

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



**Structure du phytoplanctone marin issu d'un échantillon de la coté de
Béni-Saf et Ghazaouat**

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département: Sciences Biologiques

Spécialité: Hydrobiologie

Présenté par :

BERRABAH Asma

TEBROUR Hanane

Soutenu le **11 /10/2016** devant le jury composé de :

Président: M ZEGHDOUDI S

Examineur: M DJEZZAR M

Examineur: M KASSAR A

Promotrice : Mme CHEBAANI N

U.K.M

U.K.M.

U.K.M

U.K.M

Année universitaire : 2015/2016

REMERCIEMENTS

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 nous rencontrons beaucoup de gens au cours de notre thèse...

Au terme de ce travail, nous remercions Dieu le Tout-Puissant pour nous donner la santé, le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui nous ont permis d'évoluer dans la réflexion et l'élaboration de ce travail. Plus particulièrement, nous tenons à remercier :

- *Mme CHEBAANI Nadjoua, directrice de mémoire, pour nous avoir accordé sa confiance pour la réalisation de ce projet à distance les unes des autres, et pour nous avoir guidées tout au long de cette étude.*
- *Les membres du jury d'avoir accepté d'y participer, notamment Mr S. ZEGHDOUDI, en tant que président, et Mr A. KASSAR et Mr M. DJEZZAR en tant qu'examineur.*
- *À tout le personnel du Centre de recherche (CNRDPA) particulièrement Mme F. BOURAB.*

Enfin, nous tenons à remercier vivement toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce présent mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents, qui n'ont jamais cessé de m'encourager pour mes études et surtout à ma mère.

ASMA.

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tous simplement que : Je dédie cette thèse de master à :

A Ma tendre Mère Hamdinie : Tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

A Mon très cher Père M'hamed : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

A mon cher frère : Mahfoud et Ahmed, mes sœurs.

A mes très chère amis : Asma, Mahdjouba, Ilham, Siham, Malika, Nacira, Khawter.

A monsieur Kassar A : Cette humble dédicace ne saurait exprimer nom grand respect et ma profond estime, que dieu vous procure bonne santé et longue vie.

A tous les membres de ma promotion.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.

Hanane

Sommaire

Introduction.

Chapitre I : Généralités

I.1. La mer Méditerranée : un écosystème particulier.....	4
I .2. Caractéristiques générales du littoral algérien.....	4
I.2.1 .La circulations des eaux le long des côtes algériennes.....	5
I .3.Le plancton.....	6
I .4.Le zooplancton.....	7
I .5. Le Phytoplancton.....	7
I .5.1 Rôle du phytoplancton dans les écosystèmes aquatiques.....	8
I .5.2 Systématique du phytoplancton.....	9
I .5.3 Clés d'identification du phytoplancton.....	9
I .5.3 .1 Cas des algues vraies.....	9
I .5.3 .2 Cas des Cyanobactéries.....	10
I .5.4 Organisation du phytoplancton	10
I .5.5 Ecologie du phytoplancton.....	10
I .5.6 La succession saisonnière du phytoplancton	12
I .5.7 Facteurs influençant le développement du phytoplancton.....	15
I 5.7.1 Factures climatiques.....	16
a) Vent.....	16
b) Lumière.....	16
I .5.7.2 Facteurs physico-chimiques.....	16
a)Température.....	16
b) Macroéléments.....	17
1) Le phosphore.....	17
2) L'azote	17
3) Le rapport azote / phosphore.....	17
4) La silice.....	18
c) Oxygène dissous.....	18
d) Transparence et Turbidité.....	18

I .8.Problème d'eutrophisation en milieu côtère	18
I .9. Le phytoplancton, indicateur de qualité biologique.....	18
I .10. Effets nuisibles du phytoplancton.....	19
a)Risque sur la santé humaine.....	19
a)Intoxications amnésiantes par les fruits de mer (ASP).....	19
b) Intoxications paralysantes par les fruits de mer (PSP).....	19
c)Intoxications neurologiques par les fruits de mer (NSP).....	19
d) Intoxications diarrhéiques par les fruits de mer (DSP).....	20
e)Toxines cyanobactériennes.	

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II. Présentation de la zone d'étude.....	21
II.1 Situation géographique.....	21
II.2 Réseau hydrographique.....	21
II.2.1 Le réseau hydrographique temporaire.....	21
II.2.2Le réseau hydrographique permanent.....	21
II.3. Hydrologie.....	22
II. 4. La productivité primaire.....	23
II .5 Echantillonnage et la localisation des stations.....	23
II .5.1Contexte.....	23
II .5 .2 La campagne « ALPEL 2015 ».....	23
II .5.3 Méthodologie Hydrobiologie de la campagne ALPEL.....	24
a)En station.....	24
b) En continu.....	24
II.6. Localisation des stations.....	25
II .7 Echantillonnage.....	26
II .8 Méthodes et instruments utilisés.....	27
a)Analyse des échantillons.....	27
b) Le microscope inversé.....	28
c) Présentation de la méthode Utermöhl (Traitement des échantillons de phytoplancton)..	28
1) Nettoyage du matériel.....	28
2) Homogénéisation de l'échantillon.	29

3) Préparation du sous-échantillon à faire sédimenter.....	29
II .9 Analyse des échantillons.....	30
II .9.1 Analyse qualitative.....	30
II .9.2 Analyse quantitative.....	31
a)Dominance.....	31
b) Densité.....	31
c)La Diversité Spécifique.....	31
1) Richesse spécifique.....	31
2) Indice de Shannon (H').....	31
3) Indice d'équitabilité de Piélou(J').....	31
4) Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson.....	33

Chapitre III : Résultats et discussion

III. Etude qualitative des populations phytoplanctoniques.....	35
III. 1Composition spécifiques et structure des communautés.....	35
III.1.2 Les espèces phytoplanctoniques toxiques.....	40
III .2 Etude quantitative.....	41
III .2.1 Variation des densités cellulaires par station.....	41
III .2.2 L'abondance relative.....	42
III .2.3 Richesse spécifique.....	42
III .2.4Analyse de la richesse spécifique.....	43
III .2.5 Indice de Shannon et indice de Simpson.....	44
III .2.6 L'équitabilité ou la régularité.....	44
Discussions.....	45

Conclusion.

Références.

Annexes

Liste des figures

Figure01 : Circulation de surface dans la mer méditerranée (Millot 1985 et Taupier-Letage, 2005).

Figure02 : Littoral algérien long de 1280 km (Google –Map, 2007).

Figure03 : Eaux de l'Atlantique entrant dans la Méditerranée et se dirigeant vers l'Est en passant par les côtes algériennes (Millot 1985).

Figure 04 : Carte du réseau hydrographique.

Figure 05 : Localisations des stations réalisées le long de la côte algérienne.

Figure06 : Localisation géographique des stations d'échantillonnage.

Figure07 : photos de flaconnages de stockage (Fixation au lugol).

Figure08: Photos d'un microscope photonique inversé type OPTIKA B 500.

Figure09 : Photos de la cuve de sédimentation avec la chambre de sédimentation.

Figure 10 : Détails d'une chambre de sédimentation.

Figure 11: *Prorocentrum micans*.

Figure 12: *Alexandrium sp.*

Figure13 : Distribution des densités cellulaires totales (Cell/l) des populations phytoplanctoniques (Diatomées-Dinoflagellés) au niveau des différentes stations.

Figure 14 : Evaluation de la concentration de chlorophylle a au niveau des trois stations.

Figure 15 : L'abondance relative des groupes phytoplanctoniques au niveau des différentes stations.

Figure 16: Evaluation de la richesse spécifique au niveau des différentes stations.

Figure 17: Evaluation de la richesse spécifique au niveau des différentes stations.

Figure 18 : Evaluation d'Indice de Shannon et Simpson au niveau des différentes stations.

Figure 18: Indice d'équitabilité au niveau des trois stations.

Liste de tableau

Tableau01 : Quelques exemples de successions saisonnières en Méditerranée. (D'après Rossi ; 2008).

Tableau02: Coordonnées géographiques des stations de prélèvement.

Tableau03 : les données générales des prélèvements.

Tableau04 : Fréquences de présence des taxons phytoplanctoniques.

Tableau05 : Variations des indices de Shannon (H') et de Simpson, dans les différentes stations.

Résumé

Cette étude porte sur la composition phytoplanctonique de la côte de Béni Saf. Des prélèvements sont réalisés durant le mois de mars 2015. L'identification des communautés phytoplanctoniques a été réalisée avec l'utilisation d'un microscope inversé.

L'inventaire des peuplements des Dinoflagellés et des Diatomées durant le mois d'étude dans la côte de Béni Saf a permis de recenser 31 genres importants dont 19 genres appartiennent aux Dinoflagellés et 12 genres de Diatomées .

La communauté phytoplanctonique de la côte de Béni Saf est dominée à 70 % par les Dinoflagellés et 28 % par les Diatomées et 2% par les Coccolithoforidées.

Mots clés : Phytoplancton ; Écosystème côtier, indices de diversité,

Abstract

This study focuses on the phytoplankton composition of the coast Beni Saf. Samples are taken during the month of March 2015. The identification of phytoplankton community was carried out with the use of an inverted microscope.

Inventory stands dinoflagellates and diatoms during my study in the coast of Beni Saf have identified 31 major genres including 19 genera belonging to 12 genera and Dinoflagellés diatoms.

The phytoplankton community of the coast of Beni Saf is 70% dominated by dinoflagellates and diatoms by 28% and 2% by Coccolithoforidées.

Keywords: Phytoplankton; coastal ecosystem, diversity indices,

المخلص

تناولت هذه الدراسة تركيبية الطحالب المتواجدة في سواحل بني صاف . أخذت العينات حتات شهر مارس 2015 .

تحديد مجموعات العوالق النباتية قد أجريت باستخدام المجهر المقلوب .

المخزون من فئة Dinoflagellés و Diatomées خلال فترة الدراسة في سواحل بني صاف قد حدد ب 31 نوع منهم 19 نوع من Dinoflagellés و 12 نوع من فئة Diatomées.

مجموعات العوالق النباتية في سواحل بني صاف أغلبيتها Dinoflagellés بنسبة 70% و بنسبة 28% Diatomées و 2% Coccolithoforidées.

الكلمات المفتاحية : العوالق النباتية. النظام البيئي الساحلي . مؤشرات التنوع.

INTRODUCTION

Introduction :

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs....

Les écosystèmes marins côtiers abritent près d'un tiers des richesses écologiques de notre biosphère. Ces écosystèmes ont des rôles écologiques et économiques majeurs : réserve naturelle, pêche, aquaculture . . . Les pressions anthropiques et l'eutrophisation dans ces zones se sont accrues fortement durant les 50 dernières années. Ces pressions incluent un accroissement local et global des forçages physiques, chimiques et biologiques. Dans ce contexte il est impératif de disposer d'un outil pour l'évaluation et de quantifier l'état écologique de ces milieux.

Un des éléments de qualité des eaux est la quantification des communautés phytoplanctoniques. Ce compartiment joue un rôle important dans les écosystèmes pélagiques côtiers. En effet, de part sa position de principal producteur primaire des océans, il est en général, à la base des réseaux trophiques et surtout intègre rapidement les impacts de la variabilité climatique et des pressions anthropiques subies par le milieu. Le phytoplancton est constitué de microorganismes unicellulaires autotrophes, capables de réaliser la photosynthèse et de produire tous les constituants nécessaires à la cellule en utilisant l'énergie lumineuse et des nutriments inorganiques. La matière organique produite est alors rapidement transférée aux échelons supérieurs.

L'indicateur phytoplancton est l'un des excellents éléments de qualité biologique utilisé, pour évaluer l'état écologique dans les programmes et réseaux de surveillances des différents écosystèmes aquatiques et principalement des eaux des zones côtières.

Ces évaluations comptent sur les variations des paramètres tels que : la biomasse phytoplanctonique (mesure du taux de chlorophylle), taxinomique, composition, l'abondance, la fréquence et l'intensité de la prolifération des microalgues.

De ce fait, la connaissance de la composition taxinomique des communautés phytoplanctoniques est nécessaire pour le suivi de la productivité et surtout la surveillance des milieux aquatiques.

Dans ce contexte, le présent travail s'inscrit dans une démarche globale de détermination de la structure phytoplanctonique de la côte algérienne. Mais la présente étude s'insère dans cette démarche on traitants les échantillons prélevés dans la zone de Béni-Saf.

Le but principal de ce travail est d'évaluer qualitativement et quantitativement les peuplements phytoplanctoniques existants dans cette zone, afin d'explorer leur diversité. Ceci nous permettra de statuer sur les capacités productives de cette zone et en même temps d'apporter quelques éléments d'observation pour la surveillance de cette zone côtière.

Pour ce faire, quatre grandes parties sont développées et structurées de la manière suivante :

- Dans le premier chapitre, généralité, nous parlerons du phytoplancton (écologie, organisation, leur rôle ...) ainsi que, des déférent paramètres qui peuvent avoir une influence sur ce dernier.
- Le deuxième chapitre, matériel et méthode (zone d'étude, décrit les caractéristiques hydrologique, échantillonnage, l'analyse des échantillons.....).
- Le troisième chapitre, résultats et discussion (étude qualitative et quantitative).
- Enfin une conclusion générale clôtur ce travail.

GÉNÉRALITÉS

I.1. La mer Méditerranée : un écosystème particulier :

Avec une superficie de $2,5.10^6$ km² et un volume de $3,7.10^6$ km³, la mer Méditerranée représente près de 1 % de l'océan mondial. Sa profondeur moyenne est de 1500 m. Le point le plus profond se situe à 5121 m de profondeur dans les fosses Matapan au large de la Grèce. Quarante pour cent des 46 000 km de la ligne de côte sont constitués par les nombreuses îles méditerranéennes.

La Méditerranée est connectée, au Sud-est, à la mer Rouge par le canal de Suez, au Nord-est, à la mer de Marmara par le détroit des Dardanelles et à la mer Noire par le détroit du Bosphore, et au Sud-ouest, à l'Océan Atlantique par le détroit de Gibraltar (**Figure 1**).

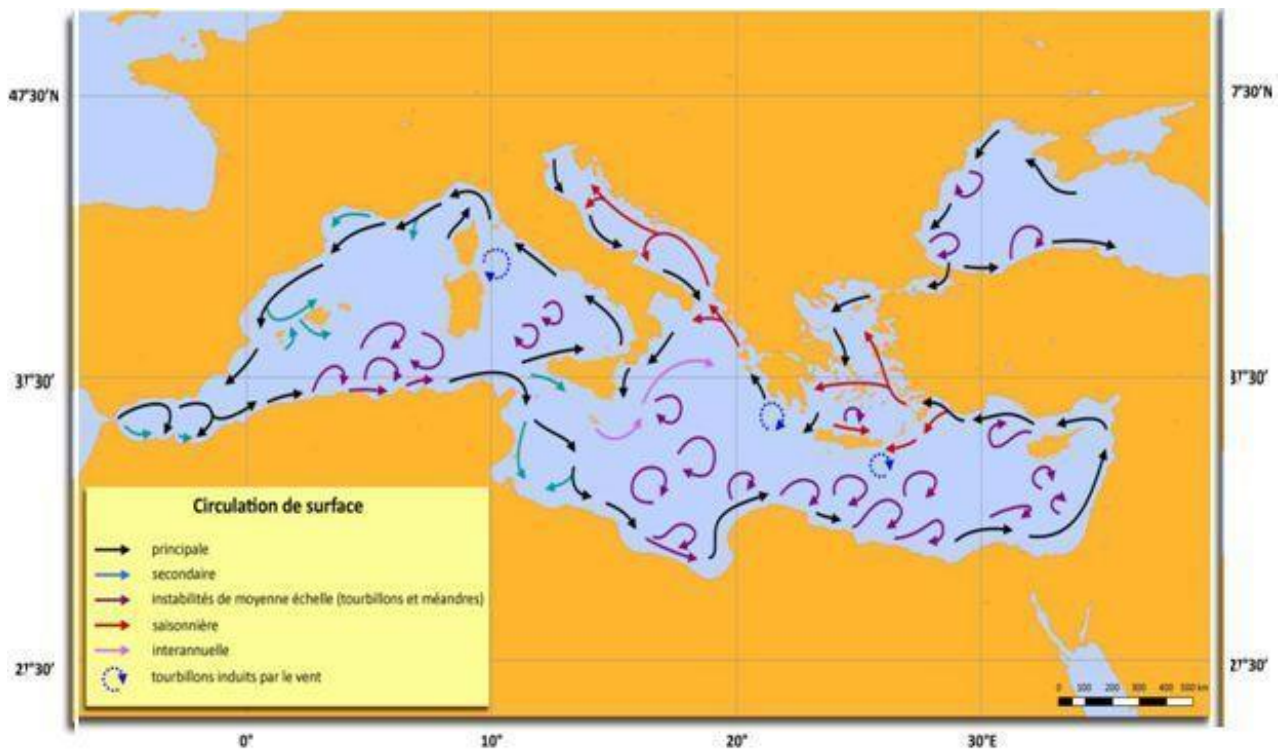


Figure 01 : Circulation de surface dans la mer méditerranée (Millot 1985 et Taupier-Letage, 2005).

I.2 Caractéristiques générales du littoral algérien :

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ de 1280 Km, de la frontière algéro-marocaine à l'Ouest à la frontière algéro-tunisienne à l'Est, comme le montre la carte ci-après (**Figure 2**).

Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception dans la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et la région d'El Kala (wilaya d'El Taref) à l'extrême Est (**Zeghdoudi, 2006**).



Figure 02 : Littoral algérien long de 1280 km (Google –Map, 2016).

I.2.1 .La circulations des eaux le long des côtes algériennes :

Le flux d'eau d'origine atlantique venant du détroit de Gibraltar vient rejoindre les côtes algériennes aux environs d'Oran (ouest algérien) vers 0° d'où la grande influence du courant Atlantique sur la côte oranaise. Ce courant turbulent prend la dénomination de courant algérien à cause de son caractère spécifique d'écoulement le long des côtes algériennes (Millot, 1985).

La côte algérienne est caractérisée par deux couches d'eaux superposées, l'eau atlantique modifiée et l'eau méditerranéenne. En effet l'eau atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (Benzohra, 1993). Ce même auteur signale cette eau dans le Bassin algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150 m d'épaisseur, avec une température de 15 à 23°C en surface et de 13,5 à 14°C en profondeur et de salinités allant de 36,5 à 38‰.

Le long des côtes algériennes, l'eau atlantique modifiée décrit un écoulement plus ou moins stable avant de se diviser en deux branches. Dans le bassin algérien, l'eau atlantique modifiée pénétrerait (Millot, 1987 ; Benzohra, 1993) sous forme d'une veine de courant étroit qui donne naissance à des méandres et tourbillons côtier associés à des upwellings (Taupier-Letage & Millot, 1988). Ces derniers favoriseraient une forte productivité biologique et par conséquent, augmentation des capacités trophiques du milieu. (Figure 3).

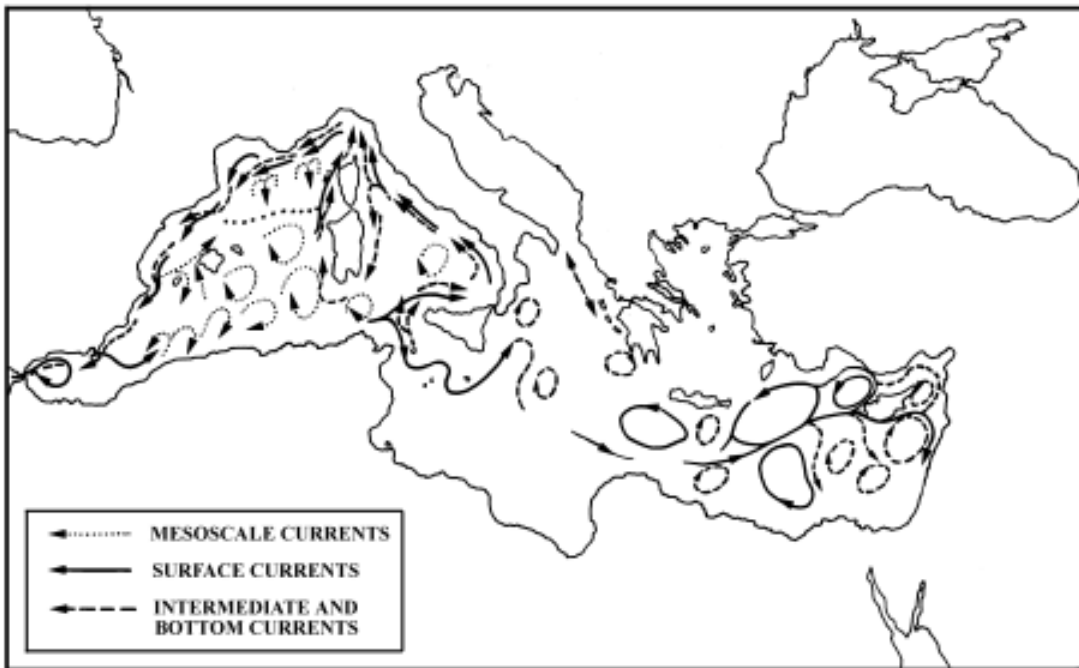


Figure 03 : Eaux de l'Atlantique entrant dans la Méditerranée et se dirigeant vers l'Est en passant par les côtes algériennes (Millot 1985).

I .3.Le plancton

Le plancton, du grec *plagkto* signifiant errant, se définit par "l'ensemble des organismes pélagiques susceptibles d'être entraînés par le déplacement des eaux" (Bougis, 1974a). Les organismes planctoniques peuvent être regroupés selon leur taille, leur nature, les caractéristiques biologiques de leur cycle de développement, leur répartition verticale sur la colonne d'eau ou le type d'environnement qu'ils peuplent.

On distingue les plus généralement 2 grands groupes : le **phytoplancton** et le **zooplancton**. Toutefois, la discrimination entre les 2 groupes est parfois difficile et controversée. Par exemple, les cyanobactéries sont généralement classées avec le phytoplancton alors qu'il s'agit de bactéries photosynthétiques (bactérioplancton), de même, certains dinoflagellés sont

photosynthétiques, d'autres hétérotrophes, enfin, d'autres mésotrophes. Il existe le terme «phytoplancton» pour caractériser le plancton autotrophe photosynthétique.

Il existe d'autres organismes planctoniques, outre le phytoplancton et le zooplancton, à savoir de nombreuses bactéries et virus.

I .4.Le zooplancton

Le zooplancton désigne l'ensemble des animaux, hétérotrophes, unicellulaires et pluricellulaires, dérivant au gré des courants. Dans le zooplancton, certains animaux sont planctoniques tout au long de leur vie, on parle de plancton permanent ou holoplancton, d'autres sont planctoniques uniquement une partie de leur vie, on parle de plancton temporaire ou microplancton. En milieu marin, la plupart des animaux ont leurs premiers stades de vie planctoniques.

I .5. Le Phytoplancton

Le phytoplancton (du grec *phyton* ou plante et *planktos* ou errant) est constitué par l'ensemble du plancton végétal, c'est-à-dire des microorganismes photosynthétiques qui sont libres, passifs et en suspension dans la colonne d'eau. Il s'agit de cellules, colonies ou filaments qui ne peuvent nager et dont les mouvements dépendent de ceux de l'environnement aquatique et/ou qui sont motiles (flagellés ou ciliés) mais dont les déplacements sont restreints.

Il existe environ 4000 espèces phytoplanctoniques au niveau mondial : certaines d'entre elles (environ 250) peuvent proliférer de façon importante en formant des eaux rouges, brunes ou vertes, d'autres espèces (environ 70) sont toxiques, mais la plupart d'entre elles sont totalement inoffensives.

La principale source d'acquisition de l'énergie s'effectue par phototrophe chez ces organismes, à partir de la lumière (photosynthèse = processus d'absorption des sels minéraux et du carbone sous forme de CO₂ et de rejet d'oxygène sous l'effet de la lumière). Les organismes qui se procurent l'énergie nécessaire à leur croissance et à leur reproduction en combinant les modes de nutrition autotrophe et phagotrophe sont qualifiés de «mixotrophes» (Stickney *et al.* 2000).

La chlorophylle *a*, un des pigments chlorophylliens, est le pigment majoritaire impliqué dans ce processus. Le phytoplancton se situe le plus souvent dans la couche supérieure éclairée des

masses d'eau, dite zone euphotique dont la limite inférieure correspond à la profondeur recevant 1% de la lumière incidente.

Si les organismes phytoplanctoniques représentent seulement 1% de la biomasse des organismes photosynthétiques sur Terre, ils assurent 45% de la production primaire (**Chisholm 1995 ; Behrenfeld *et al.* 2001**). Ils sont ainsi à la base de la chaîne trophique pélagique (**Azam et Malfatti 2007**) et sont donc responsables d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques.

I .5.1 Rôle du phytoplancton dans les écosystèmes aquatiques :

L'importance du phytoplancton dans les milieux aquatiques est due à :

- Sa capacité de synthétiser des hydrates de carbone et de l'oxygène, à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et de l'énergie lumineuse (**Stumm et Morgan, 1996**). Lors de la photosynthèse, le phytoplancton est capable de fixer en milieu marin entre 20.10^9 et 55.10^9 tonnes de carbone (**Mann et Lazier, 1966**).
- Être à la base de la chaîne trophique pélagique, il est responsable d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques (**Reynolds, 1998**). De ce fait il conditionne la production de poissons, de moules, d'huîtres, de crevettes et d'autres produits (**Hansen *et al.* 2001**).

En plus des deux rôles cités ci-dessus, le phytoplancton peut être utilisé dans de nombreux domaines. Certaines espèces du phytoplancton, peuvent être utilisées comme des indicateurs de pollution, ainsi *Chamaesiphon polonius* et *Calothrix sp* sont caractéristiques des eaux non polluées, par contre *Oxillatoria chlorina* et *Spirulina jenneri* peuvent survivre dans les milieux très pollués et pauvres en oxygène. Cependant *Phormidium sp* est présent dans les eaux moyennement polluées (**Champiat et Larpent, 1994**). Certains genres de phytoplancton comme : *Euglena*, *Volvox* et *Spirogyra* sont des bio accumulateurs d'éléments radioactifs. Ils sont utilisés pour lutter contre ce type particulier de pollution (**Champiat et Larpent, 1994**).

Certains genres des Cyanobactéries peuvent être utilisés comme engrais naturels dans les rizières grâce à leurs capacités de fixation de l'azote atmosphérique par des hétérocystes (**Roger, 1996**).

Le phytoplancton est connu pour libérer dans le milieu des substances antibactériennes (**Barnabé et Barnabé -Quet, 1997**). Certaines espèces appartenant aux genres *Scenedesmus* et *Chlorella*, ont un effet inhibiteur sur *Bacillus cereus* et *Pseudomonas sp*, tandis que d'autres espèces présentent un effet biocide marqué vis à vis des Coliformes et des Salmonelles (**Champiat et Larpent, 1994**). *Spirulina sp* est une Cyanobactérie qui possède des qualités intéressantes pour l'alimentation et la santé, tant pour l'Homme que pour les animaux car elle est riche en protéine et en vitamine B₁₂ (**Rafiqul et al. 2005**). Alors que *Scenedesmus*, *Chlorella* et *Oxillatoria* sont utilisées en culture semi-industrielles en vue d'obtenir des produits riches en protéines utilisables pour l'alimentation humaine ou animale (**Iltis, 1980**).

I .5.2. Systématique du phytoplancton :

Le phytoplancton regroupe deux catégories bien marquées d'organismes en se basant sur un caractère cytologique, à savoir la présence ou l'absence de membrane nucléaire. Les individus qui en sont pourvus sont classés sous le nom d'eucaryotes ou algues vraies, ceux qui en sont dépourvus sous le nom de procaryotes ou Cyanobactéries (**Coute et Chauveau, 1994**).

I .5.3. Clés d'identification du phytoplancton :

Selon qu'il s'agit d'algues vraies ou de Cyanobactéries, les clés permettant l'identification du phytoplancton peuvent être résumées comme suit :

I .5.3.1. Cas des algues vraies :

Dans la systématique des algues vraies, les critères de classification proposée par (**Bourrelly, 1985**) sont :

- La nature chimique des chlorophylles, des autres pigments et des réserves.
- La cytologie du noyau et de l'appareil flagellaire.
- Les caractères cytologiques.
- Le mode de reproduction et la complexité structurale.
- Les caractères morphologiques.

I.5.3.2. Cas des Cyanobactéries :

Dans la systématique des Cyanobactéries, les caractères morphologiques représentent les clés essentielles d'identification, dont les critères proposés par (**Bourelly, 1985**) sont :

- La structure de la micro-algue « cellulaire ou filamenteuse ».
- La forme de la colonie ou du trichome.
- La taille des cellules.
- La gaine gélatineuse « couleur et aspect ».
- La présence ou non, de structures cellulaires caractéristiques « akinètes, hétérocystes et vacuoles gazeuses ».

I.5.4. Organisation du phytoplancton

Le phytoplancton se répartit principalement sous trois grandes classes (**Bougis, 1974a**) :

- **Les Bacillariophycées ou Diatomées**, ont un exosquelette composé de pectine et de silicium appelé frustule. Pour lutter contre la sédimentation, les cellules sont souvent munies d'extensions qui leur permettent d'accroître leur surface, augmentant ainsi le phénomène de frottement. De plus, la formation de colonie peut contribuer à la diminution de la vitesse de sédimentation, notamment pour des espèces formant des chaînes spiralées (**Peperzak et al. 2003**). **Le groupe des diatomées regroupe plus de 100 000 espèces dont près de 15 000 sont identifiées à ce jour (Germain, 1981).**
- **Les Dinophycées ou Dinoflagellés**, Les individus sont composés d'une paroi qui peut être nue ou recouverte de plaques celluloseuses. La majorité des espèces possèdent 2 flagelles qui leur permettent de se maintenir dans la couche supérieure de la colonne d'eau. Ils regroupent près de 300 espèces, la plupart sont mobiles (**Bourelly, 1985**).
- **Les Coccolithophoridés**, Cette classe est composée d'individus qui ont la particularité d'être ornements par une structure complexe d'éléments calcaires appelés coccolites. La forme sphérique adoptée par plusieurs espèces ainsi que la présence de flagelles constituent leur stratégie de flottaison.

Des individus d'autres classes ont également été répertoriés. Parmi ces classes se retrouvent :

- **Les Chrysophycées**, sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique. Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes (β -carotène) masquant la couleur due aux chlorophylles *a* etc. (**Wetzel et al. 2001**). La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie, c'est dire qu'elles sont capables d'autotrophie et d'hétérotrophie.
- **Les Euglénophycées**, sont réparties en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire, possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma (« eyespot ») orange à rouge composé de globules de caroténoïdes (**Rosowski 2003**). Bien que certaines euglènes soient non pigmentées, phagotrophes (capable d'ingérer des particules solides) et par conséquent considérés comme des protistes animaux (ex protozoaires), la plupart sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes.
- **Les Prasinophycées**, Ces algues possèdent une cellule et des flagelles (de 1 à 8 généralement, atteignant parfois 16) recouverts de 1 à 5 couches d'écailles rattachées à la membrane cellulaire.
- **Les Chlorophycées**, forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (**John 1994**). Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Euchlorophycées (**Bourelly 1985 b**).
- **Les Cyanophycées**, organismes, procaryotes, regroupent plus de 110 genres et environ 1000 espèces dulçaquicoles. La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées (**Bourelly 1985a**). Les cellules appartenant à cette classe se caractérisent par l'absence de noyau, de plaste et de reproduction sexuée. Les cyanobactéries (ou « algues bleues ») se distinguent des procaryotes hétérotrophes par la présence de chlorophylle *a* et de pigments accessoires

(phycoyanine, phycoérythrine, caroténoïdes) (*Ganfet al. 1991; Schagerl et Donabaum 2003; Colyeret al. 2005*).

- **Les Xanthophycées**, regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces du lçaquicoles. Elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou de filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes (β -carotène) que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte (**Ettl 1978**). Les cellules mobiles possèdent deux flagelles de taille différente. La paroi cellulaire est souvent absente et quand elle est présente, elle contient une grande quantité de pectinées peut être siliceuse chez plusieurs espèces. Les xanthophycées se divisent essentiellement par fission binaire mais peuvent également former des zoo spores. La reproduction sexuée, quand elle a lieu, est le plus souvent isogame (**Ott et Oldham-Ott2003**).
- **Les Cryptophycées**, sont unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvues de paroi cellulaire. En effet, l'enveloppe qui les entoure est appelée péri plaste et est composé de deux couches distinctes, le péri plaste interne (succession de plaques protéiques) et le péri plaste externe (membrane protéique unique) qui entourent la membrane plasmique (**Kugrens et Clay 2003**). Les cellules sont aplaties dorso-ventralement et sont pourvues d'une invagination antérieure qui porte les deux flagelles. Les cellules contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par fission binaire (**Starmach1974; Bourelly 1985a**).

I .5.5. Ecologie du phytoplancton :

Le phytoplancton tient la place de producteur primaire dans le réseau trophique. Il produit le carbone indispensable aux niveaux trophiques supérieur grâce à la photosynthèse, mécanisme qui, sous l'effet de l'énergie lumineuse, permet la production de glucides et la libération d'oxygène à partir d'eau et de dioxyde de carbone. Il évolue de façon saisonnière aussi bien en milieu lacustre (**Amblard, 1987**) qu'en milieu marin (**Margalef, 1958**) ce qui a pour conséquence de structurer le réseau trophique, les niveaux trophiques supérieurs dépendant directement ou indirectement de cette saisonnalité.

I .5.6. La succession saisonnière du phytoplancton :

En Méditerranée, la succession saisonnière phytoplanctonique s'articule en trois stades (Margalef, 1958) :

- **stade 1** : A la fin de l'hiver, la colonne d'eau se mélange du fait du refroidissement de l'eau de surface qui devient alors plus dense que celle du fond, permettant la remise à disposition des nutriments dans la couche de surface. Un développement phytoplanctonique important a lieu, avec un pic principal de densité en février et des pics secondaires en novembre-décembre et mars-avril. Les espèces de petite taille (rapport surface/volume ~ 1) capables de se multiplier rapidement (stratégie *r*) sont favorisées. Les Bacillariophycées prédominent ce stade. Les espèces présentes appartiennent aux genres *Chaetoceros*, *Thalassiothrix*, *Thalassionema* et *Asterionella*. La diversité est globalement faible.

- **stade 2** : il est caractérisé par la présence de Bacillariophycées de tailles plus importantes (rapport surface/volume $\sim 0,5$) et l'apparition en proportions non négligeables de Dinophycées. Les taux de croissance ainsi que les densités de populations sont plus faibles qu'au stade 1. Dans le schéma global méditerranéen, les genres *Rhizolenia*, *Guinardia* et *Bacteriastrum* représentent la communauté de Bacillariophycées. Les Dinophycées s'illustrent à travers les genres *Prorocentrum*, *Phalacroma*, *Dinophysis*, *Peridinium* et *Ceratium*. La diversité atteint généralement son maximum à ce stade.

- **stade 3** : la masse d'eau devient pauvre en nutriments. Les Dinoflagellés augmentent, favorisés par leur taux de croissance faible (stratégie K) et leur capacité à se diriger dans la masse d'eau grâce à leurs flagelles. De plus, certaines Dinophycées sont capables d'hétérotrophie, ce qui leur permet de survivre lorsque les nutriments deviennent vraiment insuffisants. Ce troisième stade a notamment lieu l'été, lors de la stratification de la masse d'eau. Les genres *Ceratium*, *Peridinium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Gonyaulax* et *Prorocentrum* sont prépondérants lors de ce troisième stade. La diversité est inférieure à celle du stade 2 mais reste néanmoins supérieure à celle du stade 1. Même si globalement cette évolution saisonnière se retrouve dans l'ensemble de la Méditerranée, à savoir une floraison printanière et une floraison automnale, des nuances apparaissent selon les sites d'étude (Tableau 1).

Chapitre I : Généralités

Tableau 01 : Quelques exemples de successions saisonnières en Méditerranée. (D'après Rossi ; 2008).

Auteurs	Sites étudiés	Mois de densité maximale	Groupes taxonomiques ou espèces dominantes
Jacques (1968)	Banyuls-sur-Mer	•Février	• <i>Skeletonemacostatum</i> , Cryptophycées
		•Avril – Mai	• <i>Chaetoceros</i> spp., <i>Nitzschia</i> spp., <i>Rhizolenia delicatula</i>
		•Automne	• Diatomées
Travers (1971)	Golfe de Marseille	•Février	• <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Chaetoceros</i> spp. <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
		•Mars-Mai	• <i>S. costatum</i> , <i>C. Curvisetus</i> , <i>Lauderia annulata</i>
		•Automne	• <i>S. costatum</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Thalassionema nitzschioides</i> , <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
Carradaet al. (1980)	Golfe de Naples	•Mai-Juin	• <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Chaetoceros compressus</i> , <i>Nitzschia longissima</i>
		•Octobre	•Dinoflagellés, <i>Emiliana huxleyi</i>
		•Hiver	• <i>E. huxleyi</i>
		•Février	• <i>Skeletonema costatum</i>

Chapitre I : Généralités

Bernardi Aubry <i>et al.</i> (2004)	Nord-Ouest de la mer Adriatique	•Mars-Mai	• <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> , <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Chaetoceros</i> <i>socialis</i> , <i>Chaetocero</i> ssp.
		•Automne	• <i>Asterionellopsis glacialis</i> , <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Lioloma</i> <i>pacificum</i>
Jamet <i>et al.</i> (2005)	_ Petite Rade de Toulon	•Février	• <i>Cyclotella</i> spp., <i>Cylindrotheca</i> <i>closterium</i> , <i>Navicula</i> spp., <i>Coscinodiscus</i> spp.
		•Avril-Mai	• <i>Alexandrium</i> spp., <i>Prorocentrum</i> <i>arcuatum</i> , <i>Ceratium furca</i> , <i>Dinophysis acuminata</i>
	_ Baie du Niel (Est de Toulon)	•Février- Avril	• <i>Cyclotella</i> spp., <i>Navicula</i> spp., <i>Licmophora gracilis</i> , <i>Coscinodiscus</i> spp.
		•Juin	• <i>Prorocentrum compressum</i> , <i>Gymnodinium</i> spp.
		•Automne	• <i>Navicula</i> spp., <i>Coscinodiscus</i> spp., <i>Chaetoceros</i> spp., <i>Cylindrotheca</i> <i>closterium</i> , <i>Cyclotella</i> spp.

I .5.7. Facteurs influençant le développement du phytoplancton :

La dynamique des populations phytoplanctoniques est influencée par de nombreux facteurs environnementaux, qui agissent sur les populations et par conséquent sur la dynamique des espèces (Hutchinson, 1957).

I .5.7.1. Factures climatiques :

Les facteurs climatiques influencent le fonctionnement d'un écosystème, il s'avère que l'altération des caractères physico-chimiques de l'eau est doublée par une variabilité des conditions météorologiques (**Chaocachi et al. 2002**).

a) Vent :

Les études de fluctuation des vents sont nécessaires afin de comprendre le fonctionnement de l'écosystème. En effet, le vent a une grande influence sur la transparence de l'eau et le déplacement des espèces (**Demers et al. 1987 ; Millet, 1989 ; Carrick et al. 1993 ; Herrera-Silveira et Comin, 1995 ; De Casabianca et Kepel, 1999**).

b) Lumière :

La lumière est un facteur de très grande importance pour le phytoplancton, du fait qu'elle intervient dans la photosynthèse. Le phytoplancton requiert un éclairage minimal pour accomplir la photosynthèse, cette dernière est inhibée à des intensités d'éclairages trop élevées (**Gayral, 1975**). Le phytoplancton exposé à des périodes de faible intensité lumineuse augmente la concentration en chlorophylle (**Gailhard, 2003**).

Le phytoplancton subit dans la journée des migrations verticales au cours desquelles, il s'enfonce pendant les heures de fort éclairage et remonte plus près de la surface au fur et à mesure de la décroissance du jour (**Gayral, 1975**).

Les Cyanobactéries sont capables de croître à de très faibles intensités lumineuses en raison des faibles exigences énergétiques des cellules (**Richardson et al. 1983**).

I .5.7.2. Facteurs physico-chimiques :

Parmi les facteurs physico-chimiques les plus importants, on peut citer :

a) Température :

La température joue un rôle primordial, car elle exerce une action directe sur l'évaporation de l'eau et par conséquent sur la salinité (**Belkheir et Hadj Ali, 1981**). En plus, elle représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des espèces (**Ramade, 1984**).

b) Macroéléments :

L'azote et le phosphore représentent des éléments essentiels à la croissance du phytoplancton, car ils rentrent dans le cycle métabolique (Ba, 2006).

Ils sont généralement en carence dans l'eau (Wetzel et Likens, 2000), un apport en ces éléments est habituellement associé à la croissance du phytoplancton :

- **Le phosphore** : est un élément constitutif nécessaire à la matière vivante. Il rentre en particulier dans la composition de l'ATP, des acides nucléiques et des lipides phosphorés, donc le phytoplancton devra trouver une source de phosphate dans son milieu (Bougis, 1974). De ce fait, sa croissance est proportionnelle à la quantité de phosphate. Le phytoplancton utilise le phosphate sous la forme d'ortho-phosphates ; quelques-uns peuvent assimiler le phosphore organique (Gayral, 1975).
- **L'azote** : est un élément qui rentre le cycle métabolique (Ba, 2006).

Le phytoplancton devra trouver une source d'azote, sa croissance est proportionnelle à la quantité d'azote dans le milieu (Bougis, 1974). Les Cyanobactéries ont une préférence pour l'ammonium, les nitrates sont la forme préférentielle des cellules eucaryotes du phytoplancton. Quelques Cyanobactéries peuvent fixer de l'azote atmosphérique grâce à des hétérocystes, qui leur confère un avantage lorsque l'azote inorganique devient l'élément limitant de la colonne d'eau. Aucun autre groupe du phytoplancton ne possède la capacité d'utiliser le di-azote (Blomqvist *et al.*, 1994). Les nitrites sont toxiques à des concentrations élevées pour le phytoplancton (Sevrin- Reysacet *et al.* 1995).

Le rapport azote / phosphore : le phosphore est l'élément clé qui régule la biomasse algale, de faibles attention sont donnés à l'azote, car il est souvent facilement contrôlé (Pick et Lean, 1987). De ce fait le rapport azote / phosphore (N/P) peut être déterminant pour certains auteurs (Smith, 1983). Les Cyanobactéries ont tendance à dominer dans les eaux lorsque N/P est inférieur à 29, par contre le phytoplancton maintient principalement la production lorsque le rapport est inférieur à 10 (Dillon et Rigler, 1974). Une baisse de ce dernier à 7 serait à l'origine de la dominance de Chlorophycées (Shapiro, 1973). Alors que la croissance des Diatomées est associée à un rapport inférieur à 12 (Sakamoto, 1966).

- **La silice** : les Diatomées, pour élaborer leurs enveloppes siliceuses, doivent trouver dans le milieu une quantité suffisante de silice. Celle-ci représente en effet, de 15 à 20 % de leur poids sec (**Bougis, 1974**).

c) Oxygène dissous :

L'oxygène dissous (O₂) est nécessaire à la respiration des algues et des animaux aquatiques, il existe toujours en quantité voisine de la saturation dans les eaux superficielles (**Des Abbayes et al. 1978**). Le phytoplancton n'est pas gêné par des très faibles concentrations en O₂, car il peut être au contraire un inhibiteur de la photosynthèse, à de très fortes concentrations (**Sevrin-Reyssacet al. 1995**).

d) Transparence et Turbidité :

La transparence des eaux dépend de la quantité des matières en suspensions (MES), qui peuvent être constituées de micro-organismes vivants, de débris organiques et minéraux (**Deltreilet al. 1974**). Elle varie en fonction de la vitesse des vents (**Lemoalle, 1983 b**), la indique que l'évolution des vents est inversement proportionnelle à la transparence des eaux. Par contre la turbidité est inversement proportionnelle à la transparence, c'est un signe de pollution des eaux car elle baisse la lumière et le pouvoir absorbant (**Gaujous, 1995**).

I.8. Problème d'eutrophisation en milieu côtière : est un phénomène caractérisé par un déséquilibre écologique avec un enrichissement des eaux minérales et matière organique; essentiellement de l'azote et du phosphore. Elle désigne à la fois les causes et les conséquences de la fertilisation du milieu (**Lacaze, 1996**).

I.9. Le phytoplancton, indicateur de qualité biologique :

Blandin(1986) a donné au terme bio-indicateur la définition suivante : « Un indicateur biologique (ou bio-indicateur) est un organisme ou un ensemble d'organismes qui – par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques – permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un éco complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

Le phytoplancton, qui est donc fortement influencé par les changements environnementaux (Padisak *et al.* 2006 ; Salsamo *et al.* 2006 ; Anneville *et al.* 2008), est considéré comme étant la première communauté biologique à répondre à l'eutrophisation, spécialement dans les lacs (Solheim *et al.* 2005). Et ceci peut être déterminé à travers l'abondance et la composition phytoplanctonique, la biomasse phytoplanctonique (via les estimations de la concentration de chlorophylle *a* et du biovolume moyen) et l'intensité et la fréquence des blooms planctoniques.

I .10.Effets nuisibles du phytoplancton :

Depuis quelques années, l'eutrophisation croissante des écosystèmes aquatiques se traduit par des phénomènes de proliférations algales de plus en plus préoccupantes, du fait de multiples problèmes liés à la toxicité potentielle de certaines espèces phytoplanctoniques (Nasri *et al.*, 2004), capables de produire des toxines pouvant causer des mortalités chez l'animal et des maladies chez l'Homme (Turner *et al.*, 1990; Carmichael et Falconer, 1993; Sournia, 1995; Kuiper-Goodman *et al.*, 1999). Leur impacte peut être résumé comme suit :

▪ Risque sur la santé humaine :

Certaines espèces phytoplanctoniques produisent des phycotoxines, qui sont accumulées par les organismes phytoplanctonophages « les mollusques bivalves, gastéropodes, crustacés, ainsi que certains poissons ». Ces organismes jouent le rôle de vecteurs sains. Ils ne sont pas affectés par ces toxines, mais sont toxiques pour les consommateurs secondaires dont l'Homme (Gailhard, 2003). Les différents types d'intoxications associées à des efflorescences algales toxigènes est les suivants :

- **Intoxications amnésiantes par les fruits de mer (ASP).** Causée par la prolifération des Diatomées Pennales du genre *Pseudo-nitzschia*
- **Intoxications paralysantes par les fruits de mer (PSP).** Intoxication causée par des Dinoflagellés du genre *Alexandrium*.
- **Intoxications neurologiques par les fruits de mer (NSP).** Intoxication associée à l'espèce de Dinoflagellés *Karenia brevis*.

- **Intoxications diarrhéiques par les fruits de mer (DSP).** Les toxines responsables sont produit par des Dinoflagellés appartenant, principalement, aux genres *Dinophysis* et *Procentrum*.
- **Toxines cyanobactériennes.** Les principales espèces responsables des blooms cyanobactériens sont : *Trichodesmium thiebautii*, *T. erythraeum* et *Oscillatoria sp.*

MATERIEL
ET METHODES

II. Présentation de la zone d'étude :

II.1. Situation géographique:

La commune de Béni Saf appartient au littoral ouest de la Wilaya de Ain Temouchent, elle couvre une superficie de 61,62 Km² soit 6 162 Ha, entre les coordonnées Lambert :

X1=1° 18' Ouest X2 = 1° 28' Ouest de longitude.

Y1= 35° 14' Nord Y2 = 35° 19' Nord de latitude.

Elle est partagée entre la frontière avec la commune de Sidi Safi à l'Est et la commune d'Emir Abdel Kader au Sud et l'Oued Tafna à l'Ouest et la mer Méditerranéenne au Nord. (A.N.A.T, 1996).

II.2. Réseau hydrographique :

Dans la région de Béni Saf nous avons deux types de réseaux hydrographiques :

II.2.1. Le réseau hydrographique temporaire : ce type de réseau est dense et sec pendant l'été, son intensité augmente en fonction du temps. C'est un agent direct d'érosion. Ce type de réseau se trouve à travers toute la région, il aboutit soit à la plage du puit (Béni Saf), soit à la plage de Sidi Boucif. Les deux cours, les plus importants de ce réseau, se détachent, le premier Oued El Attech, au sud du massif, prend une direction Est-Ouest pour rejoindre la Tafna dont il est un confluent et le second Oued Chaabat Dalia, est une branche de l'Oued Sidi Djeloul, à l'Est de la commune.

II.2.2. Le réseau hydrographique permanent : ce type de réseau ne s'assèche pas durant la saison estivale. Il est présenté dans la région par le seul cours d'eau important, qui prend naissance dans les monts de Tlemcen, à partir des sources d'Ain Taga et Ghar Boumaaza, leur cours d'eau parcourt 177 km et se jette à la plage de Rechgoun. (A.N.A.T, 1994).

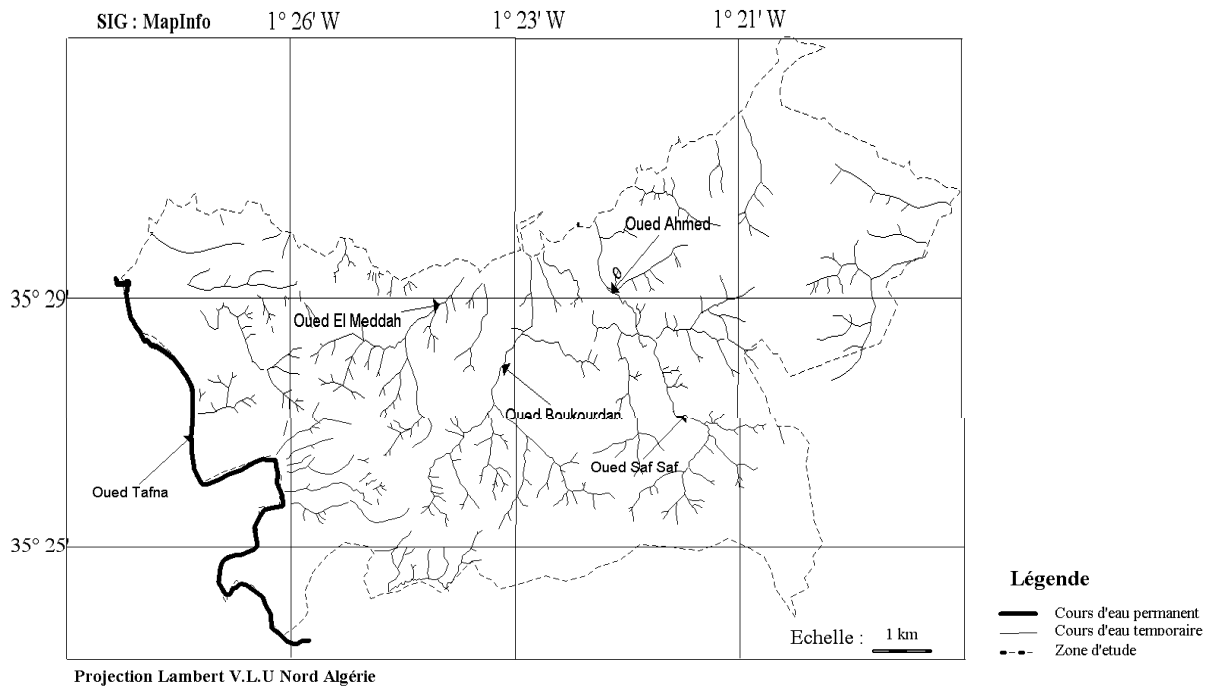


Figure 04 : Carte du réseau hydrographique

II.3. Hydrologie :

Le courant algérien qui circule d'Ouest en Est entre en surface par le détroit de Gibraltar et circule au moins cinq kilomètres le long du littoral avec une vitesse moyenne de l'ordre de 0.25 m/s (Millot, 1987). En ce qui concerne les courants du secteur Est de la Baie de Béni saf, Djellali et Bairi (1996) indiquent des courants de dérive de direction Est- Ouest engendrés par les houles NW et Nord. Concernant les courants des secteurs Ouest et centre de Béni Saf qui sont en général issus des trois directions de houle, ils notent une prédominance des courants de dérive dont la direction est d'Ouest en Est avec présence de courants de retour.

Les courants de direction Est- Ouest pour la plage Rachgoun sont engendrés par les houles Nord- Ouest. Les zones les moins turbulentes se trouvent à proximité des plages Rachgoun et du puit. Devant le Cap Acra, le cap Oulhassa ainsi que le port de Béni Saf, la turbulence est plus apparente. Quand au maximum ($\leq 57\text{m/s}$), on le rencontre en général au large des deux caps (Djellali et Bairi, 1996).

II. 4. La productivité primaire :

Les tourbillons du bassin algérien sont les zones méditerranéennes les plus riches en chlorophylle en février-mars, avant que le bloom phytoplanctonique ne se développe dans la partie Nord occidentale (**Taupier-Letage et al. 2003**) et son prévisible d'une année à l'autre (**Cotté, 2005**).

Le bloom phytoplanctonique saisonnier n'intervient pas de façon homogène à l'échelle du bassin, car il est modulé par la dynamique de moyenne échelle. Le schéma qui semble se dégager est le suivant :

- En décembre janvier, le bloom est établi et limité au Courant algérien, et/ou à une bande côtière.
- En février, le bloom s'établi dans les tourbillons côtier.
- En mars, le bloom s'établi dans les tourbillons du large.
- En règle générale, le bloom est très peu prononcé dans la zone du large, en dehors des tourbillons (**Millot & Taupier-Letage, 2005**).

Selon **Boutiba (1992)**, la biomasse phytoplanctonique est constituée essentiellement de Flagellés calcaires (70% du volume total de nannoplancton par litre en surface), de Dinoflagellés (20% du volume total), de Diatomées (3% du volume total). Le reste du plancton est représenté par des petits flagellés nus et par des Cyanophycées.

II.5. Echantillonnage et la localisation des stations :

II.5.1.Contexte :

Les prélèvements du phytoplancton objets de notre étude proviennent d'une campagne océanographique, ALPEL 2015, réalisée par le Centre National de Recherche et de Développement pour la Pêche et l'Aquaculture (CNRDPA)

II.5.2. La campagne « ALPEL 2015 » :

La campagne d'évaluation des ressources pélagique « ALPEL 2015 » s'est effectuée à bord du navire de recherche océanographique Grine Belkacem. Elle entre dans le cadre du contrat programme CNRDPA_MPRH (Centre National de Recherche et de Développement pour la Pêche et l'Aquaculture_ Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques) visant l'évaluation des ressources halieutiques et qui a été effectuée le long de la côte algérienne du

22/03 au 16/04 2015 (Figure 07). Au cours de cette campagne et en dehors de l'objectif principal (prospection hydroacoustique), des paramètres hydrobiologiques (température, salinité et chlorophylle) ont été mesurés et des prélèvements des échantillons d'eau de surface destinés à l'étude des peuplements phytoplanctoniques ont été effectués.

II.5.3. Méthodologie Hydrobiologie de la campagne ALPEL :

Afin de constituer une base de données hydrologique sur la côte algérienne, des mesures ont été faites en station et d'autres en continu :

- **En station :** Les profils verticaux des températures et des salinités ont été obtenu au moyen d'une sonde CTD de type (Sea-Bird SBE 19 plus). Au total 102 stations CTD de 0 à 540 m de profondeur ont été réalisée dans chaque radiale impair, avec une station au large et une autre à la côte. 28 stations ont été fait aussi l'objet de prélèvement des échantillons d'eau de surface destinés à l'étude du phytoplancton.
- **En continu :** Mesures des SST (Sea Surface Température) et SSS (Sea Surface Salinity) à partir d'un Thermosalinographe de type (Sea-Bird SBE 21) installé à bord du N/R. Mesures des SSCh (Sea Surface Chlorophyll) au moyen d'un fluorimètre de type (Turner-Designer 10-AU) installé à bord du N/R. L'enregistrement des données de navigation se fait par le GPS de navire de recherche.

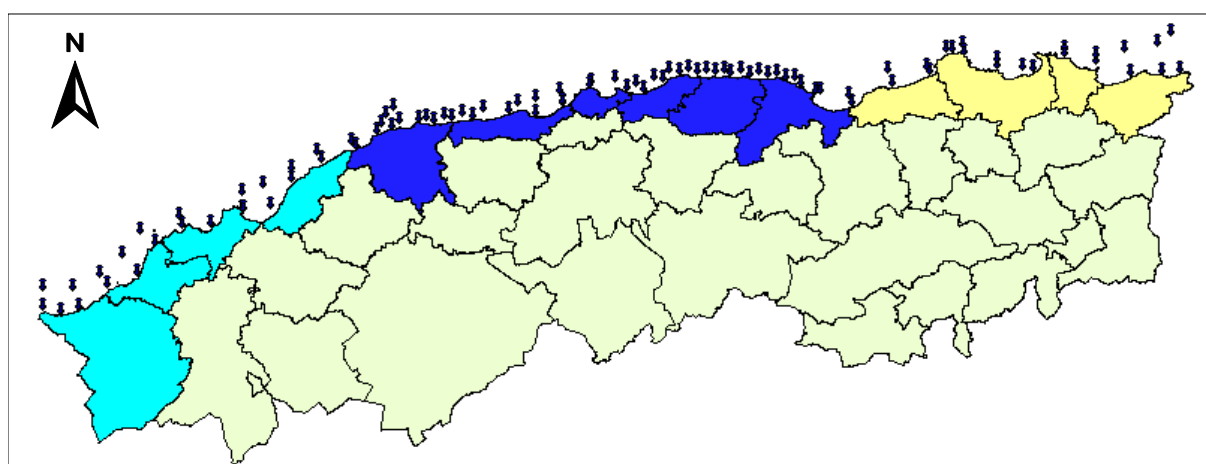


Figure 05: Localisations des stations réalisées le long de la côte algérienne (ALPEL 2015).

II.6. Localisation des stations :

A partir des prélèvements réalisés au cours de la Campagne ALPEL, trois échantillons respectifs à trois stations localisées dans la zone de Béni Saf (Ain Temouchent) ont fait l'objet d'un traitement des peuplements phytoplanctoniques. Les données relatives à chaque station sont représentées dans le tableau 2.

Des trois échantillons objets de cette étude deux ont été prélevés au large R01L et R03L (Ghazaouat) et une au près de la côte de la zone de Béni –Saf ou Bouzedjar (R07C) (Figure 08).

Tableau 02: Coordonnées géographiques des stations de prélèvement.

N° stations	Latitude	Longitude
R01L	35° 15' 42.1 N	002° 07' 26.0 W
R03L	35° 16' 31.6 N	001° 50' 6.14" W
R07C	35° 27' 31.0" N	001° 14' 6.90" W

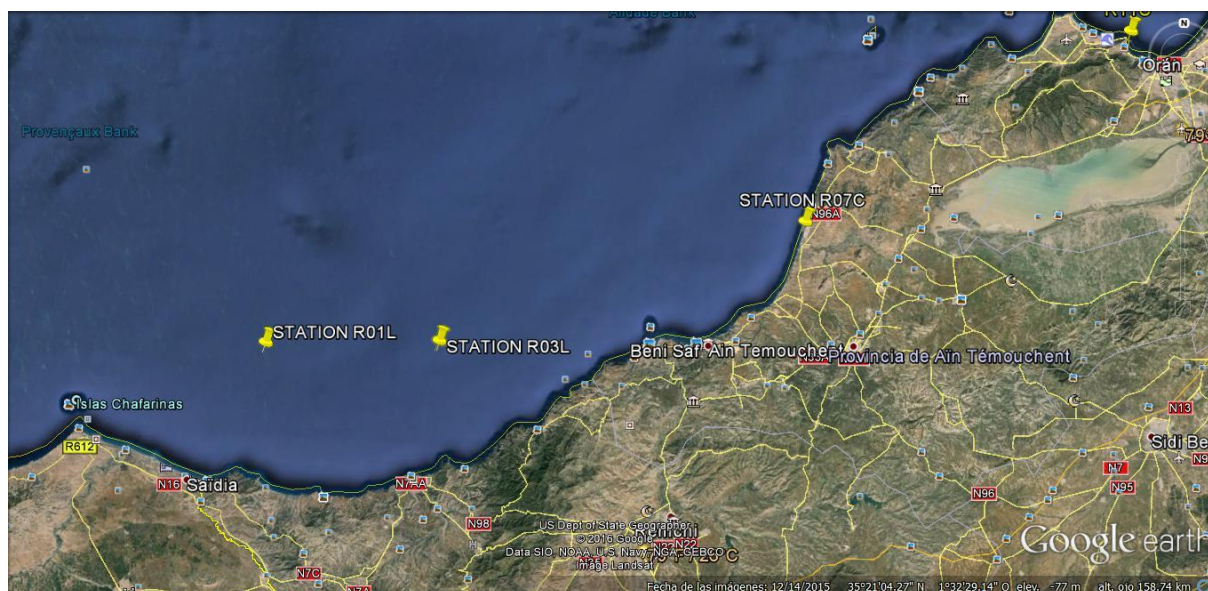


Figure 06 : Localisation géographique des stations d'échantillonnage

II.7. Echantillonnage :

Les prélèvements ont été réalisés, par ALPEL 2015, avec une bouteille à renversement de type Niskin de 5 litres, des flacons d'eau ont été remplis ; sont destinée au dénombrement et l'identification du phytoplancton. Les prélèvements qui ont fait l'objet de cette étude ont été réalisés sur une durée de 2 jours s'étalant du 22 au 23 mars 2015. (Tableau 3)

Tableau 03 : les données général des prélèvements.

Stations	Dates	Heures	Profondeur (m)	Paramètres			Ville côtière
				S (psu)	Chl a (ug / l)	T (°C)	
R01L	22/03/2015	08 : 30	201	35.2004	0,259	14.5308	Ghazaouat
R03L	22/03/2015	14 :55	216	35.9609	0,272	14.5308	Ghazaouat
R07C	23/03/2015	10 :48	20	35.4466	0,268	15.6143	Bouzedjar

- **Fixation** : La fixation des échantillons a été réalisée immédiatement après leur prélèvement, avec un volume de lugol concentré est ajoutée, afin de fixer les structures phytoplanctoniques contenues dans l'échantillon. Le volume de ce fixateur doit être suffisant pour donner à l'échantillon une légère coloration brune « thé claire ».

Dès que l'échantillon est prélevé, chaque bouteille est munie d'une étiquette sur laquelle sont notés la date, le nom de la station, ainsi que le motif de l'analyse, puis transporté à l'obscurité, ce qui permet d'assurer une conservation satisfaisante.



Figure 07 : photos de flacons de stockage (Fixation au lugol) (Originale).

II .8. Méthodes et instruments utilisés :

- **Analyse des échantillons :** L'identification et le dénombrement du phytoplancton sont réalisés selon la méthode **d'Utermôhl (1958)** à l'aide d'un microscope inversé type OPTIKA B 500. Le matériel de travail en question n'étant pas disponible au niveau de l'université Djillali Bounâma de Khemis-Miliana donc des déplacements aux laboratoires du CNRDPA (Bousmail wilaya de Tipaza) était indispensable.



Figure 8 : Photos d'un microscope photonique inversé type OPTIKA B 500 (Originale).

- **Le microscope inversé :** L'analyse en microscopie inversée, utilisant les différents grossissements (X20, X40 et X60), a permis de caractériser la composition taxinomique et la richesse des espèces où nombre de taxon (S) présents dans les échantillons. La détermination de la composition et de l'abondance du phytoplancton a été faite selon la méthode d'UTERMÖL (1958).

Présentation de la méthode Utermöhl (Traitement des échantillons de phytoplancton) :

- **Nettoyage du matériel :**

La chambre de sédimentation (Figure 12) doit être nettoyée et séchée entre deux utilisations. Pour cela, les deux parties de la chambre sont nettoyées à l'éthanol (90%) à l'aide d'un petit écouvillon ou d'une petite brosse, puis elles sont rincées à l'eau distillée. La chambre est ensuite laissée à sécher. Il est fait de même pour les lames de verre rondes et carrées.

▪ Homogénéisation de l'échantillon :

Afin de remettre en suspension l'échantillon après un stockage de plus ou moins longue durée, il est nécessaire d'agiter le flacon contenant l'échantillon à traiter. L'agitation est faite manuellement pendant une dizaine de secondes, et comprends une dizaine de mouvements verticaux et horizontaux. Cette agitation ne doit pas être trop vigoureuse de façon à ne pas entraîner la désintégration des colonies fragiles.

▪ Préparation du sous-échantillon à faire sédimenter :

Immédiatement après l'homogénéisation de l'échantillon, un volume 100 ml est versé dans la chambre de sédimentation. Les parties supérieures et inférieures de la chambre sont accolées avec de l'eau distillée. Elle est posée sur une surface plane sans vibrations.



Figure 9 : Photos de la cuve de sédimentation avec la chambre de sédimentation (Originale).

Un volume connu de l'échantillon est alors introduit dans une chambre de sédimentation de 100 ml. Il est ensuite ajouté de l'eau distillée pour compléter à 100 ml avec une pissette d'eau distillée. Le volume de sous-échantillon sédimenté doit être repris sur la fiche de comptage.

Après le remplissage de la chambre de sédimentation, une lame de verre ronde est mise au sommet de la chambre de sédimentation. Cette opération doit être effectuée en évitant de

piéger des bulles d'air. La préparation du sous-échantillon à faire sédimenter le soir pour que l'échantillon passe la nuit (obscurité) au laboratoire.

Après la sédimentation, déposer de chaque côté de la colonne de sédimentation une goutte d'eau distillée. Placer une lame de verre rectangulaire à côté de la colonne de sédimentation. Pousser la colonne de sédimentation avec la lame rectangulaire afin de placer la lame au-dessus du puits de sédimentation. Si des bulles d'air apparaissent, effectuer un va et vient avec la colonne et la lame rectangulaire afin de chasser les bulles dans la colonne. Déplacer la préparation vers le microscope inversé.

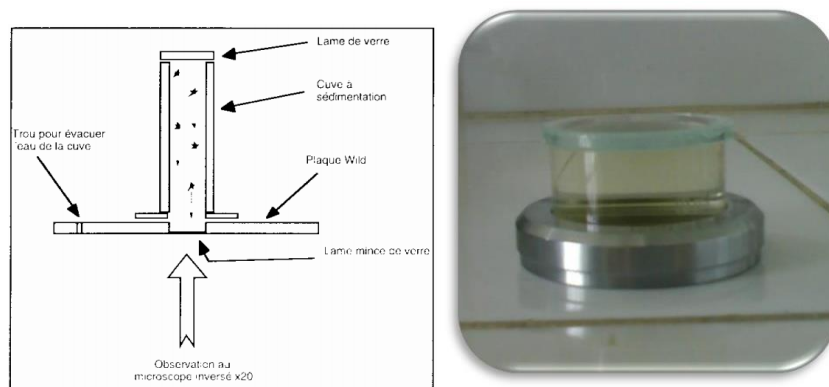


Figure 10 : Détails d'une chambre de sédimentation

II .9. Analyse des échantillons :

II .9.1. Analyse qualitative :

L'identification taxinomique des différentes espèces phytoplanctoniques a été faite jusqu'à l'espèce quand cela était possible selon les clés d'identification proposées par Bourrelly, basées sur les caractères morphologiques (**Bourrelly, 1966, 1968, 1970 et 1985**), ainsi que différents ouvrages et publications traitant la taxonomie du phytoplancton disponibles au niveau du laboratoire du CNRDPA, tels que : **Trégouboff et Rose (1978)**, **Straub (1984)**, **Nezan et al. 1997**), **Hansen et al. (2001)**, **Pierre (2001)**, **Straub et al. (2004)**, et **Bafu (2007)**.

II .9.2 Analyse quantitative :

Les comptages ont été réalisés en considérant pour chaque organisme, qu'il soit sous forme unicellulaire, colonial ou filamenteux, le nombre réel de cellules par individu.

Pour évaluer la structure de la communauté phytoplanctonique de la zone d'étude, les indices écologiques suivant ont été utilisés :

a. Dominance

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité (**Hurlbert, 1971**). C'est une caractéristique d'une population et qui permet de connaître l'importance d'une espèce dans une communauté. Elle représente le rapport, du nombre d'individus (Q_i) d'une espèce donnée, sur le nombre totale d'individus (Q) présent dans un échantillon donné. Elle est exprimée en pourcentage.

b. Densité :

C'est un paramètre quantitatif important pour la description de la structure des peuplements phytoplanctoniques, il est calculé selon la méthode de comptage d'UTERMÖL et est exprimé en Nombre de cellules par litre

c. La Diversité Spécifique :

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 total d'espèces dans un site. Un grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique. (**Ngansoumana, 2006**).

2. Indice de Shannon (H') :

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 codominances. (**In Boudjenah, 2012**).

Il est donné par la formule suivante :

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

Où :

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

- S : nombre total d'espèces ;

- n_i : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

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

3. Indice d'équitabilité de Piélou(J') :

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

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

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

Avec :

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

Ces deux indices restent dépendant 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). (In Boudjenah, 2012).

4. Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson :

Cet indice a été proposé par (Simpson 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 ;

Lorsque la diversité est maximale, sa valeur est 0, lorsque la diversité est minimale la valeur tend vers 1.

***RESULTAT
ET DISCUSSION***

III. Etude qualitative des populations phytoplanctoniques :

III. 1. Composition spécifiques et structure des communautés :

L'analyse de la composition spécifique des échantillons nous a permis de répertorier 44 taxons qui se répartissent dans deux principaux groupes floristiques prépondérants: les Diatomées avec 12 genres et les Dinoflagellés avec 19 genres. Les deux groupes sont présents dans toutes les stations mais avec des proportions différentes. Tout de même nous signalons la présence d'une unique espèce de la classe des Coccolithophoridés, et une seule espèce de Bacillariophycées (**Tableau 4**).

Tableau 04 : Fréquences de présence des taxons phytoplanctoniques.

TAXON	Présence (%)
<u>Dinoflagellés</u>	
<i>Acumunata sp</i>	2,17
<i>Alixandrium sp</i>	2,17
<i>Archaeoperidinium saanichi</i>	2,17
<i>Ceratium furca</i>	4,35
<i>Ceratium fusus</i>	2,17
<i>Ceratium horridum</i>	2,17
<i>Ceratium pentagonum</i>	2,17
<i>Ceratium teres</i>	2,17
<i>Cochlodinium fulvescens...</i>	2,17
<i>Dissodinium pseudocalani</i>	2,17
<i>Goniochloris mutica</i>	2,17
<i>Gymnodinium</i>	
<i>microreticulatum</i>	2,17
<i>Impagidinium plicatum</i>	2,17
<i>Mesodinium rubun</i>	2,17
<i>Mesoporos perforatus</i>	2,17
<i>Nematosphaeropsis</i>	
<i>labyrinthus</i>	2,17
<i>Noctiluca scintillans</i>	2,17
<i>Phalacroma rotundata</i>	2,17

Chapitre III : Résultats et Discussion

<i>Prorocentrum ehrenberg</i>	2,17
<i>Prorocentrum mexicanum</i>	4,35
<i>Prorocentrum micans</i>	2,17
<i>Prorocentrum minimum.</i>	2,17
<i>Prorocentrum norrisianum</i>	2,17
<i>Prorocentrum panamensis</i>	2,17
<i>Prorocentrum rolundalum</i>	2,17
<i>Prorocentrum triestinum</i>	2,17
<i>Protoperdinium sp</i>	4,35
<i>Protoplast sp</i>	2,17
<i>Pyrophacus horologicum</i>	2,17

La Somme Dinoflagellés égale « 69,46 »

Diatomées

<i>Biddulphia alternans</i>	2,17
<i>Biddulphia vesiculosa</i>	2,17
<i>Coscinodiscus sp.</i>	4,35
<i>Gonyaulax sp</i>	2,17
<i>Minidiscus trioculatus</i>	2,17
<i>Oodinium pouchetii</i>	2,17
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	2,17
<i>Schalenan sicht</i>	2,17
<i>Schalenansicht sp</i>	4,35
<i>Scripsella sp</i>	2,17
<i>Teilungsstadium</i>	2,17

La Somme Diatomées égale « 28,23 »

Bacillariophycées

<i>Thalassionema nitschioides</i>	2,17
-----------------------------------	------

Coccolithophorideae 2,17

Chapitre III : Résultats et Discussion

Dans cette étude, la classe des Dinoflagellés représentée par près de 70 % du total des espèces phytoplanctonique répertoriées. Elle est composée de 19 genres les plus dominants sont (**PLANCHE 1**) :

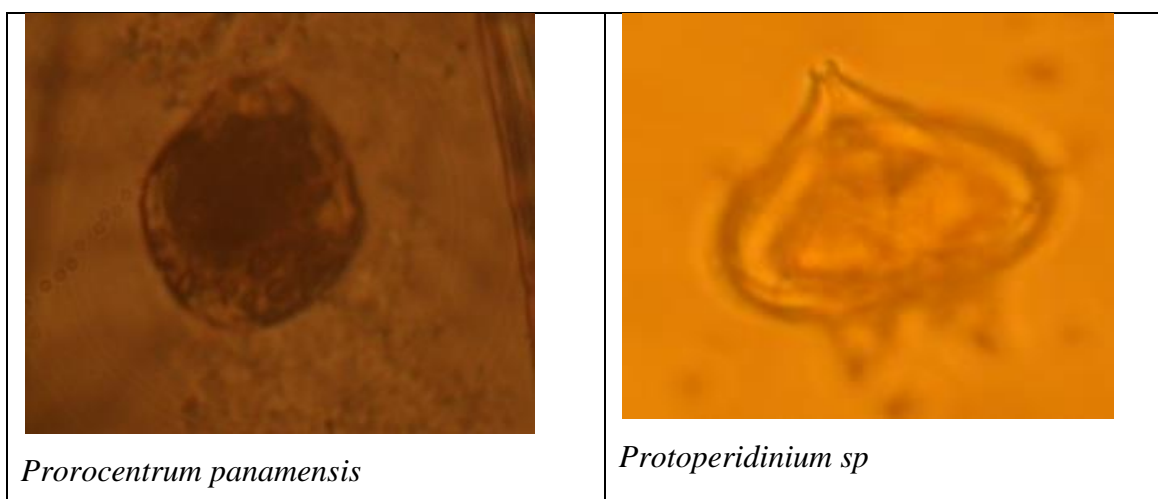
- Genre *Ceratium* : avec 8 espèces dont : *C. furca*, la plus fréquente, *C. horridum*, *C. fusus*, *C. pentagonum*, et *C. teres*.
- Genre *Protoberidinium* : ce genre est représenté par les espèces suivantes : *Protoberidinium sp* qui est présent dans toutes les stations sauf la station R07C.
- Genre *Prorocentrum* : il est présent avec 8 espèces : *P. panamensis* , *P. minimum*, *P. rolundalum*, *P. triestinum*, *P. mexicanum*, *P. micans*, *P. norrisianum*, et *P. ehrenberg*.

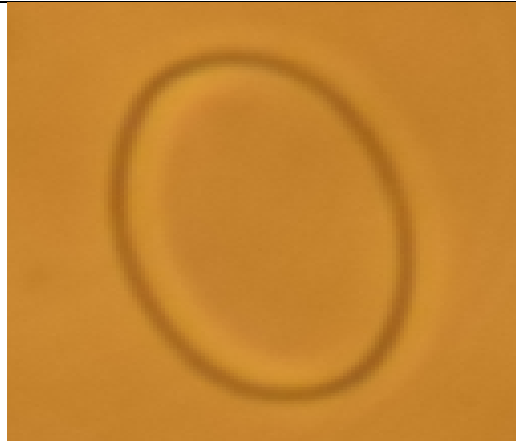
La classe des Diatomées se présente en deuxième position avec 28 % du total des espèces. Elles sont dans 12 genres regroupant chacun d'eux une seule espèce. Les genres *Coscinodiscus sp* et le genre *Schalenansicht sp* sont les plus dominants avec la même fraction de 4,37 % du total des espèces (**PLANCHE 2**).

En outre, le reste des espèces se présente avec des pourcentages égaux à 2,17 %.

Les Coccolithoforidées n'ont jamais représenté plus de 2% de la densité totale quelle que soit la station considérée. En conséquence, ils n'ont pas été pris en compte dans les différentes analyses et représentations graphiques.

PLANCHE 1 :





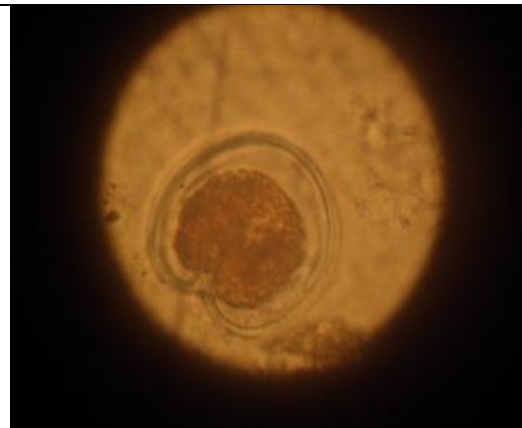
Prorocentrum norrisianum



Ceratium furca



Pyrophacus horologicum



Noctiluca scintillans

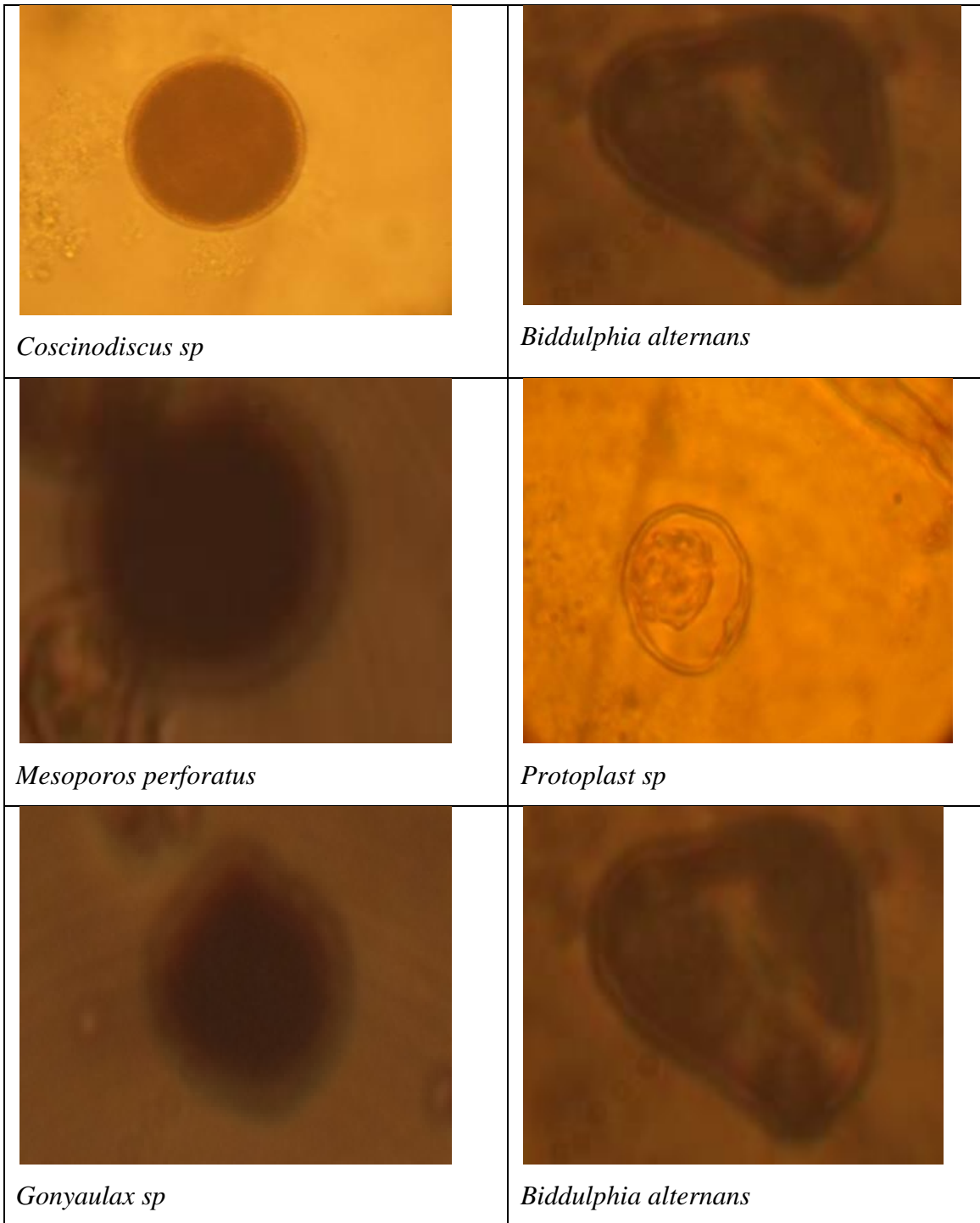


Ceratium horridum



Ceraratum fusus

PLANCHE 2 :



III. 1.2. Les espèces phytoplanctoniques toxique :

Parmi Les espèces phytoplanctoniques toxiques observées au cours de notre étude sont:

➤ Les Dinoflagellés :

- ***Prorocentrum micans*** : c'est une espèce cosmopolite, vivant aussi bien dans les aires néritique que dans les eaux du large, dans les mers tropicales que les dans les eaux froide. Elle forme des eaux colorées dans beaucoup de région du monde (**jacques, 2006**). Les eaux de couleur rouge-brun. Mortalités des moules. La forte diminution d'oxygène dissous, peut expliquer les mortalités (**ICES, 1988**).



Figure 11 : *Prorocentrum micans* (Origine).

- ***Alexandrium sp***: genre *Alexandrium*, appartenant à la famille des GoniDOMATAceae, ordre des Péridiniales, classe des Dinophycées (ou dinoflagellés). *Alexandrium minutum* a été décrit par (**HALIM en 1960**), à la suite d'une eau rouge dans le port d'Alexandrie.

Une dizaine d'espèces d'*Alexandrium* sont connues au niveau mondial pour produire des toxines paralysantes, dites PSP (Paralytic Shellfish Poison), par exemple *A. ostenfeldii*, *A. tamarense* et *A. minutum* (**UNESCO, 1996**). Les toxines PSP sont constituées d'un ensemble de toxines hydrosolubles, dont la saxitoxine et les gonyautoxines. Celles-ci provoquent chez le consommateur de coquillages contaminés, une intoxication dont les effets apparaissent en moins de trente minutes.



Figure 12 : *Alexandrium sp* (Origine).

III .2. Etude quantitative :

III .2.1. Variation des densités cellulaires par station :

La figure 13 suivante représente la distribution comparative des densités cellulaires au niveau de chaque station. Il en ressort que tous les groupes sont presque égale au niveau de la station R03L. Les Diatomées avec une faible densité cellulaire par a pour au Dinoflagellés au niveau de la station 1. Ils sont en prédominance nette au niveau de la station R07C.

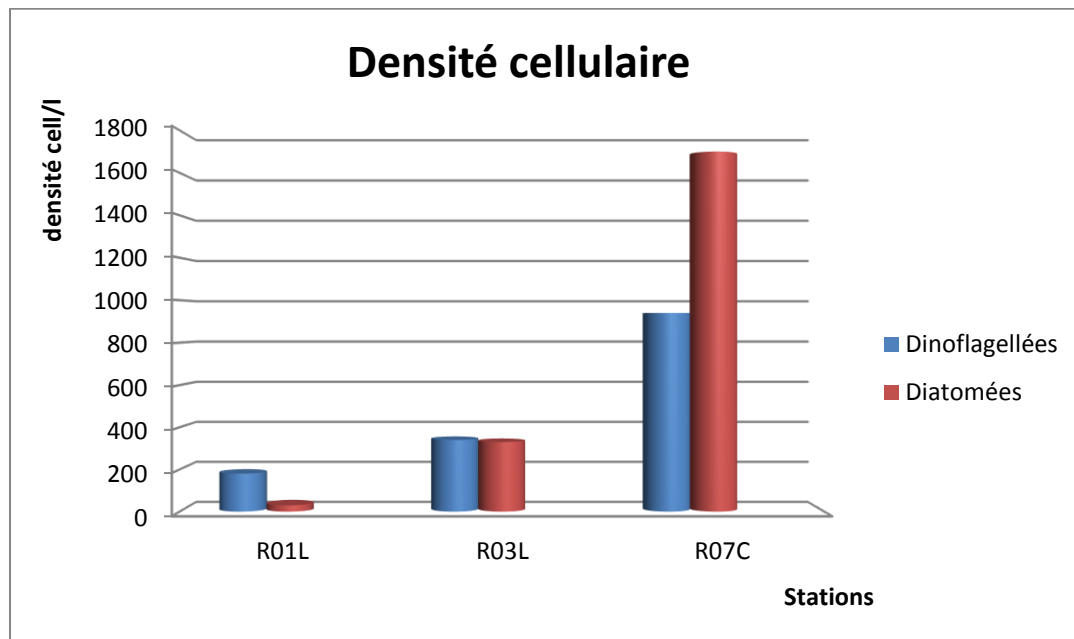


Figure 13 : Distribution des densités cellulaires totales (Cell/l) des populations phytoplanctoniques (Diatomées-Dinoflagellés) au niveau des différentes stations.

III .2.2. L'abondance relative :

La figure suivante représente la répartition de l'abondance des Diatomées, Dinoflagellés, au niveau des trois stations. Dans les stations R03L et R07C il y'a une dominance nette de la classe des Diatomées 60 et 65 %. Par contre dans la station R01L le schéma est inversé, il se trouve que les Dinoflagellés dominent fortement avec 86 % para rapport au Diatomées. Ceci est probablement dû à un bloom de Dinoflagellés et diatomées dans la zone de Béni Saf.

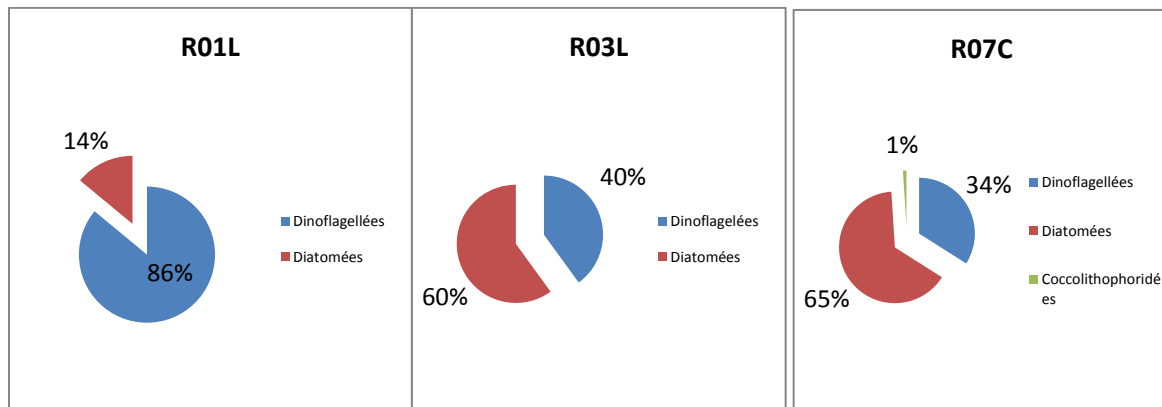


Figure 14 : L'abondance relative des groupes phytoplanctoniques au niveau des différentes stations.

III .2.3. Richesse spécifique :

Sur cette partie, on s'est intéressé à la description de la variation de la richesse spécifique du phytoplancton au niveau de toutes les stations (Figure 18). Le phytoplancton de la zone de Béni-Saf est caractérisé par une richesse spécifique modeste avec (44 taxons) regroupés en 31 genres. En moyenne, 18 espèces différentes ont été recensées par station.

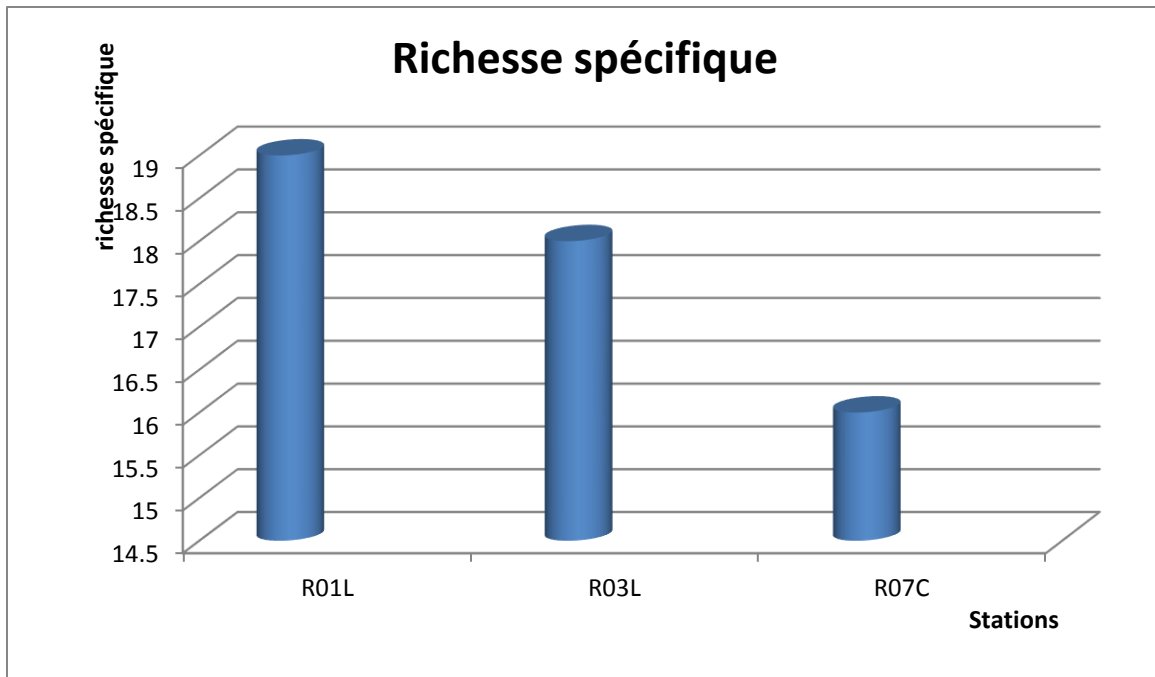


Figure 15 : Evaluation de la richesse spécifique au niveau des différentes stations.

III .2.4. Analyse de la richesse spécifique :

- La comparaison de la variation du nombre d'espèces qui concerne exclusivement les Diatomées et les Dinoflagellés, dans le présent travail, la plus grande diversité d'espèces est observée chez les Dinoflagellés par rapport aux Diatomées (Figure 19).

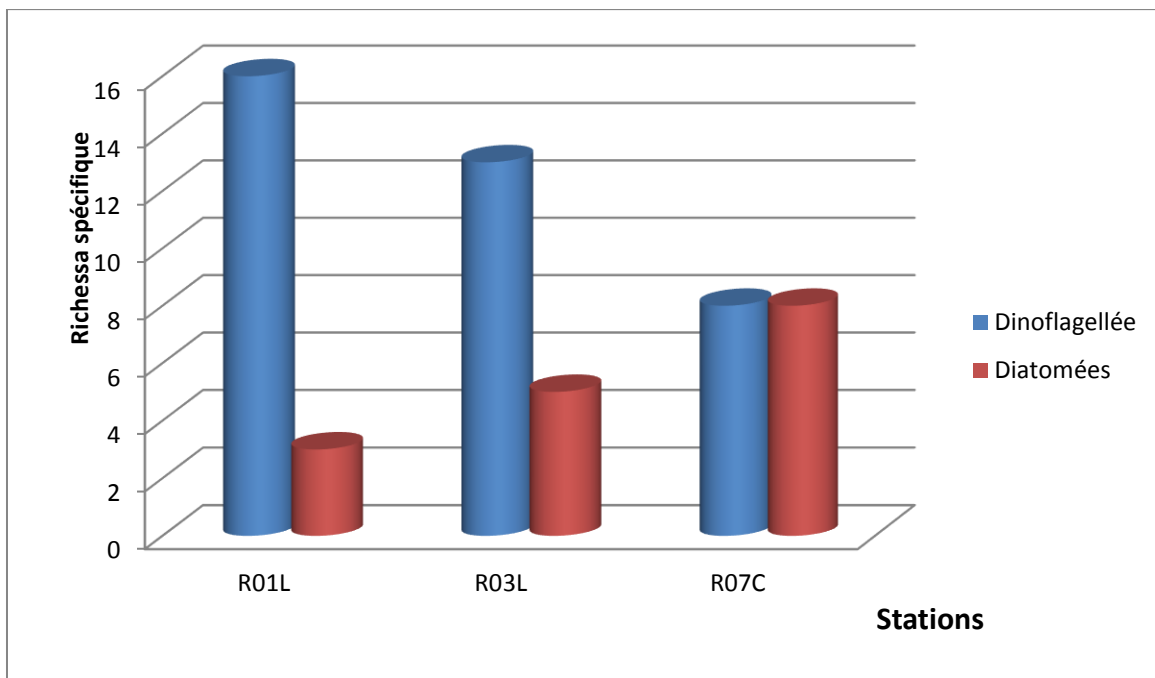


Figure 16: Evaluation de la richesse spécifique au niveau des différentes stations.

III .2.5. Indice de Shannon et indice de Simpson :

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon H des trois stations, donne une moyenne de 3,404, ces valeurs sont comprises entre 2,831 et 4,201. Les valeurs maximales sont au niveau des stations R01L et R03L avec 4,201 et 3,404 respectivement. Ceci est confirmé par l'indice de Simpson L qui prend la valeur de 0,009, 0,319 et 0,170 relatives aux stations R01L , R03L et R07C respectivement.

Tableau 05 : Variations des indices de Shannon (H') et de Simpson, dans les différentes stations.

Stations	Indice de Shannon (H')	Log (S)	Indice de Simpson L
R01L	4,201	1,278	0,009
R03L	3,404	1,255	0,319
R07C	2,891	1,204	0,170

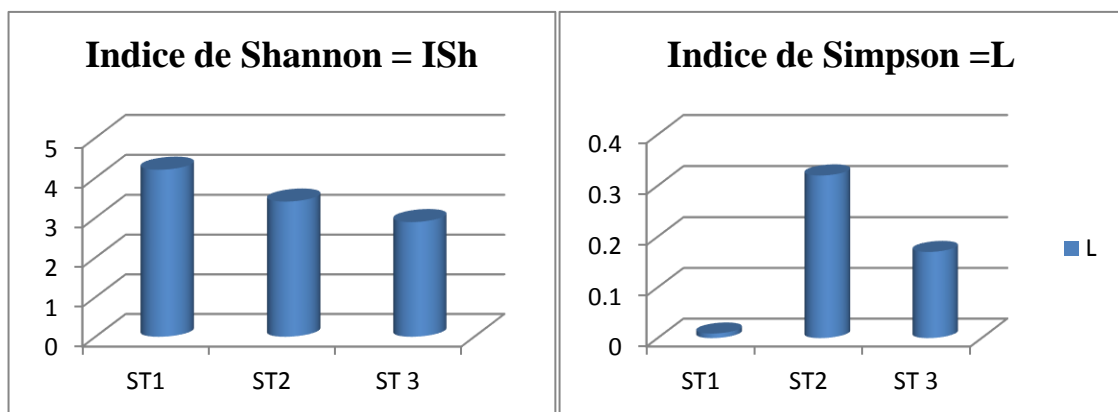


Figure 17 : Evaluation d'Indice de Shannon et Simpson au niveau des différentes stations.

III .2.6. L'équitabilité ou la régularité :

- C'est la répartition des espèces dans un site donné. Il varie entre 0 et 1. Plus diversité Dans la station R01L, l'indice d'équitabilité est plus important avec une valeur proche de 1, comparativement aux stations R03L et R07C.

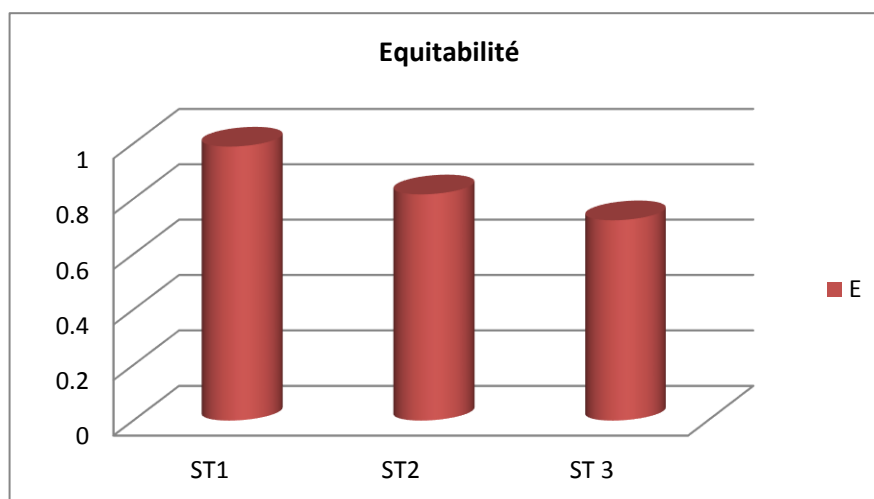


Figure 18: Indice d'équitabilité au niveau des trois stations.

Discussion :

L'organisation des peuplements phytoplanctonique et la connaissance de leur composition taxonomique est une information très importante pour la compréhension du fonctionnement d'un écosystème et c'est un véritable outil de diagnose.

Les conditions environnementales, liées aux facteurs physiques, sont très favorables à la croissance de phytoplancton comme l'ont montré différents travaux. Selon (**Lalami-Taleb 1971**) les dinoflagellés tolèrent des températures bien spécifiques, supérieures à 16-17°C, alors que les diatomées sont favorisées par des températures entre 15 et 22°C (**Collignon, 1991**).

La plupart des Dinoflagellés peuvent réagir aux variations de l'éclairement grâce à l'augmentation, ou à la réduction de la taille et/ ou du nombre de leur unité photosynthétique, ou par la quantité de péridinien « pigment caractéristique des Dinoflagellés » qui peut être régulée plus rapidement que celle de la chlorophylle. La croissance des Diatomées est, en revanche, favorisée par des faibles taux d'éclairement. (**Smayda, 1997a**).

Notre étude repose sur l'analyse quantitative et qualitative des communautés phytoplanctoniques de trois stations au niveau des côtes de Béni-Saf dans l'extrême ouest algérien.

En termes de composition taxonomique, l'inventaire des espèces rencontrées porte sur le phytoplancton (essentiellement les Diatomées et les Dinoflagellés). Les taxons identifiés sont répertoriés dans le (Tableau 04) sans prétendre à l'exhaustivité absolue, ni à l'exactitude

Chapitre III : Résultats et Discussion

parfaite des déterminations, compte tenu de la marge d'incertitude qu'implique les observations au microscope optique, il a été recensé au cours de la période d'étude 31 genres au niveau des trois stations.

Les concentrations de la chlorophylle *a*, enregistrées au cours de la période d'étude, indiquent qu'à partir de la saison printanière «mars», les concentrations de ce pigment, n'ont pas dépassé une valeur de 0,27 µg/l. Un minimum de 0,259 µg/l au niveau de la station R01L et un maximum de 0,272 µg/l au niveau de la station R03L, indiquant une homogénéité dans la répartition des cellules phytoplanctoniques entre les différents de prélèvement, et en conséquent au niveau du littoral de la zone de Béni-Saf.

Dans l'ensemble c'est une richesse spécifique modestement appréciable et témoigne de la présence d'une production primaire moyenne dans cette zone. Relativement à leur concentration conjointement aux concentrations de la chlorophylle *a*, elles restent indicatrices d'un état d'oligotrophie, état typique de la mer Méditerranée.

En termes de nombre d'espèces, des dinoflagellés sont les plus représentées avec 69,46% d'espèces suivies les diatomées qui représentent 28,23 %.

En ce qui concerne la variation des densités cellulaires par station.

- La classe des Diatomées manifeste à partir de la saison printanière, une augmentation des effectifs, atteignant des valeurs comprises entre 40 et 1700 cell/l. La densité la plus élevée de 1700 cell/l est enregistrée au mois de mars dans la station R07C. Cela s'explique par l'élévation de la température au cours du printemps. Selon **Daly Yahia-Kéfi (1998)**, Montagnes et **Fanklin (2001)**, la croissance des Diatomées est corrélée positivement avec la température et l'intensité d'éclairement. D'après **Loyer (2001)** en fin d'hiver et au printemps, le déclenchement de la floraison phytoplanctonique est lié à la mise en place de la stratification haline puis thermique et à l'augmentation du rayonnement solaire. En général ce bloom est dominé par les diatomées qui sont les espèces les plus opportunistes dans les milieux eutrophes.
- La classe des Dinoflagellés typiquement marine (**Tolomio et al. 1999**), est moins abondante. Cependant à partir du mois mars, des légères augmentations sont enregistrées dans les trois stations, la densité maximale de 900 cell/l est enregistrée

Chapitre III : Résultats et Discussion

au mois mars dans la station R07C. Ceci reflète des conditions défavorables, notamment des concentrations élevées en matières en suspension et en ortho-phosphates, ainsi qu'au pH légèrement alcalin. D'après **LASSUS (1988)**, du fait de leur possibilité de déplacement, les dinoflagellés peuvent utiliser les sels nutritifs dans la colonne d'eau même lorsque les concentrations sont faibles, cependant, en dépit de leur phototactisme positif, les péridiniens sont gênés par l'instabilité et le brassage.

L'inventaire floristique a mis en évidence des espèces néritiques telles que : *Cepratum sp.*, des espèces océaniques telles que les genres *Coscinodiscus* et des espèces opportunistes comme *Protoperidinium*. **Arfi et al. (1982)**.

La comparaison de la variation du nombre d'espèces qui concerne exclusivement les Diatomées et les Dinoflagellés dans notre étude, révèle des fluctuations importantes constatées par une plus grande diversité d'espèces chez les Dinoflagellés par rapport à celle des Diatomées sur toutes les stations.

- La profondeur dans la station R03L, du large est important et elle dépasse 216 m par rapport à la station R01L du large. La station R07C, est une station côtière présentant une faible profondeur ne dépassant pas 20 m.
- La vitesse du courant général des eaux atlantiques de Gibraltar vers l'Est reste généralement dans un ordre de grandeur de 0,5 à 1 m/s au large des côtes algériennes. Ce courant général crée dans la plupart des baies un contre-courant littoral vers l'Ouest (**Benzohra, 1993**).
- Les différentes conditions hydroclimatiques qui règnent sur et au-dessus d'un plateau continental ont de considérables effets sur l'écologie du milieu (température, richesse nutritive et production pélagique). En effet, l'évolution bioclimatique définie, reflète nettement les conditions dominantes imposées au dessus du plateau continental. En fonction des apports apportés à la mer (pluviométrie, température, vent...) et ceux remontés par la dynamique marine interne.

L'analyse de la richesse spécifique nous révèle que cet indice est d'autant plus petit, que le nombre d'espèces est faible et que quelques espèces dominant. C'est pourquoi l'œil est plus sensible à la notion de diversité spécifique (indice de Shannon-Weaver) qu'à la richesse

Chapitre III : Résultats et Discussion

spécifique. Dans notre étude, la richesse spécifique est plus élevée dans la station R01L (avec 19 espèces) ce qui explique la présence d'un écosystème plus stable.

- Les indices de Shannon et de Simpson Indice de Shannon dont les valeurs sont globalement supérieures à 3 sont considérés comme diversifiés (Station R01L). et l'observation d'un individu d'une espèce considérée comme rare a une faible probabilité et apporte plus d'information que l'observation d'un individu d'une espèce commune.
- Selon **Liyod et Ghelardi (1964)**, (**in Travers 1971**) l'équitabilité représente la possibilité qu'ont les individus de se répartir entre les différentes espèces, de telle façon que les espèces les plus rares tendent à être les plus communes et les plus communes à être les plus rares.
- L'Équitabilité vaut (0) quand un seul taxon domine et(1) quand tous les taxons ont la même abondance.
- Les peuplements phytoplanctoniques qui présentent des équitabilités très variables d'un mois, dépassant certaines fois la valeur de 0.8 qui est généralement considérée comme l'indice d'un peuplement équilibré. L'équitabilité minimale (0.70) est obtenue au mois de mars 2015, où une espèce *Ceratium sp* et *Protoperidium sp* sont nettement plus dominante. Cela est peut-être dû au fait que malgré la stabilité du milieu, les espèces bien qu'équilibrées entre elles sont malgré tout peu nombreuses.

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de contribuer à la description et à l'identification des communautés phytoplanctoniques observées sur le littoral algérien la côte Béni Saf durant le mois de mars 2015.

L'analyse des résultats obtenus à partir de l'étude faite sur le phytoplancton nous permet de conclure ce travail en quelques points essentiels :

L'étude de la communauté phytoplanctonique a montré la dominance des Dinoflagellés dans les différentes stations au cours du mois de mars.

Une densité cellulaire des Dinoflagellés supérieure à celles des Diatomées dans les 3 stations.

Une richesse spécifique Dinoflagellés supérieure à celle des Diatomées dans les 3 stations.

La présence des espèces toxiques phytoplanctoniques, malgré leurs raretés, incite les services concernés à prendre les dispositions nécessaires, car si les conditions favorables se réunissent, ces espèces peuvent induire des conséquences néfastes sur les écosystèmes pélagiques côtiers.

Les résultats obtenus lors de cette étude aideront à développer l'aquaculture avec la mise en valeur de nouveaux sites propices à l'activité aquacole en évitant les zones eutrophies à phytoplancton qui est considéré comme une conséquence de l'enrichissement excessif des eaux en sels nutritifs et en matières organiques « issus des rejets urbains et agricoles » (**Barth et Fegah, 1990**). De plus, il représente une menace, car il constitue le premier stade vers un état pathologique des milieux aquatiques (**Aubert et Aubert, 1986**), qui incluent : une turbidité élevée, une réduction de l'aspect esthétique « visuel et odeur, ainsi le risques de prolifération du phytoplancton toxique. Ceux-ci impliquent une perturbation puis un dysfonctionnement de l'écosystème (**Falconer, 1999**), ainsi que des pertes économiques et des risques sur la santé humaine et animal (**Lacaze, 1996**).

Enfin, ce travail constitue une contribution à la compréhension du fonctionnement des écosystèmes côtiers ; aussi, de sa composition phytoplanctonique.

BIBLIOGRAPHIE

- **A.N.A.T, 1996.** Agence national pour l'aménagement du territoire. Plan directeur d'aménagement en urbanisme (PDAU) groupement des communes Béni Saf, Sidi Safi, Emir Abdelkader, 11 7P.
- **Amblard C., 1987.** Les successions phytoplanctoniques en milieu lacustre. *Ann. Biol.* 26: 134.
- **Anneville, O., Kaiblinger, C., Tadonlélé, R.D., Druart, J.C. et Dokulil, M.T. 2008.** Contribution of Long-Term Monitoring to the European Water Framework Directive Implementation. Proceedings of Taal 2007: The 12th World Lake Conference. Sengupta, M. et Dalwani, R. (eds). pp 1122-1131.
- **Arfi R., Bouvy M., Cecchi P., Pagano M. et Thomas S., 1982.** Factors limiting phytoplankton productivity in 49 shallow reservoirs of North Côte d'Ivoire (West Africa). *Aquatic Ecosystem Health and Management Society.* 4: 123-138.
- **Aubert M. et Aubert J., 1986.** Eutrophisation et dystrophie en milieu marin. Phénomènes planctoniques and bactériens, *Revue. Int. Océanogr. Méd.* (83-84). 1-302.
- **Ba N., 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. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal). P: 10, 22.
- **Bafu B.F.U., 2007.** Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Kieselgen Stufe F (Flächendeckend).
- **Barth H. et Fegah L., 1990.** Eutrophisation related phenomena in the Adriatic sea in other Mediterranean coastal zones proceeding of a workshop held in Rome. 2830 May 1990, water pollution. *Research Rapport.* 16. C.E.C (EUR12978) : 1-255.
- **Behrenfeld, M. J., Randerson, J.T., McClain, C.R., Feldman, G.C., Los, S.O., Tucker, C.J., Falkowski, P.G., Field, C.B., Frouin, R., Esaias, W.E., Kolber, D.D**

et Pollack, N.H. 2001. Biospheric primary production during an ENSO transition. *Science*. 291: 2594–2597.

- **Bourrelly P., 1985.** Les algues bleues ou Cyanophycées, 5ème partie. Edition Boubée Paris. P : 297,303, 457-458,606.
- **Belkheir A. et Hadj Ali S.M., 1981.** Contribution à l'étude des mécanismes d'eutrophisation dans le lac de Tunisie : évolution des paramètres physicochimiques et biologiques. *Bull. Inst. Scient. Teck. Océanogr. pêche Salombo. Tunis*. P : 81-98.
- **Benzohra M. 1993.** Les structures hydrodynamiques le long des côtes algériennes. Dans : Circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes des pays du Maghreb, Rabat, 1992.
- **Blandin P., 1986.** Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bulletin d'écologie*, 17 : 215-307.
- **Blomqvist P., Pettersson A. et Hyenstrand P., 1994.** Ammonium-nitrogen: A key regulatory factor causing dominance of non-nitrogen –fixing Cyanobacteria in aquatic systems. *Arch. Hydrobiol.* **72**: 331-340.
- **Boudjenah M., 2012.** Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplanctoniques des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger .Mémoire de Magister de l'université de MOSTAGANEM 86p.
- **Bougis P. 1974a.** Ecologie du plancton marin. I - Le phytoplancton. Masson et Cie, Paris, 196 p.
- **Bougis P., 1974.** Ecologie du Plancton marins, Tome 1 : Le Phytoplancton. P: 38, 61, 81-84.
- **Bourrelly P., 1968.** Les algues d'eau douces. Algues jaunes et brunes. Edition Boubée et Cie. Paris. P : 438.

- **Bourelly P., 1966.** Les algues d'eau douces, Algues Vertes. Édition Boubée et Cie. Paris. P: 511.
- **Bourelly P., 1970.** Les algues d'eau douces. Algues bleues et rouges. Edition Boubée et Cie. Paris.
- **Bourelly P., 1985.** Les algues bleues ou Cyanophycées, 5^{ème} partie. Edition Boubée Paris. P: 297,303, 457-458,606.
- **Bourelly, P. 1985a.** Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique. Tome I: Les algues bleues et rouges. Les Euglénien, Périidiniens et Cryptomonadines. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.
- **Bourelly, P. 1985b.** Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique. Tome III: Les algues Vertes. Editions N. Boubée & Cie, Paris.
- **Boutiba Z. 1992.** Les mammifères marins d'Algérie. Statut, Répartition, Biologie et Ecologie. Thèse Doctoral. Etat : 575 p.
- **Carmichael W.W. et Falconer I.R., 1993.** Diseases related to freshwater blue-green algal toxins and control measures. *In*: Falconer I (edt) Algal toxins in sea food and drinking water. *Academic. Press.* London. P: 187.
- **Carrick H.J., Alfdige F.J. et Schelske C.I., 1993.** Wind influence phytoplankton biomass and composition in a shallow productive lake. *Limnol. Oceanogr*, **38**: 1179-92.
- **Champiat D. et Larpent J.P., 1994.** Biologie des eaux: Méthodes & Techniques, 2 tirages. P: 24, 37, 39.
- **Chaocachi B., Ben Hassine O.K. et Lemoalle J., 2002.** Impact du vent sur la transparence des eaux de la lagune de l'ICHKEUL .*Bull. Inst. Natu. Scien. Tech. Mer de Salammbö* .Vol. 29 .P: 87-93.

- **Chisholm, S.W. 1995.** The iron hypothesis: Basic research meets environmental policy. *Reviews of Geophysics*. 33: 95RG00743.
- **Coute A. et Chauveau O., 1994.** Algae. *Encyclopedia Biospeologica*. I éd. Société de Biopédologie. ISSN 0398 7973, 3ème trimestre : 371-380.
- **Colyer, C.L., Kinkade, C.S., Viskari, P.J. et Landers, J.P. 2005.** Analysis of cyanobacterial pigments and proteins by electrophoretic and chromatographic methods. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 382 : 559-569.
- **Collinoj., 1991.** *Ecologie et biologie marine: Introduction à l'halieutique*. Ed Masson, 298p.
- **Daly Yahia-Kéfi O., 1998.** Le phytoplancton de la baie de Tunis (Analyse systématique, quantitative et synécologique des Diatomées et des Dinoflagellés). Doc. Univ. Tunis II.P : 332.
- **De Casabianca M.L. et Kepel R.C.H., 1999.** Impact of dominant Wind on hydrological variables in a Mediterranean lagoon (Than Lagoon-France) *Oebalia*. Vol: XXV: 3-16.
- **Deltreil J.P., Feuillet M., Gras P., Marin J. et Marteil L., 1974.** Le milieu physicochimique. In : Maurin C., (Publ.). *Revue des travaux de l'institut des pêches maritimes*. 38 (3) : 227-282.
- **Demers S., Therriault T., Bourget E. et Bah A., 1987.** Resuspension in the shallow sub littoral zone of a macrotidal estuarine environment: Wind influence. *Limnol. Oceanogr.* 32: 327-39.
- **Des Abbayes H., Chadefaud M., Feldmann J., De Ferre Y., Gausson H., Grasse P.P. et Prévot A.R., 1978.** *Précis de botanique : 1 végétaux inférieurs*. 2 ème édit. Masson, paris. 302,303p.

- **Dillon P.J. et Rigler F.H., 1974.** The phosphorus chlorophyll relationship in lakes. *Limnology and oceanography* **19**: 767-773.
- **Ettl, H. 1978.** Xanthophyceae. Ettl, H., Gerloff, J. et Heynig, H. (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
- **Falconer I.R., 1999.** An overview of problems caused by toxic blue-green algae (cyanobacteria) in drinking and recreational water. *Environ.Toxicol.* **14** : 5-12.
- **Finkel Z V., 2001.** Light absorption and size scaling of light-limited metabolism in marine diatoms. *Limnol Oceanogr.* **46**: 86-94.
- **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 (Aix-Marseille II).P : 1,14.
- **Ganf, G.G., Heaney, S.I. and Corry. J., 1991.** Light absorption and pigment content in natural populations and cultures of a non-gas vacuolate cyanobacterium *Oscillatoria bourrellyi* (= *Tychomema bourrellyi*). *Journal of Plankton Research.* **13** : 1101-1121.
- **Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. 2 édits. Paris. P : 40-44.
- **Gayral P., 1975.** Les Algues : morphologie, cytologie, reproduction et écologie. Doin édit. Paris. P: 52,133-138.
- **Halim, Y. (1960).** *Alexandrium minutum*, n. gen. n. sp. dinoflagellé provoquant des "eaux rouges". *Vie et Milieu* **11**: 102-105.
- **Hansen G., Turquet J., Quod J.P., Ten Hage L., Lugomela C., Kyewalyanga M., Hurbungs M., Wawiye P., Ogongo B., Tunje S. et Rakotoarinjahary H.,**

2001. Potentially Harmful Microalgae of the Western Indian Ocean. Manuals and Guides 41. P: 5, 79.

- **Herrera-Silveira J.A. et Comin F. A., 1995.** Nutrient fluxes in a tropical coastal lagoon. *Ophelia*. **42**: 127-146.
- **Hurlbert S. H., 1971.** The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.
- **Hutchinson G.E., 1957.** A treatise on Limnology. Vol 1. Geography, Phsico and Chemistry. *John Wilcy and Sono*. Inc. New York. P: 1115.
- **Iltis A., 1980.** Les Algues 1. P: 55.
- **ICES, 1988.** French National Report on Algal Blooms for 1987. Report of the Working Group on Exceptional Algal Blooms.
- **John, D.M. 1994.** Alternation of generations in algae: its complexity, maintenance and evolution. *Biology Review*. 69: 275-291.
- **Kugrens, P. et Clay, B.L. 2003.** Cryptomonads. *Dans* : Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.
- **Kuiper-Goodman T., Falconer I.R. et Fitzgerald J., 1999.** Human Health aspects. *In*: Chorus I. Barttram J (eds) Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health, monitoring and management. WHO E & FN SPON. London. P : 113.
- **Lacaze J.C., 1996.** L'eutrophisation des eaux marines et continentales. Edition Ellipse, Paris. P: 191.
- **Lalami-talebr. ,1971.** Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. *Pelagos, Bull. Institut Oceanographie. Alger, 512p.*

- **Lassusp., 1988.** Planctontoxique et plancton d'eaux rouges sur les côtes européennes. *EdIfremer*, 105p.
- **Lemoalle J., 1983 b.** L'Oued Tinja : Observation en 1981-1982. *Rap. Doc. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbö*. **1**:3-12.
- **Lloyd, and R. J. Chelardi 1964.** A table for calculating the equitability component of species diversity. *J. Anim. Eco* **1**: 217-225.
- **Loyers., 2001.** Modélisation de la production phytoplanctonique dans la zone côtière atlantique en riche par les apports fluviaux. *Université de Paris VI*, 1-227.
- **Mann K.H. et Lazier J.R.N., 1966.** Dynamics of marine's ecosystems. Blackwell Science Inc. P: 394.
- **Millet B., 1989.** Fonctionnement hydrodynamique du bassin de Thau. Validation écologique d'un modèle numérique de circulation (Programme Echothau). *Oceanologica Acta*. **12 (1)** : 37- 46.
- **Millot C. 1985** – Some features of the Algerian current. *J. geophy. Res.*, **90 (C 4)**: 7169-7176.
- **Millot C. 1987.** Circulation in the western Mediterranean Sea. *Oceanog. Acta*. **10 (2)**: 144-149.
- **Millot, C. 1987.** The circulation of the levantine intermediate water in the Algerian basin. *Journal of geophysical research*, **92(C8)**: 8265-8276.
- **Nasri A.B., Bouaïcha N. et Fastner J., 2004.** First Report of a Microcystin-Containing Bloom of the Cyanobacteria *Microcystis spp* in Lake Oubeira, eastern Algeria. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **46**. 197-202.
- **Nezan E., Piclet G. et Grossel H., 1997.** Guide pratique du Réseau National de Surveillance du phytoplancton.

- **Ngansoumana B.A., 2006.** La communauté phytoplanctonique du lac de guiers (Sénégal): types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. *Thèse de Doctorat de 3e Cycle*. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 135p. novembre 2005, INOC. 29-30.
- **Ott, D.W. et Oldham-Ott, C.K. 2003.** Eustigmatophyte, Raphidophyte and Tribophyte Algae. *Dans : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification*. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.
- **Padisák, J., Borics, G., Grigorszky, I. et Soróczyki-Pinter, E. 2006.** Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive the assemblage index. *Hydrobiologia*. 553: 1-14.
- **Peperzak L., Colijn F., Koeman R., Gieskes W.W.C., Joordens J.C.A., 2003.** Phytoplankton sinking rates in the Rhine region of fresh water influence. *J. Plankton. Res.* **25**: 365-383.
- **Pick F.R. et Lean D.R.S., 1987.** The role of macronutrients (C.N.P) in controlling Cyanobacterial dominance in temperate lakes. *New. Zeal. Jour of Mari and Freshwate. Res.* Vol. **21**: 425-434.
- **Pierre J.F., 2001.** Bulletin de l'académie lorraine des sciences : catalogue des algues (du Nord –Est de la France et des régions attenantes 1959-2001). P : 45-46.
- **Rafiqul I.M., Jalal K.C.A. et Alam M.Z., 2005.** Environmental Factors for Optimization of *Spirulina* Biomass in Laboratory Culture. *Biotechnology* **4** (1): 19-22.
- **Ramade F., 1984.** Éléments d'écologie: écologie fondamentale. Édit Mc Graw-Hill. Paris. P: 61.
- **Reynolds C.S., 1998.** What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status. *Hudrobiologia*. **11** (26): 369-370.

- **Richardson K., Beardall J. et Raven J.A., 1983.** Adaptation of unicellular algae to irradiance: An analysis of strategies. *New Phytologist*. **93**:157-191.
- **Roger P.A., 1996.** Biology and Management of the Flood water Ecosystem in Rice fields. IRRI. Editor William H. Smith. P: 132.
- **Rosowski, J.R. 2003.** Photosynthetic Euglenoids. *Dans* : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.
- **Rossi N.2008** ; Ecologie des communautés planctoniques méditerranéennes et étude des métaux lourds (Cuivre, plomb, cadmium) dans différents compartiments de deux écosystèmes cotiers (Toulon, France). Tese de doctorat. Université du sud Toulon . Var 201 p.
- **Salsamo, N., Morabito, G., Buzzi, F., Garibaldi, L., Simona, M. et Mosello, R. 2006.** Phytoplankton as an indicator of the water quality of the deep lakes south of the Alps. *Hydrobiologia*. 563: 167-187.
- **Sakamoto M., 1966.** Primary production by phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth. *Archiv. für. Hydrobiologie*. **62** :1-28.
- **Schagerl, M. et Donabaum, K. 2003.** Patterns of major photosynthetic pigments in Freshwater algae. 1. Cyanoprokaryota, Rhodophyta and Cryptophyta. *Annales de Limnologie*.39 :35-47.
- **Sevrin –Reyssac J., La Noüe J. et Proulx D., 1995.** Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Lavoisier. Paris. P: 17.
- **Shapiro J., 1973.** Blue–green algae: Why they become dominant. *Science* **179**: 382-384.

- **Simboura N., Zenetos A., 2002.** Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Med. Mar. Sci.*, 3(2): 77-111.
- **Smayda T.J., 1997 a.** Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton bloom in the sea. *Limnol. Oceanogr.* **42** (5, Supp 2): 1137-1153.
- **Smith V.H., 1983.** Low nitrogen to phosphorus ratios favors dominance by blue-green algae in Lake Phytoplankton. *Science.* **221**: 669- 671.
- **Solheim, A.L. 2005.** Reference Conditions of European Lakes. Indicators and methods for the Water Framework Directive Assessment of Reference conditions. Version 5. REBECCA Working Group. 105 pp.
- **Sournia A., 1995.** Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean: an inquiry into biodiversity. *In*: Lassus P., Arzul G., Erard E., Gentien P. & Marcaillou-Le Baut C (eds). Harmful marine algal bloom. Lavoisier Publishing. Paris. P: 103-112.
- **Starmach, K. 1974.** Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae. Flora Slodkowodna Polski. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- **Stickney HL, Hood RR, Stoecker DK (2000).** The impact of mixotrophy on planktonic marine ecosystems. *Ecol. Model.*, 125 (2-3): 203-230.
- **Straub F., 1984.** Note algologique I : Observation de quelques Diatomées (*Bacillariophyceae*). *Extrait du Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences naturelles* 1. **107**: 5-9.
- **Straub F., Pokorni B., Miserez J.J. et Montandon P.E., 2004.** Note algologique III: Nuisances algales dans le Jura Suisse en 2003,2004. *Bulletin de la Société Neuchâteloise des sciences naturelles.* **127** : 57-67.

Bibliographie

- **Stumm W. et Morgan J.J., 1996.** Aquatic Chemistry: Chemical equilibrium and rates in natural Waters. *Wiley. Inter. Science. Publication. Third edition.* P: 1024.
- **Taupier-Letage & millot, 1988.** Surface circulation in the Algerian Basin DURING 1984. *Oceanologica acta*, n°5P: 79-85.
- **Tolomio C., Moschin E., Moro I. et Andreoli C., 1999.** Phytoplankton de la lagune de Venise I. Bassins Nord et Sud (Avril 1988-Mars 1989). *Vie et Milieu* **47** (7) : 33-44.
- **Travers M., 1971.** Diversité du microplancton du Golf de Marseille. Station Marine d'Endoume et Centre d'Océanographie, Marseille, France : 308-343.
- **Trégouboff G. et Rose M., 1978.** Manuel de Planctologie Méditerranéenne. Tome 1. CNRS, P: 128.
- **Turner P.C., Gamie A.J., Hallinrake K. et Codd G.A., 1990.** Pneumonia associated with contact with Cyanobacteria. *BMJ* **300**: 1440-1441.
- **UNESCO, 1996.** Design and Implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems. IOC Technical series N° 44 (English only).
- **Utermöhl H. 1958.** Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* **9**: 1-38.
- **Wetzel R.G. et Likens G. E., 2001.** *Limnological Analyses*, 3rd edition. Springer-Verlag. P: 429.
- **Zeghdoudi E. 2006.** Modélisation bioéconomique des pêcheries méditerranéennes. Application aux petits pélagiques de la baie de Bouismail.

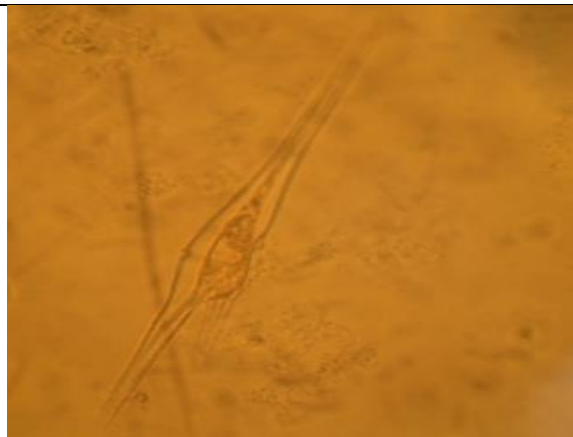
ANNEXES

Annexe 1 : Tableau des taxa identifiés

Groupes	Genres	Especies
Dinoflagellées	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium furca</i>
		<i>Ceratium horridum</i>
		<i>Ceratium fusus</i>
		<i>Ceratium teres</i>
		<i>Ceratium pentagonum</i>
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium microreticulatum</i>
	<i>Pyrophacus</i>	<i>Pyrophacus horologicum</i>
	<i>Noctiluca</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum panamensis</i>
		<i>Prorocentrum minimum</i>
		<i>Prorocentrum rolundalum</i>
		<i>Prorocentrum triestinum</i>
		<i>Prorocentrum mexicanum</i>
		<i>Prorocentrum micans</i>
		<i>Prorocentrum norrisianum</i>
<i>Prorocentrum ehrenberg</i>		
<i>Archaeoperidinium</i>	<i>Archaeoperidinium saanichi</i>	
<i>Dissodinium</i>	<i>Dissodinium pseudocalani</i>	

	<i>Protoperidinium</i>	<i>Protoperidinium sp</i>
		<i>Protoperidinium spp.</i>
	<i>Cochlodinium</i>	<i>Cochlodinium fulvescens</i>
		<i>Alixandrium sp</i>
	<i>Mesodinium</i>	<i>Mesodinium rubun</i>
	<i>Phalacroma</i>	<i>Phalacroma rotundata</i>
	<i>Impagidinium</i>	<i>Impagidinium plicatum</i>
	<i>Thalassionema</i>	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
	<i>Goniochloris</i>	<i>Goniochloris mutica</i>
	<i>Nematosphaeropsis</i>	<i>Nematosphaeropsis labyrinthus</i>
	<i>Acumunata</i>	<i>Acumunata sp</i>
Diatomées	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Coscinodiscus sp</i>
	<i>Minidiscus</i>	<i>Minidiscus trioculatus</i>
	<i>Protoplast</i>	<i>Protoplast sp</i>
	<i>Mesoporos</i>	<i>Mesoporos perforatus</i>
	<i>Gonyaulax</i>	<i>Gonyaulax sp</i>
	<i>Scripsella</i>	<i>Scripsella sp</i>
	<i>Schalenansicht</i>	<i>Schalenansicht sp</i>
	<i>Biddulphia</i>	<i>Biddulphia alternans</i>
		<i>Biddulphia vesiculosa</i>
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
	<i>Oodinium</i>	<i>Oodinium pouchetii</i>
	<i>Schalenan</i>	<i>Schalenan sicht</i>
	<i>Teilungsstadium</i>	<i>Teilungsstadium sp</i>
	<i>Scripsiella</i>	<i>Scripsiella trochoida</i>
Coccolithophorideae	<i>Coccolithophorideae sp</i>	

Annexe 2 : Tableau de quelque taxa identifiés



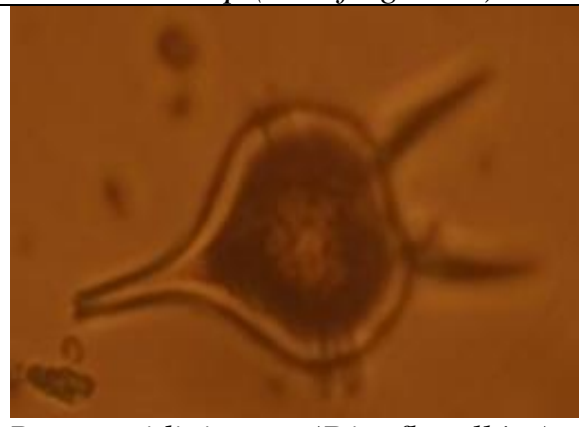
Ceratium furca (Dinoflagellées)



Alixandrium sp (Dinoflagellées)



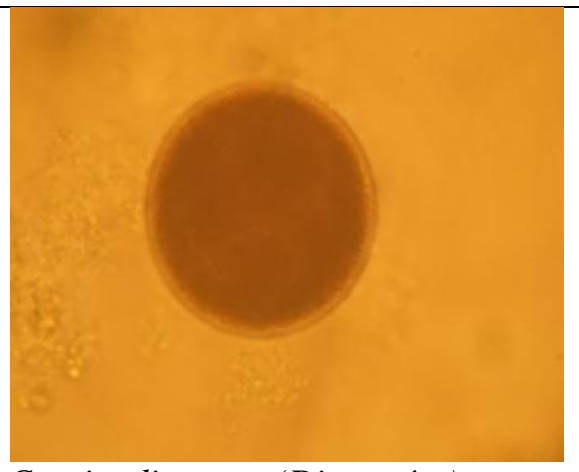
Ceratium horridum (Dinoflagellées)



Protoperidinium sp (Dinoflagellées)



Scripsiella trochoidea (Diatomées)



Coscinodiscus sp (Diatomées)

Annexe 3 : Les indices (H', Hmax, E) dans les trois stations.

		Mars
Station 1	H' Hmax E S	4,201 4,247 0,989 19
Station 2	H' Hmax E S	3,404 4,171 0,816 18
Station 3	H' Hmax E S	2,831 4,004 0,707 16

Annexe 4: récapitulatif de tous les indices de diversité

Les indices	Station 1	Station 2	Station 3
Richesse spécifique	21	67	266
Indice de Shannon	4,201	3,404	2,891
Indice de Simson	0,009	0,319	0,170
Equitabilité	0,989	0,816	0,722
Abondance	100	100	100
Densité moyenne de toutes les espèces phyto= Nbre de cell/ml	210	670	2660
Taux de chlorophylle	0,272	0,268	0,279