

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



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

**OPTION : AQUACULTURE**

**Thème :**

**Dynamique et diversité du phytoplancton de la  
Côte algérienne**

Réalisé par :

-M<sup>elle</sup> NEFRAOUI Hadjira

-M<sup>elle</sup> TABI Nour El Yasmine

Soutenu le 21/09/2015 Devant les jurys suivants :

-M. DJEGHRI B	Professeur (ENSSMAL)	Présidente
-M. LOURGUIOUI H	Maitre-Assistant (ENSSMAL)	Examineur
-M. BOUDJNAH M	Attaché de recherche (CNRDPA)	Examineur
-M <sup>elle</sup> . MOKRANE Z	Attachée de recherche (CNRDPA)	Promotrice

Promotion : 2015



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



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

**OPTION : AQUACULTURE**

**Thème :**

**Dynamique et diversité du phytoplancton de la  
Côte algérienne**

Réalisé par :

-M<sup>elle</sup> NEFRAOUI Hadjira

-M<sup>elle</sup> TABI Nour El Yasmine

Soutenu le 21/09/2015 Devant les jurys suivants :

-M. DJEGHRI B	Professeur (ENSSMAL)	Présidente
-M. LOURGUIOUI H	Maitre-Assistant (ENSSMAL)	Examineur
-M. BOUDJNAH M	Attaché de recherche (CNRDPA)	Examineur
-M <sup>elle</sup> . MOKRANE Z	Attachée de recherche (CNRDPA)	Promotrice

Promotion : 2015

## **Remerciement**

On dit souvent que le trajet est aussi important que la destination. Les scinquies années d'étude nous a permis de bien comprendre la signification de cette phrase tout simple. Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

En terminant notre mémoire de fin d'études, il nous est agréable d'adresser nos vifs remerciements à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à élaborer cet ouvrage.

Nous remercions en particulier notre promotrice **Melle MOKRANE Z**, chercheuse au niveau du **CNRDPA** en acceptant d'encadrer ce travail. Pour sa patience, ses avis, ses conversations, son soutien et sa confiance.

Nous tenant à remercions les membres de jury d'avoir accepté d'y participer **Mr BOUDJNAH M** et **LOURGUIOUI H** en tant qu'examineurs.

De même, nous remercions le directeur du centre CNRDPA (Centre National de Recherche et Développement de Pêche et d'Aquaculture) **M. KACHER M** et le directeur du centre Conchylicole **Mr BOUDJNAH**, avec leurs personnels, qui nous ont autorisés et facilités notre travail, d'une manière ou d'une autre, durant toute la période de notre stage.

Des remerciements adressés **Melle BELKACEM Yasmina** pour ses multiples conseils leur aide sans faille et aussi nous tenant à remercier tous nos collègues d'étude, particulièrement notre promotion.

## *Dédicace*

*A mes très chers parents, **NEFRAOUI Cherif** et **SENOUSSAOUI Houria** qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donnée un magnifique modèle de labeur et de persévérance, qui m'ont élevé et inculqué le sens de la responsabilité, de l'honneur et du respect pour les autres. Que Dieu nous aide à aller au-delà de vos espérances sur notre personne ; j'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour*

*A mes sœurs **Nora, Amina** et **Imene** et mes deux frères **Brahim** et **Nedjmo** pour leurs gentillesse et leurs soutien sans faille ;*

*A toute Ma famille*

*Mercie beaucoup **Mr hamza** pour tes encouragements*

*A tous mes amis d'enfance avec qui nous avons passé les belles expériences de la vie enfantine.*

*A toutes mes amis que j'ai passés les plus beaux 5 ans avec eux  
**Nora, khadjja, Narimen, Razika***

*Enfin je dédie ce travail à tous mes amis que je n'ai pas cités et à tous ceux qui me connaissent*

## *Dédicace*

*Ma mère **MECHETi Najia**, pour son appui, sa constance dans le soutien et ses conseils et ses encouragements qui m'ont aidé d'aller jusqu'au bout de ce travail*

*A ma sœur **Ouissam** et mes deux frères **Abdo** et **Samy***

*Je vaudrais dire toute mon affection pour mon futur mari **Karim** et ces parents v **Mr Ibrahim Guebailia** & **Mme Dalila***

*Je ne saurai terminer sans citer mes amies qu'ils trouvent à travers ce travail ma sincère reconnaissance particulièrement **Imene**, **Ahlem**, **Mamiche** et **Nadjo***

## Liste des figures

### Chapitre I

- Figure 01:**Schéma récapitulant les différents contrôles exercés sur le phytoplancton (Madi.P, 2013) 24
- Figure 02:**La pyramide alimentaire marine. ( Molly P, Noury A, 2013). 27
- Figure 03:**Les espèces productrices des phycotoxines PSP. 30
- Figure 04:***Pseudonitzschia pungens*. 30
- Figure 05:**Les espèces productrices des phycotoxines DSP. 31

### Chapitre II

- Figure 01:**Localisation de la cote Algérienne au sein du bassin méditerranéen. (Turki, 2013). 37
- Figure 02 :** Circulation de la MAW et de la MIW (Millot, 1999). 39

### Chapitre III

- Figure 01 :** Matériels de prélèvement et de mesure. (CNRDPA, 2015). 42
- Figure 02 :** Localisation des stations de prélèvement. 44
- Figure 03:**Sédimentation des échantillons à l'aide des chambres d'Uthermôhl. 46
- Figure 04:**Microscope inversé de type OPTIKA B 500. 47
- Figure 05:** Schéma montrant les stades de succession écologique. (Frontier, 1976) 52

### Chapitre VI

- Figure 01:**Evolution spatiale de la fréquence des groupes phytoplanctonique dans la région Est. 63
- Figure 02 :** Evolution spatiale de la fréquence des groupes phytoplanctonique dans la région Centre. 64
- Figure 03 :**Evolution spatiale de la fréquence des groupes phytoplanctonique dans la région Ouest. 64
- Figure 04 :**L'abondance relative des groupes phytoplanctonique au niveau des wilayas de l'Est. 65

<b>Figure 05:</b> L'abondance relative des groupes phytoplanctoniques au niveau de différentes wilayas du Centre.	66
<b>Figure 06:</b> L'abondance relative des groupes phytoplanctoniques au niveau de différentes wilayas Ouest.	66
<b>Figure 07 :</b> Variation des densités cellulaires par groupes phytoplanctonique dans les wilayas de l'Est.	68
<b>Figure 08:</b> Variation des densités cellulaires par groupes phytoplanctonique dans les wilayas du Centre.	69
<b>Figure 09:</b> Variation spatiale des groupes phytoplanctoniques dans les wilayas d'Ouest.	70
<b>Figure 10:</b> La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya d'El-Taref.	71
<b>Figure 11 :</b> La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya d'Annaba.	71
<b>Figure 12 :</b> La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Skikda.	72
<b>Figure 13:</b> La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Jijel.	73
<b>Figures 14 :</b> La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Bejaïa.	73
<b>Figures 15:</b> La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Tizi-Ouzou	74
<b>Figures 16 :</b> La densité cellulaire des genres de Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Boumerdès.	75
<b>Figures 17 :</b> La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Tipaza.	75
<b>Figures 18 :</b> La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya d'Ain-Temouchent.	76
<b>Figures 19 :</b> La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées	77

dans la wilaya de Mostaganem.

**Figures 20:** La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées 77

dans la wilaya de Tlemcen.

**Figure 21 :** Evolution de l'indice de Shannon et d'équitabilité au niveau de la côte algérienne. 78

**Figure 22 :**Diagramme rangs-Fréquence des trois secteurs (Est, Centre et ouest). 80

**Figure 23 :**Diagramme rangs-Fréquence de bassin algérien. 80

**Figure 24:** Climatologie estivale de la température de surface à partir d'image satellites. 84

**Figure 25:** Répartition spatiale des espèces phytoplanctoniques. 85

## Liste des tableaux

### Chapitre I

**Tableau 01** : les différents types d'intoxication dus à l'ingestion de toxines marines 33

### Chapitre III

**Tableau 01** : variation de la température et salinité dans les différentes stations. 43

### Chapitre IV

**Tableau 01** : les différents genres rencontrés et leurs classifications. 58

**Tableau 02** : les valeurs de l'indice de Simpson dans chaque wilaya. 78

**Tableau 03** : les genres nuisible et/ou toxiques les plus fréquents. 81

**Tableau 04** : valeurs de l'abondance dans différentes région de la côte algérienne. 90

### Annexe

**Tableau 01** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya d'El Taref.

**Tableau 02** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya d'Annaba.

**Tableau 03** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Skikda.

**Tableau 04** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Bejaia.

**Tableau 05** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Jijel.

**Tableau 06** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Tizi-Ouzou.

**Tableau 07** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Tipaza.

**Tableau 08** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Boumerdés.

**Tableau 09** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Tlemcen.

**Tableau 10** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Mostaganem.

**Tableau 11** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya Ain-Temouchent.

## Liste des planches

**PLANCHE I:** Espèces de diatomées identifiées et observées au microscope optique 61  
au grossissement 40X.

**PLANCHE II :** Espèces de diatomées identifiées et observées au microscope optique 62  
au grossissement 40X.

## Liste des Abréviations

AEE : Agence Européenne pour l'Environnement.

Cell/l : cellule /litre.

Cm : Centimètre.

J : jour.

LEM : Laboratoire des Etudes Maritimes.

ONM : Office Nationale de Météorologie.

INRA : Centre Alpin de Recherche sur les réseaux trophiques des écosystèmes  
limniques.

# TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures

Liste des tableaux

## Introduction

<b>Chapitre I : Peuplement phytoplanctonique.....</b>	<b>19</b>
<b>I.1. Généralité.....</b>	<b>19</b>
I.1.1. Le plancton	
I.1.2. Le zooplancton	
I.1.3. Le phytoplancton	
<b>I.2 Phylogénie de phytoplancton.....</b>	<b>20</b>
<b>I.3. Diversité éco physiologique et spécifique des micro-algues.....</b>	<b>20</b>
I.3.1. Diversité écophysiological	
I.3.2. Diversité spécifique	
I.3.2.1. Les critères de classification	
a) Cas des algues vraies	
b) Cas des cyanobactéries	
I.3.2.2. Organisation phytoplanctonique	
<b>I.4. Biologie du phytoplancton.....</b>	<b>23</b>
I.4.1. Composition biochimique	
I.4.2. Croissance	
<b>I.5. Distribution spatiale du phytoplancton.....</b>	<b>23</b>
<b>I.6. Bilan des différents contrôles exercés sur le phytoplancton.....</b>	<b>24</b>
<b>I.7. Les principales étapes du cycle annuel phytoplanctonique.....</b>	<b>24</b>
<b>I.8. Impact des facteurs environnementaux sur la dynamique phytoplanctonique</b>	<b>25</b>
<b>I.9. Le rôle primordial du phytoplancton.....</b>	<b>25</b>
I.9.1- Le phytoplancton, acteur de la photosynthèse	
a) Production nouvelle	
b) Production régénérée	

I.9.2. Le rôle fonctionnel des producteurs primaire dans les écosystèmes marins	
I.9.3. Le phytoplancton dans la chaîne alimentaire	
I.9.4. Le phytoplancton est un bio-indicateur idéal	
I.9.5. Autres rôles	
<b>I.10. Phycotoxines et sécurité sanitaire</b>	<b>29</b>
I.10.1. Les Phycotoxines hydrosolubles	
I.10.1.1. Les Phycotoxines paralytiques «PSP»	
I.10.1.2. Les Phycotoxines amnésiques «ASP»	
I.10.2. Les Phycotoxines lipophiles	
I.10.2.1. Les Phycotoxines diarrhéique «DSP»	
I.10.2.2. Les toxines a cycle imine diarrhéique	
I.10.3. Classifications selon les symptômes	
<b>I.11. Impact sur l'écosystème et les organismes marins</b>	<b>34</b>
<b>Chapitre II : Etat des connaissances sur les côtes Algériennes</b>	
<b>II.1. Généralité sur la mer méditerranée</b>	<b>36</b>
<b>II.2. Le bassin algérien</b>	<b>37</b>
II.2.1. Situation géographique	
II.2.2. Les caractéristiques générales du littoral Algérien	
II.2.3. Les conditions climatiques	
II.2.4 Hydrodynamisme	
<b>Chapitre III : Matériels et méthodes</b>	
<b>III.1. Protocoles et étapes suivies</b>	<b>40</b>
III.1.1. Campagne de prélèvement	
III.2.1. Prélèvement et méthodes d'analyses du phytoplancton	
III.2.1. 1 Mesures hydrologiques	
III.2.1.2. Prélèvement et traitement du phytoplancton	
III.2.1.3. Fixation et conservation	
III.2.1.4. Sédimentation des échantillons	
III.2.1.5. Observation et identification des espèces	
III.2.1.6. Le comptage des cellules phytoplanctoniques	

<b>III.3. Méthodes et paramètres d'analyses utilisées.....</b>	<b>48</b>
III.3.1. Densités et abondance cellulaires .....	48
➤ Fréquence relative	
➤ Densité (Dn)	
➤ Abondance relative	
III.3.2. Diversité et structure du peuplement phytoplanctonique.....	49
➤ Richesse spécifique	
➤ Indices de diversité	
Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Pielou (J')	
Indice d' équitabilité ou régularit	
Indice de diversité de Simpson	
III.3.3. Diagrammes rangs-fréquences.....	51
III.3.4. Cartographie .....	51
<b>Chapitre IV. Résultats et Discussion</b>	
<b>IV.1. Composition taxinomique du phytoplancton dans la cote algérienne.....</b>	<b>55</b>
IV.1.1. Les Dinoflagellés .....	56
IV.1.2. Les Diatomées .....	56
IV.1.3. Les Chlorophycées .....	57
IV.1.4. Les Euglènes.....	57
IV.1.5. les Coccolithophoridés.....	57
<b>IV.2. Distribution spatiale des populations phytoplanctoniques.....</b>	<b>63</b>
IV.2.1 fréquence des groupes phytoplanctoniques .....	63
IV.2.2 Abondance relative des groupes phytoplanctoniques.....	65
IV.2.3. Variation des groupes phytoplanctoniques par wilaya (Densités cellulaires).....	67
IV.2.4. Variation des principaux genres par wilaya.....	67
<b>IV.3. Indice de diversité .....</b>	<b>78</b>
IV.3.1.Indice de Shannon, indice de Simpson et Indice d'Equitabilité « E » .....	78
<b>IV.4. Diagramme rang-fréquence .....</b>	<b>81</b>
<b>IV.5. Espèces et genres potentiellement nocives rencontrés .....</b>	<b>85</b>

**IV.6. Répartition géographique des résultats .....83**  
    a) Température et salinité.....83  
    b) b) Productivité phytoplanctonique.....86  
**Discussion.....86**  
**CONCLUSION**  
**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE**  
**ANNEXES**

« Entre les murs de cristal des grands ciels, chacun de nous est apparemment libre. Et tout au long de son existence, mêlé à la nature, enveloppé de pluies, de vent ou d'air léger, tendu de passionnés efforts, vibrant d'ensoleillés plaisirs ou mordu de douleur, chacun de nous avance sans parvenir à comprendre, et pour lui-même il est sa propre énigme. »

l'homme

Anita CONTI, L'Océan, les bêtes et



## 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. Dans ces eaux marines le phytoplancton constitue la base de la chaîne trophique. Donc la découverte du plancton est l'un des événements majeurs de l'océanographie moderne qui s'étale sur une tentative d'année et qui résulte de la créativité d'une pléthore d'équipe.

Les zones côtières constituent des espaces d'interface entre l'océan, la terre et l'atmosphère. Ces zones sont très productives bien qu'elles ne représentent qu'une faible surface (7% de la surface océanique). En effet, elles contribuent entre 14 et 30% de la production primaire des océans (Mantoura et *al.*, 1991). La colonne d'eau s'y caractérise par une faible profondeur de la couche euphotique et la régénération des nutriments à partir du fond. Cependant, la biomasse photosynthétique y est relativement faible comparée à la biomasse terrestre. Cela est dû à la petite taille des organismes autotrophes qui constituent le phytoplancton et représentent une véritable pompe biologique 'CO<sub>2</sub>' (Longhurst et Harrison, 1989 in Guiselin, 2010)

L'observation et le comptage au microscope attirent l'attention des biologistes marins dès le début du xx siècle sur l'existence parfois même sur l'abondance de phytoplancton de très petite taille. Ce qui conduit à les ranger en fonction de leurs dimensions. La composition spécifique des communautés phytoplanctonique, l'abondance relative des différentes espèces, ainsi la dominance d'une population par rapport à une autre sont autant de traits et de phénomène en constante évolution qui caractérisent les successions phytoplanctoniques. (Smayda, 1980 in Gailhard, 2003).

Suivant cette conception 'méthode uthermôhl', la dynamique des populations phytoplanctoniques est examinée à travers la réponse globale de la communauté aux variations environnementales, à l'aide de variable synthétique telle que la biomasse phytoplanctonique

totale. Cette « holistique » est essentielle pour comprendre le rôle des producteurs autotrophes dans le fonctionnement de l'écosystème pélagique, et plus particulièrement l'influence de l'activité biologique, en effet les communautés phytoplanctoniques sont constituées d'assemblages d'espèces concurrentes, présentant des caractéristiques biologiques (taille, forme), et physiologiques mode de nutrition, taux de croissance différentes. (Smayda 1997a)

La relation entre la biodiversité phytoplanctonique et le fonctionnement des écosystèmes est une question écologique fondamentale : pour comprendre la structure et le fonctionnement d'un écosystème aquacole, il est indispensable de connaître les différents éléments qui le composent, la distribution des organismes dans le temps et dans l'espace. (Mokrane et Harkati, 2006)

Le présent travail s'inscrit dans une démarche de détermination de la structure de la communauté phytoplanctonique de quelque site de la côte algérienne. Le but principale de cette étude est de faire une évaluation quantitative et qualitative afin d'explorer la diversité de la communauté phytoplanctonique, ce qui nous permettra de statuer les capacités productives des sites et en parallèle d'apporter quelque élément d'observation pour la surveillance du milieu marin dans les cotes algérienne.

# CHAPITRE I

## Peuplement phytoplanctonique

## **Chapitre I : Peuplement phytoplanctoniques**

### **I.1. Généralité**

#### **I.1.1. Le plancton**

Étymologie : Le mot « *plancton* » vient du grec *plancton* qui signifie errer.

Définition : Il désigne l'ensemble des végétaux et animaux aquatiques, microscopiques ou de petite taille qui dérivent au gré des courants, se déplaçant en mouvements limités dans la masse d'eau, car ils sont incapables de contre le courant. On distingue évidemment une fraction animale « le zooplancton » et une fraction végétale « le phytoplancton ». (Mollo & Noury., 2013)

#### **I.1.2. Le zooplancton**

Étymologie : Du grec *zoo* être vivant animal.

Définition : Le zooplancton est un ensemble d'organismes animaux incapables de lutter contre les courants d'eau. Les groupes dominants dans les écosystèmes aquatiques sont les rotifères, les cladocères et les copépodes (Bougie, 1974). Le zooplancton tient une place clé dans les réseaux trophiques des écosystèmes marins, puisqu'il fait le lien entre les producteurs primaires et les consommateurs secondaires. (Ristori S, 2002 in Amri S. 2008)

#### **I.1.3. Le phytoplancton**

Étymologie : Du grec *phyton* : plante et *planktos* errant.

Définition : Le phytoplancton représente la partie végétale du plancton regroupant principalement les organismes chlorophylliens (alevin, 2005), il est constitué d'un ensemble hétérogène de micro-algue unicellulaire pouvant être solitaires ou groupées en colonies (Stickney et al., 2000) flottant librement (Prescott et al., 1995).

Du point de vue taille, le phytoplancton appartient à la fois au picoplancton (0.6-2µm) ainsi qu'au nanoplancton (2-20µm) et au microplancton (20-200µm), et plus rarement au mesoplancton (0.2-20mm) (Uitz, 2006).

### **I.2 Phylogénie de phytoplancton**

Le phytoplancton regroupe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytologique essentiellement par la présence d'un noyau dans la cellule (eucaryote) qui sont les cyanobactéries ou une cellule dépourvue d'un noyau cellulaire (procaryote) qui regroupe tous les autres groupes phytoplanctoniques (Prescott et *al.*, 2003). Actuellement, la phylogénie est en pleine évolution, grâce notamment aux avancées en biologie moléculaire (Rodriguez et *al.*, 2006).

### **I.3. Diversité éco physiologique et spécifique des micro-algues**

#### **I.3.1. Diversité écophysiological**

Les conséquences écophysiological associées à la richesse spécifique des populations phytoplanctoniques sont nombreuses. Les différentes espèces ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu, en particulier la turbulence (Gailhard, 2003).

Leurs taux de croissance, ainsi que leur dépendance vis-à-vis des nutriments, sont également variables. En outre, afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives, telles que :

- Les différents mécanismes favorisant leur mobilité, et leur migration vers des zones riches en nutriments, en lumière (phototaxisme, migration verticale, nage, agrégation).
- Le mode de nutrition mixotrophe ;
- La compétition interspécifique par production de substances allélochimiques ;
- Les mécanismes de défense contre la prédation (allélopathie) (Groga, 2012).

#### **I.3.2. Diversité spécifique**

##### **I.3.2.1. Les critères de classification**

Selon les algues vraies ou la cyanobactérie, les clés permettant la distinction du phytoplancton peuvent être résumées comme suit :

##### **a) Cas des algues vraies**

Selon la systématique des algues vraies les critères de classification proposés par (Bourelly, 1985) sont :

- La nature chimique des chlorophylles, des autres pigments et des autres réserves.
- La cytologie du noyau et de l'appareil flagellaire.
- Les critères cytologiques.

- Le mode de reproduction et la complexité structurelle.
- Les caractères morphologiques.

#### **b) Cas des cyanobactéries**

Dans la systématique des cyanobactéries, les critères morphologiques représentent les clés de la classification, dont ceux 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.

#### **I.3.2.2. Organisation phytoplanctoniques**

Le phytoplancton comprend des milliers d'espèces qui se répartissent en plusieurs groupes :

- **Les cyanobactéries :** Organismes procaryotes, regroupant plus de 110 genres et environ 1000 espèces dulçaquicoles (Bourelly, 1985a).
- **Les chlorophycées :** Forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 sous-classes : « les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophytes ». Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (John, 1994 in Boudjenah, 2012).
- **Les xanthophycées :** Regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces dulçaquicoles (Ettl, 1978 in Boudjenah, 2012), elles vivent à l'état unicellulaire coloniale.
- **Les Chrysophycées :** Ce sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique (Wetzel et al, 2001 in Grogan, 2012) la plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie.

- **Les Diatomées (Bacillariophycées) :** Engloberaient plus de 100 000 espèces et on estime que près de 15 000 ont été identifiées. C'est l'un des groupes les plus importants du phytoplancton, leur caractéristique principale est la présence d'une paroi siliceuse appelée fruste (Germain, 1981 in Boudjenah, 2012).
- **Les Cryptophycées (Dinophycées) :** Sont unicellulaires, mobiles par la présence de deux flagelles (un plus long que l'autre) et dépourvues de paroi cellulaire (Kugrens et Clay., 2003 in Boudjenah, 2012).
- **Les Dinoflagellés :** Regroupent environ 300 espèces et sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles (Bourelly, 1985 in Boudjenah, 2012).
- **Les Coccolithophoridés:** Ces Algues possèdent une membrane cellulaire couverte des petits éléments calcaire appelés coccolithes, dont la forme est propre à chaque espèce. Leur taille varie de 1 à 30  $\mu\text{m}$  (Pierre Mollo et Maurice, 1901).
- **Les Euglènes :** 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 (Carty et *al.*, 2003 in Boudjenah, 2012).

## **I.4. Biologie du phytoplancton**

### **I.4.1. Composition biochimique**

Les micro-algues présentent une source importante de vitamines essentielles : B1, B6, B12, C, E et K1. Elles possèdent aussi un large panel de pigments, fluorescents ou non, pouvant aussi avoir un rôle d'antioxydants au sein de leurs cellules. Le contenu élevé en protéines, peptides et acides aminés (entre 12 et 65% de matière sèche), plus la capacité d'accumuler de

plus de 50% de leur poids sec en lipides plusieurs espèces de micro-algues est une des principales raisons pour laquelle on peut les considérer comme une source non conventionnelle de protéines dans l'alimentation humaine et animale (Person et *al.*, 2011).

#### **I.4.2. Croissance**

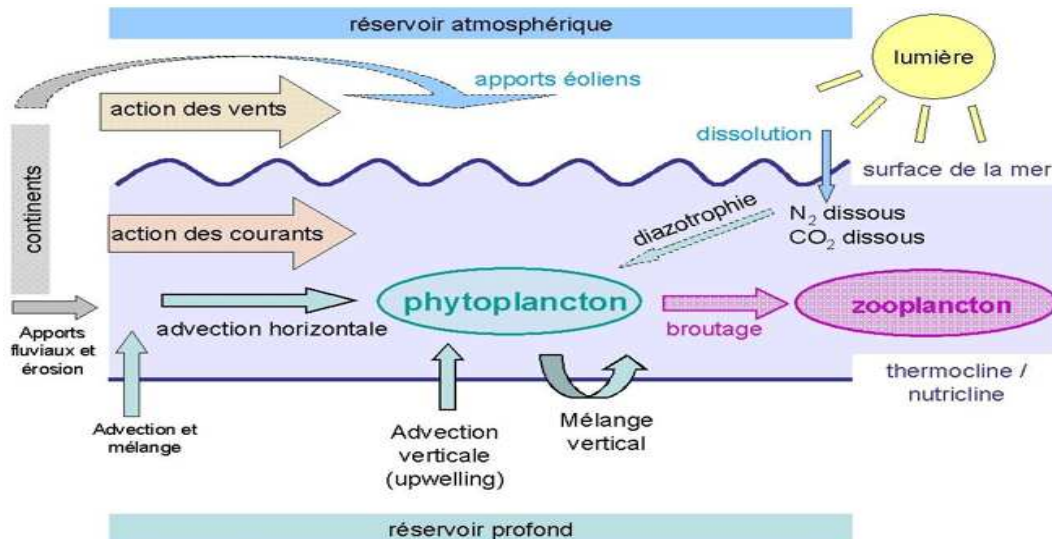
Plusieurs espèces de micro-algues sont capables de passer d'une croissance photo autotrophe (grâce à la lumière qui fournit l'énergie pour convertir le CO<sub>2</sub> en chaînes carbonées) à une croissance hétérotrophe (sans lumière) utilisant le glucose ou d'autres substrats carbonés utilisables pour le métabolisme du carbone et de l'énergie. Certaines algues peuvent également se développer par mixotrophie en combinant les deux modes (Person et *al.*, 2011).

#### **I.5. Distribution spatiale du phytoplancton**

La répartition horizontale du phytoplancton de manière non homogène (Patchiness) entraîne des différences majeures dans les assemblages en milieu marin ou d'eau douce. Cette distribution peut-être due aux variations des conditions physiques et chimiques en lien avec les systèmes de courants majeurs. La vitesse du courant est elle-même dépendante de la vitesse du vent et par conséquent, les différences dans les assemblages sur le plan horizontal peuvent perdurer tant que le vent influe. De plus, le vent en fluctuant en intensité et en direction, il provoque de nouveaux schémas de distribution qui se superposent aux anciens. Ainsi, aucun organisme individuel n'adopte une position permanente et chaque individu est susceptible de se faire transporter (Padisák et *al.*, 2004 in Rolland, 2012).

#### **I.6. Bilan des différents contrôles exercés sur le phytoplancton**

Le phytoplancton se développe grâce à l'énergie solaire. Lorsque les eaux de surface sont exposées à la lumière, la prolifération de ces êtres devient alors visible de l'espace. Ce phénomène peut couvrir une très large partie des océans. Ce plancton représente une source de nourriture pour des nombreuses espèces, dont certaines en dépendent pour vivre. Le plancton qui n'a pas été avalé, s'en retourne dans les profondeurs abyssales emporte avec lui le carbone et les minéraux, qu'il a ingéré jusqu'au fond ou il restera des millions d'années (Figure 1).



**Figure 1:** Schéma récapitulant les différents contrôles exercés sur le phytoplancton, en amont (flèche dirigées vers le phytoplancton et en aval flèche de broutage). (Madi et *al.*, 2009)

### I.7. Les principales étapes du cycle annuel phytoplanctonique

D'une manière générale, les principales étapes du cycle annuel phytoplanctoniques, correspondent aux rythmes saisonniers. La saison hivernale peut être prise comme point de départ. A ce moment, le phytoplancton est dans une phase pauvre, espèces et individus sont relativement peu nombreux.

Dès le début du printemps on peut assister à une augmentation significative du phytoplancton, d'abord par un accroissement du nombre des espèces et des individus.

Les fortes teneurs en sels nutritifs (azotés, phosphore, etc...). À cette époque, ainsi que l'accroissement concomitant des températures, des salinités et de l'ensoleillement progressif, crée une situation favorable pour induire ce développement phytoplanctoniques. Ceci continue ensuite durant tout le printemps jusqu'à atteindre le maximum annuel, mais avec quelques espèces, parfois une ou deux, dotées d'un taux de multiplication élevé.

En été la production phytoplanctonique régresse, soit parce que le milieu est en partie épuisé, soit parce que le développement consécutif du zooplancton herbivore arrive à son point culminant et contrôle la production végétale, soit elle est due à l'état physiologique des espèces dominantes de la phase précédente.

Pour la dernière saison, le phytoplancton régressent dans le courant de l'automne pour tomber à son niveau le plus bas durant l'hiver (Lassus et Paulmier., 1982).

## **I.8. Impact des facteurs environnementaux sur la dynamique phytoplanctoniques**

- **Température** : Selon la théorie de Person, 2011, un printemps plus chaud favoriserait la stratification et donc une floraison printanière plus abondantes. Par ailleurs, selon la théorie de Behrenfeld, un hiver plus chaud limiterait l'effet de dilution et donc la concentration du phytoplancton (Person, 2011 in Morales, 2014).

- **Salinité** : Du point de vue hyalin, la mesure de la salinité est importante du fait qu'elle exerce une influence significative sur la densité de l'eau de mer. Représentant la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer, elle permet d'identifier les masses d'eaux d'origine différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte (Aminot, 1983 in Madi, 2009).

- **Le vent** : le vent a un régime saisonnier qui joue sur la concentration des micro-algues, le début de la floraison printanière, définie comme étant le moment où la concentration dépasse de 5% la médiane annuelle. Elle est retardée si les vents hivernaux (Janvier-Mars) sont forts et si l'apport d'énergie hivernal est moindre. L'augmentation du nombre de jours de tempête (jours où le vent est de force 8 et plus) diminue la concentration maximale du phytoplancton (Person, 2011 in Morales, 2014).

## **I.9. Le rôle primordial du phytoplancton**

### **I.9.1. Le phytoplancton, acteur de la photosynthèse**

La production primaire est traduite par la production autotrophe qui signifie la synthèse de la matière organique à partir de la matière minérale par l'activité des organismes photosynthétiques ou chimio synthétiques, en transformant l'énergie lumineuse en énergie chimique potentielle stockée dans les composants organiques des tissus du vivant (Froidefond et Doxaran 2004), elle est exprimée en  $g\ C.m^{-2}.j^{-1}$  et peut atteindre plus de 100 m de

profondeur dans des eaux très claires. On distingue deux types de productions primaires (Lacaze, 1996).

#### **a) Production nouvelle**

Le carbone organique particulaire et dissous quitte l'océan de surface en direction des profondeurs. Ils représentent la production exportée. Mais la quasi-totalité de celle-ci est peu à peu ré oxydée en sels dissous au cours de son transfert. En régime stationnaire, ce flux vertical descendant est équilibré par un flux vertical ascendant. Les sels dissous formés dans l'océan intermédiaire et profond vont réalimenter l'océan de surface pour fermer le circuit en participant à la production primaire. Cette partie de la production est appelée **production nouvelle** (Gentilhomme et Raimbault, 1994).

#### **b) Production régénérée**

La matière organique minéralisée en surface par l'activité des bactéries et du zooplancton va alimenter "en circuit fermé" la partie de la production primaire appelée **production régénérée**. Celle-ci est donc entretenue par des nutriments produits directement dans la couche euphotique. Le carbone transitant par ce circuit est isolé peu de temps de l'atmosphère (Lacaze, 1996).

Le fonctionnement du cycle biogéochimique du phytoplancton dépend directement de :

- Variabilité taxinomique de ces propriétés photophysologiques.
- Forçage climatique (ex. vent, précipitations, ...).
- Conditions physiques du milieu (ex. température, turbulence, mélange vertical, advection horizontale, turbidité, éclaircissement) ;

La disponibilité en sels nutritifs, telles que la présence de fer qui agit sur la chaîne respiratoire, la synthèse de la chlorophylle et dans le processus de réduction enzymatique des nitrates (Uitz *et al.*, 2006).

### **I.9.2. Le rôle fonctionnel des producteurs primaire dans les écosystèmes marins**

La fixation du carbone inorganique par dès les organismes autotrophes dans les eaux de surface, sa transformation en carbone organique, est un ensemble de mécanismes rassemblés sous l'appellation pompe biologique. Cette pompe biologique fixent environ de 20-55 p g.an<sup>-1</sup> dans les régions côtières (1pétagramme =10<sup>9</sup> tonnes) et de 3.10<sup>8</sup> km<sup>2</sup> de la superficie recouverte au large. Donc la production primaire est l'un des processus moteurs des transferts de dioxyde de carbone entre les compartiments océanique et atmosphérique surtout lorsque on

s'intéresse à des problématiques telle que l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre (Gailhard et *al.*,2003).

### I.9.3. Phytoplancton dans la chaîne alimentaire

La production de biomasse par le phytoplancton représente le premier maillon de la chaîne alimentaire dans les océans. Cela signifie qu'il constitue la quasi-totalité du poids des habitants de la mer grâce à la matière organique produite (20 milliards de tonnes de carbone organique par an) par la photosynthèse qui est rapidement transférée aux échelons supérieurs ,comme le montre la pyramide alimentaire marine illustrée sur la figure 2.

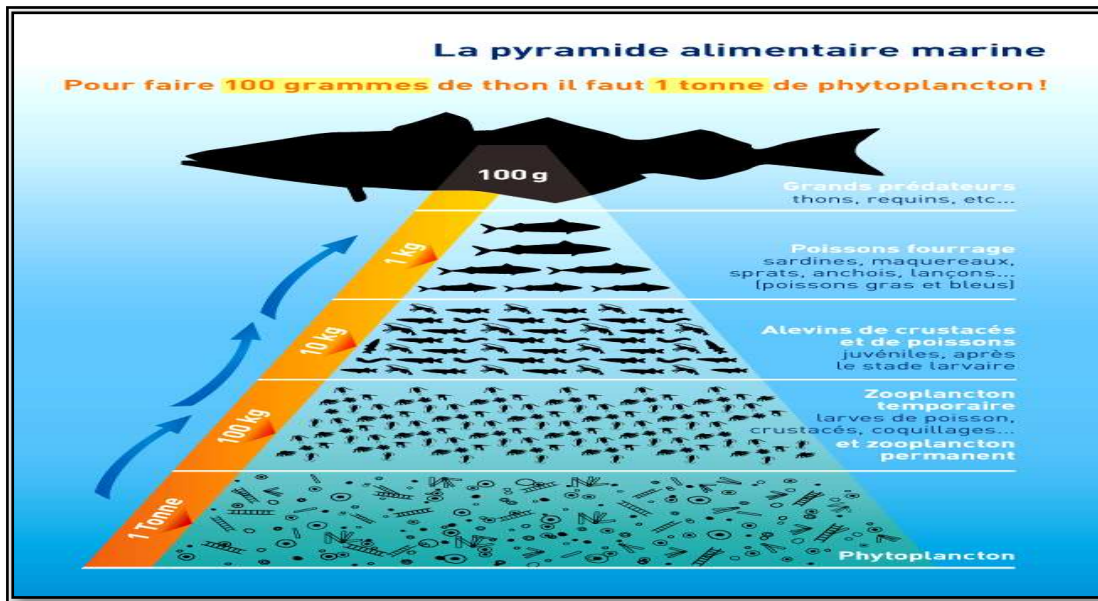


Figure 2 : Pyramide alimentaire marine (Molly & Noury, 2013).

### I.9.4. Phytoplancton est un bio-indicateur idéal

Le phytoplancton joue un rôle primordial comme indicateur qualitative «amplitude de changement» et quantitative « La nature des changements » des masses d'eau. Il permette ainsi d'apprécier l'efficacité des mesures de gestion qui visent à limiter les rejets. Cet indicateur est issu de la combinaison des indices de biomasse (chlorophylle a), d'abondance et de composition floristique du phytoplancton (Goffart, 2010).

**I.9.5.D'autres rôles :** Elles sont également susceptibles d'intervenir au niveau de :

**La production d'énergie :** les micro-algues peuvent aujourd'hui être directement impliquées dans notamment la production d'hydrocarbures et de biocombustibles comme l'hydrogène

(en captant le CO<sub>2</sub> atmosphérique ou en reléguant d'autres gaz vers l'atmosphère comme le diméthyl sulfure par exemple) ou encore dans la production d'énergie (Lepère et al., 2011).

**L'industrie pharmaceutique :** les polysaccharides extraites des micro-algues trouvent des applications industrielles et commerciales dans le domaine médical, elles sont de véritables usines de médicaments telle que les anticoagulants, les anti-cancéreux, anti-inflammatoires...etc (Lepère et al., 2011).

**La chimie verte :** les micro-algues apparaissent également comme de bons fertilisants des sols pauvres puisqu'elles apportent notamment les éléments essentiels à la croissance végétale. Elles permettent aussi de capturer et de garder l'humidité. Enfin, elles accélèrent la pousse des cultures et les protègent en limitant la prolifération des épiphytes (Chader, 2003 in khrarba, 2013).

**L'industrie alimentaire :** cette productivité pourrait ainsi répondre à la menace que les agro-carburants (blé, maïs ou colza) font peser sur la biodiversité ou l'approvisionnement alimentaire (Lepère et al., 2011).

**L'industrie chimique :** Il y a un certain nombre de produits de spécialités et de produits chimiques que l'on peut envisager obtenir à partir de micro-algues. Ceux-ci pourraient être utilisés et valorisés dans le domaine de la chimie verte. Il s'agit notamment de : bio-floculant, bio-polymères, syntones, plastiques biodégradables, lipides, tensio-actifs et de polysaccharides pour ne citer que cela (Person et al., 2011).

- **L'aquaculture** : Dans ce domaine d'activité, nous pouvons citer deux principaux rôles du phytoplancton :

**En conchyliculture** : Les micro-algues étant une source essentielle de nourriture pour l'élevage de toutes les étapes des mollusques bivalves marins (palourdes, huîtres, pétoncles), les stades larvaires de certains gastéropodes marins (ormeau, coquille de conque), les larves de plusieurs espèces de poissons marins, pénéidés et zooplancton (Lavens et *al.*, 1996).

**En pisciculture** : mise à part les deux principaux rôles de phytoplancton, le contenu élevé du phytoplancton (entre 12 et 85% de la matière sèche) est une des principales raisons pour les considérer comme une source non conventionnelle de protéines dans l'alimentation du poisson (Person, 2010).

**I.10. Phycotoxines et sécurité sanitaire** : Selon les travaux réalisés sur le phytoplancton, 4000 espèces environ de micro-algues sont répertoriées dans le monde, dont seules 70 sont capables de synthétiser des biotoxines. La consommation des organismes marins ayant bioaccumulés ces phycotoxines représentent de sérieux problèmes sanitaires pour l'homme. Les symptômes associés à ces dangers sont essentiellement d'ordre digestif et/ou neurologique selon la nature chimique de chaque toxine élaborée (Berland et *al.*, 2002).

#### **I.10.1. Les phycotoxines hydrosolubles :**

**I.10.1.1. Les phycotoxines paralytiques (PSP)** : '*Paralytic Shellfish Poisoning*' provoque une intoxication alimentaire appelée intoxication paralysante par les fruits de mer (IPFM) qui se déclenche chez l'Homme suite à la consommation des espèces de bivalves ayant filtrés et accumulés ces toxines. Cette intoxication est caractérisée par l'apparition de paresthésies péribuccales et périphériques, des maux de tête, de vertiges, des nausées et quand l'intoxication est forte, l'ensemble des symptômes précédents s'aggravent rapidement avec une paralysie musculaire progressive et entraînent des difficultés respiratoires très importantes. Parmi les espèces responsables de cette intoxication ainsi répertoriées en bassin algérien (figure 3) : *Alexandrium ostenfeldii* ; *Gymnodinium catenatum* ; *Alexandrium tamarense* ; *Alexandrium andersonii* ; *Alexandrium minutum*. (Rossini, 2014).

En Algérie, *Gymnodinium catenatum* a été signalé en été et en automne et qui provoque une accumulation importante de toxines PSP dans le bivalve (Gomez, 2003 in Rossini, 2014).

Jusqu'à présent aucun antidote des toxines PSP n'est disponible, seul des traitements palliatifs en support spécifique du système respiratoire sont utilisés (Van Dolah, 2000).



**Figure 3 :** Les espèces productrices des phycotoxines PSP.

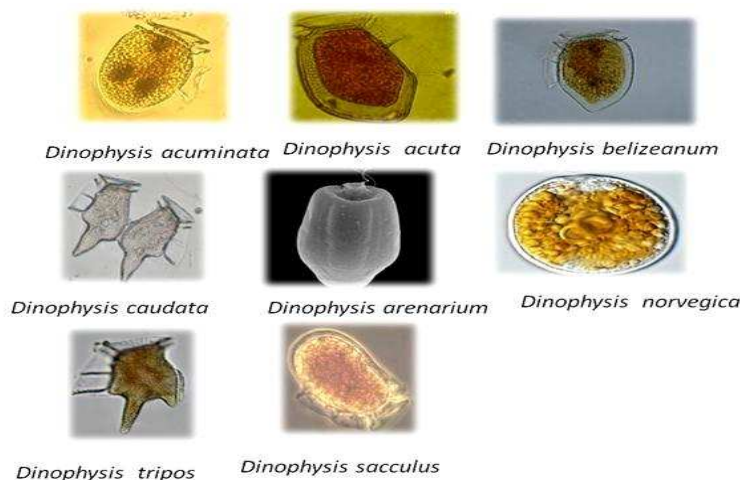
**I.10.1.2. Les Phycotoxines amnésiques (ASP) :** ‘*Amnesic Shellfish Poison*’ ce type de phycotoxines regroupe plusieurs groupes dont l’Acide domoïque (AD) est le chef de file des toxines amnésiques, ces toxines touchent presque tous les bivalves qui augmentent le risque de transmission à l’homme. (Peng et al, 1997 in Abouabdellah, 2012). Les toxines amnésiques induisent après l’ingestion de coquillages contaminés à une gastro-entérite (diarrhée et vomissements en 2 à 24 h) puis des symptômes neurologiques, avec céphalées, confusion, désorientation, et dans les cas graves, amnésie, puis coma mortel. (Kerr et al. 2002 in Abouabdellah, 2012). Parmi les espèces responsables de cette intoxication, on cite *Pseudonitzschia pungens*, comme on peut le voir sur la figure 4 :



**Figure 4 :** *Pseudonitzschia pungens*.

## I.10.2. Les phycotoxines lipophiles

**I.10.2.1. Les phycotoxines diarrhéique (DSP) :** ‘*Diarrheic Shellfish Poison*’ sont représentées essentiellement par l’acide okadaïque et son analogue (dinophysitoxines). Des signes cliniques liés à ces intoxications telles apparaissent en moyenne quatre heures après l’ingestion des coquillages contaminés (Daranas et *al.*, 2001). La gravité de ces intoxications est proportionnelle à la dose ingérée, les symptômes de cette intoxication varient d’une gastro-entérite à des cas de diarrhée forte avec des vomissements et des déshydratations sévères, des frissons et de la fièvre. (Lassus et *al.*, 2001) Les principales espèces toxiques sécrétrices de l’acide okadaïque et dinophysitoxines : *Dinophysis acuminata* ; *Dinophysis acuta* ; *Dinophysis caudata* ; *Dinophysis norvegica* ; *Dinophysis tripos* ; *Dinophysis belizeanum* ; *Dinophysis sacculus* ; *Dinophysis arenarium* qui sont illustrés par la figure 5.



**Figure 5 :** Les espèces productrices des phycotoxines DSP.

En plus de ces de toxines on cite :

- **Les yessotoxines** : elle entraîne des dommages cardiaques et hépatiques, parmi les espèces productrices : *Prorocentrum reticulatum*, *Lingulodinium polyedrum*.
- **Pectenotoxines** : ces phycotoxines se manifestent par des symptômes gastro-intestinaux, l’espèce la plus connue dans ce type d’intoxication est : *Dinophysis fortii*.

### **I.10.2.2. Les toxines à cycle imine :**

➤ **Phycotoxines neurologiques (NSP) :** ‘*Neurotoxic Shellfish Poisoning*’ les intoxications neurologiques causées par les fruits de mer (INFM) sont assez peu commune, l’alerte étant vite donnée du fait du fort potentiel ichtyotoxique qui provoque des morts massives de poissons et des problèmes respiratoires pour les baigneurs. (Rossin, 2014) .Ce type de toxine provoque rapidement diarrhée et vomissements (en 30 minutes à 2 heures après l’ingestion de coquillages contaminés), rétrocedant spontanément en 2 à 3 jours, sans séquelles. On distingue deux principales espèces toxiques pour l’homme *Gymnodinium catenatum* et *Gymnodinium brève*, espèce productrice de toxines neurologiques (Lassus, 2001).

➤ **Ciguatera (CFP) :** ‘*Ciguatera Fish Poisoning*’ est une intoxication alimentaire consécutive à la consommation des poissons et produits marins coralliens en parfait état de fraîcheur et habituellement comestibles, rendus toxiques par la présence de toxines ayant pour origine une micro-algue. (Rossini, 2014).Le genre *Gambierdiscus* est très largement distribué à l’échelle mondiale, dont l’espèce *Gambierdiscus toxicus* est la plus connue dans la méditerranée.

➤ **Les azasperacides :** outre l’intestin, les azasperacides affectent d’autres organes tels que le système immunitaires. Parmi les espèces productrices on peut citer *Protoperidinium crassipes* (Rossini, 2014).

➤ **Les spiroïdes :** les spiroïdes provoquent des symptômes neurologiques, Jusqu’à ce jour les spiroïdes n’ont été incriminés dans aucune toxicité pour l’homme. *Alexandrium ostenfeldii* est l’espèce la plus connue dans ce type d’intoxication .*Alexandrium ostenfeldii* (Hu et al., 1995 in Abouabdellah, 2012).

➤ **Les gymnodimines :** Jusqu’à présent la gymnodimine n’induit aucun symptôme chez l’homme, en plus elle n’est ni hémolytique ni cytotoxique (Puisseux-Dao et al. 2001).Plusieurs preuves ont rendu responsable l’espèce productrice de ces toxines : *Gymnodinium mikimotoi*, *Gymnodinium mikimotoi* (Munday et al., 2004 ; in Abouabdellah, 2012)

**I.10.3 Classification selon les symptômes :** En 1995, Baden et *al.*, Ont présenté une synthèse d'information concernant les différents types d'intoxication dus à l'ingestion des produits de la mer contenant des produits toxiques pour l'homme incarné par le tableau ci-dessous

**Tableau 1 :** les différents types d'intoxication dus à l'ingestion de toxines marines

Type d'intoxication	Toxine	Vecteur	Principaux symptômes
Intoxication amnésique par les Fruits de Mer (IAFM)	Acide domoïque	Fruits de mer	aiguës : v, d, a, p, r ; chroniques : a.
Intoxication diarrhéique par les fruits de mer (IDFM)	Acide okadaïque Dinophysiotoxine Pectenotoxine Yessotoxines	Fruits de mer	aiguës : d, n, v.
Intoxication neurologique par les fruits de mer (INFM)	Brévétoxine	Fruits de mer	aiguës : v, d, b, t, p.
Intoxication paralysante par les fruits de mer (IPFM)	Saxitoxine Gonyautoxine	Poisson	aiguës : v, d, p, r.
Intoxication à l'histamine	Tétradotoxine	Poisson Probablement crustacé	aiguës : v, d, p, r, b.
Ciguatera	Ciguatoxine Maitotoxine Palytoxine Carchatoxine	Poisson Fruits de mer (rare)	aiguës : v, d, t, p ; chroniques : p

**a** : amnésie, **b** : broncho constriction, **d** : diarrhée, **n** : nausée, **p** : paresthésie, **r** : détresse respiratoire, **t** : trouble de la thermo sensibilité, **v** : vomissement.

**I.11.Impact sur l'écosystème et l'organisme marins :** La dégradation de la biomasse associée à l'extinction des efflorescences algales massives entraîne une diminution de la teneur en oxygène, qui peut engendrer des phénomènes de mortalité d'organismes marins

comme évoqué précédemment (anoxie). Les *blooms* peuvent également avoir des conséquences sur la croissance de certains organismes tels que la coquille Saint Jacques (Chauvaud et *al.*, 2000), ainsi que sur le broutage du phytoplancton par le zooplancton, affectant ainsi l'ensemble du réseau trophique. Les impacts sur les cheptels aquacoles et sur le fonctionnement de l'écosystème ont des conséquences graves sur les activités économiques et touristiques développées dans le domaine côtier tel que la pêche et l'aquaculture.

## **Chapitre II**

### **Etat des connaissances sur les côtes Algériennes**

## **Chapitre II : Etat des connaissances sur les côtes Algériennes**

Le présent chapitre a pour objet d'étude les caractéristiques des côtes algériennes ainsi quel effet des facteurs environnementaux sur la distribution et la dynamique du phytoplancton.

### **II.1. Généralité sur la mer méditerranée**

La mer méditerranée est un site d'étude privilégié du fait de ses dimensions et de sa morphologie. Elle représente 1% de l'océan mondiale, avec une superficie de  $2,5 \cdot 10^6$  km<sup>2</sup> et un volume de  $3,7 \cdot 10^6$  km<sup>3</sup>, et une profondeur moyenne de 1500 m.

Les caractéristiques principales des écosystèmes marins de la Méditerranée diffèrent fortement de celles d'autres mers, elle est caractérisée par une température comprise entre 12°C et 25°C, une forte salinité, un phénomène d'oligotrophie et une production primaire estimée à moins de 100 g de carbone par mètre carré. Ces Derniers déterminent d'une manière unique le devenir des cycles physico-chimiques et biologiques qui affectent tous les aspects des processus écologiques. (AEE, 2006)

### **II.2. Bassin algérien**

#### **II.2.1. Situation géographique**

La côte algérienne est située au sud du bassin occidental méditerranéen, elle forme avec les côtes Baléares et Sardes : le bassin algérien s'étend de Ain B'Har (frontière tunisienne) à l'oued Kiss (frontière marocaine) sur une longueur de 1283 km en prenant en compte les différentes sinuosités de la côte, plus précisément de 2° Ouest jusqu'à 9° Est.

La superficie maritime sous juridiction nationale offre environ 10 millions d'hectares aux activités de pêche, mais la majeure partie de la flottille exploite seulement le plateau continental. Les bandes les plus larges se situent sur les côtés occidental et oriental du littoral. Ces deux bandes sont séparées par une zone centrale où les aires de pêche sont limitées (Lalami, 1979).

On peut diviser les côtes algériennes en 3 principales zones (Figure 1) :

**A** : Secteur Ouest : va de la pointe Rouge à l'Est jusqu'à la frontière Algéro-marocaine à l'Ouest.

**B** : Secteur Centre : s'étale entre la ville de Bejaïa à l'Est et la pointe Rouge à l'Ouest.

**C** : Secteur Est : s'étend des confins de la frontière avec la Tunisie à l'Est jusqu'au méridien de la ville de Dellys à l'Ouest (Grimes, 2003).



**Figure 1** : Localisation de la côte Algérienne au sein du bassin méditerranéen. (Turki et *al.*, 2013)

## II.2.2. Caractéristiques générales du littoral Algérien

Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception de la région de Ghazouat à l'extrême ouest et de la région d'El Kala à l'extrémité Est.

La côte algérienne est caractérisée par deux couches d'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 une eau atlantique modifiée, que l'on retrouve dans le bassin algérien d'une épaisseur de 150 m à partir de la surface.

Cette eau atlantique modifiée, se divise en deux branches dont l'une d'elle pénètre sous forme d'une veine de courant étroite qui donne naissance à des Upwellings. Ces derniers favorisent une forte productivité biologique et par conséquent, une augmentation des capacités trophiques du milieu.

Bien qu'elles ne représentent qu'une faible surface, les zones côtières sont très productives. En effet, elles contribuent à hauteur de 14à30% de la production primaire. La

colonne d'eau de ces côtes se caractérise par une faible profondeur de la couche euphotique et de la régénération des nutriments à partir du fond. (Benzohra, 1993 in Zeghdoudi, 2006)

### II.2.3. Les Conditions climatiques

La connaissance des conditions météorologiques, hydrologiques et paramétriques est très importante pour une bonne compréhension des régimes hydrodynamiques régnant sur la distribution et la dynamique des espèces phytoplanctoniques.

- **Température** : selon Medane (2012), la température moyenne annuelle est de 18°C. En terme saisonnier, les températures varient entre 10,8°C au mois de Janvier et 26,6°C au mois d'Août .La moyenne des minimas est de 11,9°C, alors que la moyenne des maximas est de 24,1°C.
- **Salinité** : d'après (Benzohra, 1993 in Zeghdoudi, 2006) la salinité de bassin algérien prend des valeurs comprise entre 36,5 et 38‰.

### II.2.4 Hydrodynamisme

- **Vent** :Selon les études du LEM (2007), les vents du secteur Nord-est (N60°) sont les plus fréquents avec près de 30% des observations. Les vents du secteur Ouest-Sud-Ouest (N260°) sont bien représentés avec plus de 20% des observations. En hiver, 17% des observations, indiquent qu'ils soufflent à une vitesse comprise entre 6 et 10 nœuds. Les vents du secteur Sud-Ouest (N180°), sont les moins représentés avec moins de 10% des observations, ils sont mieux marqués en automne et en hiver, leur vitesse est de 6 à 10 nœuds pour près de 9 % des observations.
- **Courant** : La mer méditerranée est connue par son excès d'évaporation, qui est responsable d'une baisse de niveau de la mer estimée à 1 m/an. Ce défi est compensé par un flux entrant (de 36100 km<sup>3</sup> /an) d'eau atlantique, par le détroit de Gibraltar. Au fur et à mesure de leur progression vers l'Est. Elles se méditerranisent le long des côtes Algérienne, d'où l'appellation du courant algérien.(Kerzabi, 2004 in Madi, 2009)
- **La Houle** : la marge algérienne est caractérisée par une houle plus ou moins régulière correspond à une déformation de la surface de l'eau qui suit le régime des vents. (Guilcher, 1979 in et Ait Younes, 2000)

➤ **Masse d'eau :** Dans le bassin algérien cinq types de masse d'eau ont été décrites par (Kerzabi, 2004 in Madi, 2009) comme suit :

- **MAW :** (*Modified Atlantic Water*) C'est de l'eau océanique qui est modifiée par interaction avec l'atmosphère et le mélange avec les eaux méditerranéenne. Ce courant circule d'Ouest en Est ayant de vitesse maximale de l'ordre 80 à 100 m/s, il génère des *upwellings* côtiers plus ou moins intenses près des côtes
- **WIW :** (*Winter Intermediate Water*), cette eau correspond au bassin Nord occidental.
- **LIW :** (*Levantine Intermediate Water*) formée en méditerranée, elle se situe sous la *WIW*.
- **WMDW :** (*Western Mediterrean Deep Water*) elle se forme au cours d'hiver rigoureux par le mélange de *LIW* et *MAW*.
- **BW :** (*Botton Water*) elle se situe près du fond, elle est relativement plus chaude et salée que l'eau profonde.

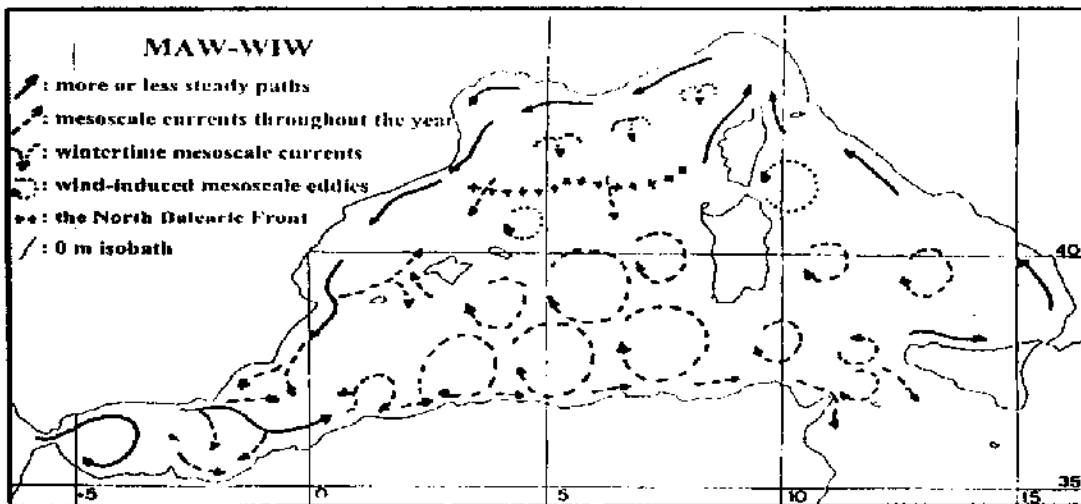


Figure 2 : Circulation de la *MAW* et de la *MIW* (Milot, 1999).

# Chapitre III

## Matériels et méthodes

### Chapitre III : Matériels et méthodes

Le but de ce chapitre est de faire une étude sur la distribution et la dynamique du phytoplancton marin qui est une tâche laborieuse nécessitant des prélèvements spatiales sur toute la côte algérienne à différents niveaux et différentes périodes.

#### III.1. Protocoles et étapes suivies

##### III.1.1. Campagne de prélèvement

Pour cerner les informations sur les différents aspects qualitatifs et quantitatifs du peuplement phytoplanctonique tout au long de la côte algérienne, notre étude est basée sur les données recueillies au cours de la campagne de prospection des fonds marins algériens, effectuée durant la période estivale 2013, par le navire scientifique du CNRDPA « GRINE BELKACEM ». La campagne a prélevé des échantillons d'eau de mer sur toute la côte algérienne, en passant par les trois grands secteurs Ouest, Centre et l'Est, en prenant en considération la température et la salinité de chaque station choisit.

**Campagne « ALDEM 2013 » :** La campagne d'évaluation des ressources démersales « ALDEM 2013 » s'est déroulée du 10 Mai au 15 Juin 2013 à bord du navire de recherche « Grine Belkacem » par un groupe de chercheurs du CNRDPA, elle a concerné les fonds

chalutables de la côte algérienne entre 20 et 800 mètres de profondeur (plateau et talus continental), du cap Segleb (36°56'45''N – 8°36'57''E) frontières algéro-tunisiennes à oued Kiss (35°3'49''N – 2°12'50''W) frontières algéro-marocaines.

Le littoral algérien a été divisé en trois secteurs : Centre, Est et Ouest (fig.01). Ras El Afia (36°49'00''N – 5°41'00''E) représente la limite entre l'Est et le Centre, et le Cap Kramis (36°19'41''N – 00°39'43''E) celle entre le Centre et l'Ouest.

### **III.2.1. Prélèvement et méthodes d'analyses du phytoplancton**

#### **III.2.1.1. Mesures hydrologiques :**

Durant cette campagne, des mesures hydrologiques *in-situ* ont été réalisées au niveau de 68 radiales entre 05 et 600 mètres de profondeur. Les enregistrements de température et de salinité sont effectués de manière verticale et horizontale.

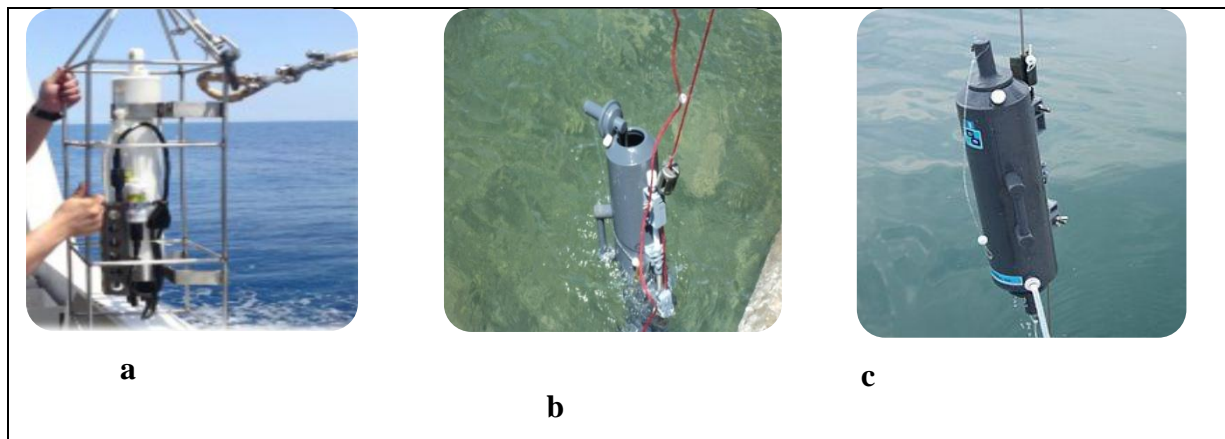
- **Mesures verticales** : Les mesures de température, salinité et de pression ont été réalisées en utilisant une sonde CTD de type (Sea-Bird SBE 19 plus) (figure 1), 21 stations CTD de (-5 à -600m). L'enregistrement des données de navigation se fait par le *GPS* du navire de recherche.
- **Mesures horizontales** : les mesures des *SST* (*Sea Surface Temperature*) et *SSS* (*Sea Surface Salinity*) en continu sont possibles à partir d'un thermosalinographe de type (Sea-Bird SBE 21) installé à bord du Navire de recherche. Les données sont traitées et représentées grâce au logiciel *ODV* (*Ocean Data View version 4.5*).

#### **III.2.1.2. Prélèvement et traitement du phytoplancton**

L'étude de la dynamique du phytoplancton se décompose en 3 étapes distinctes l'échantillonnage, la fixation, l'analyse des échantillons et enfin le traitement numérique des données.

Le prélèvement : L'eau de mer destiné à l'étude qualitative et quantitative s'effectue à l'aide de bouteilles en PVC Niskin de 5 litres de capacité, constituées d'un cylindre ouvert aux deux

extrémités, que l'on descend à la profondeur bien déterminées commandant la fermeture à distance. (Figure 1. a/b/c).



**Figure 01** : Matériels de prélèvement et de mesure(5 Litres). (CNRDPA, 2015).

[(a) CTD, (b) et (c) BOUTEILLE NISKIN].

Sur la totalité des échantillons réalisés lors de cette campagne « 52 » et vu le temps attribué à notre étude, 20 prélèvements réparties sur les trois régions est, ouest et centre, ont fait l'objet d'un traitement du peuplement phytoplanctonique. Les données concernant chaque station sont représentées dans le tableau 1 et la figure 2.

Le tableau suivant affiche les paramètres abiotiques ( $T^{\circ}$  et  $S\%$ ) ainsi que les coordonnées géographiques de chaque station de mesure CTD et de prélèvement du phytoplancton traités dans le cadre de ce travail effectué *in situ* par la campagne ALDEM 2013. **Tableau 1** : Variation des températures et salinité dans les différentes stations.

Station	Wilaya	Longitude	Latitude	Salinité	Température
1	El Taref	8,303	36,9315167	36,7875	20,4735
4	El Taref	8,05545	37,1340833	36,7599	18,0252
9	Annaba	8,033383	37,0223667	37,34	18,8051
11	Annaba	8,020683	37,1452833	36,8304	19,6706
12	Skikda	7,236217	37,0217	36,9758	19,5828
13	Skikda	7,128617	36,9696167	36,945	19,5526
16	Skikda	7,004717	37,0541333	37,0692	18,8884
17	Skikda	6,959767	37,0937167	36,9735	19,2181
20	Jijel	6,005917	36,9847333	36,7271	19,7209
24	Jijel	6,052967	36,9124833	36,86	20,1505
26	Bejaia	5,330733	36,6884333	36,9176	22,1625
28	Bejaia	5,48905	36,7426333	37,0294	21,6063
30	Tizi-Ouzou	4,0237	36,9227167	37,1069	19,6943
34	Boumerdès	3,42495	36,8373667	37,0078	19,2324
4/ bb	Boumerdès	/	/	/	/
39	Tipaza	2,753417	36,8283667	37,1201	19,604
43	Tipaza	2,599067	36,6164167	36,652	20,6214
46	Mostaganem	-0,099133	36,0520167	36,5752	20,6439
50	Ain-Temouchent	/	/	/	/
54	Ain-Temouchent	-1,240533	35,4841333	36,5697	19,3843
64	Tlemcen	-2,196417	35,1290167	36,4448	19,9386

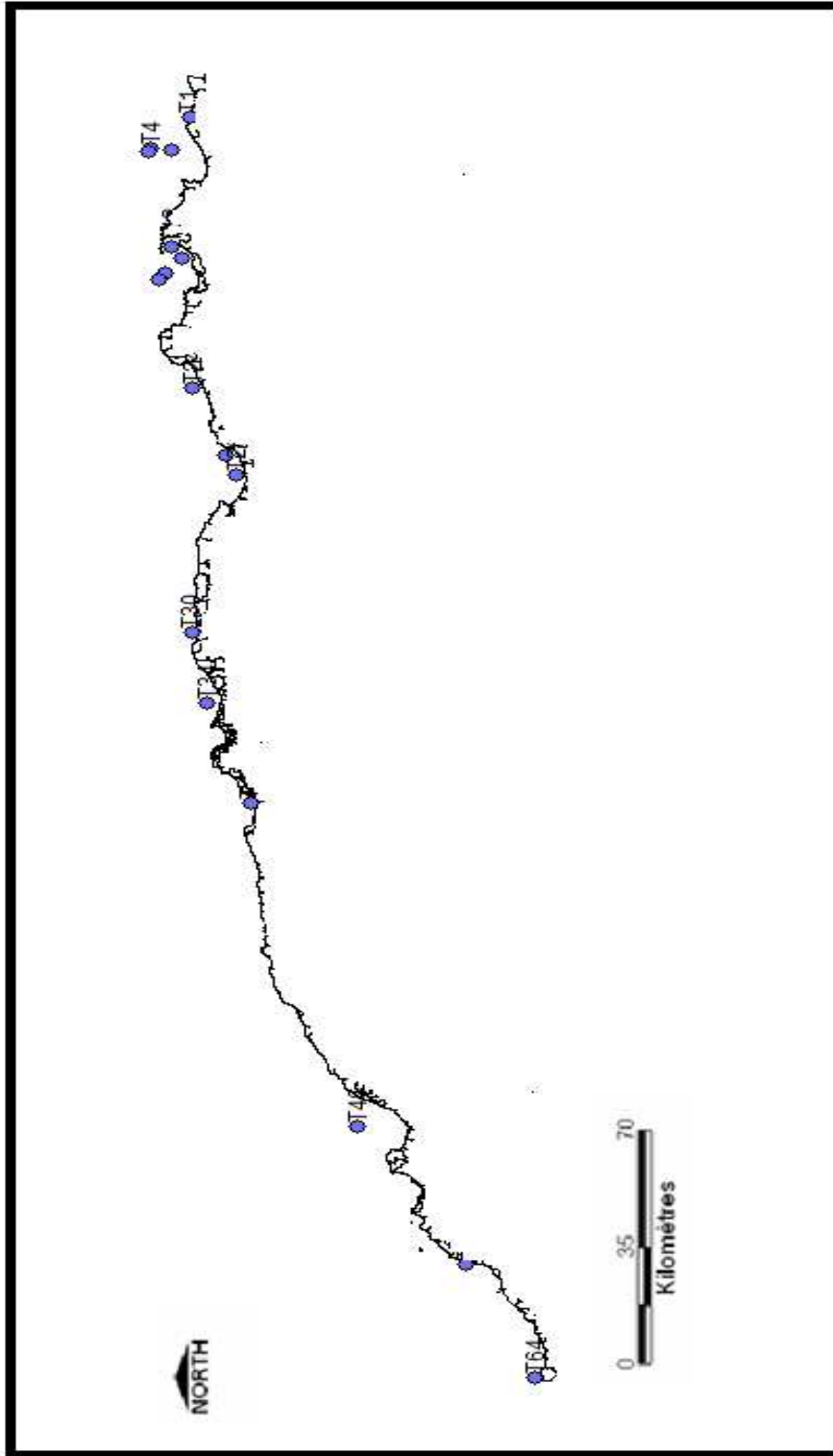


Figure 02 : localisation des stations de prélèvement

### **III.2.1.3.Fixation et conservation**

Les échantillons du phytoplancton ont été fixés sur le terrain immédiatement à l'aide d'une solution de Lugol (Annexe). Après leurs transports, les échantillons ont été conservés au laboratoire à l'abri de la lumière afin d'éviter la décoloration et la détérioration des cellules (House et Hal, 2003). Le stockage à basse température ralentit la vitesse des processus physiques et chimiques, ce qui préserve la qualité de l'échantillon. Le stockage à l'obscurité est toujours nécessaire pour éviter la photosynthèse.

Le temps maximal de stockage à l'obscurité pour les échantillons conservés au Lugol, avec une température située entre 1°C et 5 °C est de 12 mois. La conservation et le stockage pour des périodes plus longues, ne sont possibles qu'après rajout de formol ou du formaldéhyde (NE EN 15.204, 2006).

### **III.2.1.4.Sédimentation des échantillons**

Chaque bouteille doit être agitée doucement pendant au moins une minute, afin d'homogénéiser son contenu et de décoller toutes les cellules adhérentes éventuellement aux parois et au fond. Dans des chambres de sédimentation de 100ml, 50 ml sont mis à sédimenter placées sur surface horizontale (Cuve Utermöhl, figure 3). Le temps de sédimentation varie selon le volume sédimenté de 24 à 72 heures (INRA, 2009).



**Figure 03** : Sédimentation des échantillons à l'aide des chambres d'Utermöhl.

### III.2.1.5. Observation et identification des espèces

L'analyse du phytoplancton dans ce cadre se fait conformément aux recommandations de la norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée - norme (NFEN 15.204, 2006), de décembre 2006 - correspondant à la méthode d'Utermöhl (1958) adoptée au niveau européen. **Quelques précisions sont cependant nécessaires pour homogénéiser l'acquisition des données.**

En effet, les observations des cuves de sédimentation ont été faites par un système de balayage en utilisant un microscope inversé du type OPTIKA (Figure 4) et des objectifs x10, x20 et x40 possédant des distances de travail importantes et une ouverture numérique supérieure à 0,5. Un système de prise de vue (caméra ou appareil photo) peut s'avérer très utile pour des validations d'identifications, prises de mesures et constitution d'algothèque.

La détermination des espèces phytoplanctonique a été réalisée au niveau spécifique ou en cas de difficulté ou d'incertitude à un niveau moindre (genre, classe) à l'aide des ouvrages de détermination disponibles. Il est important de rappeler qu'il est préférable faire une bonne détermination à un niveau taxonomique moindre qu'un mauvais à un niveau supérieur.

Les clés de détermination utilisées dans ce travail sont : manographe phytoplancton catalogue, Meunier 1915 ; Schiller-I 1933 ; Schiller-II 1937 ; Balesh 1955 ; María Esther

Meave-del Castillo 2010 et 2011. Les autres ouvrages sont mentionnés dans les références bibliographiques.



**Figure 04** : Microscope inversé de type OPTIKA B 500

### **III.2.1.6. Le comptage des cellules phytoplanctoniques**

Les microorganismes se présentent isolés (unités biologiques) en chaînes ou en colonies (unités morphologiques) (Lassus, 1982).

Un examen rapide de la chambre au plus faible grossissement (X4 ou X10), permet de choisir la stratégie de comptage et de vérifier que la répartition des algues est homogène. Le comptage est ensuite réalisé soit sur des **transects**, soit sur plusieurs **champs choisis aléatoirement** dans l'ensemble de la chambre de comptage (**règles générales de comptage** (NF EN 15.204) dans des champs avec ou sans grille de comptage. Il est entendu que tout **filament par longueur de 100 µm, colonie ou coenobe** compte pour **un individu**.

Les résultats seront donnés en **abondance et densité** exprimée en **nombre de cellules par litre** d'échantillon correspondant. Cela afin de permettre une comparaison avec les données de la littérature. L'outil de comptage sur le site internet cité dans la bibliographie.

### **III.3. Méthodes et paramètres d'analyses utilisées**

Selon Magurran (1988), la diversité d'un échantillon ou d'un site à échantillonner peut être étudiée par l'emploi de plusieurs méthodes. Celles-ci peuvent être des méthodes univariées (Richesse spécifique, Indice de diversité), ou des méthodes graphiques (diagramme rangs fréquences...) (Boudjnah, 2012).

### III.3.1. Densités et abondance cellulaires

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité (Hurlbert, 1971). Dans cette partie, nous nous intéressons aussi plus particulièrement aux variations de densité cellulaires des différentes espèces et genre dans chaque wilaya, secteurs et régions (est, centre, ouest).

#### ➤ **Fréquence relative**

La fréquence d'une espèce est le nombre de fois pour laquelle l'espèce est présente sur un nombre donné d'observations du biotope, exprimé en pourcentage (Bellan, 1964).

$$Fr = \frac{\text{Nombre de stations dont l'espèce est présente (S+)}}{\text{Nombre de stations total (ST)}} * 100$$

Avec

**Fr**: fréquence de l'espèce i.

**S+**: nombre de stations dans lesquelles se trouve l'espèce i.

**ST**: nombre total de stations effectué.

$$ST = S^+ + S^-$$

En fonction des différentes valeurs de fréquence obtenues, les espèces sont considérées selon Soyer (1970) comme étant des espèces constantes si  $F \geq 50\%$ , des espèces communes si  $F$  est compris entre  $25 \leq F \leq 50\%$  et des espèces rares si  $F \leq 25\%$ .

#### ➤ **Densité (Dn) :**

C'est un paramètre quantitatif important pour décrire la structure d'un peuplement donné du phytoplancton. La densité des espèces phytoplanctoniques a été calculée selon la méthode de comptage d'Utermôhl. La densité utilisée est le nombre d'individus par unité de volume « Litre » (cel/l).

$$Dn = \frac{\text{Nombre de cellule comptés}}{\text{volume (litre)}}$$

➤ **Abondance relative :**

C'est une caractéristique d'une population, qui permet de connaître l'importance d'une espèce dans une communauté. Elle représente le rapport, du nombre de cellule d'une espèce donnée, sur le nombre totale de cellules pour un échantillonnage considéré. Il est exprimé en pourcentage (%).

$$A (\%) = \frac{n \text{ (nombre de cellule d une l'espèce)}}{N \text{ (nombre totale de cellule)}} * 100$$

### **III.3.2. Diversité et structure du peuplement phytoplanctonique**

➤ **Richesse spécifique :**

Est représentée par le nombre total ou moyenne d'espèces recensées par unité de surface. Cet indice « S » peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique de la moyenne de peuplement (ex : nombre d'espèces de phytoplancton, etc...).

Il permet également de distinguer :

- Les variations spatiales des secteurs faunistiquement riches et des secteurs plus pauvres.
- Les variations temporelles des minima des maxima en fonction des saisons et des stations, L'indice « S » présente cependant l'inconvénient d'être fortement dépendant de la taille des échantillons( le nombre d'espèces échantillonnées augmentent avec la surface échantillonnées ) et du type d'habitat (la richesse spécifique varie en fonction du type de substrat, de la profondeur et de la salinité ...) (Grall et Coic, 2006).

➤ **Indices de diversité**

La diversité prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces. Deux principaux indices ont été développés, l'indice de Shannon-Wiener et l'indice de Simpson.

### **Indice de Shannon-Wiener (H') et indice d'équitabilité de Pielou (J')**

L'indice de Shannon-Wiener est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (Gray et *al.*, 1992). Cet indice est basé sur la théorie de l'information.

La valeur de l'indice varie de 0 quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce (ou une espèce dominante) et augmente à mesure que s'accroît le nombre d'espèces.

Pour un nombre donné d'espèces, à  $\log S$  quand toutes les espèces sont également représentées dans l'échantillon (Grall et Coïc, 2006 in Boudjnah 2012).

Il est donné par la formule suivante :

$$H' = ISh = - \sum P_i \log_2 P_i \text{ avec } P_i = n_i/N$$

Avec

**P<sub>i</sub>** : abondance spécifique

**N** : effectif total du peuplement phytoplanctonique considéré.

**n<sub>i</sub>** : nombre d'individu de l'espèce *i*.

Cet indice varie dans un intervalle de  $-\log S$  et  $+\log S$  ( $S$  richesse spécifique)

L'unité de quantité d'information est le BIT ou BINIT (abréviation de *Binary digit*).

L'indice de Shannon indiquerait que le nombre d'espèces dans une communauté est fonction de la stabilité du milieu ; plus l'indice est grand, plus le milieu serait stable et réciproquement. Les données sont traitées par le programme Excel.

### **Indice d'équitabilité ou régularité**

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou.

Comme les diversités dépendent à la fois des fréquences relatives des espèces et du nombre de celles-ci qui peut varier largement d'un peuplement à l'autre, les comparaisons se font souvent par l'intermédiaire de l'Équitabilité qui sera définie comme étant le rapport de la diversité réelle à la diversité maximale. Ce dernier est égal au logarithme en base 2 de la richesse spécifique « **S** » (Daget, 1976).

$$E = \frac{\text{Ish (bits)}}{\text{Log}_2 S \text{ (bits)}}$$

L'Equitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce. Elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance (Barbault, 1992). Une Equitabilité de 0.8 est généralement considérée comme l'indice de peuplement équilibré (Daget, 1976). Plus le spectre des abondances spécifiques est étalé, plus la diversité est faible. (in CNRDPA, 2005)

### **Indice de diversité de Simpson**

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

$$L = \sum \frac{[ni(ni - 1)]}{[N(N - 1)]}$$

Avec :

$ni$  = nombre d'individus dans l'espèce  $i$

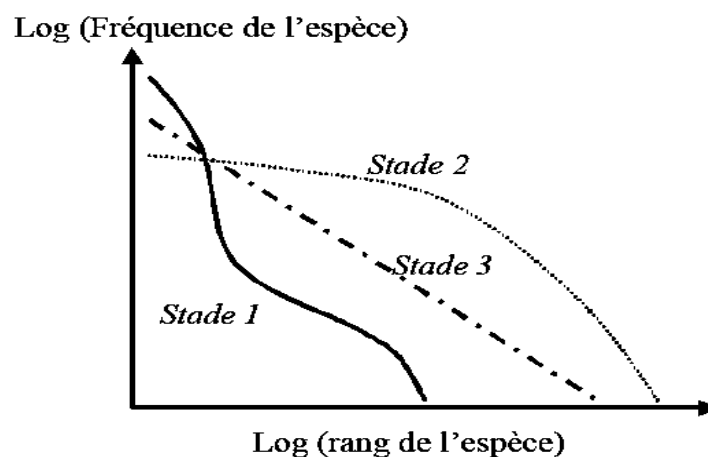
$N$  = nombre total d'individus.

L'indice est inversement proportionnel à la diversité. Lorsque la diversité est maximale, sa valeur vaut 0, lorsque la diversité est minimale la valeur tend vers 1. (Grall et Coïc., 2006)

### **III.3.3. Diagrammes rangs-fréquences.**

D'après Margalef (1961), il est possible de caractériser une succession phytoplanctonique par trois stades. Ces successions décrites par Margalef peuvent être contrôlées graphiquement au moyen des diagrammes rangs-fréquence de Frontier (1969) : l'étude de ces diagrammes se fait d'une façon empirique en regardant l'allure générale et l'évolution des courbes tout au long de l'étude, à partir de trois stades de base, selon Frontier (1969) et Travers (1971). On distingue en effet les stades suivants :

- **Stade 1** (début de succession) : la courbe montre une allure concave vers le haut dans sa partie gauche, indiquant la prédominance d'un très petit nombre d'espèces. Plus elle subit une inflexion, plus elle devient convexe dans sa partie droite. En fin de parcours la chute est rapide pour les espèces rares provoquant une diversité faible. Au cours de la succession, la partie convexe gagne vers la gauche et les espèces fréquentes deviennent nombreuses, abondantes et plus uniformes, par conséquent la diversité augmente d'une part ainsi la persistance de la chute brutale des espèces rares.
- **Stade 2** (maturité du système) : de début de maturité du système, diversité maximale. La courbe devient entièrement convexe, se rapprochant de la distribution en bâton brisé.
- **Stade 3** (fin de succession) : avec diminution de la diversité. La courbe devient sensiblement rectiligne par augmentation des espèces les plus abondantes du peuplement précédent. On peut observer une flexure vers le bas dans la partie gauche avec la disparition de quelques espèces de derniers rangs. Un peuplement stressé par une pollution ou par un facteur abiotique très contraignant sera au stade 1, rarement au stade 2 alors qu'un peuplement stable sera au stade 3.



**Figure 05** : Schéma montrant les stades de succession écologique. (Frontier, 1976).

### III.3.4. Cartographie :

Dans cette étude on a travaillé avec le logiciel *surfer* pour la création des cartes de salinité et de la température

Ce logiciel (*Surfer*), conçu par Golden Software, nous permet de réaliser des Modèles numériques de terrain (MNT) issus des données que nous aurions récoltées. Sur le terrain via *GPS*. Le principe de *Surfer* permet de créer des grilles qui vont interpoler les données irrégulières de nos points  $x$ ,  $y$ ,  $z$  afin de les ordonner. C'est à partir de ces grilles que l'on pourra créer plusieurs types de cartes.

Pour la réalisation de l'interpolation spatiale, nous avons utilisé le logiciel suivant :

**MapInfo 8.0** : est une marque déposée de MapInfo Corporation ([www.mapinfo.com](http://www.mapinfo.com)). Son module statistique est *Vertical Mapper* (VM) ; ce module permet de réaliser l'interpolation par les méthodes suivantes : *Inverse Distance Weighting* (IDW), *Triangulation with smoothing* (TIN), *Natural Neighbor* (NN), *Rectangular* (ou bilibear) et *Kriging* (simple, ordinaire et universel).

# **CHAPITRE IV**

## **Résultats & Discussion**

#### **IV. Inventaire du peuplement phytoplanctoniques**

L'analyse microscopique des échantillons récoltés sur toute la côte qui s'y effectuée aux différents grossissements (400x et 200x), ce qui nous a permis de regrouper certaines unités taxonomiques selon leurs niveaux d'identification. Pour d'autre cette identification a été arrêtée au niveau du genre, famille, ou même de classe parfois.

L'étude qualitative nous renseigne sur l'inventaire des espèces phytoplanctoniques, si une espèce est présente ou absente, et peut contribuer au dépistage des espèces rares, en effet, explorer ce peuplement microscopique.

Le cycle annuel du phytoplancton dans le bassin algérien est marqué par les distributions saisonnières et géographiques qualitative, correspondant à la régularité de quatre saisons de l'année. Le présent travail est réalisé sur des échantillons récoltés pendant une période printanière caractérisée par un développement maximale de la diversité.

##### **IV.1.Composition taxinomique du phytoplancton dans le bassin algérien**

Au cours de ce travail, l'inventaire floristique obtenu est composé de **125 espèces** répertoriées en différents groupes importants :Diatomées, Dinoflagellés, et des autres groupes moins fréquents tels que les Chlorophycées, les Chrysophycées, les Coccolithophoridés, les Euglènes et finalement les Chrysophycées.

Sur le plan spécifique les Dinoflagellés détiennent le premier rang avec **69** espèces, soit plus de **55.2%** de la communauté phytoplanctonique. Suivi par les Diatomées avec **46** espèces, soit une proportion de **36.8%**.En troisième ordre et avec une représentation relativement faible nous citons le groupe des Chrysophytes avec un pourcentage de **2.4%**, suivi par les Chlorophycées et les Coccolithophoridés (soit une proportion de **1.6%**) et enfin e les Euglènes (avec une seule espèce, donc **0.8%**).

##### **IV.1.1 Les Dinoflagellés**

Dans cette analyse qualitative nous avons pu observer la forte diversification des dinoflagellés, les principaux genres rencontrés régulièrement sont : *Gymnodinium* avec 20 espèces, soit 28.98% dans

l'ensemble des dinoflagellés avec un maximum marqué sur l'Est algérienne les espèces qui marqué ce genre : *G.lantzchii*, *G.accuminatum*, *G. helix* , *G.auroelum*, *G.breve*)

Le deuxième genre *Ceratium* avec 11 espèces, soit 15.94%. **Espèces** : *C.furca*, *C.shrank*, *C.longipes*, *C.fusus*, *C.declimatum*.

En outre, dans les échantillons examinés nous avons recensé un contingent d'espèces moins fréquentes à rare avec des proportions faibles et qui appartiennent aux genres suivants : *Prorocentrum*, *Oxytoxum*, *Peridinium*, *Dinophysis*, *Fragilidium*, *Ornithocercus*, *Gyrodinium*, *Katodinium*, *Oodinium*. Voici quelques informations sur ses genres de Dinoflagellés qui sont très représentés dans notre inventaire :

- **Genre** : *Amphidinium* et *Prorocentrum* : 4.33 % de chacun, réparties sur toute la côte algérienne (*P.micans*, *P.arcuratum* ...)
- **Genre** : *Dinophysis* : deux espèces rencontrées, avec une répartition marquée au niveau de l'est algérien (*D.caudata*, *D.sp*).
- **Genre** : *Alexandrium* : en troisième ordre ce genre représente 5.79 % ; espèces : *A.minutum*, *A. catenella*, *A. Tamarense*, *A.sp*.

#### IV. 1.2 Les Diatomées

Dans le présent travail le groupe des Diatomées est assez représentés, une diversité spécifique observée avec **46** espèces. Dans ce groupe c'est les deux genres *Leptocylindrus* et *Coscinodiscus* qui prééminent équitablement avec 4 espèces, soit une proportion de plus de 8.69 % du total des diatomées. Parmi ces espèces : *L. danicus*, *L.belicus*, *L. minim*, *C. granii*.

Ce groupe rassemble deux sous classes les diatomées centriques et pennées avec deux proportions respectives de 52% et 28.22%.

Voici quelques autres genres de diatomées qui sont très rencontrés et qui appartiennent aux deux sous classes précédentes :

- **Genre** : *Rhizosolenia* avec un pourcentage de 6.52 % du totale des Diatomées.  
Espèces : *R.longissita*, *R imbricata*, *R.sp*.
- **Genres** : *Chaetoceros*, *Bellerochea*, *Ditylum*, *Synedropsis* et *Pleurosigma* avec une représentation égale de 4.34% déclinés surtout par les espèces : *C. danicus*, *B. maleus* et *D. brigtwellii*, *S.nitzshoide*, *P.elongatum*, *P.capense*.

•

#### IV.1.3 Les Chlorophycées :

- **Deux ordres** Chlorococcales, Christensen indéclinés en deux genres ont été signalés *Tetraselmis* et *Chlamydomonas*,

#### IV.1.4 Les Chrysophycées :

- trois genres ont été identifiés au niveau de la côte algérienne *Vaucheria*, *Rhizochloridales* et *Tribonema*.

#### IV.1.5 Les Cryptophycées :

- Un seul genre a été identifié : *Crysopyxis*.

#### IV.1.6. Les Euglènes :

- Un seul genre trouve au niveau de l'est algérien représenté par l'espèce *Euglena pascheri* avec d'autre espèce non identifiable.

#### IV.1.7 Les Coccolithophoridés

- Reconnu très au niveau de l'est algérien représentés par les genres suivant *chromulina*, *dictyocysia* et autre non identifie

**Tableau 1** : les différents genres rencontrés et leurs classifications.





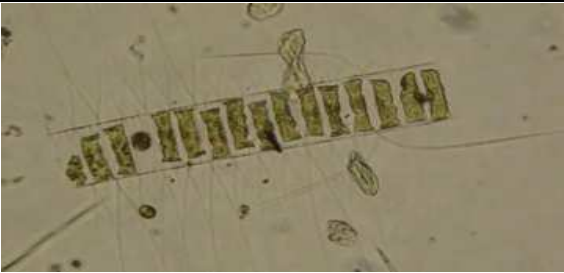
Classe	Ordre	Famille	Genre
Dinoflagellés	Prorocentrales	Prorocentraceae	<i>Mesoporos</i>
			<i>Prorocentrum</i>
	Dinophysiales	Dinophysiaceae	<i>Dinophysis</i>
			<i>Ornithocercus</i>

		Oxyphysaceae	<i>Oxyphysis</i>
	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	<i>Ampbidinium</i>
			<i>Gymnodinium</i>
			<i>Karenia</i>
			<i>Katodinium</i>
			<i>gyrodinium</i>
			<i>Torodinium</i>
		Amphitholaceae	<i>Achradina</i>
	Noctilucales	Kofoidiaceae	<i>Kofoidinium</i>
		Noctilucaeae	<i>Noctiluca</i>
	Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratium</i>
		Goniodomataceae	<i>Alexandrium</i>
			<i>gonyaulax</i>
			<i>Protoceratium</i>
		Oxytoxaceae	<i>Oxytoxum</i>
		Pyrocystaceae	<i>Pyrocystis</i>
			<i>Fragilidium</i>
			<i>Pyrophacus</i>
	Peridinales	Heterocapsaceae	<i>Heterocapsa</i>
	Peridinales	Calciodinellaceae	<i>Scrippsiella</i>
			<i>Diplopsalopsis</i>
			<i>Diplopsalis</i>
			<i>Preperidinium</i>
		Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>
		Protoperidiniaceae	<i>Protoperidinium</i>
			<i>Kryptoperidinium</i>
	Blastodinales	Oodiniaceae	<i>Oodinium</i>
Diatomées	Biddulphiales	Thalassiosiraceae	<i>Skeletonema</i>
			<i>Thalassiosira</i>

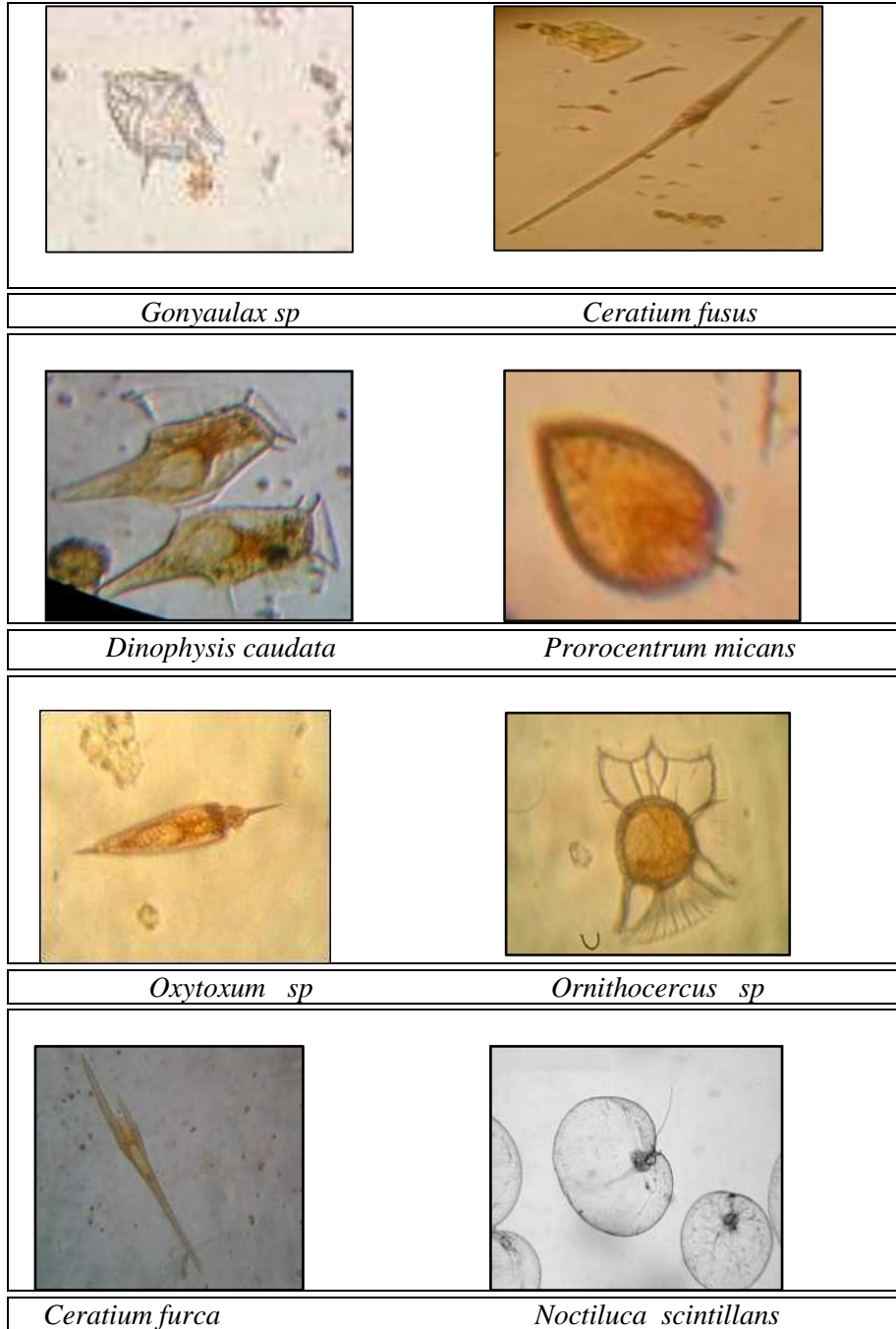
		Melosiraceae	<i>Melosira</i>
			<i>Stephanopyxis</i>
		Leptocylindraceae	<i>Leptocylindrus</i>
		Coscinodisceae	<i>Coscinodiscus</i>
		Hemidiscaceae	<i>Hemidiscus</i>
		Rhizosoleniaceae	<i>Rhizosolenia</i>
			<i>Guinardia</i>
		Biddulphiaceae	<i>Biddulphia</i>
		<i>Hemiaulaceae</i>	<i>Cerataulina</i>
			<i>Eucampia</i>
		Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros</i>
		Lithodesmiaceae	<i>Bellerochea</i>
			<i>Dtylum</i>
	Bacillariales	Fragilariaceae	<i>licmophora</i>
			<i>Synedra</i>
		Rhaphoneidaceae	<i>Rhaphoneis</i>
		thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i>
		Naviculaceae	<i>Navicula</i>
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>
			<i>Haslea</i>
			<i>Pleurosigma</i>
		Bacillariaceae	<i>Bacillaria</i>
			<i>Cylindrotheca</i>
			<i>Pseudo-nitzschia</i>
			<i>Nitzschia</i>
	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>
Chlorophycées	Chlorococcales,		<i>Tetraselmis</i>
			<i>Chlamydomonas</i>
Chrysophycées			<i>vaucheria,</i>

			<i>rhizochloridales</i>
			<i>tribonema.</i>
Cryptophycées			<i>crysopyxis.</i>
Euglènes			<i>Euglèna</i>
Coccolithophoridés rid			<i>Chromulina</i>
			<i>dictyocysia</i>

**Planche I** : Espèces de diatomées observés au microscope inversé grossissement au X40.

	
<i>Navicula sp</i>	<i>Licmophora sp</i>
	
<i>Coscinodiscus sp</i>	<i>Pleurosigma sp</i>
	
<i>Chaetoceros sp</i>	

**Planche II** : Espèces de dinoflagellés observés au microscope inversé au grossissement X40.



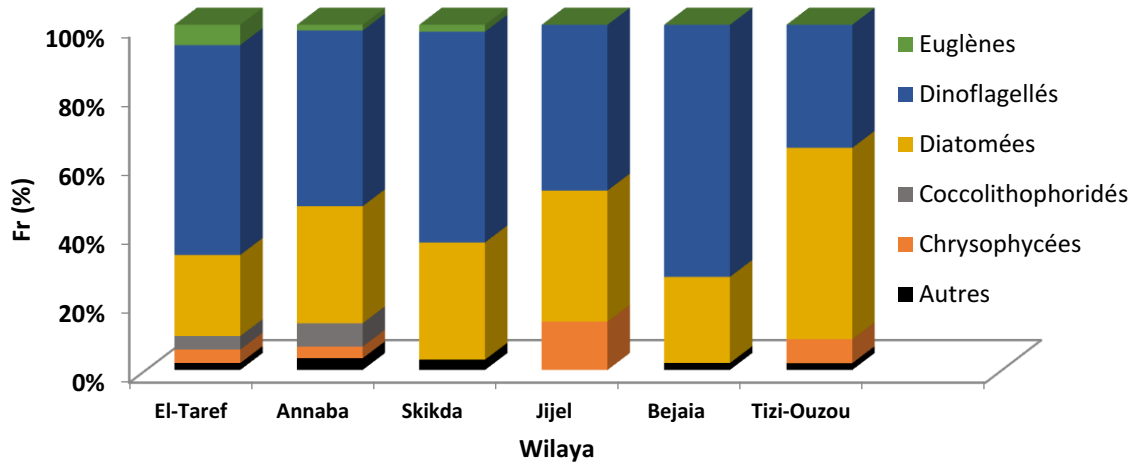
## IV.2. Distribution spatiale des populations phytoplanctonique

### IV.2.1. Fréquence des groupes phytoplanctoniques:

Les figures 1, 2, 3 suivantes présentent les fréquences des principales classes rencontrées durant la période d'étude de Mai -Juin 2013. En effet, la contribution en pourcentage de chaque valeur

« Fr % » de ses groupes phytoplanctonique par rapport au total sur plusieurs wilayas ce qui permet de synthétiser la composition du peuplement phytoplanctonique dans les trois secteurs.

➤ **Secteur Est (Annexe I)**



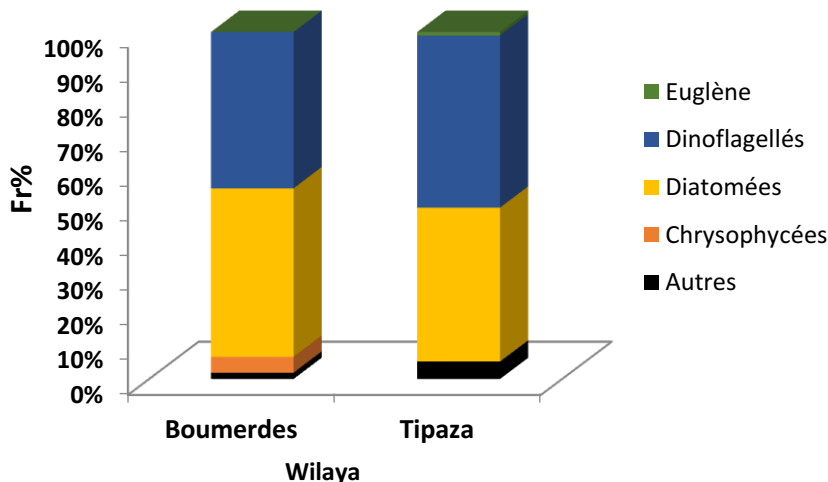
**Figure 01 :** Evolution spatiale de la fréquence des groupes phytoplanctoniques dans la région Est.

Les classes recensées des Dinoflagellés sont les plus fréquente est constante comparativement aux autres groupes taxinomiques avec une valeur maximale de 73% dans la wilaya de Bejaïa. Les Diatomées, contribuent à la diversité étudiée dans la région Est d’une manière commune à rare, avec un pourcentage variant entre 23 et 54 %.

Le reste de la composition phytoplanctoniques du secteur Est, indique que les *Coccolithophoridés*, *Euglénophycées* et *Chrysophycées* sont les plus rares. Ceci s’explique par le fait, qu’ils sont moins compétitifs que les autres micro-algues étant présentent des valeurs de la fréquence < 25 %. Cependant, nous remarquons l’absence totale des *Chlorophycées*, sur toutes les wilayas.

➤ **Secteur**

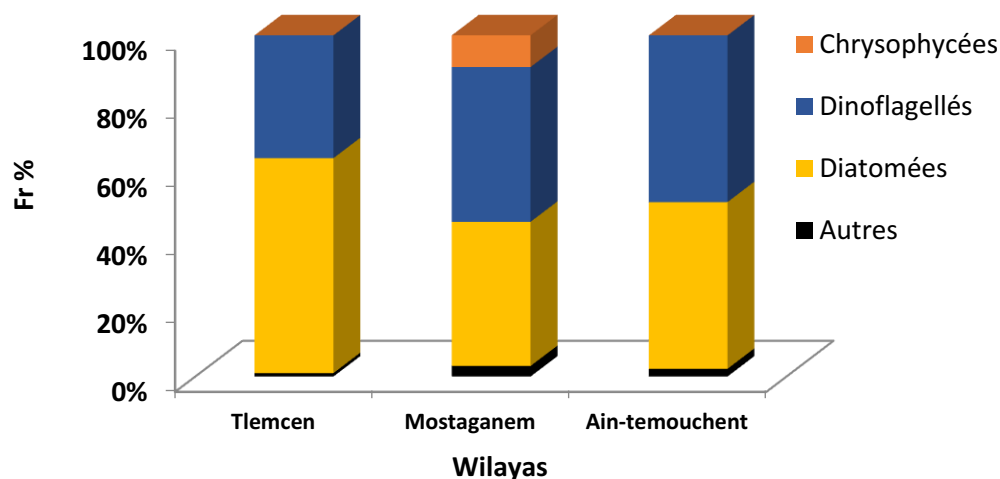
**Centre**



**Figure 02:** Evolution spatiale de la fréquence des groupes phytoplanctoniques dans la région Centre.

La figure 2 montre que pour les deux groupes, Diatomées et Dinoflagellés affichent des fréquences très proches entre eux pour les deux wilayas représentant la région Centre dans ce travail, elles sont de l'ordre de 45%. Très rarement sont rencontrés les classes des *Coccolithophoridés*, des *Euglénophycées*, Alors Que, les *Chrysophycées*, sont présentes uniquement dans la wilaya de Boumerdés avec un pourcentage faible qui ne dépasse pas 5%.

➤ **Région Ouest**



**Figure 03 :** Evolution spatiale de la fréquence des groupes phytoplanctoniques dans la région Ouest.

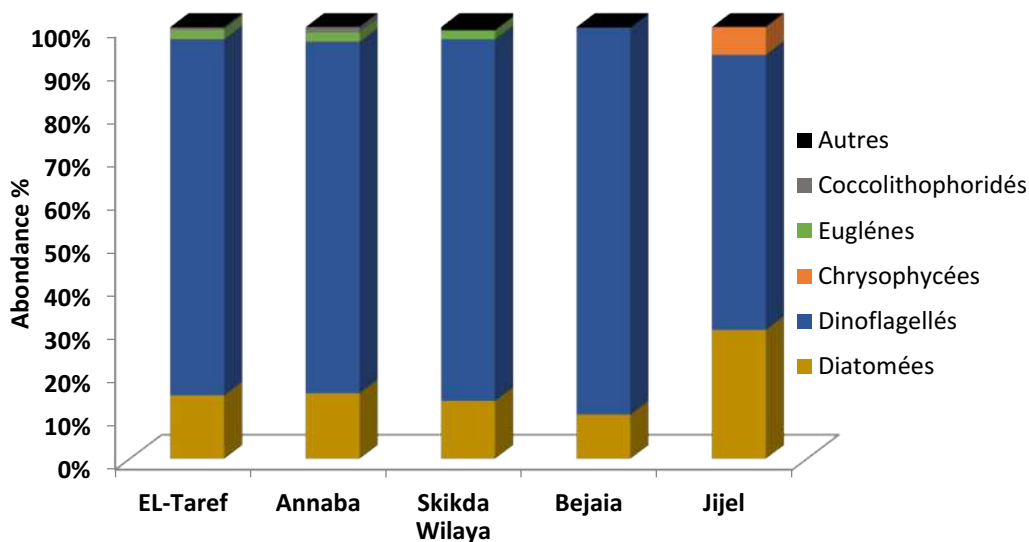
Dans le secteur Ouest, l'évolution de la fréquence phytoplanctonique de la wilaya du Mostaganem est similaire à celle de la wilaya d'Ain-Temouchent mais diffère de celle relevée dans la wilaya de Tlemcen. Dans chaque wilaya, les Diatomées représentent environ le groupe commun avec une fréquence de 50 %.

Les Dinoflagellés marquent une distribution spatiale et une diversité phytoplanctonique en deuxième rang suivi des *Chrysophycées*. Ces derniers, ne dépassent pas 9% de la fréquence totale dans la wilaya de Mostaganem. Par contre, ils sont absents dans les autres wilayas. Les *Euglènes*, *Coccolithophoridés* et les *Chlorophycées*, sont des classes soit rares soit absentes dans les trois wilayas.

#### IV.1.2.2. Abondance relative des groupes phytoplanctoniques :

Les résultats détaillés dans les figures ci-dessous 4, 5 et 6 montrent l'abondance des groupes dominant visant les wilayas en trois régions Est, Ouest et Centre. Le but de cette analyse est de faire une comparaison entre la richesse quantitative et la diversité des groupes phytoplanctoniques de chaque secteur.

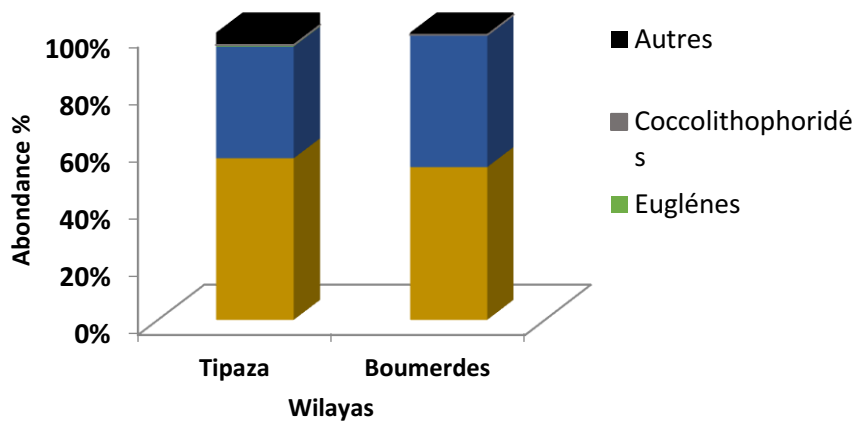
##### ➤ Secteur Est



**Figure 04 :** L'abondance relative des groupes phytoplanctoniques au niveau des wilayas de l'Est.

La figure 4 indique que les Dinoflagellés contribuent de manière significative à la richesse quantitative avec des proportions qui dépassent 60% du total, alors que les Diatomées sont à moitié abondante, elles ne dépassent pas les 30%. En ce qui concerne les autres groupes on remarque que les Euglènes sont présents sur toutes les stations étudiées, par contre les *chrysophycées* et les *Coccolithophoridés* sont absentes pour la majorité des wilayas sauf El Taref et Annaba avec une abondance très faible.

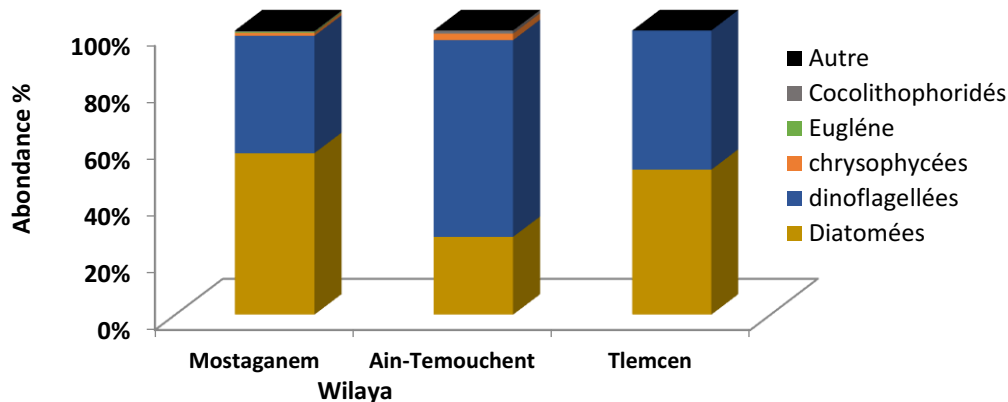
##### ➤ Secteur Centre



**Figure 05 :** L'abondance relative des groupes phytoplanctoniques au niveau de différentes wilayas du Centre.

Concernant le Centre, on observe la dominance des Diatomées avec un pourcentage dépassant légèrement le seuil de 50%, par contre les Dinoflagellés ont un effectif relativement faible par rapport au secteur Est. Nous constatons la présence des Euglènes dans la wilaya de Tipaza mais non significative.

➤ **Secteur Ouest :**



**Figure 06:** L'abondance relative des groupes phytoplanctoniques au niveau de différentes wilayas Ouest.

Pour le dernier secteur (Figure 6), il est clair que les Diatomées et les Dinoflagellés monopolisent toutes les wilayas Ouest, avec un pourcentage oscillant entre 33 et 64 % pour la première classe. Les Dinoflagellés, qui occupent la deuxième place avec des proportions ne dépassant pas les 44 %. Donc la région Centre et Ouest présentent plus de diversité et plus de production de Diatomées par rapport au secteur Est, qui connaît une multiplication cellulaire des Dinoflagellés très importante.

#### **IV.2.3.Variation des groupes phytoplanctoniques par wilaya(Densités cellulaires) :**

Les figures suivantes (7, 8, 9) représentent la distribution des densités cellulaires totales, explorées chaque wilaya. Le but de cette démarche est de déterminer la densité cellulaire de chaque taxon en comptant le nombre de cellules totale, et en intégrant le volume d'échantillon sédimenté.

##### **➤ Secteur Est**

L'examen de la figure 7 a permis de mettre en évidence l'importante variation cellulaire. Au cours de notre étude, les observations enregistrées, montrent une densité cellulaires totale varie entre 21598 cell/l (Skikda) à 56928 cell/l (El-Taref) avec une alternance entre les groupes dominants numériquement. Cela permet d'aboutir aux résultats suivants :

**A) El-Taref :** Les deux stations (1 et 4) relative à cette wilaya affichent une très grande pauvreté en Coccolithophoridés, Chrysophycées. Par contre, elles relèvent une production du phytoplancton riche en classe de Diatomées et Dinoflagellés.

**B) Annaba:** Dans les deux stations étudiées (Station 11 et 9) les populations phytoplanctoniques, ont rarement dépassé 6899 cell/l dans leur ensemble. Tandis que les Dinoflagellés ont atteint de fortes valeurs soit environ 18965 cell/l.

**C) Skikda :** L'analyse, de la figure 1/c, indique des concentrations faibles avec une valeur maximale de 1567 cell/l enregistrée par les Dinoflagellés. Pour les autres groupes, la concentration est toujours faible sauf pour les diatomées qui marquent leur présence avec une valeur maximale proche de 12000 cell/l.

**D) Jijel :** les résultats indiquent que les Diatomées et les Dinoflagellés contribuent de manière significative à la richesse spécifique quantitative avec des valeurs respectives de 9532 et de 20065 cell/l. Dans cette wilaya les chrysophycées notent une concentration remarquable égale à 2033 cell/l ainsi l'absence totale des autres groupes mentionnés.

**E) Bejaia :** d'après nos identifications et comptage dans cette wilaya, la densité maximale est occupée par les Dinoflagellés, soit un maximum de 27697 cell/l. Quant aux diatomées, leur densité se rapproche des 5000 cell/l. Concernant les autres groupes, nous enregistrons toujours un faible effectif.

**F) Tizi-Ouzou :** l'identification effectuée, a permis d'observer que les dinoflagellés monopolisent le peuplement micro-algale dans la seule station explorant cette wilaya, par rapport aux Diatomées, avec une densité de 24330 cell/.

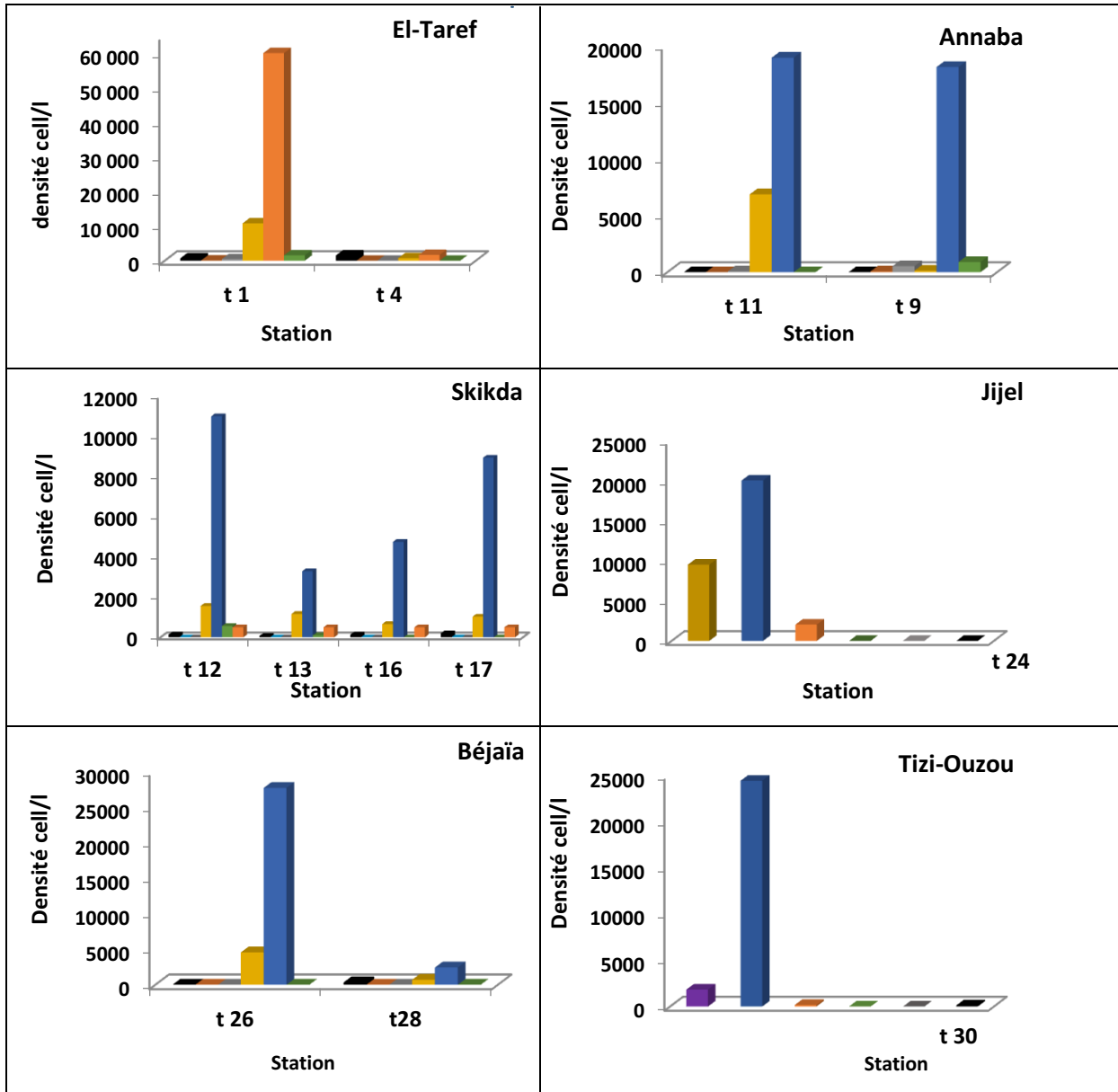


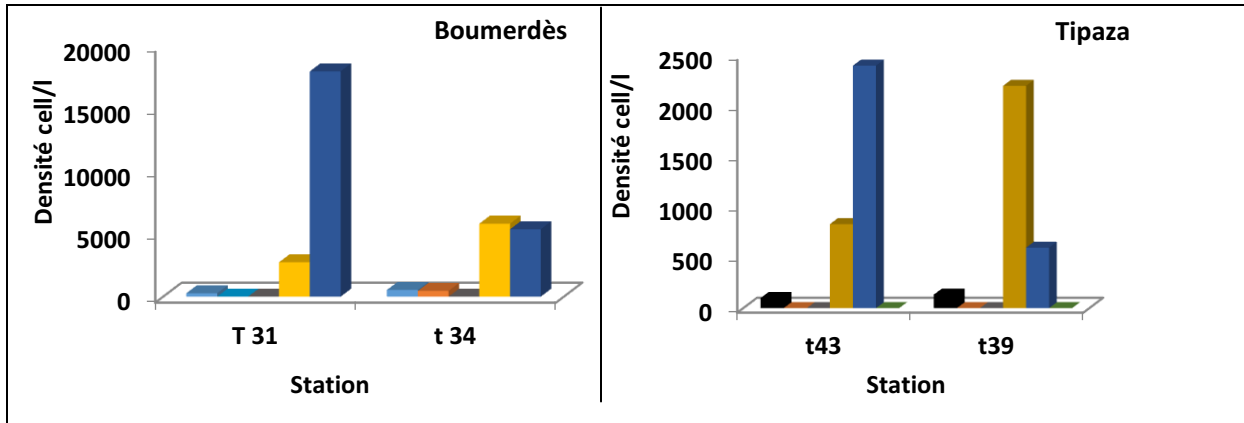
Figure 07 : variation des densités cellulaires par groupes phytoplanctoniques dans les wilayas de l'Est.

■ Autres ■ Coccolithophoridés ■ Dinoflagellés ■ Diatomées ■ Chrysophycées ■ Euglènes.

➤ **Secteur Centre :**

Mis à part la station 34 affiché dans le graphe ci-dessous où une concentration cellulaire maximale (7499 cell/l) a été signalée par les Diatomées. Les Dinoflagellés sont toujours les

dominants pour la wilaya de Boumerdès, en revanche les Diatomées prennent l'avantage au niveau de la station t 39 de la wilaya de Tipaza. Comme nous avons remarqué toujours la concentration des autres groupes taxinomiques est toujours faible.



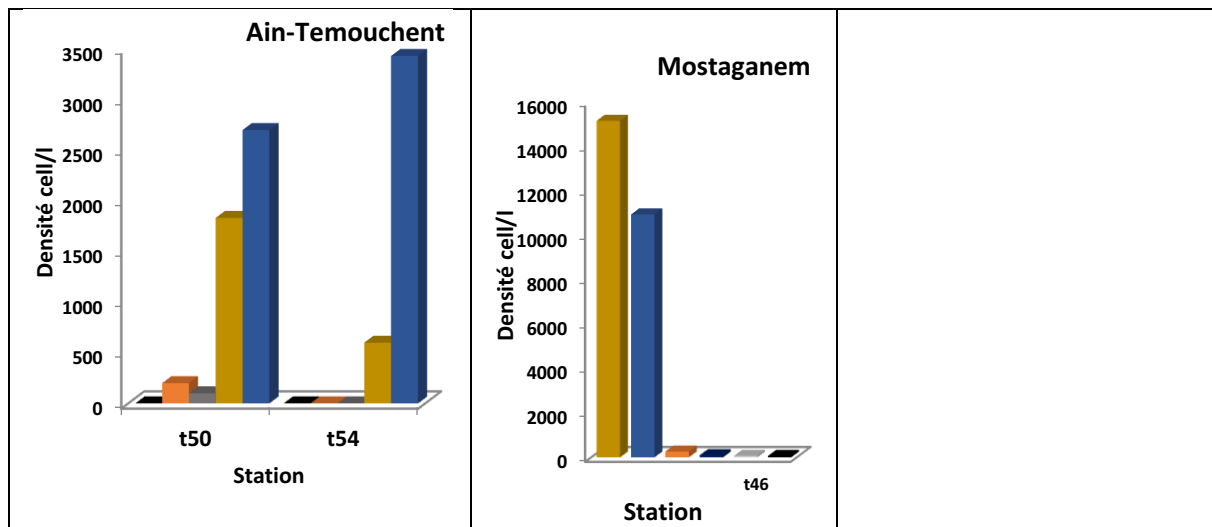
**Figure 08:** Variation des densités cellulaires par groupes phytoplanctoniques dans les wilayas du Centre.

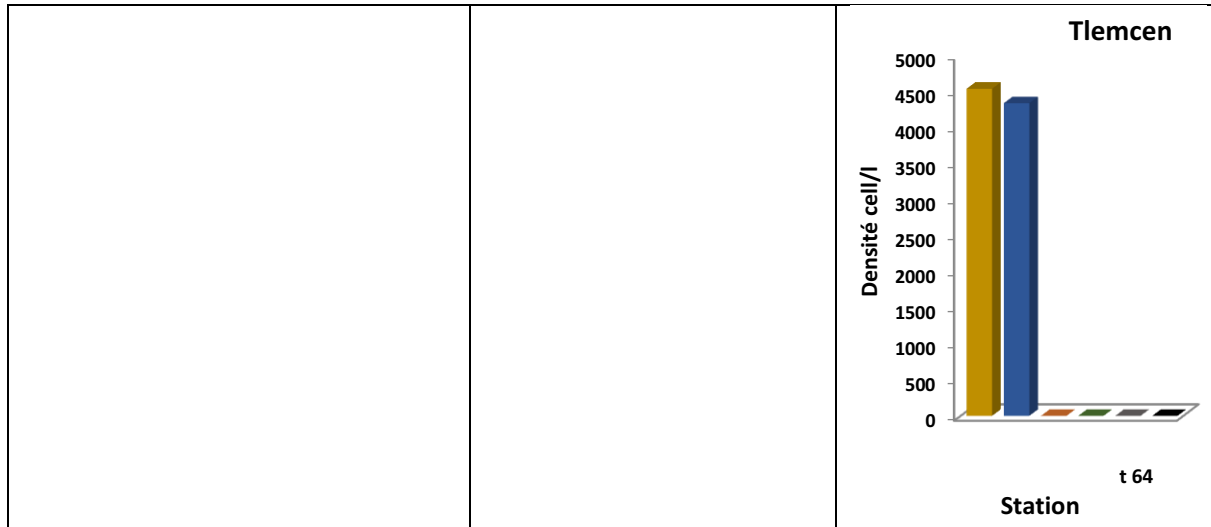
■ Autre ■ Coccolithophoridés ■ Dinoflagellé ■ Diatomée ■ Chrysophycées ■ Euglènes.

➤ **Secteur Ouest**

D'après la figure 9, les Diatomées contribuent d'une manière significative à la production phytoplanctoniques avec des valeurs allant de 4000 cell/l à 15000 cell/l. En deuxième position rentre les dinoflagellés avec une densité varie de 4000 à 10000 cell/l.

D'un autre côté, on remarque la présence des chrysophycées en troisième position. Les autres groupes, sont d'une densité toujours faible.





**Figure 09:** Variation spatiale des groupes phytoplanctoniques dans Les wilayas de l'Ouest.

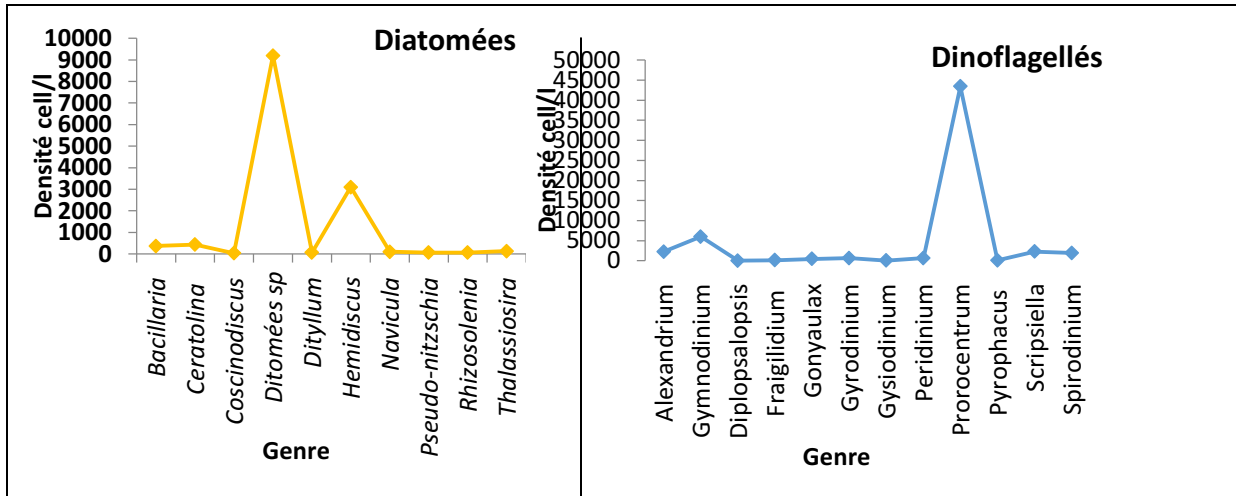
■ Autres ■ Coccolithophoridés ■ Dinoflagellé ■ Diatomée ■ Chrysophycées ■ Euglènes.

#### IV.1.2.4. Variation des principaux genres par wilaya :

D'après les résultats obtenu précédemment, les Dinoflagellés et les Diatomées monopolisent les stations étudiées, ce qui nous a permis de faire dans cette partie une comparaison entre les genres de ces deux majeurs groupes.

Les figures suivantes représentent la densité cellulaire des taxons identifiés (répertoriés dans le Tableau en annexe), durant toute la période de l'étude. Le but de cette opération est de connaître les taxons les plus dominants dans les deux groupes taxonomiques.

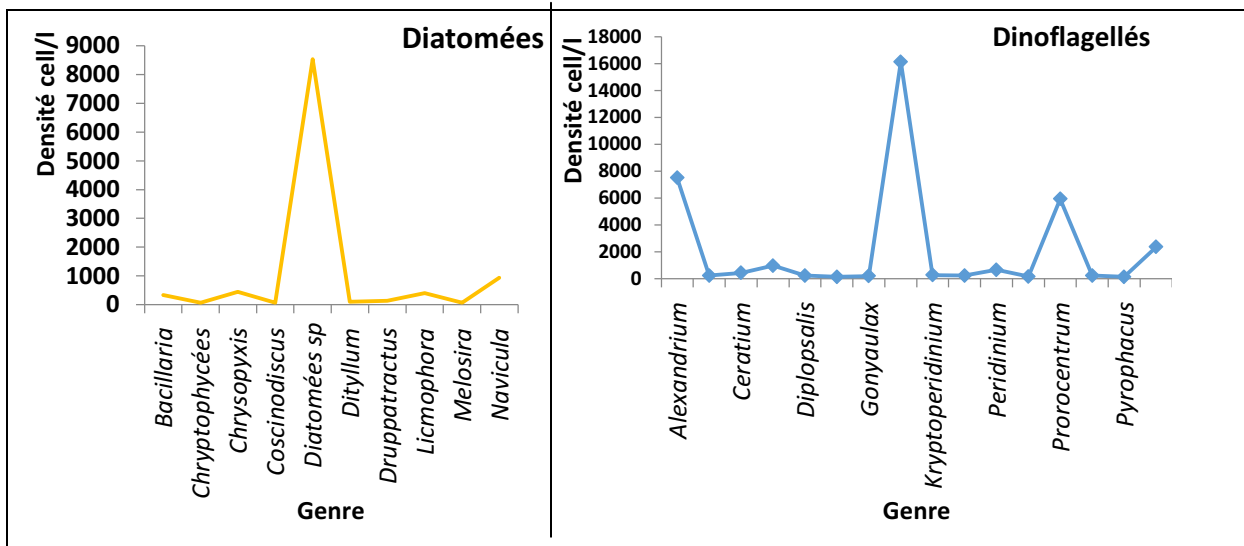
- **Secteur Est (annexe I)**
  - a) **El-Taref (figure 10)**



**Figure 10 :** La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya d'El-Taref.

Les observations enregistrées au cours de notre étude montrent que les densités cellulaires les plus importantes sont signalées par le genre *Hemidiscus* et les autres genres appartiennent aux Diatomées centriques. Concernant les Dinoflagellés, on enregistre une forte concentration relative au genre : *Prorocentrum* (43429 cell/l), si non pour les autres genres des Diatomées et les genres de Dinoflagellés la densité est toujours faible.

**b) Annaba (figure 11)**



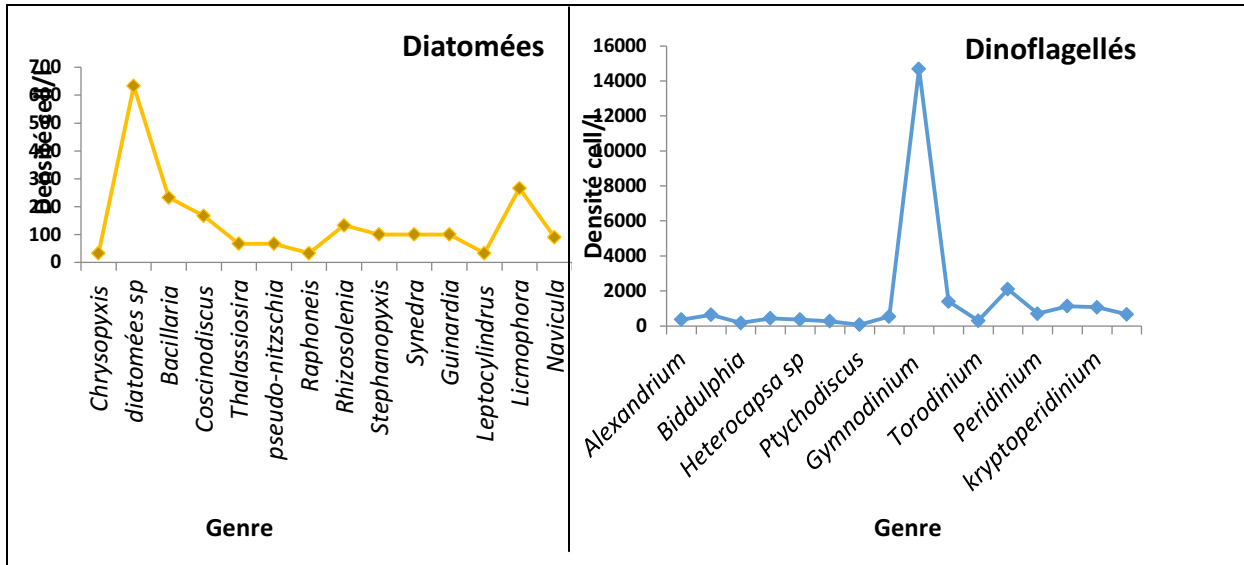
**Figure 11:** La densité cellulaire des différents genres de Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya d'Annaba.

La densité cellulaire des genres de Diatomées dans la wilaya d'Annaba varie au cours de notre période d'échantillonnage de 67 cell/l à 1000 cell/l. En revanche, un genre de

Diatomées centrique marquent la densité cellulaire maximale avec une valeur égale à 8533 cell/l. Les autres densités cellulaires des autres genres indiquent une faible production phytoplanctonique.

Pour les dinoflagellés, les *Gymnodinium*, *Alexandrium*, *Prorocentrum* et *Spirodinium* sont les majeurs genres rencontrés

**c) Skikda (figure 12)**



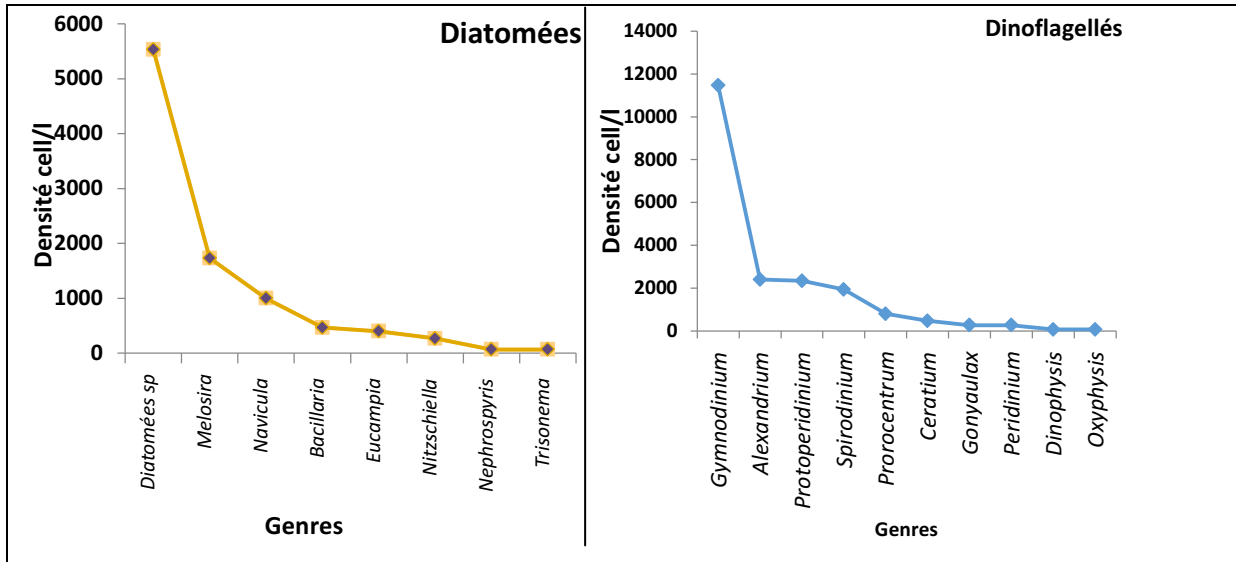
**Figure 12 :** La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Skikda.

L'analyse des échantillons identifiés prélevés au niveau de cette wilaya, nous a permis d'aboutir aux résultats suivants :Le maximum des densités cellulaires des espèces

Phytoplanctonique est rencontré dans les deux groupes taxonomiques : 500 cell/l pour les Diatomées centrique (*Diatomées sp*) et 16000 cell/l pour les *Gymnodinium* (Dinoflagellés).

Donc les Dinoflagellés marquent toujours leur dominance par rapport aux Diatomées, même pour le nombre des genres identifiés, les Dinoflagellés s'accaparent la station.

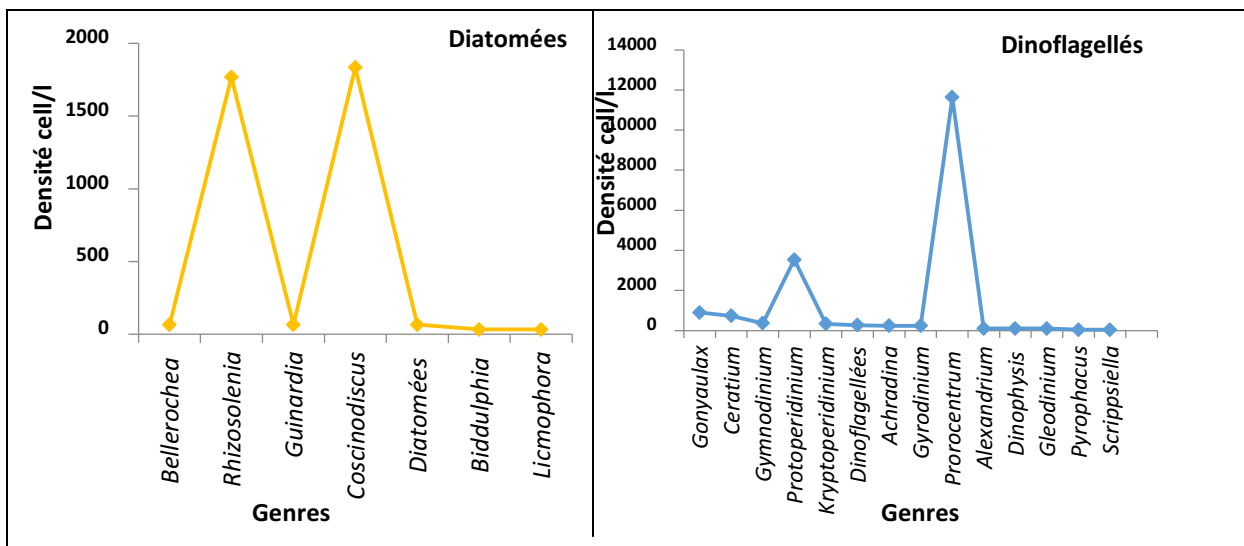
**d) Jijel (figure 13)**



**Figure 13:** La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Jijel.

On observe des valeurs assez faible varient de 1000 à 3000 cell/l pour les genres de Diatomées et des valeurs acceptables pour les Dinoflagellés qui varient de 2000 cell/l à 6000 cell/l. Pour les Dinoflagellés, les fortes concentrations a été enregistré chez *Gymnodinium* avec un pic de 12000 cell/l. Un autre pic atteignant 6000 cell/l pour un genre non identifié (*Diatomées sp.*) de la classe des centriques, suivi du genre *Melosira*.

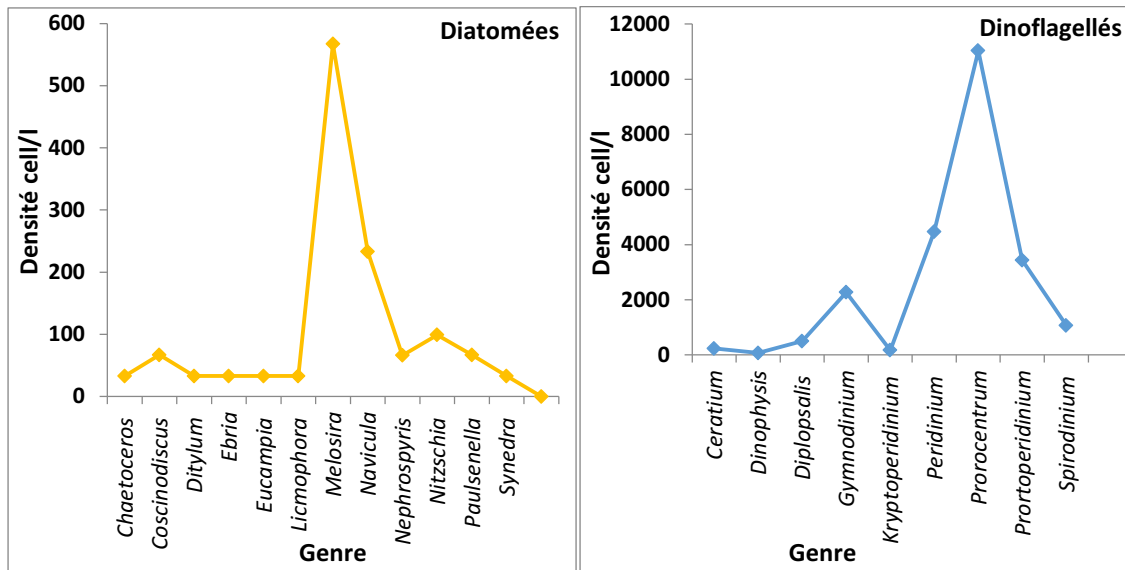
**d) Bejaïa (figure 14)**



**Figures 14 :** La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Bejaïa.

Pour cette wilaya concernant les Diatomées nous assistons à une égalité entre le genre *Rhizosolenia* et *Coscinodiscus* avec une densité cellulaire proche de 2000 cell/l pour chacun des deux. En ce qui concerne, les Dinoflagellés, le genre *Prorocentrum* est dominant avec une richesse quantitative égale à 11632 cell/l. Les genres représentatifs du groupe des Dinoflagellés après les *Prorocentrum* sont : les *Protoperidinium*, *Ceratium* et *Gonyaulax*.

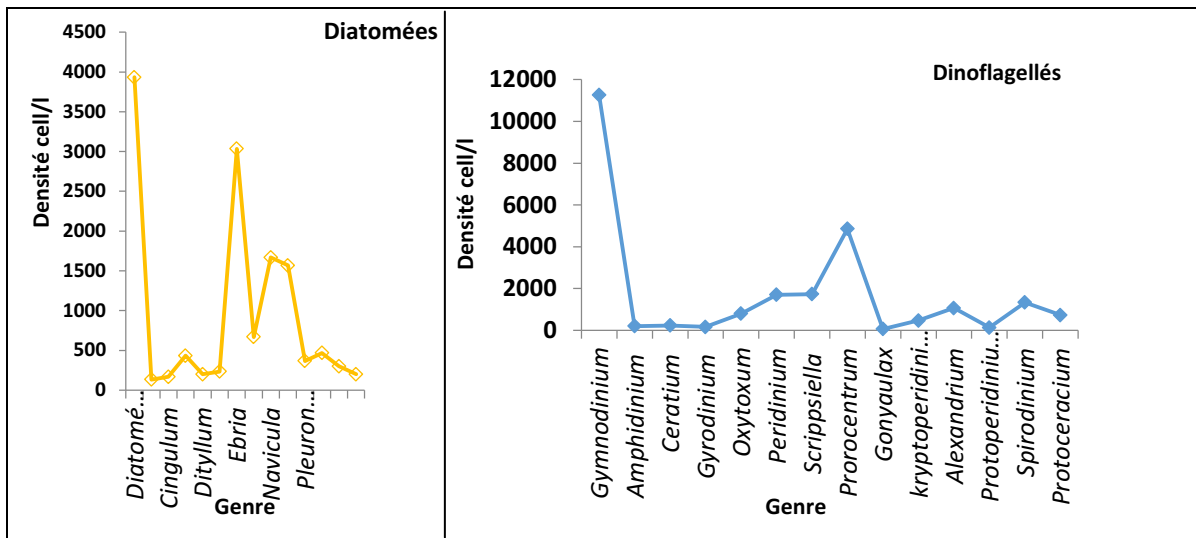
e) Tizi-Ouzou (figure 15)



**Figures 15:** La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Les données issues du comptage permettent d'estimer la quantité des genres Dinoflagellés et Diatomées de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elles reflètent la dominance de *Prorocentrum* pour les Dinoflagellés avec un effectif proche de 12000 cell/l et *Melosira* avec une valeur de 600 cell/l comme genre et espèces dominantes dans le groupe des Diatomées.

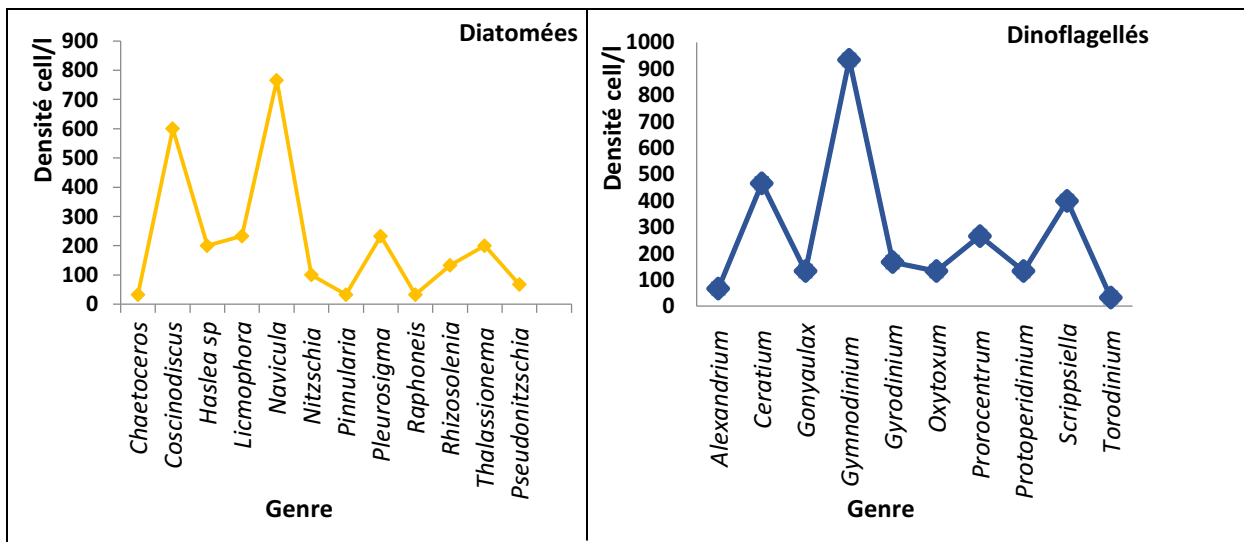
f) Boumerdés (figure 16)



Figures 16 : La densité cellulaire des genres de Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Boumerdés.

Nous assistons dans ce cas de figure à deux pics de densité des deux genres *Gymnodinium* suivi de *Prorocentrum* pour les Dinoflagellés. D'autre part, les pics de Diatomées sont marquées par les genres suivants : *Ebria*, *Navicula* et en plus du pic des genres non identifiées du groupe de Diatomées centrique.

h) Tipaza (figure 17)



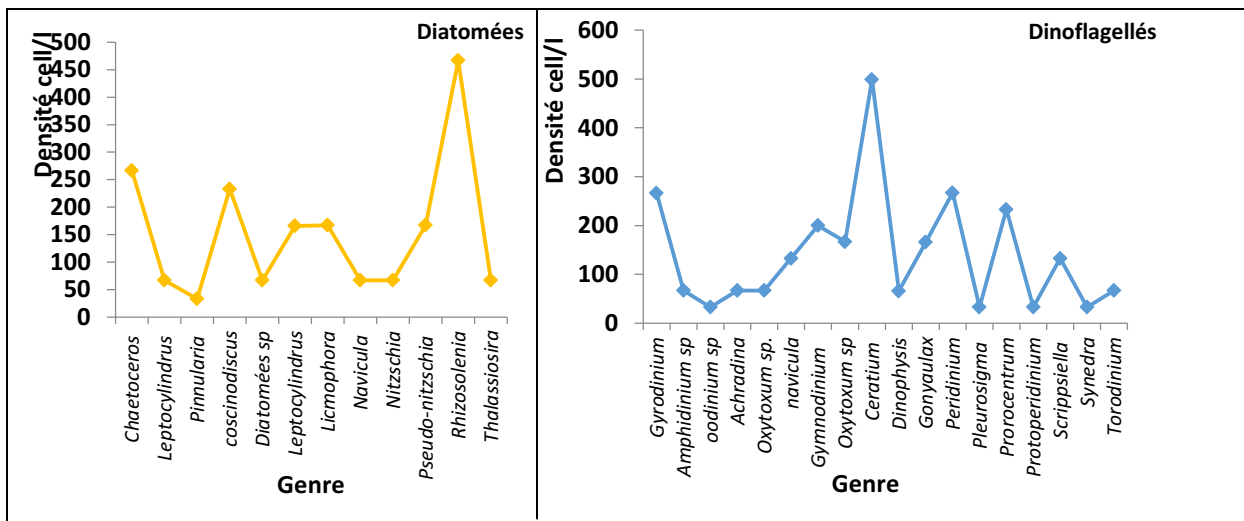
Figures 17 : La densité cellulaire des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Tipaza.

On remarque dans cette wilaya (Figure17) que les fluctuations dues à la dominance de certains genres par rapport à d'autres dans le groupe des Diatomées principalement :

*Coscinodiscus*, *Navicula*, *Pleurosigma* et *Thalassionema*. Pour les Dinoflagellés, nous assistons à la diminution des concentrations par rapport aux résultats précédents, la majorité des genres sont présents avec des effectifs entre 100 et 600 cell/l : les plus importants *Gymnodinium*, *Ceratium* et *Scrippsiella*.

➤ **Secteur Ouest**

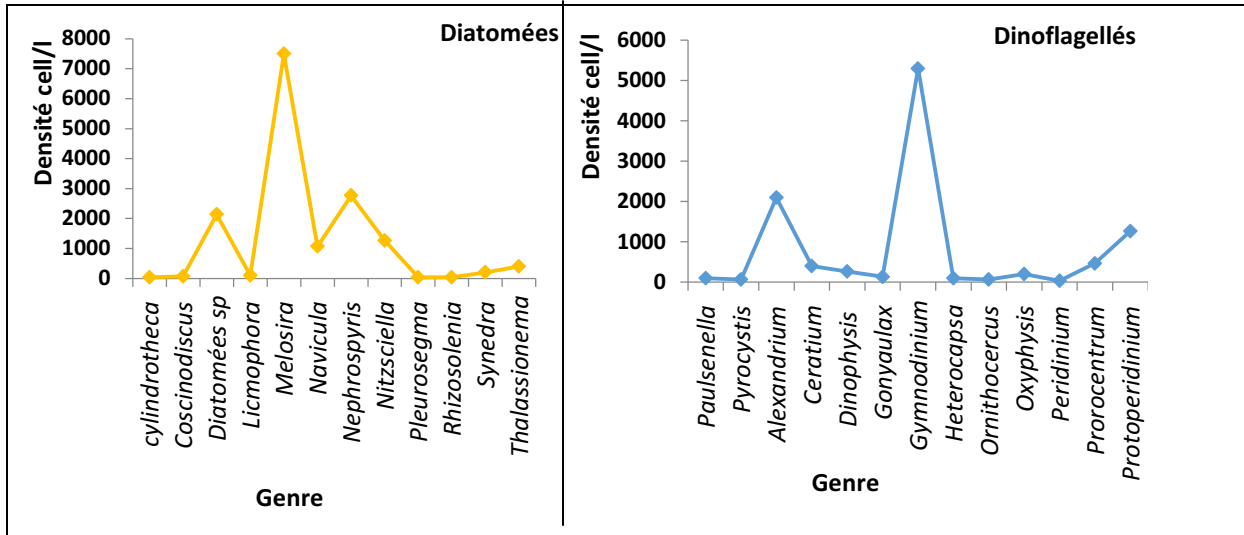
**i) Ain-Temouchent (figure 18)**



**Figures 18:** La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya d'Ain-Temouchent.

L'analyse de la figure 18 montre une évolution significative de la multiplication cellulaire des genres *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* et *Rhizosolenia* (<500 cell/l) dans la classe des Diatomées. Alors que sur les Dinoflagellés les résultats dépassent cette valeur, on remarque aussi la présence d'un nombre élevée des taxons, les plus importants sont *Gyrodinium*, *Ceratium*, *Peridinium* et *Prorocentrum*.

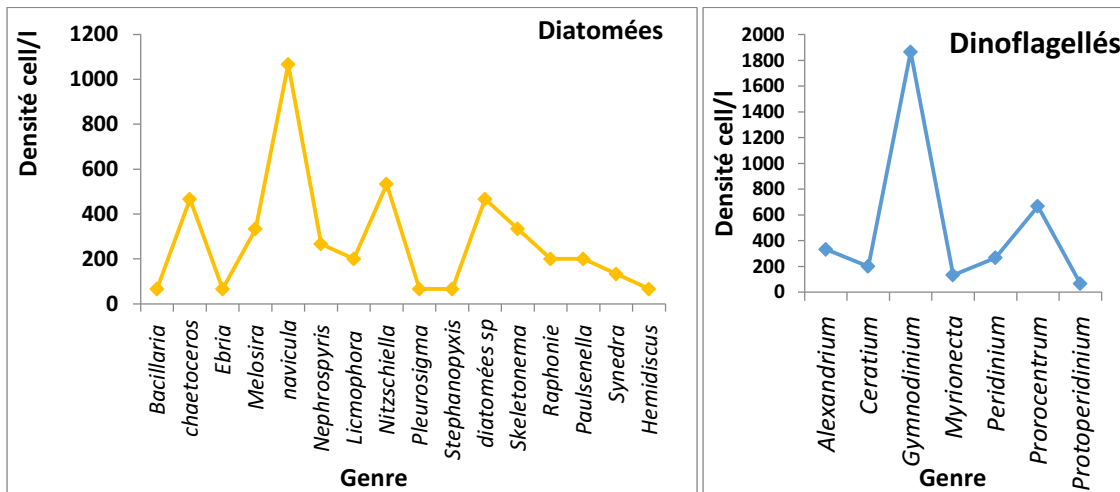
**j) Mostaganem : (figure 19)**



**Figures 19 :** La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Mostaganem.

Dans les échantillons de la wilaya de Mostaganem, les résultats sont beaucoup plus riches concernant le genre *Gymnodinium* chez les Dinoflagellés et le genre *Melosira* chez les Diatomées.

**k) Tlemcen (figure 20)**



**Figures 20:** La densité cellulaires des différents genres des Dinoflagellés et Diatomées dans la wilaya de Tlemcen.

La wilaya de Tlemcen a connu une évolution de concentrations cellulaires phytoplanctoniques dont toutes les espèces identifiées marquent leur présence avec un effectif qui varie de 200 à 2000 cell/l pour les Dinoflagellés (*Gymnodinium*, *Prorocentrum* ...), et de 200 à 1200 cell/l pour l'autre groupe (*Navicula*, *Chaetoceros*, *Nitzschiella* ...).

### IV.1.3. Indice de diversité :

#### IV.3.1. Indice de Shannon «H'», indice de Simpson et Indice d'Equitabilité « E » :

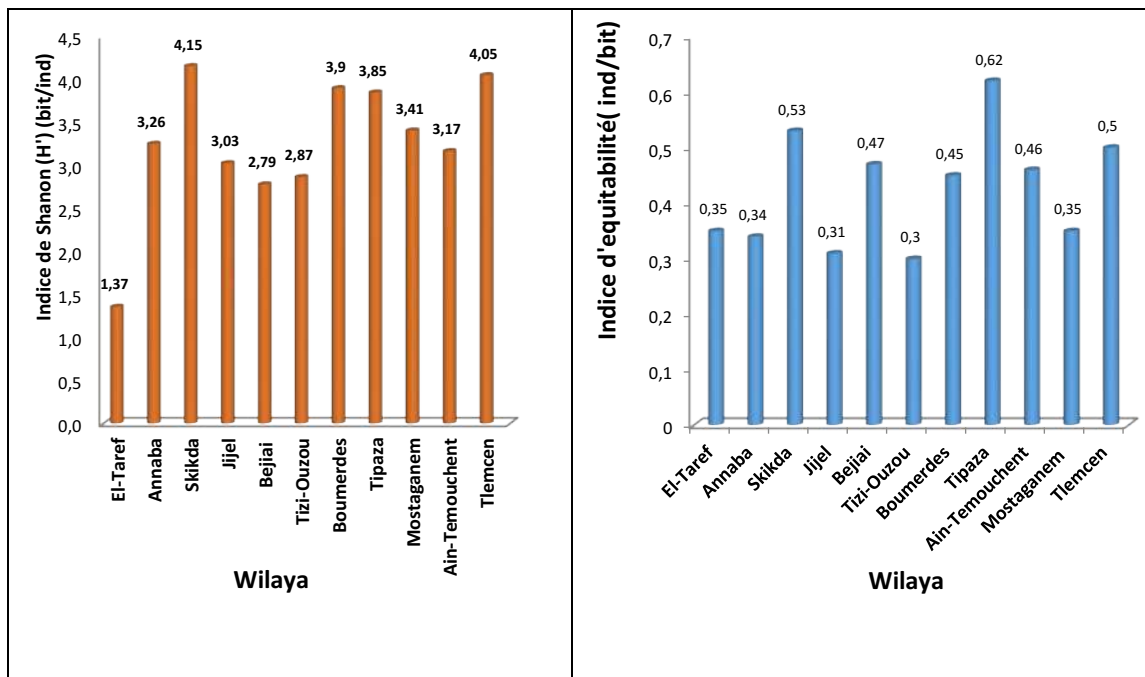


Figure 21 : Evolution de l'indice de Shannon et d'équitabilité au niveau de la côte algérienne.

Tableau 02 : les valeurs de l'indice de Simpson dans chaque wilaya.

El-Taref	Annaba	Skikda	Ijmel	Bejaia	Tizi-Ouzou	Boumerdés	Tipaza	Mostaganem	Ain-Temouchent	Tlemcen
0.35	0.34	0.53	0.31	0.47	0.30	0.45	0.62	0.35	0.46	0.50

Le calcul de l'indice de Shannon « H' » des échantillons traités par wilaya illustré sur la figure 21 des valeurs comprise entre 1.37 et 4.16 ind/bit, qui peuvent être considérées comme des valeurs proches de la valeur optimale qui est de 5.11 ind/bit ( $H'_{max} = \log S$ ). La wilaya de Skikda, Boumerdés, Ain-Temouchent, Tipaza et Tlemcen sont les wilayas les plus diversifiées car elles présentent les valeurs les plus proches de la valeur optimale. En revanche la valeur minimale a été signalée par la wilaya d'El – Taref avec une valeur égale à 1.37 bit/ind qui est confirmé par la valeur de l'indice de Simpson (tend vers 1). Tandis que les autres wilayas, l'indice de Shannon est compris entre 2.79 et 3.41 ind/bit ce qui assure que la diversité des communautés dans chaque wilayas est plus au moins importante et toutes les espèces qui appartiennent au phytocénose sont bien représentées. D'une manière générale les wilayas du

littoral étudiées affichent une diversité représentative, tandis que le peuplement de la wilaya d'El-Taref est le seul peuplement qui possède une diversité moins importante.

Examinons maintenant les valeurs de l'indice d'équitabilité de chaque wilaya apparues sur la figure 21 ci-dessus. Les valeurs projetées oscillent entre 0.31 et 0.62. Le minimum (tendant vers zéro) est lié aux wilayas de Jijel, Annaba et El Taref et Mostaganem. Ce qui signifie une dominance spécifique d'une espèce ou deux particulières ainsi affiche une distribution spatiale irrégulière. Ceci confirme les résultats obtenus de la figure 4 (Chapitre IV) relative au genre *Prorocentrum* qui monopolise les stations de plusieurs wilayas. Alors que, dans le même, la valeur de cet indice qui tend vers 1, est relative à la wilaya de Tipaza donnant une image d'un peuplement diversifié avec une équi-répartition.

#### IV.4. Diagramme rang-fréquence :

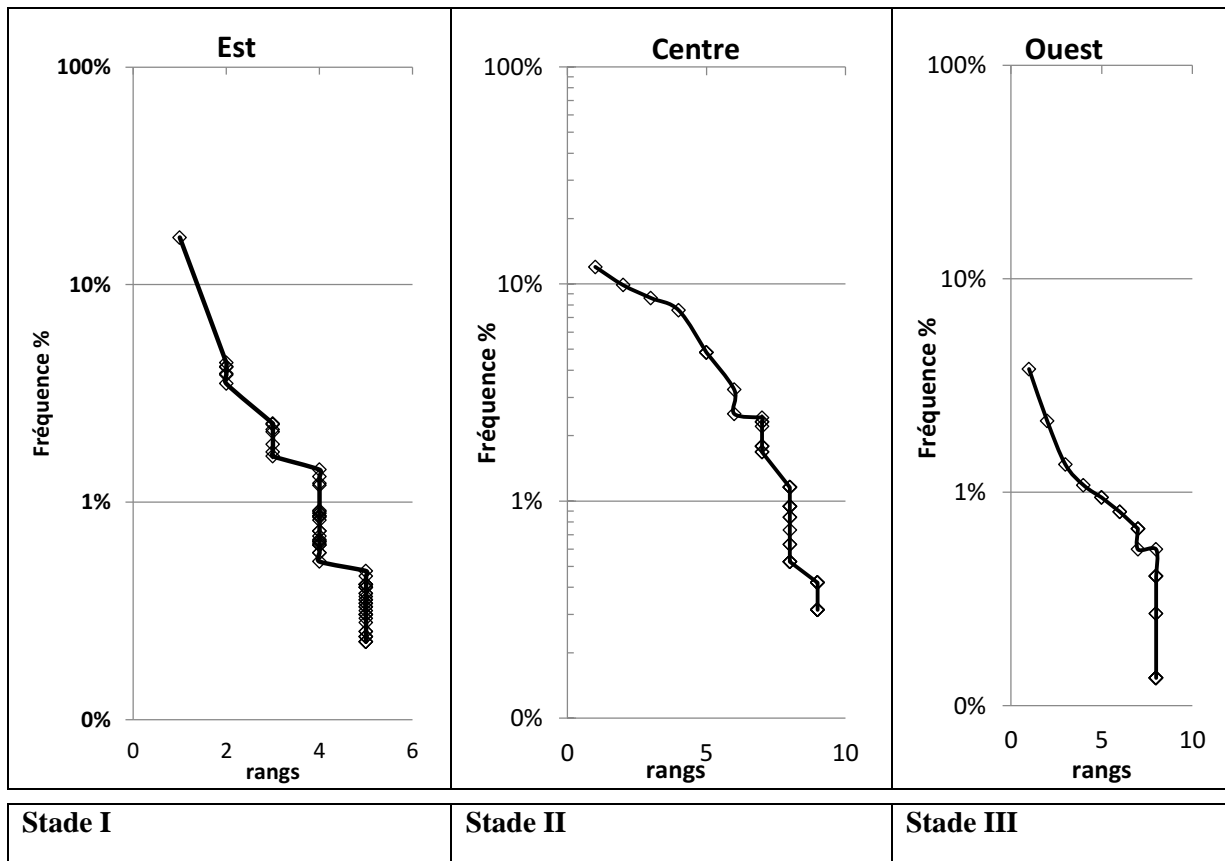


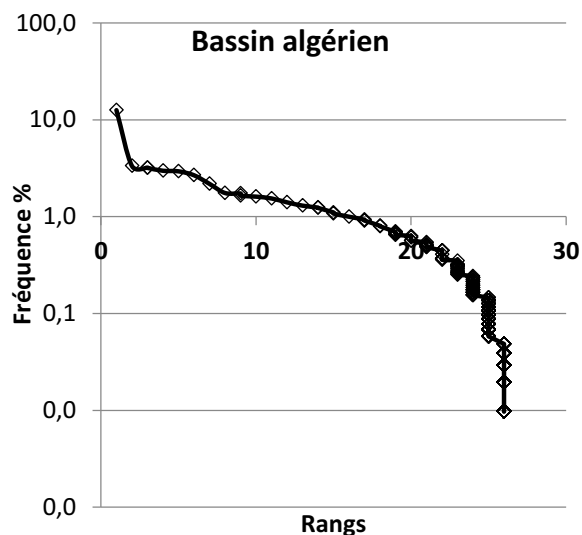
Figure 22 : Diagramme rangs-Fréquence des trois secteurs (Est, Centre et oust).

Les diagrammes rang-fréquence offrent une représentation synthétique de la structure de la communauté phytoplanctonique observée au niveau des trois régions du littoral algérien, après transformations logarithmiques des rangs des taxons, afin de linéariser la courbe l'observation de

l'allure des graphes a permis de distinguer le type de la communauté du bassin algérien et déterminer le stade écologique.

Le diagramme du secteur Est a un aspect biphasique typique d'un **stade 1**, donc d'un début de succession caractérisée par la dominance du *Prorocentrum* et *Gymnodinium*. En effet on confirme les faibles valeurs des deux indices de diversités H et E, obtenus précédemment toujours dans cette région. Cette communauté est faiblement diversifiée avec une répartition non équitable liée à un état écologique d'un peuplement jeune.

En revanche les deux autres régions, Centre et Ouest Présentent des DRF en **stade II**, donc un début de maturité du peuplement phytoplanctonique. Cette communauté est relativement plus diversifiée avec une répartition équitable.



**Figure 23 :** Diagramme rangs-Fréquence de bassin algérien

Le suivi des stades d'évolution de toute la communauté phytoplanctonique au niveau des vingt stations traitées, a permis de mettre en évidence une communauté en début de maturité, en effet en **stade II**. La courbe devient entièrement convexe, se rapprochant de la distribution en bâton brisé ; Au cours de cette succession, les espèces fréquentes deviennent nombreuses, abondantes et plus uniformes, par conséquent la diversité augmente d'une part et l'absence de la chute brutale des espèces rares.

#### IV.5. Espèces et genres potentiellement nocives rencontrés :

Parmi les objectifs fixés dans cette étude, c'est de faire suivre notre inventaire de l'évolution spatio-temporelle des espèces nocives des trois régions et comparer leurs densités cell/l. Les espèces et

genres décrites ont été choisies en fonction de deux critères : présence dans les masses d'eau algérienne et toxicité reconnue ; pour certaines, pour d'autres, qui se

traduisent par une augmentation exceptionnelle de la biomasse végétale (eutrophisation, désoxygénation).

Il faut prendre en considération que certains phytoflagellés et dinoflagellés peuvent être toxiques à faible concentration dans l'eau ( $10^2$  à  $10^3$  cell/l) et c'est le cas pour les *Dinophysis*. Pour les autres il faut atteindre des concentrations plus importantes que la précédente ( $10^6$  cell/l).

**Tableau 03** : les genres nuisible et/ou toxiques les plus fréquentes.

<i>Prorocentrum</i>	<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophysis</i>	<i>Alexandrium</i>	<i>Pseudo-nitzschia</i>	Les Genres Toxiques wilaya	Variations des densités cellulaires cell/l
43429	6000	367	1153	67	EL-Taref	
5933	16132	967	7499	/	Annaba	
2100	14693	433	376	66	Skikda	
11632	367	100	100	/	Bejaia	
799	11465	66	2400	266	Jijel	
11032	2266	67	1100	99	Tizi-Ouzou	
233	567	/	67	66	Tipaza	
4860	399	33	1067	11265	Boumerdés	
233	200	66	/	1234	Ain-Temouchent	
466	3299	266	2099	1267	Mostaganem	
666	1866	/	333	533	Tlemcen	

Signalée en rouge : densités maximales.

Pour notre observation, on a signalé la présence des producteurs des toxines qui appartient au groupe taxinomique diatomées et dinoflagellés, car elles sont les deux groupes qui représentent une concentration élevée.

***Dinoflagellés*** : au cours de notre étude on a remarqué la présence totale des taxons nocifs dans tous les secteurs et avec des fortes concentrations sauf le *Gonyaulax* qui est souvent absent. Concernant les autres genres toxique sont cités ci-dessous selon leur concentrations et leurs abondances.

*Prorocentrum* : la production des toxines a été démontrée chez *P.micans*. Elle est fréquente dans toutes les stations des wilayaset enregistre un maximum dans la wilaya d'El-Taref. Bien que *P. micans* soit capable de former des efflorescences, il est généralement considéré comme inoffensif (Taylor & Seliger 1979). Il peut excréter des substances qui inhibent la croissance des diatomées, mais apparemment ces substances ne pas entrer dans la chaîne alimentaire ou affecter les organismes des niveaux trophiques supérieurs. (Uchida, 1977 in Ehrenberg, 1833)

*Gymnodinium* : Ce taxon est très fréquent dans la wilaya d'Annaba (16132 cell/ l). Un laboratoire d'écosystèmes lagunaires de l'université de Montpellier II, suit régulièrement l'évolution de *Gymnodinium sp* sur les côtes méditerranéennes confirme qu'elle est la cause de l'intoxication paralytique (PSP). Ce taxon est très toxique pour les poissons et engendre plusieurs épisodes de mortalité dans les élevages aquacoles.

*Dinophysis* : c'est une espèce moins distribuée, absente dans la wilaya de Tlemcen et Tipaza. La majorité des wilayas étudiées ont signalés une concentration élevée induite des fois à un état de bloom. Elle est responsable de l'intoxication diarrhéique même avec une faible concentration

*Alexandrium* : producteur d'une toxine paralysante (PSP). Concernant ce genre la concentration est comprise entre 7499 et 67 cell/l avec une faible distribution. Les unités taxinomiques qui appartient à ce genre présentent des d'efflorescences toxiques qui contaminent les coquillages filtreurs et qui peuvent entraîner des conséquences sur la santé des consommateurs.

### ***Diatomées***

*Pseudo-nitzschia* : c'est le seul genre qui contient des espèces nocives et appartient aux groupes des diatomées recensé dans notre étude. Les espèces appartient à ce genre produisent des toxines de type

ASP, réputée pour causer l'empoisonnement des consommateurs. Elles sont moins présentes avec des faibles concentrations à cause de la prolifération de *P.micans*

et parfois absente, mais dans les wilayas de centre et Ouest sont présentes où la concentration maximale est affichée dans la wilaya de Boumerdés.

#### **IV.6. Répartition géographique des résultats**

Vue l'importance de la salinité et de la température ainsi le rôle primordiale qu'elles jouent dans la distribution spatiale des espèces micro-algales, on s'intéresse dans cette partie du

travail à cartographier les zones productives en relation à ses paramètres environnementales, ainsi propices à l'aquaculture.

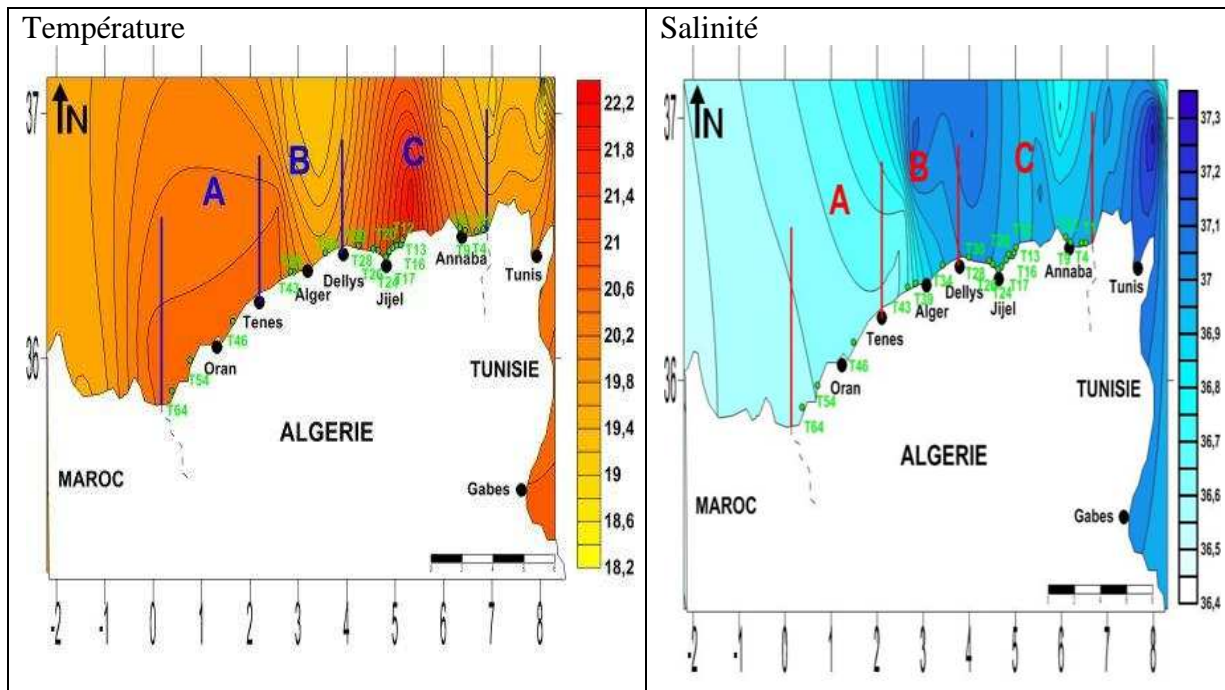
##### **a) Température et salinité**

La résolution spatiale de la climatologie satellitaire permet une description plus fine des variations spatio-temporelles de la température de surface dans la partie étudiée du bassin algérien. Il existe pour la température de surface des climatologies basées sur la mesure infrarouge par satellites (figure 23) qui posent une résolution spatiale de l'ordre de Kilomètre. En période étudiées, les températures sont bien évidemment plus élevée (en moyenne supérieure à 22 °c) dans le secteur Est. Qui confirme l'existence d'une thermocline sur l'ensemble du domaine puisque la température sous la couche de mélange est de l'ordre 13-14°C.

La configuration particulière des vents qui soufflent fréquemment à l'Est, conduit à une remonté d'eau froide et forme cette tâche d'eau froide quasi-permanente dans la zone d'ouest. Au centre, la température est stable et ne dépasse pas 20°C. En comparaison les 3 secteurs, on confirme que l'Est est le secteur le plus chaud par rapport aux autres. Au niveau de la wilaya de Bejaia signale les flux de la chaleur les plus élevée (22°C).

Les caractérisations de salinité des masses d'eau semblent être très proches d'elles même, elle varie de 36.7 à 37.3‰. Au centre et l'Est du bassin, il se trouve l'eau plus salée (L'augmentation de salinité est liée essentiellement à l'évaporation à cause de température élevée dans ces deux secteurs cités déjà). La salinité de la wilaya d'Annaba, Bejaia, Tizi-Ouzou, Boumerdés et Tipaza sont les plus riches en sels minéraux par rapport aux autres wilayas étudiées.

**Figure 24 :** Climatologie estivale de la température et salinité de surface à partir d'images satellites



### Productivité phytoplanctonique

La carte ci-dessous qui a été traitée par *mapinfo-08* confirme les résultats de notre étude et montre que les phytoplanctons sont repartie majoritairement à l'est algérien c'est -à-dire la distribution spatiale des peuplements phytoplanctoniques est moins fréquente dans les deux secteurs centre et ouest. Donc les wilayas de l'est sont plus productives et favorable à l'activité aquacole

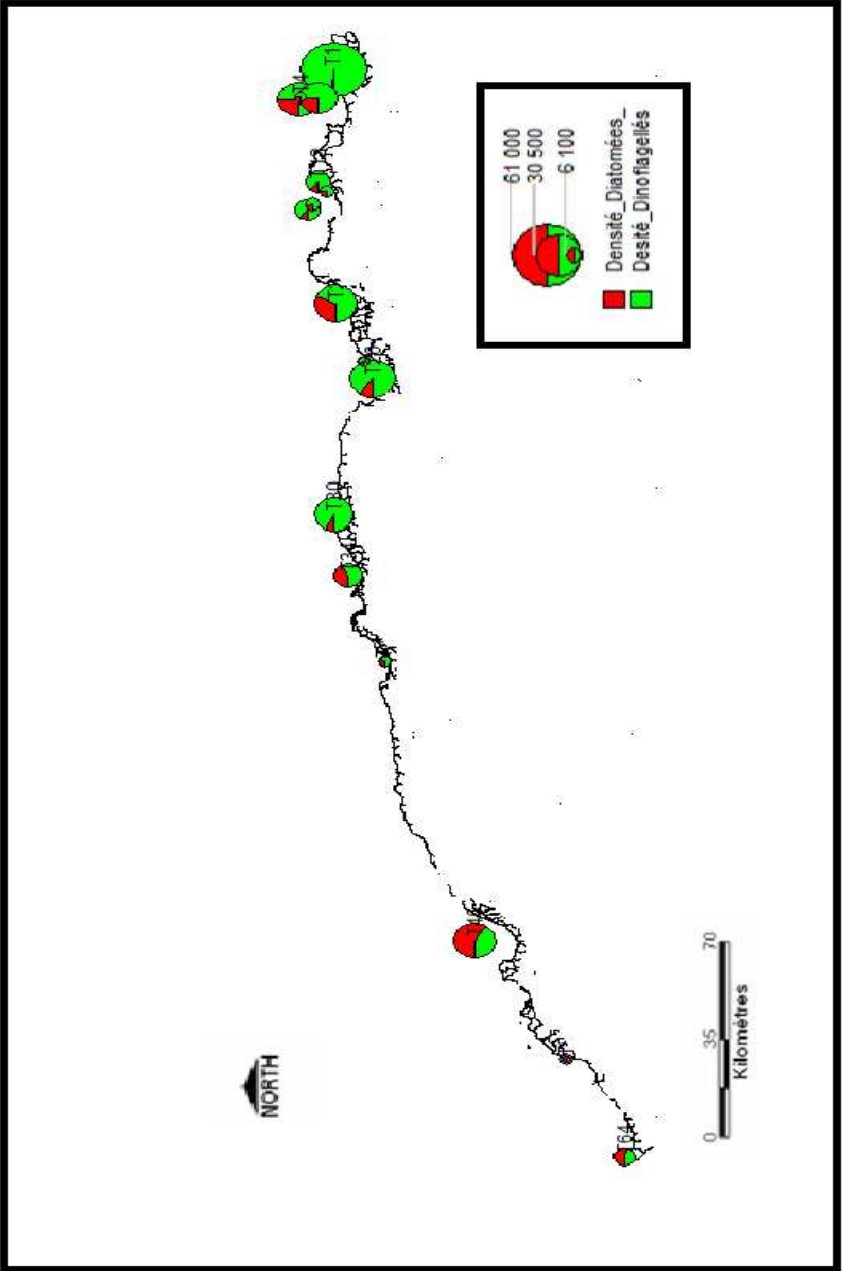


Figure 25 : Répartition spatiale des espèces phytoplanctoniques.

L'étude qualitative du phytoplancton représentée par les résultats d'échantillons prélevés par le CNRDPA au cours de la période Mai-Juin 2013 par le navire GRINE BELKACEM, indique la présence de 125 espèces déterminées dans 20 stations réparties tout au long de la côte algérienne. Les dinoflagellés et les diatomées prédominent dans toutes les stations respectivement 69 et 46 espèces, aussi ce travail indique la présence d'autres groupes mais à faible pourcentage tel que les Chrysophycées suivies par les Chlorophycées et les Coccolithophoridés. Et enfin les Euglènes. Les taxons identifiés sont répertoriés dans les tableaux en annexe sans prétendre à l'exhaustivité, ni à l'exactitude parfaite des déterminations.

L'analyse quantitative des résultats obtenus nous a permis de présenter une synthèse en quelques points essentiels : Les espèces qui constituent le phytoplancton, diffèrent tout au long de la côte en fonction des paramètres environnementales de chaque station présentant ainsi son propre effectif de concentration cellulaire phytoplanctonique. Nous avons observé une densité cellulaire des Dinoflagellés supérieure à celle des Diatomées sauf la région Ouest qui affiche la présence régulière de ces derniers. Les densités cellulaires des diatomées ont été très variables et très faibles pour certaines wilayas de l'est. L'abondance de ce dernier est due essentiellement aux Diatomées centriques telle que le genre *Melosira*, *Navicula*...etc.

La cause de cette pauvreté en ces Bacillariales est généralement les facteurs du milieu qui empêchent la production primaire, et par conséquent agissent sur le développement de ces organismes. Peut-être les zones étudiées présentent une pauvreté en silice et par conséquent on observe ce phénomène. Les zones qui affichent la présence des diatomées signalent des valeurs de températures faibles (bien qu'elles tolèrent généralement d'importantes variations thermiques), des salinités stables et un minimum de lumière.

Concernant les Dinoflagellés, elles peuvent se développer avec des concentrations faibles en sels nutritifs, habituellement nécessaires, en grandes quantités pour le développement du phytoplancton (Gilson, 1937 in P. Lassus, 1988) ce qui confirme la cause des fortes concentrations dans la région Est ;

Pour les Coccolithophoridés, la distribution est assez mal représentée, il faut cependant noter qu'en raison de la nature calcaire de leurs coccolithes, ces organismes supportent mal une conservation prolongée dans le Lugol et présentent souvent un état de détérioration très avancé ;(Illoul, 2014)

La T° C influence sur plusieurs paramètres physicochimiques de l'eau ce qui rend le rôle de cette variable plutôt difficile à étudier de façon indépendante. (Anderson et al., 2000

in Campeau et al., 2008). Une étude a montré que les diatomées tendent à dominer entre 5 et 20° c, les chrysophycées entre 15 et 30° c et 25°c pour les dinoflagellés. (Baki, 2009).

Dans la saison estivale où l'évaporation et la température sont élevées ; il y a le phénomène de relargage des sédiments qui libèrent des quantités importantes de sels nutritifs, ce qui induit à une richesse en sels minéraux au sein de la colonne d'eau. (Lassus, 1988)

Au niveau national, les valeurs de salinité ‰ enregistrées conduisent à confirmer que l'enrichissement des eaux en sels nutritifs est nécessaire à l'augmentation de la biomasse phytoplanctonique surtout pour le genre *Gymnodinium* qui présente toujours une densité élevée par rapport aux autres taxons dans la majorité des stations étudiées. D'une manière générale la salinité possède une faible variation entre les trois secteurs ce qui confirme l'absence d'une eutrophisation.

Notre résultats signalent la présence des espèces qui pouvant menacer la vie marine ainsi que la santé humaine. Pour les dinoflagellés nous mentionnons la présence de *Gymnodinium catenatum* ; *Alexandrium tamarense* qui pouvant provoquer des PSP suite à la consommation humaine des toxines accumulés dans les bivalve marins. L'étude de quelques paramètres physico-chimiques a permis une meilleure compréhension de la répartition des espèces nocive et/ ou toxique étudiées. Les eaux colorées apparaissent lors d'un abaissement de salinité. Cependant, plus que la variation de salinité, la stratification conséquente des masses d'eaux serait davantage à incriminer. (Lassus, 1988). Pour les espèces ichthyotoxique, il est difficile de savoir si leur apparitions traduisent une adaptation aux variations du milieu ou si les intoxications constatées sont liées au développement de la pisciculture en ces dernières années. Parallèlement, le nombre d'espèces toxiques pour l'homme augmente chaque année, à mesure que la connaissance de ces organismes et de leurs biologies s'approfondie, permettent ainsi d'élucider les causes d'intoxications observées dans le passé. (Lassus, 1988)

D'après un assemblage des données entre notre résultat sur la côte algérienne et la répartition des classes du phytoplancton dans les autres sites du bassin méditerranéen obtenus par différents chercheurs dans les trois secteurs de l'Algérie (Tab 3). On remarque une différence qui peut être expliquée par : le nombre d'échantillons réalisés dans chaque étude, et probablement, par les conditions du milieu. Si on compare nos résultats dans le bassin algérien et les autres résultats de

différents sites étudiés, on remarque quelques fluctuations de l'abondance phytoplanctonique enregistrées dans notre période d'étude.

**Tableau 04 :** valeurs de l'abondance dans différentes région de la côte algérienne.

<b>Auteurs</b>	<b>Sites</b>	<b>Abondance ind/l</b>
Illoul, 1991	Cap Caxine	3000 à 478 000
Mokrane et Harkati 2006	Tamenfoust	50 000 à 550 000
Mokrane et Harkati 2006	Sidi Fredj	200 000 à 400 000
Boudjenah 2012	Les Trois Suisses	100 000 à 350 000
Boudjenah 2012	Le Vivier	46 000 à 400 000
Rapport Cnrpda 2013	Côte algérienne	47 000 à 230 000
Attouchi, 2008	Port El Djamila	46 000 à 9100 000
Attouchi, 2008	Sidi Fredj	12 000 à 310 000
Amri, 2008	Annaba	15 000 à 320 00
Nos données pour 2013	Côte algérienne	33 000 à 106 400

D'autre part, on a remarqué durant la saison chaude que l'indice de Shannon diminue de 4.15 jusqu' à 1.37 pour les zones les plus perturbées. Cela est dû principalement à l'abondance en individus de deux espèces *Prorocentrum micans* et *Gymnodinium sp* dans la majorité des stations étudiées et qui indique une mauvaise structuration du peuplement.

Il s'avère que la variation de l'indice de diversité est en liaison avec la structure hydrologique du milieu. Ceci se traduit durant les mois chauds par une diminution du nombre d'espèces et une densité importante de certaines espèces. D'un autre côté, la diminution saisonnière de la biomasse phytoplanctonique coïncide généralement avec la diminution de la température de l'Est vers l'Ouest, ce qui expliquerait l'influence de ce facteur sur la productivité.

Concernant cette richesse spécifique et par rapport aux résultats de Ignatius(2009) qui ont été faite sur le bassin méditerranéen où il a signalé une richesse spécifique égale à 216 individu comprennent les Diatomées, Dinoflagellés et Coccolithophoridés. Notre résultats affiche une richesse spécifique de 125 individu comprennent tous les groupes taxinomiques sauf les Cyanobactéries.

L'étendue spatiale des zones étudiées empêche d'avoir une vision précise et exacte des communautés phytoplanctoniques. Les résultats des différentes études sont parfois contradictoires. Plusieurs causes peuvent être suggérées : l'année de l'étude, les zones échantillonnées, les moyens de prélèvement, le pas de temps de l'échantillonnage, les méthodes d'analyses utilisées, l'évolution de la

taxinomie, .... De même, les différentes méthodes utilisées pour quantifier le phytoplancton (dénombrement) conduisent à faire varier l'importance relative des différents groupes entre les différentes études.

Une question qui a été posée par le chercheur Lassus (1988), concernant la relation directe entre l'eutrophisation et le développement de l'aquaculture traditionnelle (mollusque), et il a expliqué que la conchyliculture favorise le piégeage de kystes des espèces toxiques dans les sédiments superficiels. ce qui confirme la densité élevée des phycotoxines dans la wilaya de Tipaza en sachant qu'il y a un centre conchylicole même dans la wilaya de Boumerdés où se trouve le centre de mytiliculture. On observe aussi des fortes concentrations des espèces nocives et/ou toxiques signalées telle que *Prorocentrum micans*.

Cette étude peut donner une idée approximative sur les sites d'intérêt aquacoles qui peuvent contribuer à l'orientation de quelques projets aquacoles qui prévu dans le cadre du programme « **AQUAPECHE 2025** » liée au secteur de la pêche et de l'aquaculture et Ainsi, d'autres critères de sélection des zones aquacoles peuvent être proposés, car le développement du phytoplancton est l'un des premiers critères à prendre en considération étant premier maillon de la chaîne alimentaire.

## **Conclusion**

Cette étude porte sur la dynamique et la diversité des peuplements phytoplanctoniques du bassin algérien .Des prélèvements sont réalisés entre le mois de mai et juin 2013. Les variables de la salinité et de la température de l'eau sont mesurées, pour mieux souligner les différences hydrologiques entre les différentes zones d'étude.

Le phytoplancton est constitué d'une grande diversité d'organismes dont la dynamique encore mal connue en raison des problèmes liés aux difficultés d'échantillonnage, méthodes d'observation, clés d'identification et d'autres. Malgré cela, nous avons tentés à travers ce travail d'apporter quelques éléments de réponse par rapport à ce peuplement microscopique dans un contexte écosystème algérien.

La composition phytoplanctonique du bassin algérien est dominé par les dinoflagellés suivit des Diatomées. Les *Chlorophycées*, *Euglénophycées*, *Cryptophycées*, *Chrysophycées* sont moins abondants. Nous avons distingué une production phytoplanctonique variable et dynamique par rapport aux trois secteurs étudiés de la côte algérienne (est, centre, ouest) se qui influence la variabilité des sels nutritives dans les eaux marines ainsi leurs productivités.

A l'échelle spécifique, le phytoplancton possède un important potentiel d'adaptation qui en fait un bon bio-indicateur des conditions du milieu. Il est donc important de cibler les études sur cette diversité.

De plus, la variabilité du phytoplancton s'exprime à différentes échelles temporelles. Une mesure ponctuelle ne peut en aucun cas rendre compte de l'étendue des variations phytoplanctoniques.

Enfin, ce travail constitue une contribution à la compréhension du fonctionnement des écosystèmes côtiers, des successions des espèces dans les populations phytoplanctonique et des variations qui peuvent apparaitre sur le plan spatial. En effet, il sera plus intéressant comme perspective de continuer cette étude selon les différentes saisons ainsi assuré le suivi des successions phytoplanctoniques dans le temps.

## Références

Bennouna A, Berland B, El Attar J, Assobhei O (2002) *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge red tide in shellfish areas along Doukkala coast (Moroccan Atlantic). *Oceanologica Acta* 25: 159– 170.

Van Dolah, F. M., (2000). "Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence." *Environ. Health Perspect*, 108 Suppl 1: 133-41.

Daranas AH, Norte M. & Fernandez JJ., (2001) Toxic marine microalgae. *Toxicon* 39: 1101– 32.

Baden, D., Fleming L., (1995). *Marines Toxins. Handbook of clinical neurology: intoxications of the nervous system. II Natural toxins and drugs.* F. A. d. Wolff. Amsterdam., Elsevier. **21**.

Grimes s . 2010

**Abouabdellah, R., (2012).** Etude des phycotoxines paralytiques et lipophiles chez les mollusques bivalves de l'Atlantique sud marocain. *Thèse de doctorat*. Université Ibn Zohr. 22-44 pp.

**AFNOR., (2006).** Norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée (méthode Utermöhl) – NF EN 15204. 10-12 pp.

**AFNOR., (2011).** NF-EN-15972. 2p

**Ais, M., (2014).** Etude de la structure des populations phytoplanctoniques dans la baie d'Alger (Juillet 2013). *mémoire de fin d'étude*. ENSSMAL. p 32

**Amri S., (2008).** Dynamique mensuelle du phytoplancton dans le lac Obéira et le lac Noir « Parc national El-Kala. *Mémoire de magister*. Université Badji Mokhtar d'Annaba. 15p-30p.

**Attouchi F., (2008).** Contribution à l'étude du phytoplancton nocif dans la région d'Alger au cours du printemps 2008. *Mémoire de fin d'étude*. ENSSMAL. P 37-40

**Baki A., (2009).** Contribution à l'étude d'une algue toxique « *Ostreopsis Ovata* » des côtes oranaises (Algérie occidentale). 2p.

**Balech E., (1988).** Los Dinoflagelados Del Atlantico Sudoccidental. 27p, 83-178p.

**Balech E., (1995).** The Genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). 20p.

**Botes L., (2001).** Phytoplankton Identification Catalogue. GLOBAL LAST MONOGRAPH SERIES NO.5-20 pp

**Boudjenah M., (2012).** Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplancton des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger. *Thèse de magister*. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. 6-7p...30-36p.

**Bourrelly P., 1985.** Les algues bleues ou Cyanophycées, 5ème partie. Edition Boubée. Paris. 297-300pp, 457-458p, 606p.

**Carmelo R. Tomas., (1997).** Identifying Marine Phytoplankton. 131-597p.

**Chouikhi A., Izdar E. et Menio M., (1993).** Circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes des pays du Maghreb. *Workshop sur la Circulation des Eaux et Pollution des côtes Méditerranéennes du Maghreb, tenu à Rabat, Maroc du 9-11 Novembre 1992.* INOC, IZMIR, Turquie, 307p.

**Christophe Laplace T., Jacques Barbe et Alain Dutartre Cemagref., (2009).** Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en œuvre de la DCE. INRA. 13p.

**Froidefond J et Doxaran D., (2004).** Télédétection Optique Appliquée à l'étude des eaux Côtières ; *Télédétection*, 2004, vol. 4, n° 2, p. 157.

**Frontier S., 1983.** Utilisation des diagrammes rang- fréquences dans l'analyse des écosystèmes. 43-44p.

**Gailhard I., (2003).** Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations micro-algues côtières observées par le réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (Rephy). Thèse de doctorat. Université de la méditerranée. France. 1-42p.

**Gentilhomme V et Raimbault P., (1994).** Absorption et régénération de l'azote dans la zone frontale du courant Algérien (Méditerranée occidentale) : révolution de la production nouvelle. P 559-5566.

**Goffart A., (2010).** Mise au point de l'indice composition dans le cadre de l'indicateur phytoplancton : les indices de composition de liège Belgique. P6.

**Grall J., et Coïc, N., 2006.** Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Ifremer. 11-19p

**Grimes S. et al. 2004.** Biodiversité marine et littorale Algérienne. *Laboratoire « Réseau de surveillance environnementale »* de l'Université d'Es Senia-Oran, Algérie, 5p

**Grimes s., (2003).** Biodiversité marine et littoral algérienne. 2 p.

**Hada Y., (1970) .** The Protozoan Plankton of the Antarctic and Subantarctic Seas. *Jare Scientific Reports Series E NO .* 31p.

**Illoul H., (1991).** Contribution a l'étude qualitative, quantitative et structurale des populations phytoplanctoniques au large du Cap Caxine (Région Algéroise). *Thèse de magistère.* ISMAL. P170-174.

**Ignatiades L., Gotsis-Skretas O., Pagou K., Krasakopoulou E., (2009).**Diversification of phytoplankton community structure and related parameters along a large-scale longitudinal Est–Ouest transect of the Mediterranean Sea journal of plankton research. Vol 31. 419p.

**J.S, Morales. (2014).** Essai présenté au centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue de l'obtention du grade de maitre en environnement. Mémoire de maitrise. Université de Sherbrooke. P13-12.

**Kerrami K., (2014).** Identification et sélection des zones aquacoles dans la région de Boumerdés à partir des images satellitaires.*Mémoire de fin d'étude*.ENSSMAL.p69

**Khrarba M., (2013).** Contribution à la culture des espèces de micro-algue d'eau douce à intérêt aquacole : (*Chamydomonassp, Scenedesmus*). *Mémoire d'ingénieur*. ENSSMAL. P4-5.

**Lacaze J-C., 1996.** L'eutrophisation des eaux marines et continentales : causes, manifestations, moyens et lutte. *Edition : Ellipses, 191 P.*

**Lalami-Taleb, R. 1970.** Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. *Thèse de Doctorat. 3ème cycle en biologie. Université d'Alger: pp168.*

**Lassus P., Paulmier G., Le Baut C ., (1982).** Rôle du phytoplancton dans les perturbations des écosystèmes côtiers et estuariens. IFREMER.5-14p.

**Lavens P., Sorgeloos P., (1996).** Manual on the production and use of live food for aquaculture FAO Fisheries Technical Paper.No. 361. Rome, FAO. 1996. 7-49pp.

**LEM. (2007).** Laboratoire Etude Marine. Alger.5p.

**Madi F., (2009).** Apport du système d'information géographique (SIG) pour la modélisation de la couleur des eaux marines. (Cas : la baie d'Alger).*Mémoire D'ingénieur d'état*.ISMAL.16-19p.

María Esther Meave-del Castillo, María Eugenia Zamudio-Resendiz y Manuel Castillo-Rivera., (febrero/2010-febrero/2011). *RIQUEZA FITOPLANCTÓNICA DE LA BAHÍA DE ACAPULCO Y ZONA COSTERA ALEDAÑA, GUERRERO, MÉXICO*.10p

*Mémoire de Magister. Université d'Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.30-36p.*

- Mokrane Z., Harkati F.,**( 2006). «Etude qualitative quantitative et structurale des Communautés phytoplanctonique et des ciliés dans deux stations situées à Tamenstfoust et Sidi Fredj». *Mémoire de fin d'étude*, USTHB. FSB, 40p.
- Mollo P et Loir M.,** (1901). Le plancton. 5p.
- Mollo P et Noury A.,** (2013). Manuel du plancton. C.L. Mayer .Paris.21.23-32p.
- Nezan E., Piclet G., Grossel H.,** (1997).Guide pratique à l'usage des analystes du Réseau National de Surveillance du phytoplancton.7-18 pp, 20-24 pp.
- Noël Gorga.,** (2012). Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse d'écologie fonctionnelle. Université de Toulouse. INP-Ensai. 41-536pp.
- Person, J.** (2010). Livre turquoise Algues, filières du futur. Adediotech Romainville. 6-56pp.
- Prescott L.M., Harley J.P. et Klein D.A.,** (1995). Microbiologie. 1er édit. Bruxelles.
- Rapport AEE n° 4 ., (2006). Problèmes prioritaires pour l'environnement méditerranéen. Luxembourg.11-20 pp.
- Rapport **INRA.,**(2011). Virus, Bactéries et protistes pathogènes du phytoplancton. Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques des écosystèmes limniques. 38p.
- Rolland A** (2009).,Dynamique et diversité du phytoplancton dans le réservoir marne (Bassin versant de la Seine). Thèse de doctorat. Université de Savoie. 5-7p.
- Rossini, G P.,**(2014).Toxins and biologically activate compounds from micro-algae. CRC. 596-598 p.
- Schiller J.,** (1933).Dinoflagellata.55-100p, 120-270p.
- Schiller J.,** (1937).Dinoflagellata.482-512 p.
- Smayda T.J.,** (1997). Harmful algal blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnology and Oceanography*. 42p.
- Taylor F.J.R.,**(1964).Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition, *A report on material collected by the R .V Anton Bruun*. 25-50p, 453-549p.

**Turki I., Laignel B., Nouaceur Z., Benhamiche N., Madani K., (2013).** Soumis Hydrological variability of the Soummam basin (Northeastern Algeria) and their possible link to the North Atlantic Oscillation. Soumis à Hydrological Science Journal. 20p.

**Uchida T., (1977).** Excretion a diatom-inhibitory substance by *Prorocentrum micans* Ehenberg. Japanese Journal of Phycology 27. 1-4 p

**Uitz, J., (2006).** Structure des communautés phytoplanctoniques et propriétés photophysologiques dans l'océan ouvert : Paramétrisation en vue d'application à la couleur de l'océan. Thèse de Doctorat. Université de la méditerranée. France. 4-16pp.

**Zeghdoudi E., (2006).** Application aux petits pélagiques de la baie de Bou-Ismaïl «Algérie». *Thèse de master of science*. Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, Barcelone, 4p.

**(2005).** **Ecosystèmes lagunaires de l'université de Montpellier.** Ecosystèmes lagunaires de l'université de Montpellier. 2p

**Illoul H., (2014).** Les Dinoflagellés des cotes algériennes : aspects taxonomiques écologiques ; recherche et identification des espèces potentiellement toxiques. *Mémoire de doctorat*. USTHB. 49p

Site Web :

[www.hydrobio-dce.cemagref.fr](http://www.hydrobio-dce.cemagref.fr).

<http://acces.enslyon.fr/acces/terre/CCCIC/ressources/resolveUid/c9b2aa8dece63998090dfba79703c55c>

<https://encryptedtbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSAQhVlBMb3x3BWlfh6sov1sZG9o9GzluddKq0kdCi6OqIPkjq->

[http://www.szn.it/SZNWeb/ShowBindataArchiveManager?BINDATA\\_ID=15827](http://www.szn.it/SZNWeb/ShowBindataArchiveManager?BINDATA_ID=15827)

<https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTVLARBuDGKhtbHzNaDaV2Rs5-iHmDZLeFFC4XjgVF7i8w7RG9OYw>

[http://planktonnet.awi.de/repository/rawdata-PlanktonNet2/viewable/vaulot\\_pseudo-nitzschia-pungens-0417\\_sbpw\\_20061128192523\\_w.jpg](http://planktonnet.awi.de/repository/rawdata-PlanktonNet2/viewable/vaulot_pseudo-nitzschia-pungens-0417_sbpw_20061128192523_w.jpg)

# **Annexe**

Tableau 01 : la liste des espèces identifiées dans la wilaya d'El-Taref.

Groupe	Genre	Espèces	Nombre d'individu	Densité	
Autre	indéterminé	/	3	99.99	
Chrysophycées	Vaucheria	Vaucheriafrigida	2	66.66	
Coccolithophoridés	Chromulina	Chromulina sp	14	466.62	
Diatomées	Bacillaria	Bacillaria sp	11	366.63	
	Dityllum	Dityllumsp	2	66.66	
	Hemidiscus	Hemidiscus sp	26	866.58	
	Licmophora	Licmophora sp	26	866.58	
	Pseudo-nitzschia	Pseudo-nitzschia sp	2	66.66	
	Thalassiosira	Thalassiosira sp	4	133.32	
	Navicula	Navicula sp	6	199.98	
	Ceratolina	Ceratolinabergoni	13	433.29	
	Coscinodiscus	Coscinodiscus sp	280	9332.4	
	Rhizosolenia	Rhizosolenia sp	2	66.66	
Dinoflagellés	Ceratium	Ceratium furca	4	133.32	
	Dinophysis	Dinophysis sp	9	299.97	
	Diplopsalis	Diplopsalis sp	23	766.59	
	Gonyaulax	Gonyaulax sp	1	33.33	
	Gymnodinium	Gymnodinium sp	180	5999.4	
	Gyrodinium	Gyrodinium sp	19	633.27	
	Ornithocercus	Ornithocercus sp	3	99.99	
	Oxytoxum	Oxytoxum sp	13	433.29	
	Peridinium	Peridinium sp	19	633.27	
	Prorocentrum	Prorocentrummicans	1297	43229.01	
	Protoceratium	Protoceratium sp	3	99.99	
	protoperidinium	protoperidiniumsp	19	633.27	
	Pyrophacus	Pyrophacus sp	3	99.99	
	scripsiella	scripsiellasp	68	2266.44	
	Spirodinium	Spirodinium sp	58	1933.14	
	Ceratium	Ceratiummacroceros	7	233.31	
	Cystodinium	Cystodiniumsp	5	166.65	
	Alexandrium	Alexandrium minutum	67	2233.11	
	Dinophysis	Dinophysis caudata	2	66.66	
	Diplopsalopsis	Diplopsalopsis sp	1	33.33	
	Fraigilidium	Fraigilidiumsp	4	133.32	
	Gonyaulax	onyaulaxsp	13	433.29	
	Gysiodinium	Gysiodiniumsp	2	66.66	
	Ornithocercus	Ornithocercusmagnificus	1	33.33	
	Prorocentrum	Prorocentrum sp	6	199.98	
	Euglène	/	<i>Euglène sp1</i>	33	1099.89
		/	<i>Euglène sp2</i>	14	466.62

**Tableau 2 :** Liste des espèces identifiées dans la wilaya d'Annaba

Groupes	Genres	Espèces	Nombre d'individus	Densité
Chrysophycées	/	<i>Chrysophycées sp</i>	2	66.66
	<i>Chrysopyxis</i>	<i>Chrysopyxis sp</i>	15	499.95
Coccolithophoridés	<i>Chromulina</i>	<i>Chromulina sp</i>	17	1122
	<i>Dictyocysia</i>	<i>Dictyocysia sp</i>	5	166.65
	/	<i>Rhizochloridales sp</i>	2	66.66
	<i>Diatomées sp</i>	/	256	8532.48
	<i>Bacillaria</i>	<i>Bacillaria sp</i>	17	566.61
	<i>Chaetoceros</i>	<i>Chaetoceros sp</i>	1	33.33
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Coscinodiscus granii</i>	2	66.66
	<i>Dityllum</i>	<i>Dityllum sp</i>	3	99.99
	<i>Drupptractus</i>	<i>Drupptractus sp</i>	4	133.32
dinoflagelés	<i>Ettheya</i>	<i>Ettheya sp</i>	1	33.33
	<i>Eucampia</i>	<i>Eucampia sp</i>	1	33.33
	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophora sp</i>	12	399.96
	<i>Melosira</i>	<i>Melosira sp</i>	2	66.66
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	64	2133.12
	<i>Pleurosigma</i>	<i>Pleurosigma sp</i>	5	166.65
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium furca</i>	4	133.32
	<i>Ebria</i>	<i>Ebria sp</i>	5	166.65
	<i>Gonyaulax</i>	<i>Gonyaulax sp</i>	6	199.98
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	484	16131.72
	<i>Hemidiscus</i>	<i>Hemidiscus sp</i>	1	33.33
	<i>kofoidinium</i>	<i>kofoidinium sp</i>	1	33.33
	<i>kryptoperidinium</i>	<i>kryptoperidinium sp</i>	8	266.64
	<i>Oxyphysis</i>	<i>Oxyphysis sp</i>	7	233.31
	<i>Oxytoxum</i>	<i>Oxytoxum sp</i>	1	33.33
	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium quinecorne</i>	11	366.63
	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium sp</i>	9	299.97
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum micans</i>	128	4266.24
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum sp</i>	50	1666.5
	<i>Protopteridinium</i>	<i>Protopteridinium sp</i>	7	233.31
	<i>Pyrophacus</i>	<i>Pyrophacus sp</i>	4	133.32
	<i>spirodinium</i>	<i>spirodinium sp</i>	102	3399.66
	<i>Caryrrhis</i>	<i>Caryrrhis</i>	7	233.31
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium schrank</i>	11	366.63
	<i>Dinophysis</i>	<i>Dinophysis sp</i>	29	966.57
	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium sp</i>	225	7499.25
	<i>Diplopsalis</i>	<i>Diplopsalis sp</i>	7	233.31

**Tableau 3 :** Liste des espèces identifiées dans la wilaya de Skikda.

Groupes	Genres	Espèces	Nombred'individus	Densité
Chrysophycées	<i>Chrysopyxis</i>	<i>Chrysopyxis sp</i>	1	33.33
Diatomées	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophora sp</i>	1	33.33
	/	<i>Diatomées sp</i>	23	766.59
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Coscinodiscus sp</i>	34	1133.22
	<i>Gityllum</i>	<i>Gityllum sp</i>	3	99.99
	<i>Guinardia</i>	<i>Guinardia sp</i>	3	99.99
	<i>Haslea</i>	<i>Haslea sp</i>	1	33.33
	<i>Leptocylindrus</i>	<i>Leptocylindrus belicus</i>	3	99.99
	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophora sp</i>	7	233.31
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	24	799.92
	<i>Pleurosigma</i>	<i>Pleurosigma sp</i>	1	33.33
	<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>Pseudo-nitzschia sp</i>	2	66.66
	<i>Raphoneis</i>	<i>Raphoneis sp</i>	2	66.66
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>Rhizosolenia sp</i>	1	33.33
	<i>Stephanopyxis</i>	<i>Stephanopyxis sp</i>	1	33.33
	<i>Synedra</i>	<i>Synedra sp</i>	3	99.99
	<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosira nordenskjoeldii</i>	1	33.33
	<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosira sp</i>	1	33.33
	<i>Urosolenia</i>	<i>Urosolenia sp</i>	8	266.64
Dinoflagellés	/	<i>Dinoflagellés sp</i>	1	33.33
	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium sp</i>	8	266.64
	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium acatenella</i>	3	99.99
	<i>Amphidinium</i>	<i>Amphidinium flagellans</i>	5	166.65
	<i>Amphidinium</i>	<i>Amphidinium elenkinii</i>	8	266.64
	<i>Amphidinium</i>	<i>Amphidinium extensum</i>	6	199.98
	<i>Amyloodinium</i>	<i>Amyloodinium sp</i>	3	99.99
	<i>cystodinium</i>	<i>Cystodinium sp</i>	7	233.31
	<i>dinophysis</i>	<i>dinophysis sp</i>	13	433.29
	<i>Diplopsalopsis</i>	<i>Diplopsalopsis sp</i>	2	66.66
	<i>dissodinium</i>	<i>dissodinium sp</i>	19	633.27
	<i>Dissodinium</i>	<i>Dissodinium pseudolunula</i>	4	133.32
	<i>Ditylium</i>	<i>Ditylium brightwellii</i>	2	66.66
	<i>Glenodinium</i>	<i>Glenodinium</i>	2	66.66
	<i>Gloedinium</i>	<i>Gloedinium sp</i>	1	33.33
	<i>Gonyaulax</i>	<i>Gonyaulax sp</i>	1	33.33
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium acummatum</i>	42	1399.86
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	51	1699.83

	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium lantzschii</i>	50	1666.5
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium fissum</i>	2	66.66
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium helix</i>	33	1099.89
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium teredo</i>	10	333.30
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium pyrenoidosum</i>	16	533.28
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium aeruginosum</i>	18	599.94
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium aureolum</i>	32	1066.56
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium breve</i>	30	999.9
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium fuscum</i>	11	366.63
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium fuscum</i>	2	66.66
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium helveticum</i>	17	566.61
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium lacustre</i>	15	499.95
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium mikimotoi</i>	29	966.57
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	3	99.99
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp 1</i>	9	299.97
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp 2</i>	2	66.66
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp 3</i>	1	33.33
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp 4</i>	20	666.6
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	7	233.31
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium wawrikae</i>	25	833.25
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium wawrikae</i>	1	33.33
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium grammaticum</i>	2	66.66
	<i>Gyrodinium</i>	<i>Gyrodinium sp</i>	4	133.32
	<i>Gyrodinium</i>	<i>Gyrodinium hyalinum</i>	38	1266.54
	<i>Heterocapsa</i>	<i>Heterocapsa sp</i>	11	366.63
	/	<i>Dinoflagellés sp</i>	1	33.33
	<i>katodinium</i>	<i>katodinium sp</i>	15	499.95
	<i>kryptoperidinium</i>	<i>kryptoperidinium sp</i>	32	1066.56
	<i>Mesoporos</i>	<i>Mesoporos sp</i>	20	666.6
	<i>Noctiluca</i>	<i>Noctiluca sp</i>	1	33.33
	<i>Oodinium</i>	<i>Oodinium pouchtii</i>	1	33.33
	<i>Ornithocercus</i>	<i>Ornithocercus sp</i>	1	33.33
	<i>Oxytoxum</i>	<i>Oxytoxum sp</i>	4	133.32
	<i>peridinium</i>	<i>Peridinium</i>	10	333.3
	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium subsalsum</i>	1	33.33
	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium trocboideum</i>	9	299.97
	<i>Peridinium tenuissimum</i>	<i>Peridinium tenuissimum</i>	1	33.33
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum sp</i>	31	1033.23
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum gracile</i>	2	66.66
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum micans</i>	12	399.96

	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum micans</i>	12	399.96
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum sp</i>	1	33.33
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum triestinum</i>	4	133.32
	<i>Protoceratium</i>	<i>Protoceratium sp</i>	3	99.99
	<i>Protoperidinium</i>	<i>Protoperidinium divergens.</i>	8	266.64
	<i>Protoperidinium</i>	<i>Protoperidinium sp</i>	8	266.64
	<i>Ptychodiscus</i>	<i>Ptychodiscus noctiluca</i>	2	66.66
	<i>Spirodinium</i>	<i>Spirodinium sp</i>	4	133.32
	<i>Torodinium</i>	<i>Torodinium robustum</i>	7	233.31
	<i>Torodinium</i>	<i>torodinium sp</i>	2	66.66
	<i>Gyrodinium</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	9	299.97
	<i>Kaernia</i>	<i>Karenia sp</i>	2	66.66
	<i>katodinium</i>	<i>katodinium sp2</i>	19	633.27
Euglène	/	<i>Euglène sp</i>	19	633.27

**Tableau 4 :** Liste des espèces identifiées dans la wilaya de Bejaia

Groupes	Genres	Espèces	Nombred'individus	Densité
Autre	indéterminé	/	2	66.66
Diatomées	<i>Bellerochea</i>	<i>Bellerochea sp</i>	2	66.66
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Coscinodiscus sp</i>	55	1833.15
	/	<i>Diatomées sp</i>	10	333.3
	<i>Guinardia</i>	<i>Guinardia sp</i>	2	66.66
	<i>Leptocylindricus</i>	<i>Leptocylindricus sp</i>	22	733.26
	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophora sp</i>	1	33.33
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	7	233.31
	<i>Pleurosigma</i>	<i>Pleurosigma sp</i>	5	166.65
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>Rhizosolenia sp</i>	53	1766.49
	Dinoflagellés	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium catenatum</i>	3
<i>Achradina</i>		<i>Achradina pulchra</i>	7	233.31
<i>Alexandrium</i>		<i>Alexandrium sp</i>	2	66.66
<i>Alexandrium</i>		<i>Alexandrium tamarense</i>	1	33.33
<i>Ceratium</i>		<i>Ceratium furca</i>	19	633.27
/		<i>Dinoflagellés sp</i>	8	266.64
<i>Dinophysis</i>		<i>Dinophysis sp</i>	3	99.99
<i>Dissodinium</i>		<i>Dissodinium sp</i>	28	933.24
<i>Gleodinium</i>		<i>Gleodinium sp</i>	3	99.99
<i>Gonyaulax</i>		<i>Gonyaulax sp</i>	27	899.91
<i>Gymnodinium</i>		<i>Gymnodinium aestuariale</i>	3	99.99
<i>Gymnodinium</i>		<i>Gymnodinium sp</i>	404	13465.32
<i>Gyrodinium</i>		<i>Gyrodinium sp</i>	7	233.31
<i>Kryptoperidinium</i>		<i>kryptoperidinium sp</i>	10	333.3
<i>Oodinium</i>		<i>Oodinium teredo</i>	1	33.33
<i>Peridinium</i>		<i>Peridinium</i>	3	99.99
<i>Prorocentrum</i>		<i>Prorocentrum dactylus</i>	10	333.3
<i>Prorocentrum</i>		<i>Prorocentrum micans</i>	1	33.33
<i>Prorocentrum</i>		<i>Prorocentrum sp</i>	6	199.98
<i>Prorocentrum</i>		<i>Prorocentrum sp</i>	329	10965.57
<i>Prorocentrum</i>		<i>Prorocentrum triestinum</i>	1	33.33
<i>Prorocentrum</i>		<i>Prorocentrum vaginula</i>	2	66.66
<i>Protopteridinium</i>		<i>Protopteridinium depressum</i>	1	33.33
<i>Protopteridinium</i>		<i>Protopteridinium pyriforme</i>	1	33.33
<i>Protopteridinium</i>		<i>Protopteridinium sp</i>	9	299.97
<i>Protopteridinium</i>		<i>Protopteridinium sp</i>	94	3133.02
<i>Protopteridinium</i>		<i>Protopteridinium sp2</i>	1	33.33
<i>Pyrophacus</i>		<i>Pyrophacus sp</i>	1	33.33
<i>Scripsiella</i>		<i>Scripsiella sp</i>	1	33.33
<i>Speridinium</i>		<i>Speridinium sp</i>	4	133.32

**Tableau 5 :** Liste des espèces identifiées dans la wilaya de Jijel.

<b>Groupes</b>	<b>Genres</b>	<b>Especes</b>	<b>Nombre d'individus</b>	<b>Densité</b>
Chrysophycées	/	<i>Chrysophycées sp</i>	46	1533.18
	<i>Chrysopyxis</i>	<i>Chrysopyxis sp</i>	14	466.62
	<i>Tribonema</i>	<i>Tribonema sp</i>	1	33.33
Diatomées	<i>Bacillaria</i>	<i>Bacillaria sp</i>	14	466.62
	/	<i>Diatomées sp</i>	166	5532.78
	<i>Eucampia</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	12	399.96
	<i>Melosira</i>	<i>Melosira varians</i>	52	1733.16
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	30	999.9
	<i>Nephrosyris</i>	<i>Nephrosyris paradictium</i>	2	66.66
	<i>Nitzschiella</i>	<i>Nitzschiella sp</i>	8	266.64
	<i>Trisonema</i>	<i>Trisonema sp</i>	2	66.66
Dinoflagellés	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium halim</i>	72	2399.76
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium furca</i>	14	466.62
	<i>Dinophysis</i>	<i>Dinophysis sp</i>	2	66.66
	<i>Gonyaulax</i>	<i>Gonyaulax monocantha</i>	8	266.64
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	344	11465.52
	<i>Oxyphysis</i>	<i>oxyphysis sp</i>	2	66.66
	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium conicum</i>	8	266.64
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum sp</i>	24	799.92
	<i>Protoperidinium</i>	<i>Protoperidinium sp</i>	70	2333.1
	<i>Spirodinium</i>	<i>Spirodinium fusus</i>	58	1933.14

**Tableau 6** : Liste des espèces identifiées dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Groupes	Genres	Espèces	Nombre d'individus	Densité
Chlorophycées	<i>Tetraselmis</i>	<i>Tetraselmis sp</i>	3	99.99
Crysophycées	<i>Crysopyxis</i>	<i>Crysopyxis sp</i>	2	66.66
Diatomées	<i>Bacillaria</i>	<i>Bacillaria sp</i>	5	166.65
	<i>Chaetoceros</i>	<i>Chaetoceros sp</i>	1	33.33
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Coscinodiscus sp</i>	2	66.66
	<i>Ditylum</i>	<i>Ditylum brigtwellii</i>	1	33.33
	<i>Ebria</i>	<i>Ebria tripartita</i>	1	33.33
	<i>Eucampia</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	1	33.33
	<i>Hexalanche</i>	<i>Hexalanche amphisiphon</i>	1	33.33
	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophora sp</i>	1	33.33
	<i>Melosira</i>	<i>Melosira varians</i>	17	566.61
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	7	233.31
	<i>Nephrospyris</i>	<i>Nephrospyris paradictyum</i>	2	66.66
	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia sp</i>	3	99.99
	<i>Paulsenella</i>	<i>Paulsenella choetoceratis</i>	2	66.66
	<i>Synedra</i>	<i>Synedra nitzshoide</i>	1	33.33
Dinoflagellés	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium furca</i>	7	233.31
	<i>Dinophysis</i>	<i>Dinophysis sp</i>	2	66.66
	<i>Diplopsalis</i>	<i>Diplopsalis lenticula</i>	15	499.95
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	68	2266.44
	<i>kryptoperidinium</i>	<i>kryptoperidinium foliaceum</i>	5	166.65
	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium sp</i>	134	4466.22
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum mecans</i>	331	11032.23
	<i>Prortoperidinium</i>	<i>Prortoperidinium reticulatum</i>	103	3432.99
	<i>Spirodonium</i>	<i>Spirodonium fusus</i>	32	1066.56
	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium sp</i>	33	1099.89

**Tableau 07 :** la liste des espèces identifiées dans la wilaya de Tipaza.

Groupes	Genres	Espèces	Nombre d'individu	Densité
Diatomées	<i>Indéterminé</i>	<i>Indéterminé</i>	10	333,3
	<i>Chaetoceros</i>	<i>Chaetocerossp</i>	1	33,33
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Coscinodiscus sp</i>	7	233,31
	<i>Haslea</i>	<i>Hasleasp</i>	1	33,33
	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophorasp</i>	5	166,65
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	11	366,63
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula veneta</i>	17	566,61
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula radiosa</i>	6	199,98
	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschialogissima</i>	1	33,33
	<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia sp</i>	4	133,32
	<i>Pleurosigma</i>	<i>Pleurosigmaelongatum</i>	8	266,64
	<i>Pleurosigma</i>	<i>Pleurosigmasp</i>	10	333,3
	<i>Pseudonitzschia</i>	<i>Pseudonitzschiasp</i>	1	33,33
	<i>Raphoneis</i>	<i>Raphoneissp</i>	4	133,32
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>Rhizosoleniasp</i>	2	66,66
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>Rhizosoleniaimbricata</i>	2	66,66
	<i>Thalassionema</i>	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	1	33,33
Euglène	<i>Euglèna</i>	<i>Euglènapascheri</i>	1	33,33
Dinoflagellées	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium minutum</i>	3	99,99
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumdelimatum</i>	1	33,33
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium extensum</i>	1	33,33
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumflagellifrrum</i>	1	33,33
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumfurca</i>	2	66,66
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumfusus</i>	3	99,99
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumranipes</i>	5	166,65
	<i>Gonyaulax</i>	<i>Gonyaulaxsp</i>	4	133,32
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium aestuariale</i>	4	133,32
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	1	33,33
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium brève</i>	1	33,33
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium filum</i>	2	66,66
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium grammaticum</i>	1	33,33
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	1	33,33
	<i>Gyrodinium</i>	<i>Gyrodiniumsp</i>	1	33,33
	<i>Dinoflagellées</i>	<i>Indéterminé</i>	5	166,65
	<i>Oxytoxum</i>	<i>Oxytoxumsp</i>	1	33,33

	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum dactylus</i>	5	166,65
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum triestinum</i>	1	33,33
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum vaginula</i>	1	33,33
	<i>Protopteridinium</i>	<i>Protopteridinium minusculum</i>	1	33,33
	<i>Protopteridinium</i>	<i>Protopteridinium sp</i>	4	133,32
	<i>Scrippsiella</i>	<i>Scrippsiella sp</i>	7	233,31
	<i>Scrippsiella</i>	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	4	133,32
	<i>Torodinium</i>	<i>Torodinium teredo.</i>	3	99,99

**Tableau 08** : la liste des espèces identifiées dans la wilaya de Boumerdés.

Groupes	Genres	Especies	Nombre d'individus	Densité
Diatomées	<i>Bacillaria</i>	<i>bacillariasp</i>	8	266,64
	<i>Chaetoceros</i>	<i>Chaetocrossp</i>	4	133,32
	<i>Cingulum</i>	<i>Cingulum sp</i>	5	166,65
	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Coscinodiscus sp</i>	13	433,29
	<i>Cynedra</i>	<i>Cynedrasp</i>	2	66,66
	<i>Diatomées</i>	<i>Diatoméessp</i>	72	2399,76
	<i>Dityllum</i>	<i>Dityllumbrigtellii</i>	6	199,98
	<i>Ebria</i>	<i>Ebria tripartita</i>	91	3033,03
	<i>Eucampia</i>	<i>Eucampiazodiacus</i>	1	33,33
	<i>Guinardia</i>	<i>Guinardiasp</i>	1	33,33
	/	<i>Diatomées sp</i>	100	3333
	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophorasp</i>	1	33,33
	<i>Melosira</i>	<i>Melosira varians</i>	20	666,6
	<i>navicula</i>	<i>Navicula incerta</i>	2	66,66
	<i>Nephrospyris</i>	<i>Nephrospyrisparadictum</i>	2	66,66
	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschiasp</i>	28	933,24
	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschialongissima</i>	19	633,27
	<i>Phaeodactylum</i>	<i>Phaeodactylumtricornutum</i>	2	66,66
	<i>Pleuronema</i>	<i>Pleuronemasp</i>	11	366,63
	<i>Pseudonitzschia</i>	<i>Pseudonitzschiasp</i>	14	466,62
	<i>Drupptractus</i>	<i>Drupptractushipocampus</i>	7	233,31
	<i>Rhisosolenia</i>	<i>Rhisosolenialongesita</i>	2	66,66
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>Rhizosoleniasp</i>	7	233,31
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>Rhizosoleniaimbricata</i>	2	66,66
	<i>Thalassionema</i>	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	6	199,98
	<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosirasp</i>	2	66,66
dinoflagellés	<i>Achradina</i>	<i>Achradinasp</i>	2	66,66
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodiniumravenescens</i>	60	1999,8
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium grammaticum</i>	10	333,3
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium aestuariale</i>	2	66,66
	<i>Amphidinium</i>	<i>Amphidiniumacutissimum</i>	5	166,65
	<i>Amphidinium</i>	<i>Amphidiniumsp</i>	1	33,33

<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumcariense</i>	1	33,33
<i>Cochlodinium</i>	<i>Cochlodiniumfulvecens</i>	2	66,66
<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium foliaceum</i>	26	866,58
<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium aureum</i>	4	133,32
<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium parvulum</i>	19	633,27
<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium ravenescens</i>	9	299,97
<i>Gyrodinium</i>	<i>Gyrodiniumacutum</i>	2	66,66
<i>Gyrodinium</i>	<i>Gyrodiniumsp</i>	3	99,99
<i>Haslea</i>	<i>Hasleasp</i>	3	99,99
/	<i>Dinoflagellés sp</i>	1	33,33
<i>Oxytoxum</i>	<i>Oxytoxumsp</i>	24	799,92
<i>Peridinium</i>	<i>Peridiniumsp</i>	7	233,31
<i>Peridinium</i>	<i>Peridiniumpertogorum</i>	1	33,33
<i>Peridinium</i>	<i>Peridiniumbrevipes</i>	1	33,33
<i>Pleuronema</i>	<i>Pleuronemasp</i>	5	166,65
<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum micans</i>	132	4399,56
<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum vaginula</i>	14	466,62
<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum triestinum</i>	1	33,33
<i>Scrippsiella</i>	<i>Scrippsiella sp</i>	52	1733,16
<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium minutum</i>	32	1066,56
<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumschrank</i>	6	199,98
<i>Dinophysis</i>	<i>Dinophysis sp</i>	1	33,33
<i>Diplopsalis</i>	<i>Diplopsalissp</i>	1	33,33
<i>Gonyaulax</i>	<i>Gonyaulaxemonocantha</i>	2	66,66
<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	208	6932,64
<i>Hemediscus</i>	<i>Hemediscuscuneiformis</i>	1	33,33
<i>kryptoperidinium</i>	<i>kryptoperidiniumsp</i>	11	366,63
<i>kryptoperidinium</i>	<i>kryptoperidiniumfoliaceu m</i>	3	99,99
<i>Papulifere</i>	<i>Papuliferephaeropsis</i>	1	33,33
<i>Peridinium</i>	<i>Peridiniumsp</i>	42	1399,86
<i>Protoceracium</i>	<i>Protoceraciumsp</i>	22	733,26
<i>Protocymatorylis</i>	<i>Protocymatorylis</i>	1	33,33
<i>Protoperidinium</i>	<i>Protoperidiniumsp</i>	4	133,32
<i>Spirodinium</i>	<i>Spirodiniumsp</i>	40	1333,2

**Tableau 09** : la liste des espèces identifiées dans la wilaya de Tlemcen

Groupes	Genres	Especies	Nombre d'individus	Densité
Diatomées	<i>Bacillaria</i>	<i>Bacillariasp</i>	2	66,66
	<i>Chaetoceros</i>	<i>Chaetocerossp</i>	14	466,62
	<i>Ebria</i>	<i>Ebria sp</i>	2	66.66
	<i>Melosira</i>	<i>Melosira sp</i>	10	333.3
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	32	1066.56
	<i>Nephrospyris</i>	<i>Nephrospyrissp</i>	8	266.64
	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophorasp</i>	6	199.98
	<i>Nitzschiella</i>	<i>Nitzschiella sp</i>	16	533.28
	<i>Pleurosigma</i>	<i>Pleurosigmasp</i>	2	66.66
	<i>Stephanopyxis</i>	<i>Stephanopyxissp</i>	2	66.66
	/	<i>Diatomées sp</i>	14	466.62
	<i>sklitonema</i>	<i>Sklitonemasp</i>	10	333.3
	<i>Raphonie</i>	<i>Raphoniesp</i>	6	199.98
	<i>Paulsenella</i>	<i>Paulsenellasp</i>	6	199.98
Dinoflagellées	<i>Synedra</i>	<i>Synedrasp</i>	4	133.32
	<i>Hemidiscus</i>	<i>Hemidiscussp</i>	2	66.66
	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium sp</i>	2	333.3
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumsp</i>	10	199.98
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	6	1866.48
	<i>Myrionecta</i>	<i>Myrionectasp</i>	56	133.32
	<i>Peridinium</i>	<i>Peridiniumsp</i>	4	266.64
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum sp</i>	8	666.6
<i>Protoperidinium</i>	<i>Protoperidiniumsp</i>	20	666.6	

**Tableau 10** : la liste des espèces identifiées dans la wilaya de Mostaganem.

<b>Groupe</b>	<b>Genre</b>	<b>Espèces</b>	<b>Nombre d'individus</b>	<b>densité</b>
Dinoflagellées	<i>Paulsenella</i>	<i>Paulsenellasp</i>	3	99,99
	<i>Pyrocystis</i>	<i>Pyrocystissp</i>	2	66,66
	<i>Alexandrium</i>	<i>Alexandrium sp</i>	63	2099,79
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratiumsp</i>	12	399,96
	<i>Dinophysis</i>	<i>Dinophysis sp</i>	8	266,64
	<i>Gonyaulax</i>	<i>Gonyaulaxsp</i>	4	133,32
	<i>Gymnodinium</i>	<i>Gymnodinium sp</i>	159	5299,47
	<i>Heterocapsa</i>	<i>Heterocapsasp</i>	3	99,99
	<i>Ornithocercus</i>	<i>Ornithocercussp</i>	2	66,66
	<i>Oxyphysis</i>	<i>Oxyphysissp</i>	6	199,98
	<i>Peridinium</i>	<i>Peridiniumsp</i>	1	33,33
	<i>Protoperidinium</i>	<i>Protoperidiniumsp</i>	14	466,62
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrumsp</i>	38	1266,54
	Diatomées	<i>Cylindrotheca</i>	<i>Cylindrothecasp</i>	13
<i>Coscinodiscus</i>		<i>Coscinodiscus sp</i>	53	2133,12
<i>Licmophorasp</i>		<i>Licmophorasp</i>	3	7499,25
<i>Melosira</i>		<i>Melosira sp</i>	225	1066,56
<i>Navicula</i>		<i>Navicula sp</i>	32	2766,39
<i>Nephrospyris</i>		<i>Nephrospyrissp</i>	83	1266,54
<i>Nitzsciella</i>		<i>Nitzsciellasp</i>	38	33,33
<i>Pleurosigma</i>		<i>Pleurosegmasp</i>	1	33,33
<i>Rhizosolenia</i>		<i>Rhizosoleniasp</i>	1	199,98
<i>Synedra</i>		<i>Synedrasp</i>	6	399,96
<i>Thalassionema</i>		<i>Thalassionema sp</i>	12	399,96

**Tableau 11** : la liste des espèces identifiées dans la wilaya d'Ain Temouchent.

Groupes	Genres	Especies	nombre d'individus	Densité
Chlorophycées	<i>chlamydomonas</i>	<i>chlamydomonas</i>	1	33,33
	indeterminé	<i>silicoflagellates sp</i>	5	166,65
Coccolithophoridées	indeterminé	<i>coccolithophoridées sp</i>	3	99,99
Diatomées	<i>Chaetoceros</i>	<i>Chaetoceros sp.</i>	8	266,64
	<i>Leptocylindrus</i>	<i>Leptocylindrus minim</i>	2	66,66
	<i>Pinnularia sp.</i>	<i>Pinnularia sp.</i>	1	33,33
	<i>Coscnodiscus</i>	<i>Coscnodiscus sp</i>	7	233,31
	indeterminé	<i>Diatomées sp</i>	9	66,66
	<i>Leptocylindrus</i>	<i>Leptocylindrus danicus</i>	4	133,32
	<i>Licmophora</i>	<i>Licmophora sp</i>	5	166,65
	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp</i>	2	66,66
	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia sigma</i>	2	66,66
	<i>Pseudonitzschia</i>	<i>Pseudonitzschia sp.</i>	5	166,65
	<i>Rhizosolenia</i>	<i>Rhizosolenia sp</i>	16	466,62
	<i>Thalassiosira</i>	<i>Thalassiosira sp</i>	2	66,66
	<i>Surirella</i>	<i>Surirella ovalis</i>	4	133,32
	<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium fusus</i>	3	66,66
	<i>Torodinium</i>	<i>Torodinium</i>	1	33,33
	<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	2	66,66
	Dinoflagellées	<i>Gyrodinium</i>	<i>Gyrodinium sp</i>	1
<i>Amphidinium</i>		<i>Amphidinium sp</i>	2	66,66
<i>Oodinium</i>		<i>Oodinium sp</i>	1	33,33
<i>Achradina</i>		<i>Achradina</i>	2	66,66
<i>Oxytoxum</i>		<i>Oxytoxum</i>	7	66,66
<i>Navicula</i>		<i>Navicula sp</i>	4	133,32
<i>Gymnodinium</i>		<i>Gymnodinium foliaceum</i>	2	66,66
<i>Gymnodinium</i>		<i>Gymnodinium sp</i>	1	33,33
<i>Ceratium</i>		<i>Ceratium furca</i>	13	433,29
<i>Dinophysis</i>		<i>Dinophysis caudata</i>	1	33,33
<i>Gonyaulax</i>		<i>Gonyaulax Diesing</i>	3	99,99
<i>Gonyaulax</i>		<i>Gonyaulax sp</i>	2	66,66
<i>Gymnodinium</i>		<i>Gymnodinium aestuariale</i>	3	99,99
<i>Gyrodinium</i>		<i>Gyrodinium sp</i>	7	233,31
<i>Peridinium</i>		<i>Peridinium</i>	1	33,33
<i>Peridinium</i>		<i>Peridinium adeliense</i>	2	66,66
<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium divergens</i>	5	166,65	

	<i>Pleurosigma</i>	<i>Pleurosigma capense</i>	1	33,33
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum gracile</i>	4	133,32
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum dactylus</i>	2	66,66
	<i>Prorocentrum</i>	<i>Prorocentrum micans</i>	1	33,33
	<i>Protoferidinium</i>	<i>Protoferidinium</i>	1	33,33
	<i>Scrippsiella</i>	<i>Scrippsiella trochoidea</i>	4	133,32
	<i>Torodinium</i>	<i>Torodinium teredo.</i>	2	66,66

### **Liquide de Lugol alcalin** (modifié d'après Utermöhl)

La préparation du lugol (mélange iodo-ioduré de potassium) nécessite :

100 g de KI (iodure de potassium).

1 l d'eau distillée.

50 g d'iode (cristallin).

100 g d'acétate de sodium (CH<sub>3</sub>COO-Na).

Dissoudre 100 g de KI (iodure de potassium) dans 1 l d'eau distillée ou déminéralisée, puis ajouter 50 g d'iode (cristallin), agiter jusqu'à dissolution et ajouter 100 g d'acétate de sodium (CH<sub>3</sub>COO-Na). Lorsque la solution est proche de la saturation, il convient d'éliminer tout précipité éventuel en faisant décanter la solution avant l'utilisation.

L'utilisation de 5 ml de solution de Lugol par litre d'échantillon est la norme. Cependant, cela dépend de la densité des algues : dans le cas des eaux mésotrophes et particulièrement oligotrophes, plus de 2 ml peuvent déjà provoquer une sursaturation ce qui rend les algues difficiles à identifier, auquel cas il convient de diminuer la quantité de liquide de Lugol. Généralement, il convient d'ajouter suffisamment de liquide de Lugol pour faire virer la couleur de l'échantillon au jaune paille ou couleur Cognac.(NE EN 15.204, 2006)

