variation temporelle de la richesse spécifique | 29 |

| | |
|--|----|
| III.1.1.4. Analyse de la diversité spécifique | 30 |
| III.2. Indices de diversité | 32 |
| III.2.1. Indice de Shannon et indice de Simpson | 32 |
| III.3. Diagrammes Rang-Fréquence | 34 |
| Discussion | 38 |
| III.4. Abondance | 39 |
| III.4. 2. Evolution temporelle des densités cellulaires totales des phytoplanctons | 40 |
| III.4. 3. Importance quantitative de chaque groupe phytoplanctonique | 41 |
| IV. Discussion générale | 47 |
| Conclusion | 48 |
| VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 49 |
| Annexe | |

Introduction

Introduction

Le mot plancton (du grec: *planktos*=errant) a été introduit par le biologiste allemand Hensen en 1887 pour désigner les organismes végétaux et animaux qui flottent dans l'eau, aussi bien les eaux marines que les eaux douces ou saumâtres. Avec l'essor de l'océanologie, la planctonologie s'est développée énormément (Lakkis S., 2011).

Depuis l'origine de la vie, le plancton, est un acteur vital de l'équilibre écologique et climatique planétaire. Il est à la base de la pyramide alimentaire marine (Mollo P, Anne N., 2013). Les grandes quantités d'oxygène qu'émet le phytoplancton font des océans les poumons de la terre. En fixant le carbone tiré du CO₂ dissous dans l'eau de mer pour synthétiser la matière organique nécessaire à leur croissance, les algues microphytes interviennent dans le stockage de cet élément par les océans. Cette pompe biologique, qui puise indirectement dans les réserves de gaz carbonique de l'atmosphère, a des répercussions sur le climat (Lakkis S., 2011).

Le phytoplancton est constitué de l'ensemble de micro algues en suspension dans l'eau, capable d'élaborer par photosynthèse leur propre matière organique, à partir de l'énergie solaire, de l'eau, du dioxyde de carbone (CO₂) et des sels nutritifs. Le rôle joué par le phytoplancton dans le fonctionnement des écosystèmes marins est essentiel : l'activité de la biomasse phytoplanctonique en domaine hauturier participe aux flux de carbone entre l'océan et l'atmosphère, et contribue aussi à la régulation de la concentration en dioxyde de carbone atmosphérique qui détermine l'évolution du climat à moyen et à long terme. De ce fait, les variations de la production biologique ont des conséquences majeures sur les flux de matière à l'intérieur de l'écosystème. Ce second aspect constitue un thème central de l'étude des écosystèmes marins, car la compréhension des processus impliqués conditionne les options de gestion des ressources vivantes, par exemple conchylicoles en domaine côtier (Mokrane et Harkati, 2006).

La relation entre la biodiversité phytoplanctonique et le fonctionnement des écosystèmes est une question écologique fondamentale : pour comprendre la structure et le fonctionnement d'un écosystème d'une aire aquacole par exemple, il est indispensable de connaître les différents éléments qui le composent, ainsi la distribution des organismes dans le temps et dans l'espace.

La dynamique des populations phytoplanctoniques côtière est caractérisée par la succession d'assemblage d'espèces (Smayda, 1980), auxquels sont associés des formes de variabilité spatio-temporelle typiques de groupes d'espèces (Mokrane et Harkati, 2006).

La présente étude s'inscrit dans ce contexte, elle a pour objectifs l'analyse et le suivi des peuplements phytoplanctoniques dans le temps en étudiant leur fluctuations qualitatives et quantitatives.

En complément à cette étude biologique, nous avons effectué une analyse structurale par le calcul des indices de diversité (Shannon et Simpson), et le tracé des diagrammes-Rangs-fréquences, afin de déterminer le degré d'organisation et de maturité du peuplement phytoplanctonique.

CHAPITRE I

GENERALITES

I. Présentation de la zone d'étude

I.I.1. La baie de Bou Ismail

La baie de Bou Ismail se situe à l'ouest d'Alger à environ 50 km, d'une superficie de 350 km². Elle est délimitée par le massif d'Alger (Ras Acrata 2°55') à l'est et le massif de Chenoua (Ras el Amouch 2°25') à l'ouest, elle présente un plateau continental de 509 km² (Attouchi F., 2008).

La baie de Bou Ismail se caractérise par une forte production de pêche, et notamment au niveau du port de Bou Haroun, qui est l'un des principaux ports de production halieutique et surtout en poisson bleu (CNRDPA, 2005 in Boudjenah, 2011).

La baie de Bou Ismail peut être divisée en quatre zones géographiques (Figure 01) :

- La baie d'El Djamila limitée à l'Est par Ras Acrata et à l'Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj. Elle est caractérisée par une côte basse sableuse et de nombreuses formations dunaires.
- Le secteur Sidi Fredj – Oued Mazafran, constitué sur environ 12 km de plage de sables fins.
- Une côte rocheuse, faisant suite au secteur ci-dessus, longue de 30 km dont la limite à l'Ouest est Tipaza.
- La baie du Chenoua où se jette l'oued Nador débute à partir de Tipaza ; elle est bordée dans sa partie Ouest par le massif du Chenoua. Tout le fond de cette baie est occupé par une plage de sables fins.

I.I.2. Réseaux hydrographiques

Les principaux oueds qui se jettent en baie de Bou Ismail sont l'oued Nador dans la baie du Chenoua, l'oued Mazafran et l'oued Beni -Messous en baie d'El Djamila, (Annane et al ; 2007)

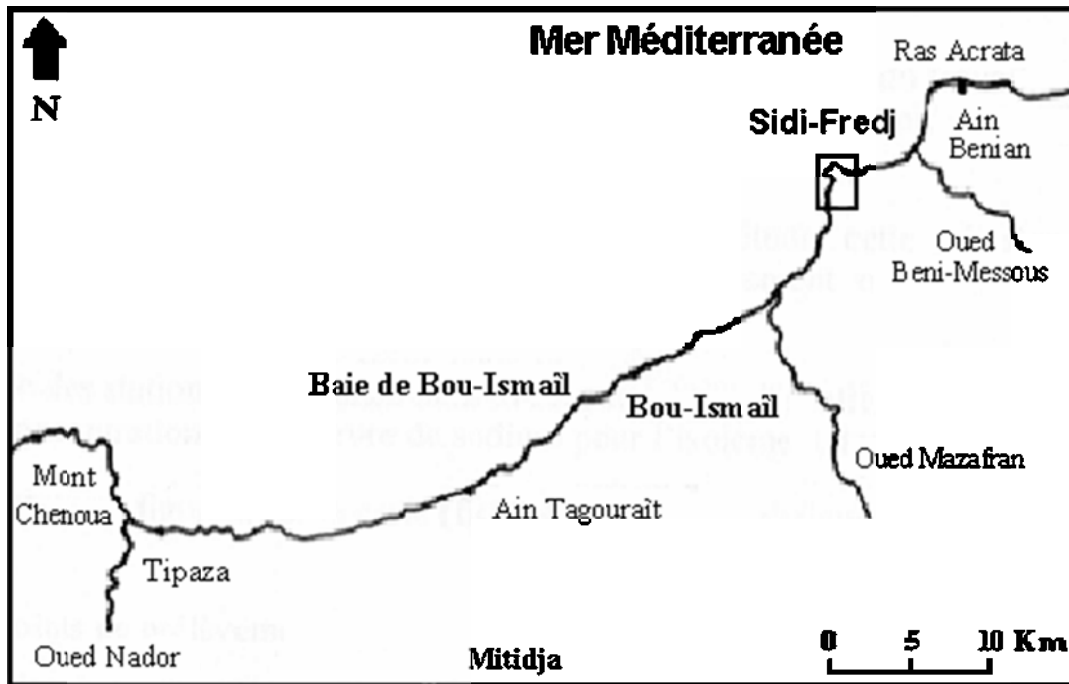


Figure 01 : Réseau hydrographique de la baie de Bou-Ismaïl (in Inal 2011).

1. **Oued Mazafran**: cet oued tire son nom de la couleur de ses eaux : El Ma Essafra (eau jaune), il correspond au cours d'eau le plus important de la région. Il en résulte de la confluence de trois oueds importants : oued Djer, oued Bourroumi et oued Chiffa. Chaque année une grande masse de matériaux est arrachée à l'Atlas et charriée par l'oued Mazafran.
2. **Oued Beni Messous** : est situé entre El Djamila et « Club des pins » traversant la commune de beni messouse et cheraga au nord, de bouzaréah au niveau d'une agglomération appelée « la Tribu » au Nord Est. Dely Ibrahim à l'Est, Ain Benian à l'ouest et débouche au niveau d'une plage appelée « les dunes » qui fait partie de la baie de Sidi Fredj.
3. **Oued Nador** : situé sur la partie occidentale, ne prend sa naissance que dans la cluse de Tipaza de débouchement dans la baie de chenoua. Son bassin versant est drainé par un réseau d'affluents l'oued Bouyersen, l'oued Meurad et l'oued boukika.

I.I .3.Conditions météorologiques dans la baie de Bou-Ismaïl

I.I .3.1. Vents

Le vent est une des forces physiques régissant les courants et les houles. La baie de Bou-Ismaïl est caractérisée par une périodicité des vents qui se traduisent Par une prédominance :

- Des vents d'Ouest en Hiver et Printemps induisant des houles de grandes amplitudes, d'une vitesse moyenne de 2m/s.
- Des vents de l'Est en Eté et début Automne avec des faibles amplitudes, avec une vitesse moyenne supérieur de 2m/s et peuvent être très violents de 15 à 20m/s durant 3 jours consécutifs (Asso., 1982 *in* Zeghdoudi., 2006).

I.I .3.2. Température et précipitations

La température de l'eau est un facteur prépondérant dans la vie des organismes marins, elle contribue de façon importante à la distribution géographique des espèces marines. Elle détermine les périodes de migrations et de reproduction. Il existe deux périodes durant l'année :

- Période chaude (Avril-Octobre), elle se caractérise par des faibles précipitations et une moyenne thermique de 23°C.
- Période froide (Novembre-mars), elle se caractérise par des précipitations ayant une moyenne saisonnière de 89.49 mm et une moyenne thermique de 15°C (Korichi., 1988).

I.I .3.3. Pluviométrie.

La zone d'étude fait partie du bassin méditerrané connu par deux saisons bien distinctes :

- Une saison pluvieuse durant le moi d'Octobre jusqu'au moi d'Avril.
- Une saison sèche de Mai à Septembre avec des pluies très rares dues aux orages notamment en Août (Annane et *al* ; 2007).

II. Le peuplement de phytoplancton :

II. 1-Généralités :

Le phytoplancton est constitué d'un ensemble hétérogène de microalgues unicellulaire, les cellules peuvent être solitaires ou groupées en colonies.

Les organismes phytoplanctoniques sont majoritairement autotrophes, mais certaines espèces, principalement des dinoflagellés, peuvent être temporairement hétérotrophes, c'est-à-dire synthétiser de la matière organique à partir de substances organiques dissoutes (osmotrophie) ou particulaires (phagotrophie) (Gailhard, 2003).

Les organismes qui se procurent l'énergie nécessaire à leur croissance et à leur reproduction en combinant les modes de nutrition autotrophes et phagotrophies sont qualifiés de mixotrophes (Stickney et al, 2000 in Gailhard, 2003).

La prolifération des microalgues peut causer une mortalité chez les poissons, contaminer la chaîne trophique avec les toxines et altérer les écosystèmes. La communauté scientifique parle de HAB (harmful algal blooms) ou efflorescences d'algues nuisibles. Une première classification permet de séparer deux groupes. Les producteurs de toxines et les producteurs de biomasse qui causent des anoxies à de fortes concentrations. quelques espèces peuvent avoir les deux.

Dans la plupart des épisodes toxiques, ce sont des dinoflagellés qui sont impliqués. Il s'agit de la classe de phytoplancton qui compte le plus d'espèces susceptibles de faire des blooms. Mais quelques espèces de diatomées sont aussi responsable d'un type d'intoxication par voie alimentaire (Le baut, 2006).

II. 1- 1 Les diatomées

La classe des diatomées (*Bacillariophyceae*) a longtemps été reconnue comme le groupe principal du phytoplancton marin. Dans le milieu pélagique, les diatomées sont l'un des composants essentiels de la production nouvelle, c'est-à-dire de la production initiale de matière organique des écosystèmes (Nelson et al, 1995).

Ce sont des microalgues, ont une taille microscopique, la plupart n'étant longues que de un à quelques dixièmes de millimètres, mais lorsqu'elles sont présentes en grand nombre, elles forment des plaques brunâtres sur le sable vaseux, de longues chevelures brunes dans un

ruisseau ou un fossé, ou troublent l'eau de mer à laquelle donnent une couleur verdâtre (loir, 2004).

II. 1- 2 Les dinoflagellés

Ce sont des protistes flagellés typiquement marins, donc des végétaux qui se classent dans les pyrrophytophytes du fait de leurs caractères biochimiques (équipement pigmentaire, matières de réserves). Morphologiques (corps physoïdes, trichocystes et leurs flagelles dissemblables. Mais certaines formes sont plus au moins autotrophes et même aplastidiées ; si pour ces raisons, on les situe dans le règne animal, ce sont des flagellés de la classe des dinoflagellés (Bougis, 1974).

Cette classe de microalgues a une caractéristique particulière, celle de produire des « eaux colorées », ce phénomène s'explique par la prolifération intense d'une ou de plusieurs espèces, comme sous le nom de « blooms » ces eaux apparaissent en période d'eau calme et lorsque les conditions physico-chimique sont favorables pour la prolifération de certaines dinoflagellés (Sournia, 1995). Ces eaux colorées peuvent avoir des conséquences désastreuses :

- Soit que les espèces qui les constituent – même à concentration basses – émettent des toxines (DSP : Diarrhéic Shellfish Poisoning. VSP : Venerupine Shellfish poisoning. PSP : Paralytic Shellfish Poisoning. NSP : Neurotoxic Shellfish Poisoning) menaçant le consommateur les bivalves.
- Soit par la décomposition de la masse organique ainsi produite, ne vienne réduire le taux d'oxygène disponible et provoquer une hécatombe de poissons (Bougis, 1974).

CHAPITRE II

Matériels & Méthodes

Chapitre II : Matériels et Méthodes

Nous allons consacrer ce chapitre à l'échantillonnage et au traitement des échantillons au microscope photonique. Il s'agira d'étudier les populations de phytoplancton par la méthode de Bouteleux, (2005).le travail a porté essentiellement sur l'identification quantitative et qualitative des espèces de phytoplancton.

II .1.Choix et localisation de site de prélèvement

Pour notre étude, on a choisi un site au niveau de la Baie de Bou Ismail ; à proximité du Centre National de Recherche et de Documentation pour la Pêche et l'Aquaculture (CNRDPA) dans le site dit «le Vivier » (Figure 02), où sont installée au large des filières de production de moules.

Le choix de ce site a été fait en raison de la proximité avec le CNRDPA et à la présence des unités de production de moules. En effet, les moules se nourrissent en filtrant l'eau et récupèrent les algues, d'où la nécessité de les analyser et de les identifier.

Coordonnées géographiques de site de prélèvement :

Le site Vivier : Latitude 36°39'43.06"N.

Longitude 2°43'52.2344"E.

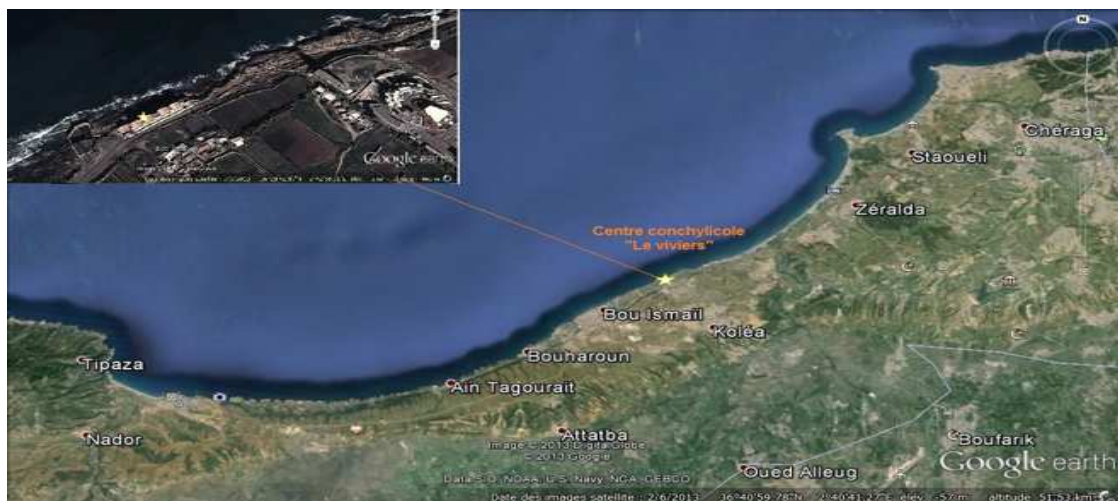


Figure02 : Localisation géographique du site viviers (Centre Conchylicole baie de Bou Ismail).

II .2. L'échantillonnage

Un échantillonnage journalier a été réalisé entre le mois de Mai et juin 2013, à l'aide d'un filet à plancton d'un maillage de 20 μm (afin de capturer les espèces les plus rares) (Sournia, 1986) (Figure 03), et d'un seau en plastique de 10L pour l'étude quantitative du phytoplancton.

Les prélèvements ont été effectués au niveau d'une seule station pré du site «le vivier», Les échantillons ont été transportés directement au laboratoire sans fixation où on a effectuée immédiatement les analyses quantitatives et qualitatives sous microscope photonique de type OPTIKA B 5000 (figure 04), on commence par le plus faible grossissement puis on passe au plus grand.

L'identification des espèces phytoplanctoniques collectées est réalisée à l'aide de clefs de détermination citer dans les paragraphes ces dessous.

II .3. Etude qualitative du phytoplancton

Pour l'échantillonnage qualitatif, un filet à phytoplancton d'un diamètre de 20 cm pour une longueur de 35 cm a été utilisé. La pointe de ce filet se termine par un robinet d'arrêt l'embouchure du filet est garnie d'un collet de toile de 50ml, attaché à la ligne d'échantillonnage.

On mouille le filet à une profondeur de 2 à 3m et après un intervalle de 15 à 30 secondes nécessaires, pour qu'il se stabilise : on le tire lentement sur 5 mètres à une profondeur de 2 à 3m de la surface. L'embouchure du robinet est placée au dessus d'une bouteille de collecte d'échantillon, dans laquelle le contenu du filet sera vidé. Cette procédure pourra être répétée trois à quatre fois concentré dans une même bouteille.

L'échantillonnage ainsi réalisé, renseignera sur la présence ou l'absence d'espèces et pourra aider à repérer des espèces rares. De nombreuses espèces ou individus peuvent échapper aux filets les plus fins. Des colonies peuvent être perturbées par le filet et certaines espèces fragiles pourront éclater suite à une pression excessive.

Pour l'étude qualitative, l'identification des espèces des échantillons (récoltés par filtration inverse sur filet à plancton de 20 μm de vide de mailles), a été faite au microscope Orthoplanphotonique, type OPTIKA B 500 figure 8 (Figure 04), avec une caméra numérique MA88-300, aux grossissements 10, 40 et 100 selon les espèces on utilisant les clés de

détermination de Brient *et al.*, (2001), Carmelo R.Tomas, (1997). Karen H, Wiltshire et Maarten Boersma (2011), Tregouboff et Rose (1957)..

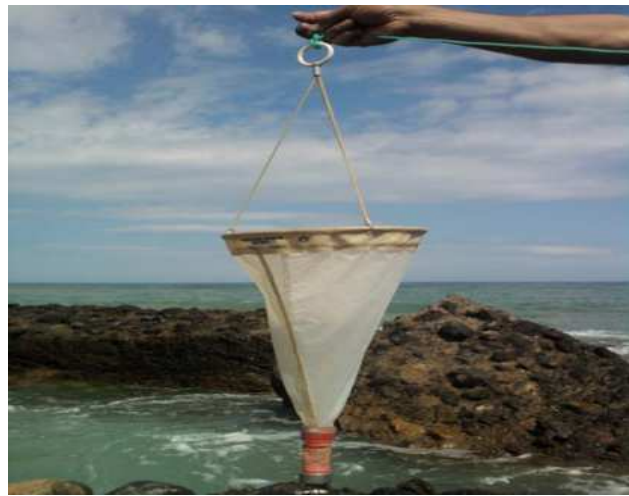


Figure 03 : Filet à plancton de 20 μ m de mailles de marque « Hydro-Bio KIL utilisé dans cette étude (photos prise en mai 2013).

II .4. Etude quantitative de phytoplancton

Il existe plusieurs méthodes éprouvées pour prélevés des échantillons de phytoplanctons, non concentrés, tirés d'un volume d'eau connu. La méthode la plus commune consiste à mouiller un échantillonneur à une profondeur précise (une bouteille en plastique de 10L), il est nécessaire de prélever et de concentrer plusieurs litres d'eau pour avoir une bonne représentation de la communauté phytoplanctoniques (Rossi, 2008).

Dans le présent travail, la concentration du phytoplancton a été effectuée par filtration a l'aide du filet a plancton, on verse l'échantillon contenu dans la bouteille, on filtre puis on récupère l'échantillon a quantifié.

L'aspect quantitatif du peuplement phytoplanctoniques a été appréhendé au moyen de numération cellulaire possédant 40 colonnes d'un volume de 0.05ml, selon la méthode de Bouteleux, (2005). Le volume d'eau concentré obtenu par filtration est homogénéisé, et à l'aide d'une pipette, une goutte est déposée sur la cellule de Nageotte, on fait un comptage du nombre de cellule de phytoplancton présente au niveau des différentes colonnes. Cette opération est effectuée quatre fois sur l'échantillon.



Figure 04 : Microscope photonique type OPTIKA B 500, avec camera numérique MA88-300 placée par un câblé avec un micro portable utilisé dans cette étude.

II .4. 1. Méthode d'estimation de la quantité du phytoplancton

Le dénombrement des cellules phytoplanctoniques a été réalisé à l'aide d'une cellule de comptage, appelé cellule de Nageotte (Figure 05). Il s'agit d'une lame spéciale qui, lorsqu'elle est observée au microscope, présente une grille de 40 bandes correspondant à une surface donnée et un volume de 50 μl , qui permet d'énumérer, dans un volume précis et connu, tous les éléments visibles à l'objectif 40 (Quiniou et al, 2003).

Pour obtenir une numération proche de la réalité, il est important :

- Ne pas rayer le quadrillage lors du nettoyage de la cellule :
- Bien monter la lamelle sur la cellule :
- Déposer la goutte de l'échantillon à énumérer correctement ;
- Bien laisser sédimenter les particules à énumérer avant le comptage.

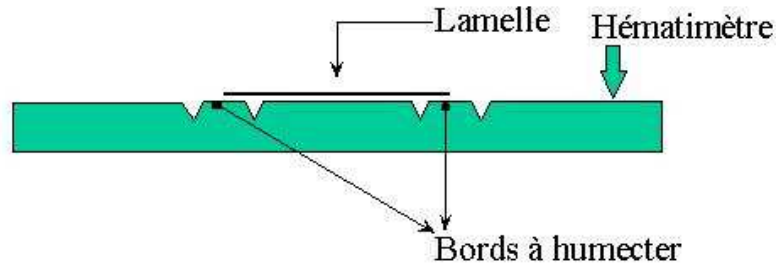


Figure 05 : Cellule de Nageotte.

La cellule de Nageotte est constituée :

- D'un rectangle de 1.25 mm^3 ,
- D'une cellule de 50 mm^3 .

On compte les bandes, on trouve x éléments. On a : nombre éléments par $N/\text{mm}^3 = x/5$.

Avec :

N : Nombre de cellules de phytoplanctons dans l'échantillon ;

X : Nombre de cellule compté dans les colonnes ou bandes ;

$0,05 \mu\text{l}$: Volume de la cellule Nageotte.

- pour calculer le nombre de cellule de phytoplancton dans 1l d'eau, on utilise la formule suivante :

$$C = \frac{X}{V}$$

Avec :

C : Nombre de cellules de phytoplancton dans un litre d'eau de mer ;

X : Nombre de cellules de phytoplancton dans l'échantillon ;

V : Volume d'eau filtré $(d/2)^2 x \pi$ avec x la distance sur laquelle le filet à plancton a été trainé)

(Nous dans notre étude on a concentré 10l d'eau de mer) (Boudjenah., 2011).

II .5. Méthodes et paramètres D'Analyses utilisées

II .5.1.Analyse qualitative

II .5.2.1.Diversité globale

Selon Magurran (1988), la diversité d'un échantillon ou d'un site à échantillonner peut être étudiée par l'emploi de plusieurs méthodes. Celles-ci peuvent être des méthodes univariées (richesse spécifique, indice de diversité), des méthodes graphiques (diagramme rang-fréquences.. .) ou des méthodes, multivariées (Analyse Factorielle de Correspondances, Analyse en composantes principales.. .) (Noël G, 2012).

II .5.2.2.Méthodes univariées

II .5.2.2.1.Richesse spécifique

C'est le nombre total des diverses catégories taxonomiques auxquelles appartiennent les organismes prélevés à une station d'échantillonnage .elle mesure la diversité la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre totale d'espèces dans un site. Un grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique. Toutefois, cette méthode dépend de la taille des échantillons et ne considère pas l'abondance relative des différentes espèces (Ngansoumana, 2006).

II .5.2.2.2.Indices de diversité

La richesse spécifique ne considérant pas l'abondance relative des différentes espèces, sa valeur écologique est donc limitée (Travers, 1964). De nombreux indices de diversité sont ainsi proposés et permettent de donner une expression plus ou moins pertinente de la structure de l'écosystème. Dans cette étude deux indices ont été utilisés : l'indice de Shannon et l'indice de Simpson. Ces deux indices considèrent à la fois l'abondance et la richesse spécifique.

II .5.2.2.3. Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Pielou (J')

L'indice de Shannon-Wiener est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (GRAY et al, 1992). Cet indice est basé sur la théorie de l'information. « Un événement apporte à un observateur d'autant plus d'information. En se réalisant, qu'il était improbable au départ » (Frontier et al, 2004). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Où :

Pi= abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$.

S=nombre total d'espèces ;(Dans ce présent travail s=66 espèces).

Ni= nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon.

N=nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon :

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont même abondance) (Grall et Coïc, 2006).

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou dont la formule est la suivante :

$$J' = H'/H'_{\max}$$

Avec :

$H'_{\max} = \log S$ (S=nombre total d'espèces).

L'indice d'équitabilité sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces). Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons et dépendant du type d'habitat.

Leur valeur est relativement basse dans les eaux de transition comme les lagunes, deltas ou estuaires, même lorsqu'ils ne sont pas perturbés. Il reste ainsi, difficile d'en faire un descripteur de l'état d'un milieu, à moins de déterminer au préalable des valeurs seuils pour chaque type d'habitat et pour une surface échantillonnée donnée, ainsi que l'ont proposé Simboura et Zenetos (2002). (Tableau 01).

II .5.2.2.4. Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson

Cet indice a été proposé par Simpson en 1965. Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Pour un échantillon fini, l'indice est donné par :

$$L = \sum [n_i (n_i - 1)] / [N(N - 1)]$$

Où :

n_i = nombre d'individus dans l'espèce i

N = nombre total d'individus.

L'indice de Simpson est calculé à partir des effectifs spécifiques. Lorsque la diversité est maximale sa valeur est 0, lorsque la diversité est minimale la valeur tend vers 1. (Grall, J., Coïc, 2006).

II .5.2.3.Méthodes graphiques

II .5.2.3.1.Diagramme rangs-fréquences et succession écologiques

Les diagrammes rangs-fréquences offrent une représentation synthétique d'une communauté (pouvant représenter un échantillon unique, ou bien un cumul d'échantillon récoltés dans des conditions similaires) (Frontier,1967). Cette représentation a été choisie pour décrire la diversité spécifique de l'ensemble des cortèges floristiques obtenus. L'échelle est logarithmique, l'allure des courbes du D.R.F suffit à caractériser chacun des trois stades de la succession écologique. Ces traces donnent une image synthétique de la population et caractérisent son degré d'avancement au long d'une succession.

Dans la communauté mal échantillonnée, l'extension d'espèces rares se traduit par une queue de distribution, alors que les espèces correctement représentées suivant leur abondance dans l'échantillon, se traduisent dans la partie gauche du diagramme.(Mokrane Z et Harkati F,2006). Sachant qu'un peuplement peut se trouver à trois stades de maturité (Figure 06) (Frontier, 1976) :

- **Stade 1** (Vieillessement) dit « pionnier » ou « début de succession », faiblement diversifié. La courbe montre une allure concave vers le haut dans sa partie gauche, indiquant une prédominance d'un très petit nombre d'espèces. La courbe subit une inflexion et devient convexe dans sa partie droite.
- **Stade 2** (Jeune) de début de maturité du système, diversité maximale. La courbe devient entièrement convexe, se rapprochant de la distribution en bâton brisé.
- **Stade 3** (Mature) dit « climatique » ou « Fin de succession » avec diminution de la diversité. La courbe devient sensiblement rectiligne par augmentation des espèces du peuplement précédent. On peut observer une flexure vers le bas dans la partie gauche avec disparition de quelques espèces de derniers rangs. Un peuplement stressé par une pollution ou par un facteur abiotique très contraignant sera au stade 1 rarement au stade 2 alors qu'un peuplement rare sera au stade 3.

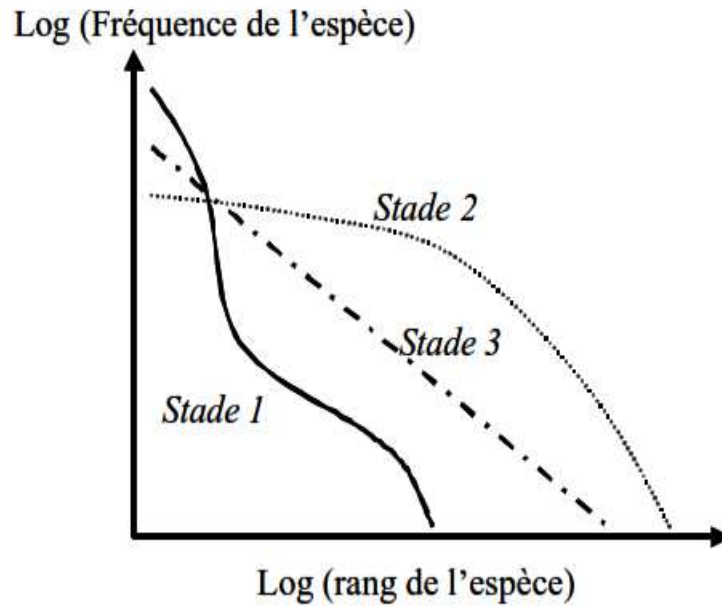


Figure 06 : Schéma montrant les stades de succession écologique (d'après Frontier, 1976).

II .5.3.Analyse quantitative

II .5.2.1.Abondance

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité (Hurlbert, 1971). La méthode de comptage d'UTERMOHL (1958) est la plus utilisée pour l'étude de la bibliographie. Dans ce présent travail, une autre technique a été utilisée pour le dénombrement des espèces toxiques et des algues dans les unités de production algale, où les algues sont dénombrées à l'aide d'une cellule de Nageotte. Le comptage est effectué avec un microscope, selon la méthode de Bouteleux (2005).

CHAPITRE III

Résultats & Discussion

1. Etude qualitative :

1.1. Composition systématique du phytoplancton :

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats de l'inventaire floristique effectué sous microscope photonique suivant la méthode de Bouteleux (2005). Le nombre d'espèce recensé étant assez élevé. Les taxons identifiés sont répertoriés dans le Tableau 1 en annexe. Nous citerons dans les paragraphes qui suivent les principales espèces, les plus fréquentes et les plus abondantes parmi les quelles, certaines sont nuisibles aussi bien pour l'écosystème ou pour les consommateurs par l'intermédiaire d'un vecteur.

1.1.1. les Diatomées

Ce groupe est très diversifié il détient le 1^{er} rang, nous citerons par ordre d'importance les genres suivantes :

- **Genre Rhizosolenia**

Représenté essentiellement par les espèces : *Rhizosolenia styliformis* (Figure 13) et *Rhizosolenia sp* (Figure 14). En plus de ces deux espèces on a observés aussi la présence de : *R alata*, *R stolterfothii*, *R calcar*, *R Delicatula*, *R bégonii*, *R imbricata*, *R Setigera*. Toutes ces espèces sont à caractère océanique préférant les 50 à 75m de profondeur (Touahria et Illoul in Grimess., 2004).

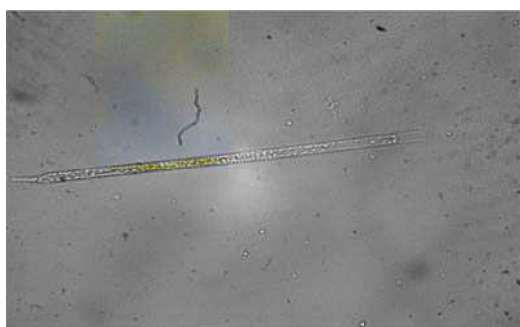


Figure 13: *Rhizosolenia styliformis* Ehrenb (40x10).



Figure 14 : *Rhizosolenia Schutt sp* Ehrenb (40x10).

Genre *Chaetoceros* :

Ce genre est très diversifié regroupant les espèces suivantes : *Chaetoceros Affinis* (Figure 09), *Ch. pendulus* (Figure 10), *Ch. decipiens*, *Ch. atlanticus*, *Ch. densus*, *Ch. lorenzianus*, *Ch. compressus*, *Ch. construcus*, *Ch. dydimus*, *Ch. similis*.

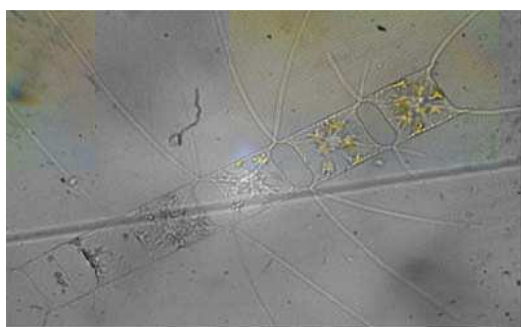


Figure 09: *Chaetoceros* Ehrenb *affinis* Lauder (40x10).



Figure 10: *Chaetoceros* Ehrenb *pendulus* (40x10).

Nous rappelons que le genre *Chaetoceros* est composé d'individus présentant des soies très longues généralement comme c'est indiqué sur les Figures.

La multiplication de ces spécimens peut provoquer dans certaines conditions des dommages physiques pour la faune présente dans le milieu. Par exemple un colmatage des branchies des poissons par les soies jusqu'à asphyxie.

- **Genre *Nitzschia* :**

L'analyse microscopique montre que ce genre est très fréquent, il est représenté principalement par l'espèce *Nitzschia longissima* (Figure 11), espèce plus abondante en fin de mois de Mai et au début du mois de Juin .A cette espèce s'ajoute divers autres taxons tels que : *Nitzschia serriata* et *Pseudo nitzschia sp* (Figure 12).



Figure 11: *Nitzschia longissima* Rolfs (10x10).



Figure 12: *Pseudo nitzschia-sp* Cleve (40x10).

Divers autres genres du groupe des Bacillariales ont été identifiés dans nos échantillons nous citerons :

- **Genre Guinardia**

L'analyse montre que c'est un genre diversifié regroupant les espèces suivantes : *Guinardia delicatula* (Figure 07), *G flacoida* (Figure 08), *G striata*.

Ces espèces sont très fréquentes et prolifères en hiver dans les eaux algériennes, tous niveaux confondus. Cependant durant la stratification thermique ces espèces se développent peu en dessous de la thermocline (Grimeš et al, 2004).



Fig.11: *Guinardia delicatula* (cleve) Hasle (10x10).



Fig.12: *Guinardia flacoida* (40x10).

En plus de ces genre il y'auna d'autres genres par ordre d'importance nous notons : Thalassiosira, Navicula, Licmophora, Favella ...etc.



Figure 15: *Licmophora sp* (Grev) C.Agardh (40x10).



Figure 16: *Navicula Bory sp* (40x10).

- **Genres Diatomiques nuisibles et toxiques rencontrés :**

Les observations microscopiques ont révélés la présence des espèces reconnues comme nuisibles. Parmi ces espèces nous distinguons celles provoquant des lésions aux branchies (poisson, mollusques). Nous citons le genre *Chaetoceros* et le genre *Pseudonitzschia*, mais pas toutes les espèces qui appartiennent a ces genre sont nuisibles.

Le genre *Pseudonitzschia* productrice de toxines amnésiantes (acide domoïque), sont apparues dans les années 2000 sur le littoral Atlantique et Manche (Ducasse, 2011). Leurs blooms se produisent en saison chaude pour *Pseudonitzschia pungens*, et *Pseudonitzschia delicatissima*. L'identification de l'espèce (ou des espèces) responsable de l'intoxication à l'acide domoïque est un préalable à toute étude détaillée (Ducasse, 2011).

1.1.2. Les Dinoflagellés :

Les résultants microscopiques montrent que le groupe des Dinoflagellés est assez diversifié regroupant des formes nues, Nous citons les genres *Ceratium*, *Noctiluca*, *Protoperidinium*, *Goniodoma*.

- **Le Genre *Ceratium***

Durant cette période printanière nous avons recensé 07 espèces, les plus fréquentes et les plus abondantes : *Ceratium furca* (Figure19) et *C fusus* (Figure20). En plus de ces deux taxons nous avons remarqué la présence d'autres dinoflagellés ; il s'agit de : *C horridum* (Figure 18), *C view*, *C condelabrum*, *C tripos*, *C longiros*.



Figure 17: *Ceratium* Schrank *horridum* (10x10).



Figure 18 : *Ceratium* Schrank *furca* (Ehrbg) (40x10).

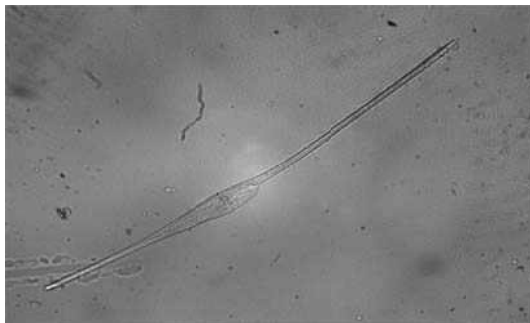


Figure 19: *Ceratium Schrank fusus* (Her) (40x10).

- **Genre Protoperidinium**

Dans nos échantillons examinés le genre est représenté principalement par *Protoperidinium pellucidum* (Figure 20), *Protoperidinium sp* (Figure 21). D'autres espèces ont été observées telles que : *Protoperidinium depressum*.

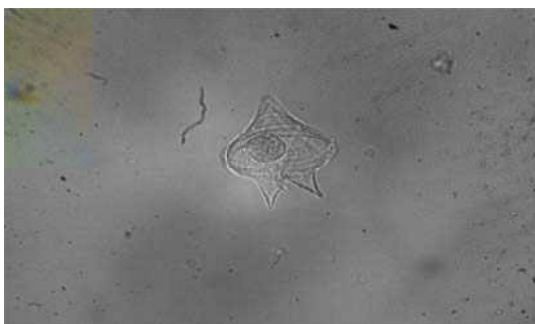


Figure 20: *Protoperidinium pellucidum* Bergh (40x10).



Figure 21: *Protoperidinium sp* Novellum Faust(40x10).

- **Genre Noctiluca :**

D'une taille assez importante et ovale, *Noctiluca scintillans* (Figure 22) un dinoflagellé hétérotrophe a été recensé surtout le début du mois de Mai 2013, avec des richesses assez importantes. L'examen microscopique a révélé certains individus sous forme contractée.



Figure 22: *Noctiluca scintillans* (Macartney) (40x10).

- **Genre Goniiodoma :**

Polyédrique de forme subsphérique, avec un cingulum plus ou moins médiane mais légèrement déplacé remarqué par une seule espèce *Goniiodoma polyédricum* (Figure 23).



Figure 23: *Goniiodoma polyédricum* Pouchet (40x10).

- ❖ **Espèces nuisibles de dinoflagellés rencontrées :**

L'analyse qualitative des échantillons examinés montre la présence de quelques espèces reconnues comme nuisibles avec des abondances non négligeables. Qui sont *Noctiluca sintillans* et *Ceratium furca*.

III.1.1.2. Richesse spécifique

Le phytoplancton du site « le vivier » est caractérisé par une richesse spécifique moyennement importante. Avec 64% de Diatomées et 36% de Dinoflagellés. En moyenne par échantillonnage, 14 espèces différentes ont été recensées avec une richesse maximale de 17 espèces pour l'échantillon du 04 Juin et une richesse minimale de 4 espèces pour l'échantillon du 02 Juin.

Dans le même site une étude a été faite par Boudjenah (2011), il a identifié 72 espèces en analysant 8 échantillons du mois de Mars 2011 au mois de Septembre 2011, 65% de ces espèces sont des diatomées et 33% des dinoflagellés et d'autres groupes qui représentent 1% du totale.

On remarque qu'il y'a pas de grande différence entre nos résultats et celle de Boudjenah (2011) Malgré le nombre des échantillons réalisés dans chaque étude et les périodes de prélèvement. Ce qui explique la stabilité des conditions du milieu.

Par contre en comparant avec l'étude de Mokrane et Harkati (2006) d'après le Tableau ci-dessous, on remarque bien la différence qui peut être expliquée par le nombre des échantillons prélevés dans chaque étude ou par les conditions du milieu (pollution et agriculture).

Tableau 02: Répartition et composition de la richesse spécifique en (pourcentage) des classes du phytoplancton dans les autres sites du bassin méditerranéen comparées à nos données.

| | Nombre d'espèces (ind) | Diatomées | Dinoflagellés | Autres groupes |
|--|------------------------|-----------|---------------|----------------|
| Mokrane et Harkati (2006) (Sidi Fredj) | 316 | 64% | 24% | 12% |
| Boudjnah (2011) « le vivier » | 72 | 65% | 33% | 1% |
| Nos données « le vivier » | 66 | 64% | 36% | - |

Tableau 03 : Richesse spécifique en phytoplancton (tous groupes confondus) dans le site étudié.

| Jour | Mai | | | | | | | Juin | | | |
|------------------|-----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|
| | 07 | 13 | 19 | 23 | 27 | 28 | 30 | 02 | 03 | 04 | 05 |
| Nombre d'espèces | 7 | 8 | 6 | 16 | 8 | 12 | 9 | 4 | 17 | 8 | 7 |

III.1.1.3. Variation temporelle de la richesse spécifique

Dans cette partie on s'est intéressé à la description de la variation journalière de la richesse spécifique du phytoplancton au niveau du site « le vivier ». L'analyse est réalisée sur la fenêtre temporelle du 07 Mai jusqu'au 05 Juin. Sur les 66 espèces identifiées durant toute la période d'étude des fluctuations importantes ont été observées, avec deux pics la première au 23 Mai avec une augmentation de la richesse spécifique jusqu'à 16 espèces et la deuxième au 03 Juin avec une richesse de 17 espèces.

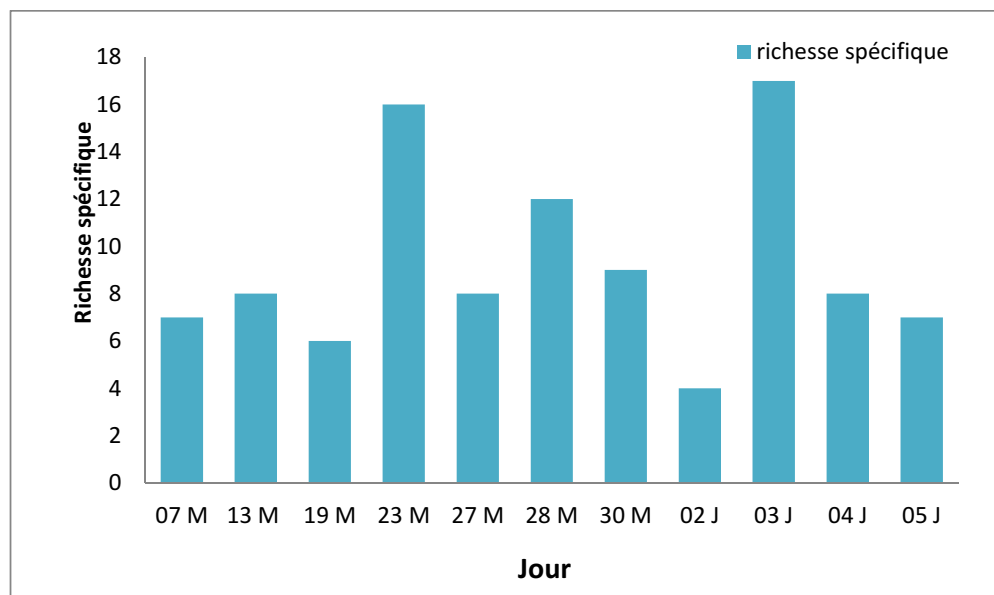


Figure 24 : Evolution journalière de la Richesse Spécifique au niveau du site « le vivier ».

III.1.1.4. Analyse de la diversité spécifique

La comparaison de la variation du nombre d'espèces qui concerne exclusivement les Diatomées et les Dinoflagellés dans notre étude, révèle des fluctuations importantes marquées par une plus grande diversité d'espèces chez les Diatomées par rapport à celle des Dinoflagellés (Figure 24). En remarquant des dents de scie au 23 Mai, 28 Mai, et au 03 juin et en dernier jour de prélèvement une égalité se produit entre ces deux groupes.

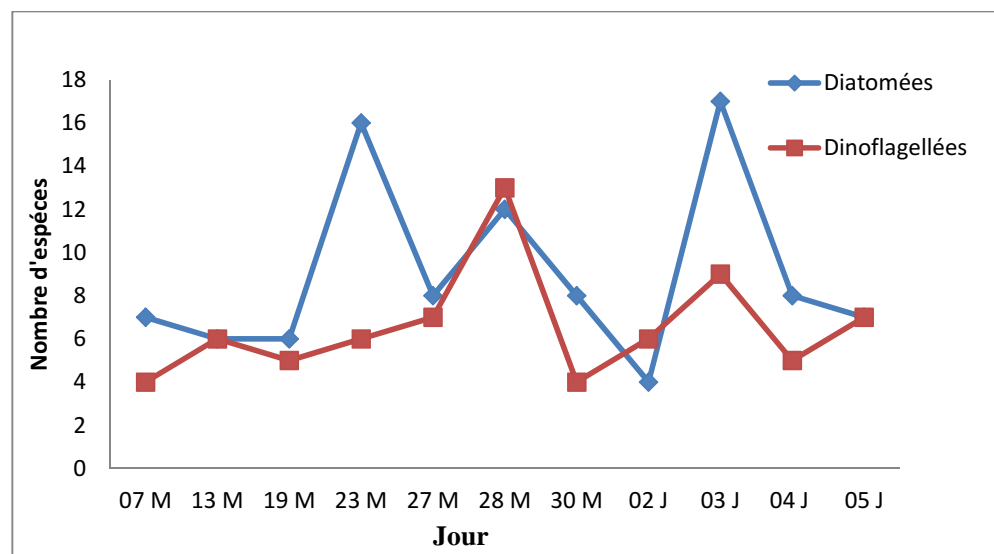


Figure 25 : Variation temporelle du nombre d'espèces de Diatomées et de Dinoflagellés dans le site « le vivier ».

Par ailleurs, sur la Figure 26 pour les Diatomées, une dominance relative durant le 07 Mai, 13 Mai, 19 Mai et le 02 Juin du genre *Rhizosolenia* avec un maximum au 07 Mai de 50%. Alors qu'au cours du 23 Mai on remarque une diminution de la fréquence relative du genre *Rhizosolenia* et apparition de d'autres genres telles que *Nitzschia*, *Chaetoceros*, cette dernière est beaucoup plus dénombré entre le 23 Mai et 28 Mai, avec un maximum au 28 Mai de 50%.

Sur la Figure 27, on peut observer pour les Dinoflagellés, une dominance du genre *Ceratium* durant presque tous les jours sauf au 19 Mai où c'est le genre *Protoperidinium* qui le remplace. Dé le 27 Mai plusieurs espèces apparaissent sans montrer une dominance les uns par rapport aux autres.

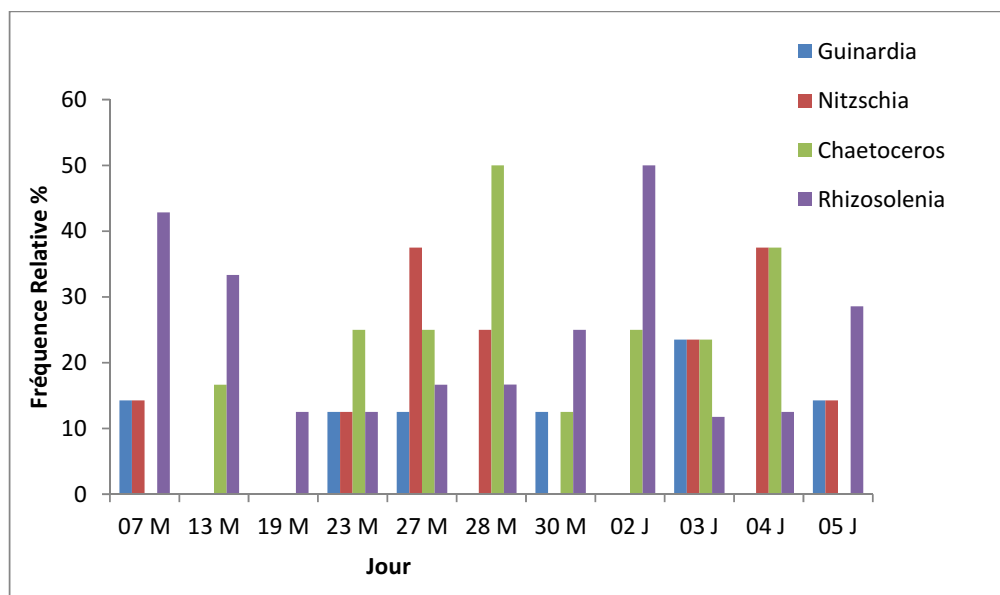


Figure 26 : Les genres dominant pour les classes de Diatomées au niveau du site

« Le vivier ».

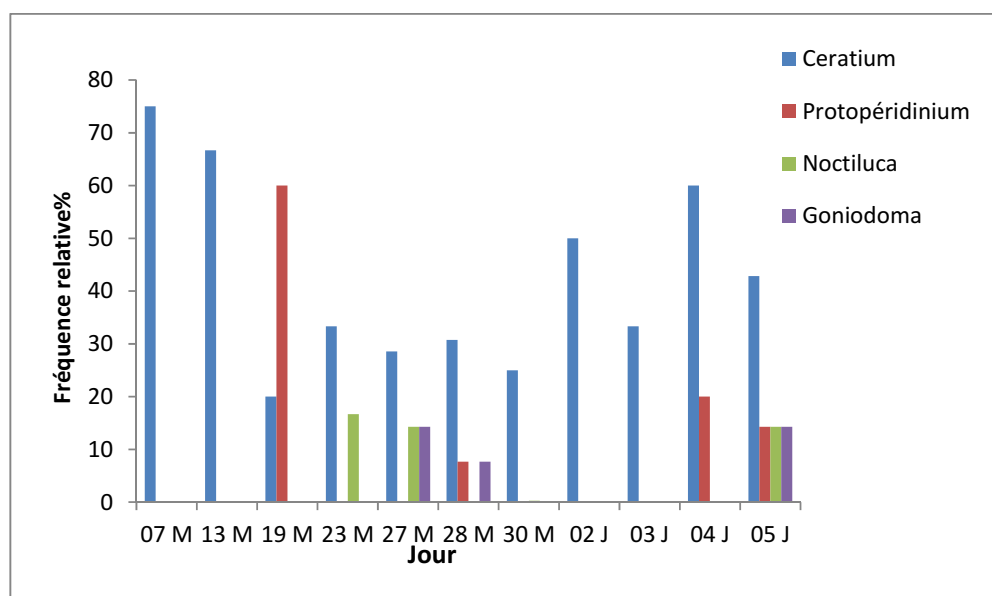


Figure 27 : Les genres dominant pour les classes de Dinoflagellés au niveau du site « Le vivier ».

III.2. Indices de diversité

III.2.1. Indice de Shannon et indice de Simpson

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon H'

Le calcul du H' des échantillons réalisés, donne par les échantillons du 23 Mai, 03 Juin, 04 Juin et 05 Juin des valeurs de 0,786, 0,540, 0,550 et 0,530 bit/ind, qui peuvent être considérées comme éloignées des valeurs optimales qui sont de 1,2 bit/ind ($H'_{\max} = \log S$) (Figure 28). Ceci peut être expliqué par la dominance relative d'une espèce représentée par *Leptocylindrus danicus* avec des pourcentages qui sont respectivement 27,42, 20,68 et 72,41% pour le 23 Mai, 04 Juin et 05 Juin et par *Guinardia striata*, avec 59,37% de dominance relative.

Pour le 27 Mai, 28 Mai et le 02 Juin, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon H' se rapproche des valeurs optimales qui confirme qu'il n'y a aucune dominance d'une espèce particulière. En effet, ceci est confirmé par les valeurs de l'indice de Simpson qui sont plus faibles et qui tendent vers zéro (Tableau 04).

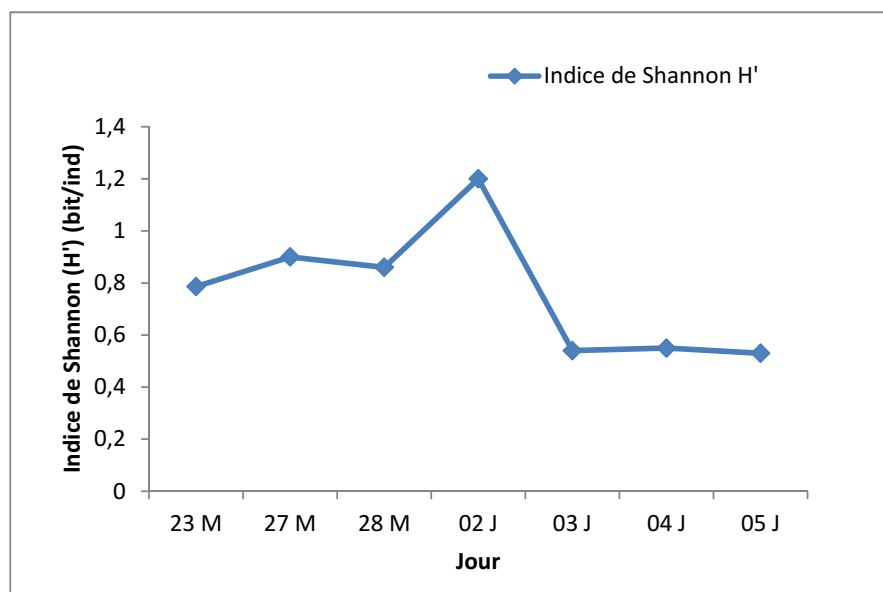


Figure 28 : Evolution de l'indice de diversité de Shannon au niveau du site « le vivier ».

Tableau 04 : Variation des indices de Shannon (H'), de Simpson (L) et espèces dominantes en pourcentage dans le site « le vivier ».

| Jour | L | H' | Espèces dominantes en pourcentage |
|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 23 M | 0.18 | 0,786 | Leptocylindrus danicus (27,42%) |
| 27 M | 0.133 | 0,9 | Ceratium furca (33,33%) |
| 28 M | 0.075 | 0,86 | Ceratium furca (25%) |
| 02 J | 0.033 | 1,2 | - |
| 03 J | 0.372 | 0,54 | Guinardia striata (59,37) |
| 04 J | 0.541 | 0,55 | Leptocylindrus danicus |
| 05 J | 0.411 | 0,53 | Leptocylindrus danicus |

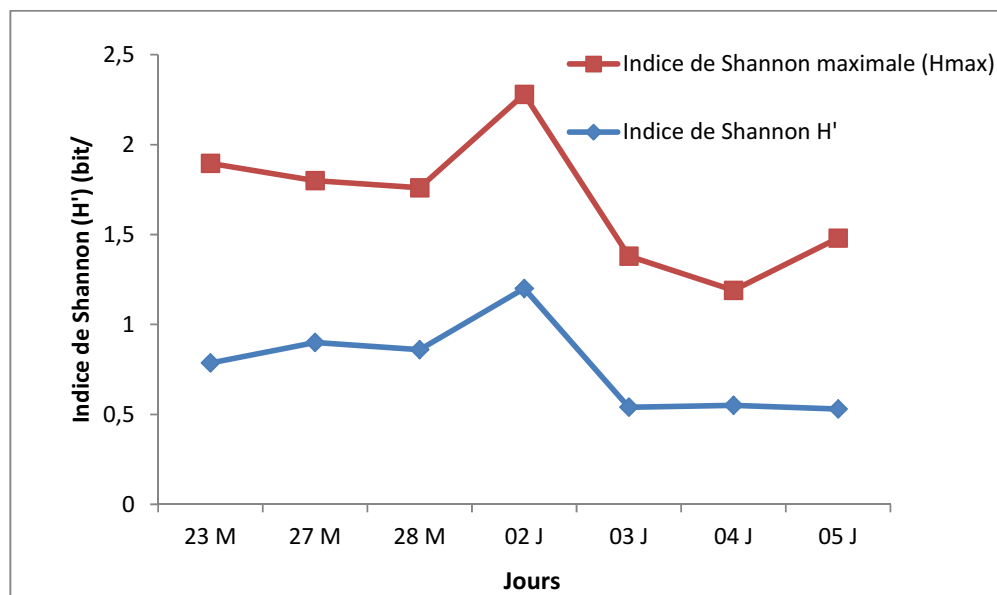


Figure 29 : Evolution des valeurs de journalière de l'indice de Shannon (H') et de l'indice de Shannon (H'max) du site « le vivier ».

III.3. Diagrammes Rang-Fréquence

La comparaison des diagrammes rang-fréquences journalières et mensuelles obtenus pour cette station permet de les situer par rapport aux trois stades de Frontier (1976). Le suivi des stades d'évolution de la communauté phytoplanctonique au niveau du site « le vivier » dans la Baie de Bou Ismail.

En effet, au 23 Mai on a un stade 2 avec un diagramme rang-fréquence caractérisant les peuplements relativement structurés. Qui montre une Dominance de 3 espèces dans les fréquences sont supérieurs à 10%.

Une deuxième succession au stade 1 a pu être mise en évidence, on a obtenus trois profils du 27 Mai, 02 Juin et 04 Juin, engendré par les espèces phytoplanctonique qui sont dans la majorité des cas des Diatomées.

Au 27 Mai, on retrouve une espèce pionnière *Chaetoceros affinis*.

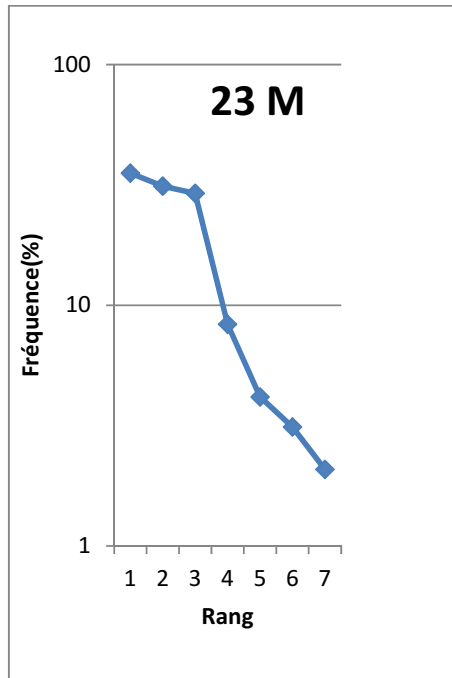
- Au 02 Juin, on retrouve une espèce pionnière *Guinardia striata*.
- Au 04 Juin, on retrouve une espèce pionnière *Ceratium furca*.

On retrouve la même succession pour le 05 Juin que les jours précédents, qui correspond à un diagramme rang-fréquence biphasique typique d'un stade 1 au début puis en remarquant une étape intermédiaire du stade 2. Le diagramme se rapproche de celui caractérisant les peuplements relativement structurés et montre une dominance de l'espèce (*Leptocylindrus danicus* et *Navicula* sp) dont les fréquences sont supérieurs à 10%. Puis on remarque que la courbe devient entièrement convexe, nous avons un écosystème qui atteint le stade 2.

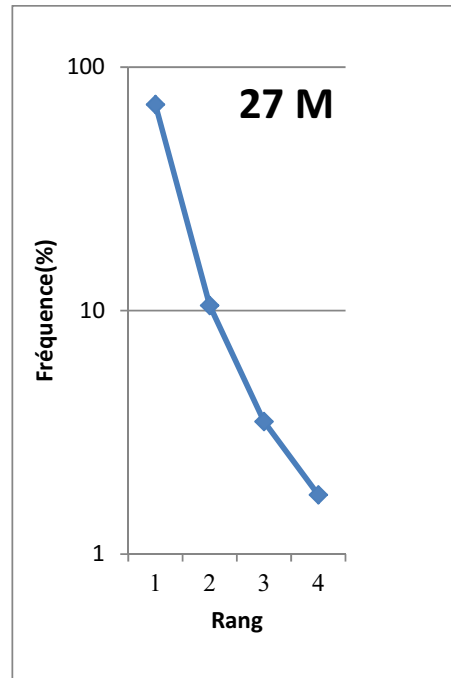
Le 23 Mai et le 28 Mai on a un stade 2 caractérisé par une richesse spécifique maximale, la courbe est entièrement convexe et qui montre une dominance de trois espèces qui sont *Guinardia delicatula*, *leptocylindrus danicus* et *Thalassiosira angusta lineatum*.

Durant le 03 Juin, on remarque que la courbe est sensiblement rectiligne, peuplement caractériser par une grande pauvreté et une forte diversification est observée. Nous avons un écosystème qui atteint le stade 3.

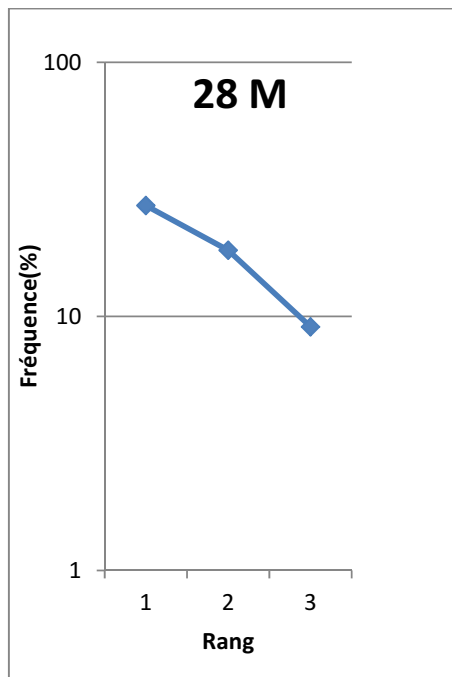
La comparaison des DRF mensuelle confirme nos résultats, d'où pour le mois de Mai on a un stade jeune (stade 2) de début de maturité du système où la diversité est maximale. Pour le mois de Juin, on a un stade pionnier faiblement diversifié montrant une prédominance de l'espèce *Leptocylindrus danicus* avec une Fréquence de 61,67%.



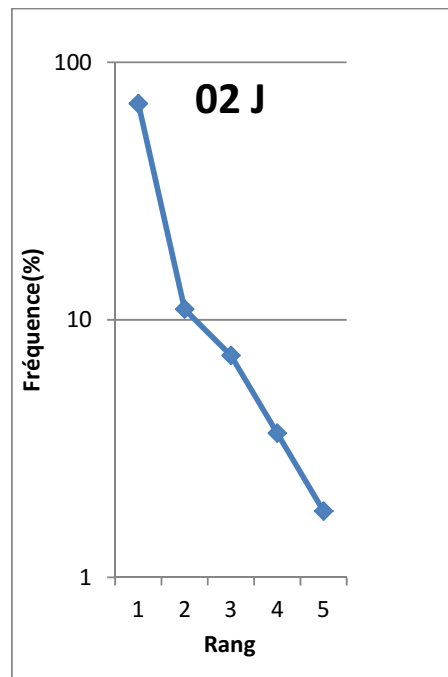
Stade 2



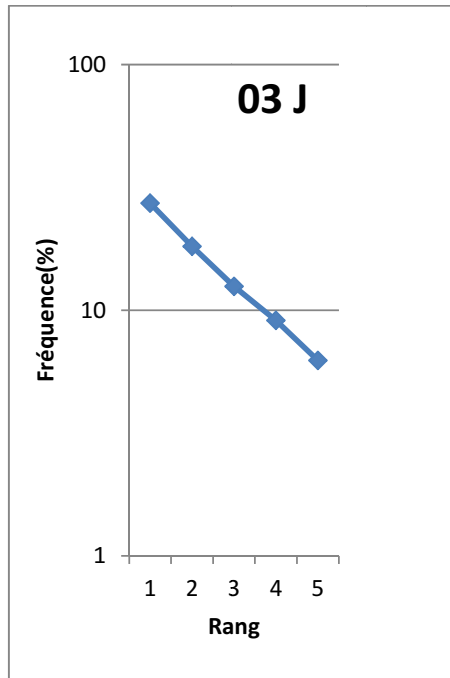
Stade 1



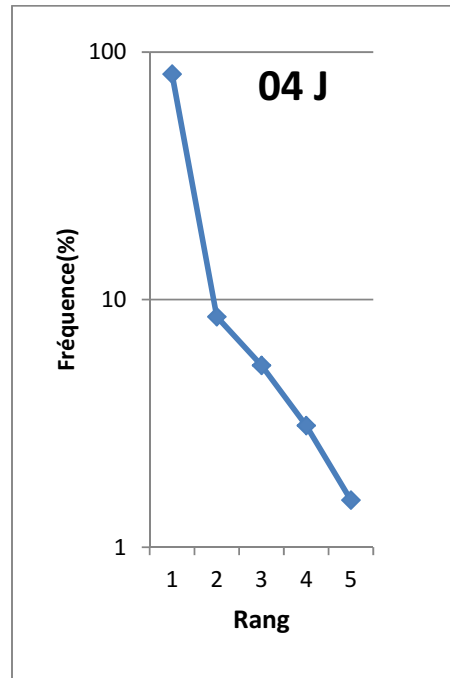
Stade 2



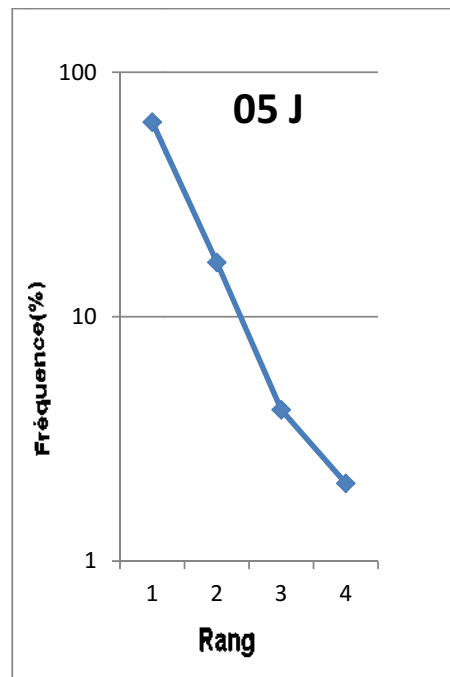
Stade 1



Stade 2- 3

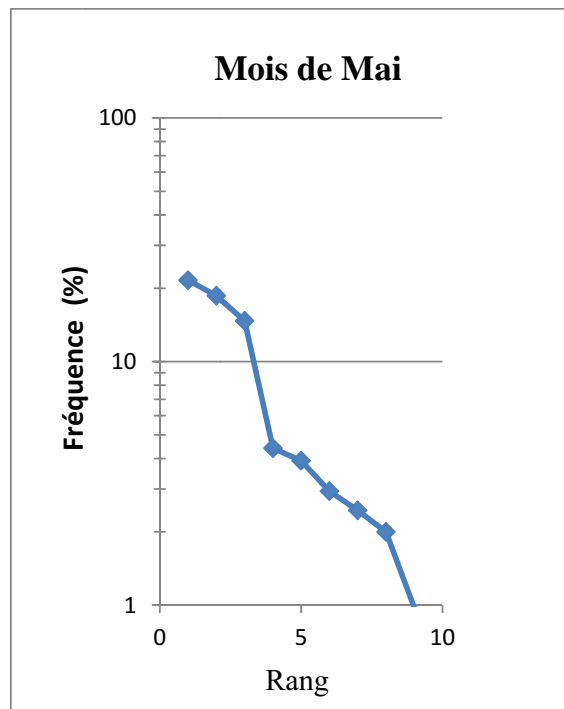


Stade 1

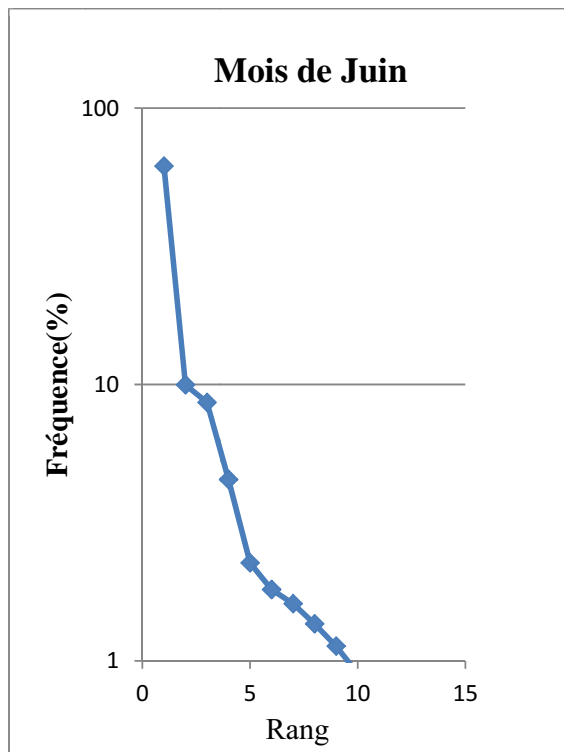


Stade 1-2

Figure 30 : Diagrammes rangs-Fréquences journalière du site « le vivier ».



Stade 2



Stade 1

Figure 30 : Diagrammes rangs-Fréquences Mensuelles du site « le vivier ».

Discussion

L'étude qualitative du phytoplancton représenté par résultats des échantillons effectués durant les journées du 07 Mai, 13 Mai, 19 Mai, 23 Mai, 27 Mai, 28 M, 30 Mai, 02 Juin, 03 Juin, 04 Juin et 05 Juin de l'année 2013, indique la présence de 66 espèces, déterminées pour l'ensemble. Les Diatomées et les Dinoflagellés prédominent dans ce site avec respectivement 42 et 24 espèces. Pour les Bacillariales les principales espèces rencontrées sont par ordre d'importance *Guinardia flacoide*, *Nitzschia longissima*, *Chaetoceros affinis*, *Rhizosolenia imbricata* et *Navicula sp.*

Cependant, dans la baie de Bou-Ismaïl le travail de Mannache (2002) réalisé durant la période allant du 26-29 janvier 2002, indique que les espèces de diatomées les plus fréquentes sont *Nitzschia longissima*, *Rhizosolenia delicatula*, *R. alata* et *Leptocylindrus danicus*.

L'analyse des variations de la composition spécifique des populations phytoplanctoniques par semaine jour après jour donne une indication sur la vitesse de changement des espèces dans une population. Aussi nous avons constaté que les espèces sont présentes durant toute la période avec des pics pour certaines. Ce qui peut indiquer qu'une population est constituée par un nombre d'espèces durant une période donnée.

Le point le plus important de l'étude qualitative est la présence d'espèces pouvant nuire aussi bien à la faune qu'à la santé humaine ; par conséquent, il est utile de surveiller ces espèces dans l'espace et dans le temps. Effectivement, nous mentionnons la présence de l'espèce *Pseudo-nitzschia multistriata* reconnue comme productrice d'une toxine dite Acide domoïque. Cette espèce a été observée uniquement le 03 Juin et 04 juin.

En ce qui concerne les Dinoflagellés, les plus importantes espèces recensées sont les Ceratidaes représentés par 7 espèces les plus fréquentes *Ceratium furca*, *C. fusus*.

Une autre Dinoflagellé qui a attiré notre attention est *Noctiluca scintillans* (Figure 22). Cette espèce a provoqué une coloration de l'eau de mer en rouge le 09 Mai. Une espèce toxique

III.4. Etude quantitative

III.4.1. Abondance

Dans l'ensemble, durant toute la période d'étude une production phytoplanctonique moyenne a été observée avec des pics enregistrés au niveau de ce site. L'abondance phytoplanctonique fluctue entre un minimum de 24 000 cells/L en 28 Mai et un maximum de 290 000 cells/l durant 04 Juin (Tableau 05). Par ailleurs, l'abondance moyenne au niveau de ce site est de 94 286 cells/l.

La comparaison de nos résultats avec ceux obtenus par d'autres auteurs dans d'autres sites de la côte algérienne, a montré que notre site présente des productions plus au moins faible de ceux obtenus à Cap Caxine, à Tamenfouste, et à Sidi Fredj. On comparant avec les résultats de Boudjenah on voit qu'il n'y a pas de grande différence,

Tableau 05 : Valeur des Densité cellulaires du phytoplanctonique dans différentes régions de la côte algérienne.

| Auteurs | Sites | Densité (ind/l) |
|-------------------------|---------------|-------------------|
| Illoul, 1991 | Cap Caxine | 3000 à 478 000 |
| Mokrane et Harkati 2006 | Tamenfouste | 50 000 à 550 000 |
| Mokrane et Harkati 2006 | Sidi Fredj | 200 000 à 400 000 |
| Boudjenah 2011 | « le vivier » | 46 000 à 400 000 |
| Nos résultats | « le vivier » | 24 000 à 290 000 |

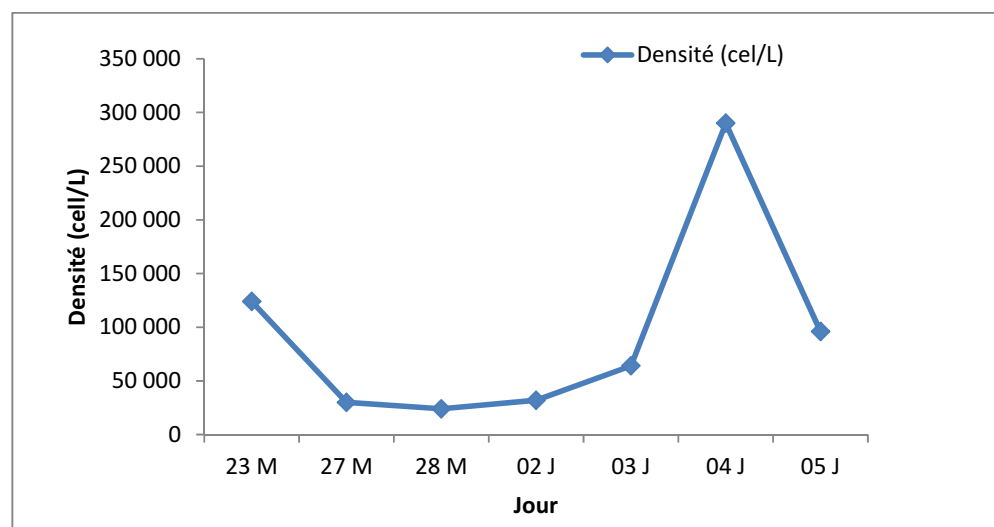


Figure 31 : Fluctuation des densités cellulaires du phytoplancton en fonction du temps au niveau du site étudié.

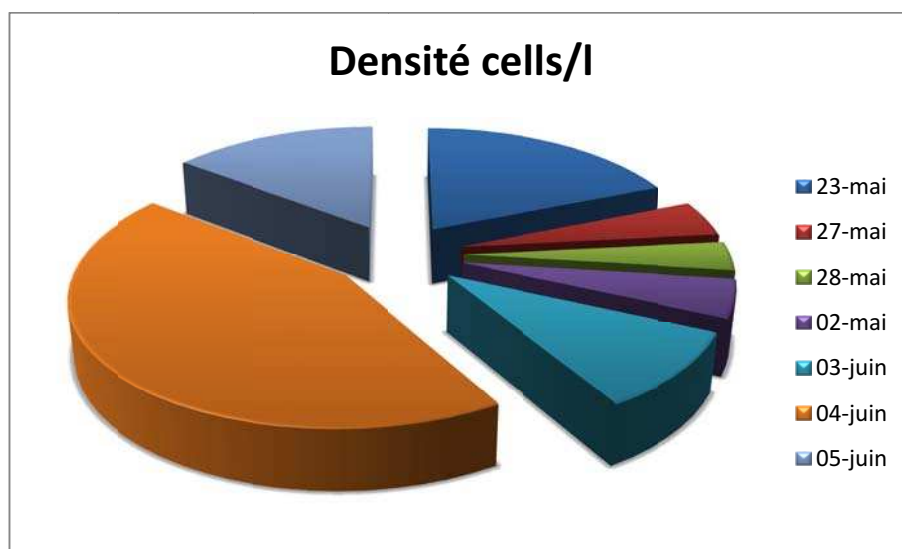


Figure 32 : Proportion de la fraction du phytoplancton total calculée.

III.4. 2. Evolution temporelle des densités cellulaires totales des phytoplanctons :

Les résultats des numérations effectués durant les jours de prélèvement allant du 23 Mai, 27 Mai, 28 Mai, 02 Juin, 03 Juin, 04 Juin au 05 Juin de l'année 2013, sont représentés dans le Tableau 06 et les figure 32.

Les densités cellulaires sont comprises entre (24 000 et 290 000 ind/L). Le 04 Juin nous avons enregistré une valeur maximale de 290 000 ind/L, qui correspond à 54,1% du totale.

Les densités les plus faibles sont observées dans les échantillons du 28 Mai avec une densité de (24 000 ind/L) qui représente une proportion relative de 4,5% du totale.

Le tracé de la Figure 31 montre une augmentation du nombre de micro algues atteignant un maximum le 04 Juin (290 000 ind/L) suivi d'une chute remarquable de la richesse quantitative soit une diminution de 54,1% à 18%.

Tableau 06 : Evolution temporelle des densités cellulaires du phytoplancton par échantillon ;

| Prélèvements | 23 Mai | 27 Mai | 28 Mai | 02 Juin | 03 Juin | 04 Juin | 05 Juin |
|------------------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Densité (cell/L) | 124 000 | 30 000 | 24 000 | 32 000 | 64 000 | 290 000 | 96 000 |

III.4.2. Importance quantitative de chaque groupe phytoplanctonique

Nous allons analyser les résultats des observations microscopiques de chaque groupe phytoplanctoniques pour chaque date de prélèvement.

- **23 Mai 2013 /Tableau 07 et Figure 33.**

Les résultats du Tableau 07 et de la Figure 33 indiquent que les Diatomées et les Dinoflagellés contribuent de manière significative à la richesse quantitative avec des proportions respectives de 94% et 6% du total et des densités cellulaires de 116 000 et 8000 cell/l. L'espèce représentative pour la classe des Diatomophycées est *leptocylindrus danicus* qui affiche une densité 34 000cell/l soit un pourcentage de 27,5% du total.

Quant aux Dinoflagellés l'espèce principale est *Ceratium horridum* avec un effectif de 4000 cells/L soit une fraction de 3% de la totalité du micro algues recensées.

Tableau 07 : Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 23 Mai 2013

| Groupes | Densité (cell/l) |
|---------------|------------------|
| Diatomées | 116 000 |
| Dinoflagellés | 8000 |

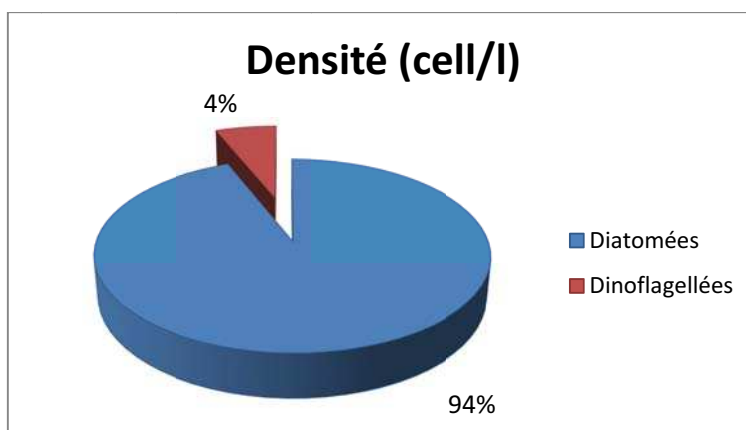


Figure 33: Proportion de la fraction de chaque groupe phytoplanctonique calculée le 23 Mai

- **27 Mai 2013 : Tableau 08 et Figure 34.**

Contrairement aux résultats précédentes, nous assistons à une augmentation des Dinoflagellés avec une abondance de 18 000 cell/l qui équivaut à 60% de la totalité des espèces recensées. Par contre une diminution de la richesse en Diatomées avec une densité cellulaire de 12 000 cell/l qui correspond au pourcentage de 40% du total. Cette croissance des Dinoflagellés est due essentiellement à la multiplication de *Ceratium furca* avec un effectif de 10 000 cell/l et un pourcentage de (33,3%) du total. Et pour les Diatomées l'espèce représentative est *Chaetoceros affinis* avec une densité cellulaire de 4000 cell/l.

Tableau 08 : Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 27 Mai 2013.

| Groupes | Densités (cell/l) |
|---------------|-------------------|
| Diatomées | 12 000 |
| Dinoflagellés | 18 000 |

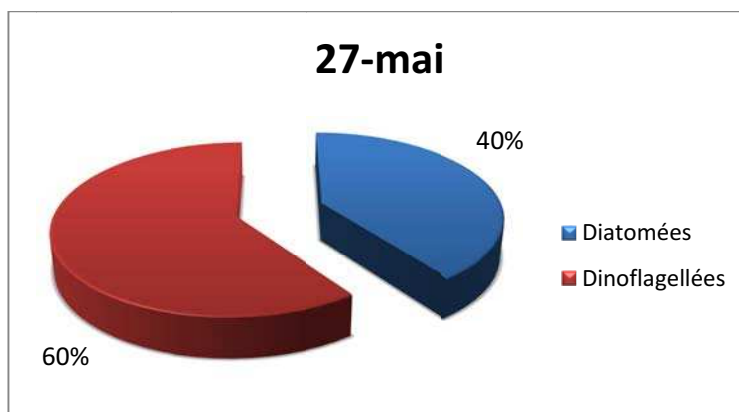


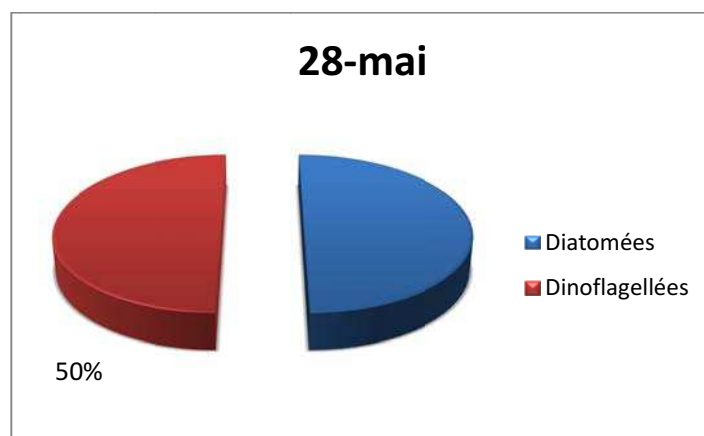
Figure 34 : Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 27 Mai 2013.

- **28 Mai 2013 : Tableau 09 et Figure 35.**

Pour l'échantillon du 28 Mai nous assistons à une égalité entre Diatomées et Dinoflagellés avec une densité cellulaire de 12 000 cell/l et un pourcentage de 50% pour chacun des deux. Les espèces représentatives de ces deux groupes sont respectivement *Navicula* sp avec une densité cellulaire de 4000 cell/l et *Ceratium furca* avec 6000 cell/l.

Tableau 09 : Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 28 Mai 2013.

| Groupes | 28 Mai |
|---------------|--------|
| Diatomées | 12 000 |
| Dinoflagellés | 12 000 |

**Figure 35**: Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 28 Mai 2013.

- **Le 02 Juin 2013 : Tableau 10 et Figure 36.**

Durant cette date nous assistons à une multiplication des Diatomées, effectivement ce groupe occupe la première place avec une densité cellulaire de 20 000 cell/l soit un pourcentage de (62%), l'espèce représentative est *Navicula sp* avec 4000 cell/l. par contre au Dinoflagellés qui occupe la deuxième place avec une richesse quantitative faible 12 000 cell/l et un pourcentage de (38%). L'espèce représentative est *Ceratium furca* avec une densité cellulaire de 6000 cell/l.

Tableau 10 : Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 02 Juin 2013.

| Groupes | 02 Juin |
|---------------|---------|
| Diatomées | 20 000 |
| Dinoflagellés | 12 000 |

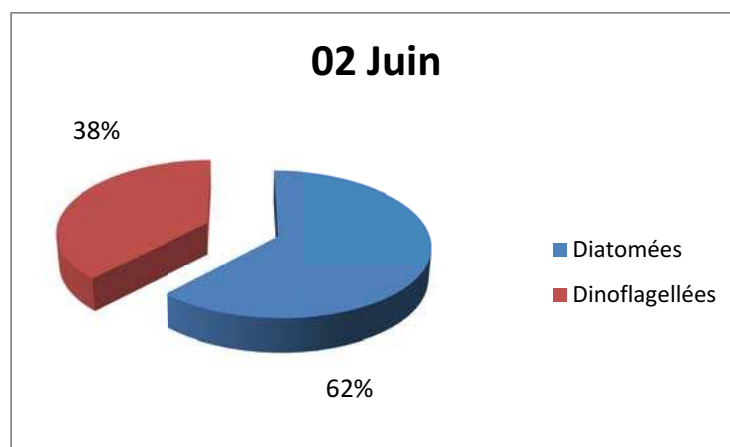


Figure 36 : Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 02 Juin 2013

- **Le 03 Juin 2013 :Tableau 11 et Figure 37.**

Durant cette date, nous assistons à une évolution des Diatomées avec un effectif de 46 000 cell/l et un pourcentage de 72%, l'espèce représentative de ce groupe est *Guinardia striata* avec une densité cellulaire de 38 000 cell/l. Les Dinoflagellés sont présents avec une richesse quantitative de 18 000 cell/l et un pourcentage de 28%. L'espèce représentative de ce groupe est *Ceratium furca* avec une densité cellulaire de 10 000 cell/l et un pourcentage de 15,62% du total.

Tableau 11 : Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 03 Juin 2013.

| Groupes | 03 Juin |
|---------------|---------|
| Diatomées | 46 000 |
| Dinoflagellés | 18 000 |

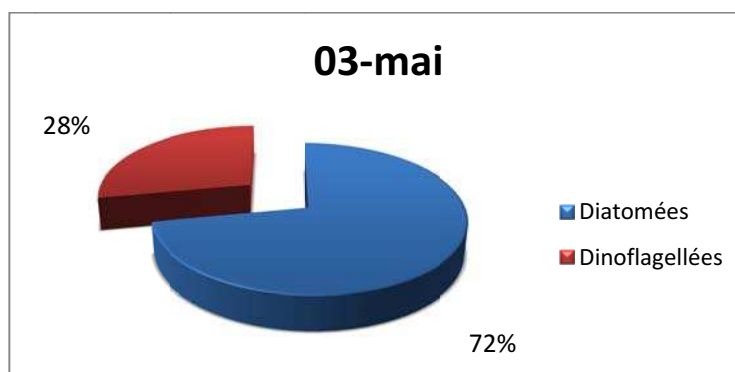


Figure 37 : Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 03 Juin 2013.

- **Le 04 juin 2013 : Tableau 12 et Figure 38.**

Les profils illustrés ci-dessous Figure 38 montrent pour les deux groupes (Diatomées et Dinoflagellés) une évolution de la densité cellulaire qui a atteint son maximum avec une concentration de 250 000 cell/l et un pourcentage de 89% .l'espèce représentative pour les diatomées est *Leptocylindrus danicus* avec un effectif important de 210 000 cell/l et un pourcentage de 72,4%, tant aux Dinoflagellés l'espèce représentative est *Ceratium furca* avec une richesse de 30 000 cell/l et un pourcentage de 10,34%.

Tableau 12: Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 04 Juin 2013.

| Groupes | 04 Juin |
|---------------|---------|
| Diatomées | 250 000 |
| Dinoflagellés | 32 000 |

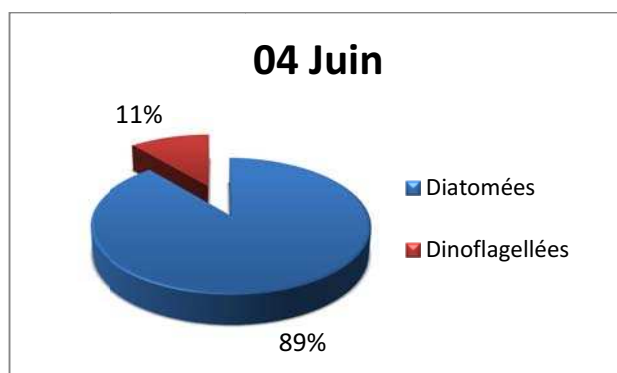


Figure 38 : Proportion de la fraction des groupes phytoplanctonique calculée le 04 Juin 2013.

- **Le 05 Juin 2013 : Tableau 13 et Figure 39.**

Nous assistons à une diminution de la densité cellulaire pour les deux groupes Diatomées et Dinoflagellés qui sont respectivement 90 000 et 6000 cell/l. les espèces représentative sont respectivement *Leptocylindrus danicus* avec 6000 cell /l et *Ceratium fusus* avec 4000 cell/l.

Tableau 13 : Densités cellulaires des groupes phytoplanctoniques du 05 Juin 2013.

| Groupes | 05 Juin |
|---------------|---------|
| Diatomées | 90 000 |
| Dinoflagellés | 6000 |

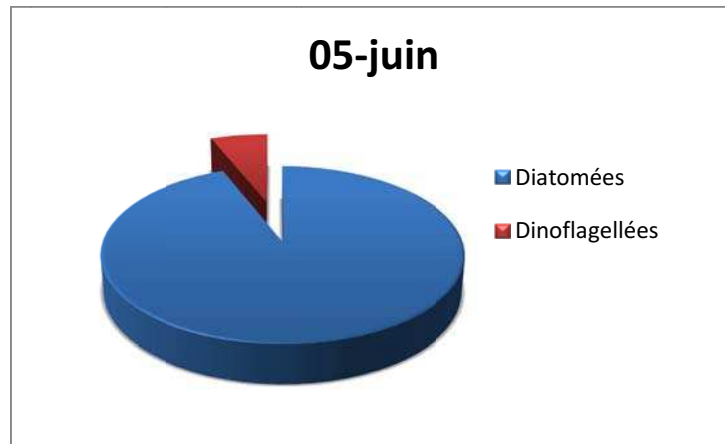


Figure 39 : Proportion de la fraction des groupes phytoplanctoniques calculée le 05 Juin 2013..

Discussion générale

Le cycle annuel du phytoplancton dans le bassin algérien est marqué par les distributions saisonnières et géographiques qualitative et quantitative, correspondant à la régularité des quatre saisons de l'année.

Le présent travail est réalisé pendant une période printanière caractérisée par un développement maximale des cellules phytoplanctonique et une augmentation de la biomasse. Cette poussée qui coïncide avec une stabilité hydrologique et une température optimale de l'eau de mer, est caractérisé par une diversité faible, l'élément caractéristique de cette poussée est généralement l'espèce *Leptocylindrus danicus* accompagné du taxons : *Thalassiosira* et *Rhizosolenia* (Touahria et *al.*, 2003).

Au sein du phytoplancton du site « le vivier », l'Abondance relative des différents groupes phytoplanctoniques montre que les Diatomées prédominent avec comme espèce principale *Leptocylindrus danicus* avec (64%) suivi par les dinoflagellés qui représentent (36%). En comparaison avec les résultats de Boudjenah (2011) nous remarquons la stabilité des conditions du milieu et que les densités cellulaires sont bonne.

En général, la densité cellulaire des Diatomées reste largement supérieur à celle des Dinoflagellés dans ce site « le vivier ». En effet, Smayda et Reynolds (2001) signalent une prédominance des Diatomées et des Dinoflagellés en Méditerranée (Boudjenah 2011).

La composition et la diversité en espèces dans la zone étudié (jusqu'à 66 espèces) est comparable à celle obtenu par d'autres études publiées sur les zones côtières algérienne par Mokrane et Harkati (2006) et Boudjenah (2011).

Des fluctuations importantes du nombre d'espèces sont observées, avec une augmentation de ce nombre durant le 04 Juin représenté par l'espèce *Leptocylindrus danicus*.

Sur les 66 espèces identifiées durant toute la période d'étude, une relative diversité du nombre d'espèce par échantillon est observée, avec une augmentation du nombre d'espèce durant le 27 Mai et le 04 Juin. Cependant, la richesse spécifique est légèrement importante en moyenne de 14 espèces par échantillon.

Conclusion

L'objectif de cette étude est de contribuer à la description et à l'identification des différentes formes de variabilité temporelle des communautés phytoplanctoniques observées au niveau du site « le vivier » (baie de Bou Ismail).

L'ensemble des résultats de cette étude a montré que la station « le vivier » d'un point de vu biologique, elle a une production phytoplanctonique moyenne, qui correspond à une charge en cellule/litre atteignant un maximum de 290 000 cellules/l, et d'un point de vu qualité du milieu, on enregistre une bonne richesse spécifique durant toute la période d'étude.

Malgré le nombre de jours d'échantillonnage et la courte période d'étude, une communauté abondante et diversifiée a été observée. En effet, plus de 66 espèces phytoplanctoniques appartenant à 2 groupes taxonomiques différents (diatomées, dinoflagellés), ont été identifiés. Cependant, l'abondance phytoplanctonique est largement dominée, par les Diatomées qui forment l'essentiel du peuplement phytoplanctonique représentant 64% de l'abondance totale, suivi par les Dinoflagellés qui représentent 36% du totale.

Enfin, ce travail constitue une contribution à la compréhension du fonctionnement de cet écosystème côtier, et des successions des espèces dans les populations phytoplanctoniques durant une période donnée.

Les différentes analyses effectuées dans cette étude sont essentiellement descriptive. Elles nous ont permis de suivre l'évolution des espèces dans une population phytoplanctonique et d'avoir une idée sur la vitesse d'apparition et de disparition d'une espèce par rapport à un ensemble. En effet, durant ce mois de prélèvement nous avons eu la dominance de certaines espèces exemple « *Rhizosolenia styliformis* » diatomée et « *Ceratium furca* » dinoflagellé et qui ont marqué une présence durant presque toute la période d'échantillonnage.

Ce travail constitue ainsi une première étape d'études, et méritent d'être approfondies en prenant en compte :

- le temps d'apparition et de disparition des espèces.
- les conditions générales du milieu dans lequel, elles évoluent.
- En réalisant un suivi hebdomadaire ou bien mensuel des peuplements phytoplanctoniques dans le temps et dans l'espace surtout en présence des unités de production de moules.

Références

Bibliographie

Abdelli KH., 2012. Contribution a l'étude du dinoflagellé toxique *Ostreopsis* et les épiphytes associés de macro algues dans la zone de sidi Fredj et la zone d'anse de kouali.88p.

Annane G., Kemila A., Ladjima F. 2007. Impact et inventaire des ouvrages côtiers sur le milieu marin dans la baie de Bou-Ismaïl. *Mémoire D'ingénieur d'état ISMAL*.1-10 p.

Attouchi F., 2008. Contribution à l'étude du phytoplancton nocif dans la région de d'Alger au cours du printemps 2008 (Ports, plages et site aquacole), *Mémoire d'ingénieure, ENSSMAL* 53p.

Boudjenah M., 2012. Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplanctonique des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger. Mémoire de Magister Université Abdelhamid Ibn badis de Mostaganem.107p.

Bougis., 1946. Ecologie du plancton marin I. Le phytoplancton. Masson et Cie, Paris. 196p

Brient L., Vezie C., Bertru G., 2001. « Evolution des efflorescences à cyanobactéries dans des eaux de cours d'eau et plans d'eau bretons » Université de Rennes J, Rapport Final. 80p.

Carmelo R., Tomas. 1997. Identifying marine phytoplankton 858p

CNRDPA. 2005. «Etude environnementale de La Baie de Bou Ismaïl. Monographie de la région de Bou Ismaïl ».Rapport préliminaire.30p.

Chaouti A., Bayed A., 2005. « Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des substrats meubles de la lagune de smir » Travaux de l'institut scientifique, Rabat, série générale n°4, 33-42p.

Ducasse E, 2011. Rapport de stage - Etude de la distribution spatiale des diatomées toxiques du genre *Pseudo nitzschia* en Bretagne Sud et Mer d'Iroise par hybridation fluorescente in situ (FISH).

Inal A. (2011). Les métaux traces dans les sédiments de la baie de Bou-Ismaïl : Surveillance de la pollution et étude des processus géochimiques. Mémoire Magister en science de la mer : ENSSMAL ; 94p.

Gailhard I., 2003. Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations microalgales côtières observées par le Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines' REPHY. *Thèse de Doctorat*. Université de la Méditerranée 293p.

Gentien P., 2002. Rapport-Eléments d'écophysiologie du genre *Pseudonitzschia* CREMA-Ifremer.06p

Bibliographie

Grimes S., Boutiba Z., Bakalem A., Bouderbala M. Boudjellal B., Boumaza S., Boutiba M., Guedioura A., Hafferssas A., Hemida F., Kaïdi N., Kerzabi F., Khelifi H., Merzoug A., Nouar A., Sellali B., Sellali-Merabtine H., Semroud R., Seridi H., Taleb M.Z. & Touahria T., 2004. Biodiversité marine et littorale algérienne. Grimes & LRSE. Sonatrach Editions. 362p.

Gray J.S., McIntyre A.D., Stirn J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. *FAO Document technique sur les pêches, N° 324*, 53p.

Grall J., Coïc N., 2006. Synthèse des méthodes d'évaluation du benthos en milieu côtier
REF. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT...

Hasle G., 1978.The inverted microscope method: 88-06 in sournia.A-Edition.phytoplankton manuel.U.N.E.S.C.O.Paris (monographs on oceanography methodologies) 337p.

Illoul H., 1996. Contribution a l'étude qualitative et quantitative et structurale des populations phytoplanktoniques au large du CAP CAXINE 214p.

Karen H., Wiltshire et Maarten Boersma. 2011. Coastal plankton photo guide for European seas.191p.

Lakkis S., 2011. « Le phytoplancton marin du Liban (Méditerranée orientale) » Ière édition : septembre 2011, Copyright © MMXI ARACNE editrice S.r.l Rapport.18p.

Lalani-Taleb., 1983. Biologie et structure des populations phytoplanktoniques de l'Adriatique comparaison avec d'autres zones de la Méditerranée et en particulier avec la Baie d'Alger. Thèse de Doctorat d'état, université Montpellier, 512p.

Messaoudene F., Loubar S. Contribution à l'étude des sites à potentialités aquacoles en baie de Bou Ismail: paramètres physico-chimiques et peuplement phytoplanktoniques. 70p.

Mokrane Z et Harkati., 2006 « Étude qualitative quantitative et structurale des Communautés phytoplanktonique et des ciliés dans deux stations situées à Tamentfoust et Sidi Fredj ». *Mémoire de fin d'étude*, USTHB. FSB, 40p.

Mannache., 2002. Facteur hydrodynamique, matière nutritives et Communautés phytoplanktoniques en baie de Mémoire d'ingénieurat, F.S.B-U.S.T.H.B. 57p.

Bibliographie

Noël Grogaa., 2012. Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire) / Thèse d'écologie fonctionnelle Université de Toulouse, INP-Ensat. 141p.

Nelson D.M., Tréguer P., Brzezinski M.A., Leynaert A. & Quéguiner B., 1995. Production and dissolution of biogenic silica in the ocean: revised global estimates, comparison with regional data and relationship to biogenic sedimentation. *Global Biogeochem. Cycles*, 9, 359-732.

Ngansoumana BA., 2006, la communauté phytoplanctonique du lac de Guiers (Sénégal) : types d'associations Fonctionnelles et approches expérimentales Des facteurs de régulation. Thèse de doctorat de 3^{ème} Cycle de l'Université Cheikh Anta Diop, De Dakar. 155p.

Pierre, M., Anne, N., 2013. Le manuel du plancton Editions Charles-Léopold Mayer (ECLM), 198p.

Quiniou F., Cueff G., Caisey X., 2003 Etude de la toxicité des eaux et des sédiments de la Seine et comparaison de la sensibilité d'espèces marines et dulçaquicoles. *Rapport d'activité de l'année 2003, DEL/PC....*

Saldanha Bay., 2001.Phytoplancton Identification Catalogue South Africa. 88p.

Tregouboff et Rose., 1957. Manuel de planctoniques Méditerranéennes. Centre national de la recherche scientifique, Paris Tonne 1, 587p.

Tregouboff et Rose., 1957. Manuel de planctoniques Méditerranéennes. Centre national de la recherche scientifique, Paris Tonne 2, 207p.

Zeghdoudi E., 2006. Rapport Modélisation bioéconomique des pêcheries Méditerranéennes - application aux petits pélagiques de la baie de Bou Ismail, Rapport (Algérie), 71p.

Annexe

Tableau 14 : Liste des espèces identifiées.

| | Genre | Espèce |
|----------------------|-------------------------|------------------------|
| Diatomées | | |
| | <i>Asterionellopsis</i> | <i>glacialis</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>atlanticus</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>affinis</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>compessus</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>construcus</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>decepiens</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>densus</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>dydimus</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>Lorenzianus</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>Pendulus</i> |
| | <i>Chaetoceros</i> | <i>Similis</i> |
| | <i>Coscinodiscus</i> | <i>Granii</i> |
| | <i>Coscinodiscus</i> | <i>Nodulifer</i> |
| | <i>Coscinodiscus</i> | <i>Stellaris</i> |
| | <i>Duboscquella</i> | <i>Anisospora</i> |
| | <i>Guinardia</i> | <i>delicatula</i> |
| | <i>Guinardia</i> | <i>flacoida</i> |
| | <i>Guinardia</i> | <i>striata</i> |
| | <i>Leptocylindris</i> | <i>danicus</i> |
| | <i>Licmophora</i> | <i>ehrenbergi</i> |
| | <i>Licmophora</i> | <i>anglica</i> |
| | <i>Nitzschia</i> | <i>longissima</i> |
| | <i>Nitzschia</i> | <i>multistriata</i> |
| | <i>Nitzschia</i> | <i>serriata</i> |
| | <i>Navicula</i> | <i>membranacea</i> |
| | <i>Navicula</i> | sp |
| | <i>Pleurosigma</i> | <i>hippocampus</i> |
| | <i>Pseudoguinardia</i> | <i>recta</i> |
| | <i>Pseudo nitzschia</i> | <i>pungens</i> |
| | <i>Rhizosolenia</i> | <i>alata</i> |
| | <i>Rhizosolenia</i> | <i>bégonii</i> |
| | <i>Rhizosolenia</i> | <i>calcar</i> |
| | <i>Rhizosolenia</i> | <i>delicatula</i> |
| | <i>Rhizosolenia</i> | <i>imbircata</i> |
| | <i>Rhizosolenia</i> | <i>setigera</i> |
| | <i>Rhizosolenia</i> | <i>stolterfothii</i> |
| | <i>Rhizosolenia</i> | <i>styliformis</i> |
| | <i>Thalassiosira</i> | <i>angusta lineata</i> |
| | <i>Thalassiosira</i> | <i>eccentrica</i> |
| | <i>Thalassiosira</i> | <i>interrupta</i> |
| | <i>Stephanopyxis</i> | <i>palmeriana</i> |
| | <i>Striatella</i> | <i>nitzschioide</i> |
| Dinoflagellés | | |
| | <i>Ceratium</i> | <i>condelabrum</i> |
| | <i>Ceratium</i> | <i>furca</i> |

| | | |
|--|-------------------------|------------------------|
| | <i>Ceratium</i> | <i>fuscus</i> |
| | <i>Ceratium</i> | <i>horridum</i> |
| | <i>Ceratium</i> | <i>longirostrum</i> |
| | <i>Ceratium</i> | <i>tripos</i> |
| | <i>Ceratium</i> | <i>view</i> |
| | <i>Dactylosolen</i> | <i>fragillissimus</i> |
| | <i>Exuviella</i> | <i>compressa</i> |
| | <i>Goniodoma</i> | <i>polyédricum</i> |
| | <i>Kryptoperidinium</i> | <i>foliaceum</i> |
| | <i>Noctiluca</i> | <i>sintillans</i> |
| | <i>Oxytaxum</i> | <i>tesselatum</i> |
| | <i>Peridinium</i> | <i>brochi</i> |
| | <i>Peridinium</i> | <i>globulum</i> |
| | <i>Peridinium</i> | <i>granii</i> |
| | <i>Phyllostaurusus</i> | <i>siculus</i> |
| | <i>Porella</i> | <i>globulus</i> |
| | <i>Protoperidinium</i> | <i>depressum</i> |
| | <i>Protoperidinium</i> | <i>pellucidum</i> |
| | <i>Protoperidinium</i> | sp |
| | <i>Pyrocystis</i> | <i>pseudonoctiluca</i> |
| | <i>Triposolenia</i> | <i>truncata</i> |

Tableau 02 : les fréquences relatives en pourcentage du 23 Mai.

| Espèces | Fréquences relative (%) | Rang |
|---------------------------------------|-------------------------|------|
| <i>Chaetoceros affinis</i> | 3,25 | 5 |
| <i>Chaetoceros decipiens</i> | 1,62 | 7 |
| <i>Guinardia delicatula</i> | 24,4 | 2 |
| <i>Guinardia flacoide</i> | 1,62 | 7 |
| <i>Guinardia striata</i> | 2,44 | 6 |
| <i>Navicula sp</i> | 1,62 | 7 |
| <i>Rhizosolenia imbricata</i> | 1,62 | 7 |
| <i>Leptocylindrus danicus</i> | 27,64 | 1 |
| <i>Thalassiosira angusta lineatum</i> | 22,77 | 3 |
| <i>Thalassiosira decipiens</i> | 6,5 | 4 |
| <i>Ceratium furca</i> | 1,62 | 7 |
| <i>Ceratium horridum</i> | 3,25 | 5 |
| <i>Protoperidinium sp</i> | 1,62 | 7 |

Tableau 03 : les fréquences relatives en pourcentage du 27 Mai.

| Espèces | Fréquence relative(%) | Rang |
|---------------------------------------|-----------------------|------|
| <i>Chaetoceros affinis</i> | 70,17 | 1 |
| <i>Guinardia flacoide</i> | 3,5 | 3 |
| <i>Guinardia striata</i> | 3,5 | 3 |
| <i>Leptocylindrus danicus</i> | 3,5 | 3 |
| <i>Thalassiosira angusta lineatum</i> | 3,5 | 3 |
| <i>Ceratium furca</i> | 1,75 | 4 |
| <i>Ceratium lineatum</i> | 3,5 | 3 |
| <i>Ceratium pentagonum</i> | 10,5 | 2 |

Tableau 04: les fréquences relatives en pourcentage du 28 Mai.

| Espèce | Fréquence relative(%) | Rang |
|--------------------------------|-----------------------|------|
| <i>Pseudo nitzschia sp</i> | 9,1 | 3 |
| <i>Navicula sp</i> | 18,2 | 2 |
| <i>Rhizosolenia delicatula</i> | 9,1 | 3 |
| <i>Rhizosolenia setigera</i> | 9,1 | 3 |
| <i>Leptocylindrus danicus</i> | 9,1 | 3 |
| <i>Ceratium furca</i> | 27,3 | 1 |
| <i>Ceratium fusus</i> | 9,1 | 3 |
| <i>Ceratium horridum</i> | 18,2 | 2 |

Tableau 05: les fréquences relatives en pourcentage du 02 Juin.

| Espèce | Fréquence relative(%) | Rang |
|---------------------------------|-----------------------|------|
| <i>Chaetoceros affinis</i> | 6,25 | 5 |
| <i>Guinardia delicatula</i> | 12,5 | 3 |
| <i>Guinardia flacoide</i> | 12,5 | 3 |
| <i>Guinardia striata</i> | 6,25 | 5 |
| <i>Goniodoma polyédricum</i> | 12,5 | 3 |
| <i>Gonyaulax cf. polygramma</i> | 6,25 | 5 |
| <i>leptocylindrus danicus</i> | 6,25 | 5 |
| <i>Ceratium furca</i> | 27,3 | 1 |
| <i>Ceratium fusus</i> | 9,1 | 4 |
| <i>Ceratium horridum</i> | 18,2 | 2 |

Tableau 06: les fréquences relatives en pourcentage du 03 Juin.

| Espèce | Fréquence relative(%) | Rang |
|---------------------------|-----------------------|------|
| Guinardia striata | 69,1 | 1 |
| Goniodoma polyédricum | 7,27 | 3 |
| Licmophora ehrenbergii | 3,63 | 4 |
| Ceratium furca | 1,81 | 5 |
| Ceratium fusus | 11 | 2 |
| Protoperidinium diabolium | 3,63 | 4 |

Tableau 07: les fréquences relatives en pourcentage du 04 Juin.

| Espèce | Fréquence relative(%) | Rang |
|------------------------|-----------------------|------|
| Licmophora ehrenbergii | 5,42 | 3 |
| Nitzschiela longissima | 1,55 | 5 |
| Navicula sp | 8,52 | 2 |
| Rhizosolenia imbricata | 3,1 | 4 |
| Leptocylindrus danicus | 81,4 | 1 |

Tableau 08: les fréquences relatives en pourcentage du 05 Juin.

| Espèce | Fréquence relative(%) | Rang |
|------------------------|-----------------------|------|
| Chaetoceros affinis | 2,08 | 4 |
| Guinardia flacoide | 2,08 | 4 |
| Guinardia striata | 4,16 | 3 |
| Licmophora ehrenbergii | 4,16 | 3 |
| Nitzschiela longissima | 2,08 | 4 |
| Navicula sp | 16,67 | 2 |
| Leptocylindrus danicus | 62,5 | 1 |
| Ceratium fusus | 4,16 | 3 |
| Protoperidinium sp | 2,08 | 4 |

Tableau 09 : Fréquences relatives mensuelles du mois de Mai.

| Espèce | Fréquence relative(%) | Rang |
|---------------------------------------|-----------------------|------|
| <i>Chaetoceros affinis</i> | 21,56 | 1 |
| <i>Chaetoceros decipiens</i> | 0,98 | 9 |
| <i>Guinardia delicatula</i> | 14,7 | 3 |
| <i>Guinardia flacoide</i> | 2 | 8 |
| <i>Guinardia striata</i> | 2,45 | 7 |
| <i>Protoperdinium sp</i> | 0,98 | 9 |
| <i>Navicula sp</i> | 2,94 | 6 |
| <i>Rhizosolenia delicatula</i> | 0,98 | 9 |
| <i>Rhizosolenia imbricata</i> | 0,98 | 9 |
| <i>Rhizosolenia setigera</i> | 0,98 | 9 |
| <i>Leptocylindrus danicus</i> | 18,62 | 2 |
| <i>Thalassiosira angusta lineatum</i> | 14,7 | 3 |
| <i>Thalassiosira decipiens</i> | 3,92 | 5 |
| <i>Ceratium furca</i> | 4,41 | 4 |
| <i>Ceratium fusus</i> | 0,98 | 9 |
| <i>Ceratium horridum</i> | 3,92 | 5 |
| <i>Ceratium lineatum</i> | 0,98 | 9 |
| <i>Ceratium pentagonum</i> | 2,94 | 6 |
| <i>Protoperdinium sp</i> | 0,98 | 9 |

Tableau 10 : Fréquences relatives mensuelles du mois de Juin.

| Espèce | Fréquence relative(%) | Rang |
|---------------------------------|-----------------------|------|
| <i>Chaetoceros affinis</i> | 0,9 | 10 |
| <i>Guinardia delicatula</i> | 0,9 | 10 |
| <i>Guinardia flacoide</i> | 1,36 | 8 |
| <i>Guinardia striata</i> | 9,97 | 2 |
| <i>Goniodoma polyédricum</i> | 1,81 | 6 |
| <i>Gonyaulax cf. polygramma</i> | 0,45 | 11 |
| <i>leptocylindrus danicus</i> | 0,45 | 11 |
| <i>Licmophora ehrenbergii</i> | 4,53 | 4 |
| <i>Nitzschia longissima</i> | 1,36 | 8 |
| <i>Navicula sp</i> | 8,61 | 3 |
| <i>Rhizosolenia imbricata</i> | 1,61 | 7 |
| <i>Leptocylindrus danicus</i> | 61,67 | 1 |
| <i>Ceratium furca</i> | 1,13 | 9 |
| <i>Ceratium fusus</i> | 2,26 | 5 |
| <i>Ceratium condelabrum</i> | 0,45 | 11 |
| <i>Ceratium horridum</i> | 0,45 | 11 |
| <i>Protoperdinium diabolium</i> | 0,45 | 11 |
| <i>Protoperdinium sp</i> | 0,45 | 11 |
| <i>Protoperdinium depressum</i> | 0,45 | 11 |
| <i>Peridinium brochi</i> | 0,45 | 11 |

