*N° d'ordre :*

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Djillali Liabès de sidi bel abbés

Département des Sciences de l'Environnement
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

# MEMOIRE DE MAGISTER

Présenté par Mme Mebarki Née SENNOUR KARIMA

Spécialité : Biologie
Option : Biodiversité et Conservation des Zones Humides

*Intitulé*

## *Iventaire des microalgues d'un écosystéme humide de l'Algerie occidentale(cas d'Oglet Ed Daira wilaya de Naama)*

*Soutenu le 29/11/2016*
*Devant le jury composé de :*

Président : Pr Abbouni Bouziene Pr UDL SBA

Examinateur : Dr Cherifi Kouider MCA UDL SBA

Encadreur Pr. KOUDACHE .Fatiha. Pr, Université de Djillali liabès

2016 – 2017

# Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous adressons toute notre reconnaissance à Mme Koudache.F, Professeur à l'université de Djillali liabès, pour l'honneur qu'nous a fait de diriger cette thèse ; pour la valeur de son enseignement Son dévouement ainsi que ses compétences approuvées en matière d'encadrement.

Nous exprimons tous nos remerciements à Pr Abbounni pour l'honneur qu'il nous fait d'assurer la présidence de ce mémoire. Nous lui adressons également toute notre reconnaissance pour l'intérêt accordé à notre travail. Qu'il soit assuré de toute notre gratitude et de notre plus profond respect.

Nos sincères remerciement à Dr Cherifi d'avoir accepté la lourde tâche d'être rapporteur, pour son implication dans la thématique de ce mémoire et pour toutes les discussions scientifiques que nous aurons ensemble.

Nous aimerions aussi remercier le Pr Ramdani Mohamed et Madame El khayati Najet pour leurs aide technique, rédactionnelle et surtout leurs soutien moral. nous pensons que sans eux, nos résultats n'auraient pas un sens.

Nos remerciements s'adressent à Pr Roger flower pour son aide technique

Nos remerciements s'adressent aussi à Dr Toumi.F, et Pr Kerfouf assurés de notre gratitude et de notre plus profond respect pour leurs disponibilités et pour leurs orientations vers les collègues spécialistes ; ainsi qu'à leurs intérêts accordés à notre travail.

Nous remercions vivement Madame Benaggoune amel pour son aide.

Nos sincères respects s'adresse à Dr Ghomari.S, pour ses précieuses aides, conseilles et pour son précieux savoir en matière de techniques de recherche.

Nos remerciements s'adressent également à Dellaoui.B et Doukani.B pour leurs aide précieuse.

Je n'oublie pas mes amies et mes sœurs Mme Naar Naima et Mme Chiali Zakia pour leurs soutien morale.

Finalement, je remercie toute personne qui à participer à ce modeste travail.

## Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents, qui n’ont jamais cessé de m’encourager pour mes études.

Merci à mon mari  Brahim, j’espère que tu me pardonneras ces instants nombreux de doutes et de mauvaise humeur. Ce travail n’aurait jamais abouti sans toi, alors il est aussi le tiens.

A mes filles :Insaf,Ilham, Israa

A mon fils : Mohammed

A ma sœur Imene

A  mes frères : Mohammed, abdel razek, omar

A toute la famille Sennour et Mebarki

# Résumé

L'objectif de notre travail, est de réaliser un inventaire du phytoplancton d'une zone humide. Notre choix s'est porté sur le lac Oglet Ed Daira situé dans la wilaya de Naama en Algérie occidentale.

Un échantillonnage saisonnier a été réalisé à travers quatre points, choisis dans le lac. Les facteurs physico-chimiques de cette eau ont été également pris en considération, afin de mieux cerner leurs influences sur le développement des microalgues.

Les résultats obtenus montrent que le phytoplancton de ce lac est composé de cinq groupe qui sont : les Chlorophycées, les Cyanophycées, les Diatomées, les Euglenophycées et les cryptophytes.

Cette composition est dominée par les chlorophycées, dont l'espèce *Chlorella vulgaris*, vient en tête avec des effectifs dépassant largement 500000 ind / l au printemps et en été, alors qu'elle est omniprésente (elle est présente toute lannée).

Au total nous avons recensé et identifié 30 genres toutes classes confondues.



**Mots clés** : Phytoplancton, , Chlorophycées, Oglet Ad Daïra, Algérie

# Summary

The objectif of our work is to make an inventory of phytoplankton of a wetland. Our choice fell on the lake Oglet Ed Daira located in the province of Naama in western Algeria.

Seasonal sampling was conducted through four plotted points selected from the lake. The physicochemical factors of the latter were also taken into consideration in order to better understand their influence on the development of microalgae.

The results show that the phytoplankton lake has five classes are: Chlorophyceae, Cyanophyceae, diatoms, Euglenophyceae,and the cryptophyceae.

This composition is dominated by chlorophyceae, whose species Chlorella vulgaris, comes in head with numbers well over 500,000 individual / liter in the spring and summer, when it is ubiquitous .

In total we identified and identified 30 kinds all classes.


Keywords: Phytoplankton, Dynamic, Chlorophyceae, Oglet Ad Daira, Algeria

# ملخص

الهدف من عملنا هو تقديم جرد من العوالق النباتية في الأراضي الرطبة. وقع خيارنا على بحيرة عقلة الدايرة اللتى تقع في محافظة النعامة في غرب الجزائر.
أخذت العينات الموسمية من خلال أربع نقاط مختارة من البحيرة. أخذت العوامل الفيزيائية والكيميائية للمياه أيضا بعين الاعتبار من أجل فهم تأثيرها على تنمية العوالق النباتية.
أظهرت النتائج أن العوالق النباتية في البحيرة تتكون من خمسة مجموعات هي: الخضراء ، الخشراء المزرقة ، الاوغلينية، المشطورات،الكريبتومونات
ويهيمن على هذا التكوين العوالق الخضراء، التى تتراسها الكلوريلا بأكثر من 500000 فرد في اللتر في فصلي الربيع والصيف، علما انها موجودة طوال العام.
في المجموع حددنا 30 نوعا جميع الفئات.



كلمات الا ساسية: العوالق النباتية ،، الخضراء، عقلة الدايرة، الجزائر

# Listes Des Abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux

Chloro : Chlorophycées

Cond : Conductimétrie

Cryp : Cryptophycées

Cyano : Cyanophycées

Diat : Diatomées

Eugl : Euglénophycées

Ind/l : individu par litre.

MES : Matière en suspension

P : point

pH: potentiel Hydrogène

% : Pourcentage

°C **:** Degré Celsius

# Liste des figures

**Figure 01 :**Structure d'une algue unicellulaire colorée artificiellement Chlamydomonas sp observée au MET(×7000):..... 04

**Figure 02 :** Structure des microalgues Procaryote Cyanobactérie : ..... 05

**Figure 03** : Les principaux facteurs de développement de phytoplancton: ..... 06

**Figure 04**: Variation de la production du phytoplancton en fonction de l'intensité lumineuse: 07

**Figure 05**: Vision actuelle de la classification des algues: ..... 11

**Figure 06** : Domaines d'application de la biomasse algale ..... 24

**Figure 07** : Les domainesd'application de microalgues: ..... 25

**Figure 08** : Vue d'ensemble d'Oglet Ad Daïra :..... 33

**Figure 09 :** Situation géographique de Ain Ben Khlil :..... 34

**Figure 10** : Diagramme climatique (Station météorologique de Mechria 2015) :..... 35

**Figure 11** : Températures moyennes mensuelles (minimales, maximales et moyennes): .... .... 36

**Figure 12 :** carte géologique de la Wilaya de Naâma:..... 38

**Figure 13** : Occupation générale des terres dans la zone de Ain Ben Khlil: ..... 40

**Figure 14**: Aspect à la loupe binoculaire de l'amphibien de crapaud vert: ..... 42

**Figure 15** : Localisation de la zone d'étude : Oglet Ad Daira: ..... 43

**Figure 16** : relevé 1:..... 44

**Figure 17** : relevé 2 :..... 44

**Figure 18** : relevé 3:..... 44

**Figure 19** : relevé 4:..... 44

**Figure 20 :** Richesse taxonomique des groupes de phytoplanctons identités:..... 49

**Figure 21 :** Evolution temporelle du pH dans les 4 points durant les 4 saisons:..... 54

**Figure 22 :** Evolution temporelle de la température dans les 4 points durant les 4 saisons ..... 55

**Figure 23 :** Evolution temporelle de la conductivité dans les 4 points durant les 4 saisons:..... 56

**Figure 24 :** Evolution temporelle de la salinité dans les 4 points durant les 4 saisons:..... 57

**Figure 25 :** Evolution temporelle de la matière en suspension dans les 4 points durant les 4 Saisons: ..... 58

**Figure 26**: Evolution saisonnière des nutriments du point 1 durant les 4 saisons: ..... 59

**Figure 27** : Evolution saisonnière des nutriments du point 2 durant les 4 saisons: ..... 60

**Figure 28** : Evolution saisonnière des nutriments du point 3 durant les 4 saisons: ..... 60

**Figure 29**: Evolution saisonnière des nutriments du point 4 durant les 4 saisons: ..... 61

**Figure 30** : Pourcentages des différentes classes phytoplanctoniques

Identifiées: ..... 62

**Figure 31** :Evolution saisonniére de densité phytoplanctonique dans le point 1:..... 64

**Figure 32** : Evolution saisonniére de la densité phytoplanctoniquedans le point 2 :..... 65

**Figure 33** :Evolution saisonniére dela densité phytoplanctonique dans le point 3:..... 66

**Figure34** :Evolution saisonniére dela densité phytoplanctonique dans le point 4 nutritionnel : 67

# Liste des tableaux

**Tableau 01 :** Systématiques des Cyanophycées :..... 13
.....

**Tableau 02** : Systématiques des Chlorophycées : ..... 15

**Tableau 03 :** Systématiques des Euglenophycées :..... 17

**Tableau 04** : Systématiques des Diatomées: ..... 19

**Tableau 05 :** Systématiques des Cryptophycées : ..... 21

**Tableau 06** : Précipitations moyennes pour les périodes : période 1967-1996 et période 2000-2015): ..... 35

**Tableau 07** : Direction des vents selon leur fréquence en %: ..... 37

**Tableau 08** : Ensemble des 14 espèces de reptiles recensées en 2005 et 2006 et leurs affinités biogéographiques respectives:..... 42

**Tableau 09 :** Les valeurs du pH des 4 points d'échantillonnage durant les 4 saisons: . 54

**Tableau 10 :** Les valeurs de la température dans les 4 points durant les 4 saisons:..... 55

**Tableau 11** : Les valeurs de la conductivité dans les 4 points durant les 4 saisons: .... 56

**Tableau 12** : Les valeurs de la salinité dans les 4 points durant les 4 saisons: ..... 57

**Tableau 13** : Les valeurs de la matière en suspension dans les 4 points d'échantillonnage durant les 4 saisons:..... 58

**Tableau 14 :** Les valeurs des nutriments dans le point 1 durant les 4 saisons:..... 59

**Tableau 15 :** Les valeurs des nutriments (mg/l) dans le point 2 durant les 4 saisons: . 60

**Tableau 16 :** Les valeurs des nutriments dans le point 3 durant les 4 saisons :..... 60

**Tableau 17 :** Les valeurs des nutriments dans le point 4 durant les 4 saisons:..... 61

**Tableau 18 :** Pourcentages des différentes classes phytoplanctoniques identifiées:..... 62

**Tableau 19 :** Evolution saisonnière de la densité phytoplanctonique (Ind/l) dans le point 1:..... 63

**Tableau 20 :** Evolution saisonniére dela densité phytoplanctonique (Ind/l) dans le point 2:..... 64

**Tableau 21 :** Evolution saisonnière dela densité phytoplanctonique(Ind/l)dans le point 3:..... 65

**Tableau 22 :** Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique(Ind/l) dans le point 4 :..... 66

# Table des matières

Remerciements :

Table des matières :

Liste des tableaux :

Liste des figures :

Liste des abréviations :

Résumé :

**Introduction :** ..... 01

**PARTIE I :** ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE :

**Chapitre I :** Généralités sur les phytoplanctons des eaux continentales

I.1. Définition : ..... 03

I.2. Différents groupes de microalgues : ..... 04

I.2.1. Les microalgues Eucaryotes : ..... 04

I.2.2. Les microalgues procaryotes: ..... 05

I.3.Facteurs déterminants le développement et la dynamique du phytoplancton : ..... 05

I.3.1. Facteurs abiotiques: ..... 06

I.3.1.1. Lumière: ..... 06

I.3.1.2. Profondeur : ..... 08

I.3.1.3. Vent : ..... 08

I.3.1.4. Température : ..... 08

I.3.1.5. pH et $CO_2$: ..... 09

I.3.1.6. $O_2$ dissous : ..... 09

I.3.1.7. Turbidité : ..... 09

I.3.1.8. Matière en suspension: ..... 09

I.3.1.9. Nutriments : ..... 10

I.3.2. Facteurs biotiques : ..... 10

I.4. Nature et caractéristiques des principaux groupes du phytoplancton des eaux continentales : ..... 11

I.4.1. Les Cyanophycées (Algues bleues –vertes): ..... 12

I.4.1.1. Systématique des Cyanobactéries : ..... 12

I.4.1.2. Mode nutritionnel : ..... 13

I.4.1.3. Multiplication et reproduction: ..... 13

I.4.1.4. Habitat et symbiose: ..... 14

I.4.2.Les Chlorophycées (algues vertes) ..... 14

I.4.2.1. Systématique des chlorophycées : ..... 14

I.4.2.2. Mode nutritionnel : ..... 15

I.4.2.3. Multiplication et reproduction: ..... 16

I.4.3.Les Euglenophycées : ..... 16

I.4.3.1.Systématique des Euglenophycées : ..... 17

I.4.3.2.Mode nutritionnel : ..... 17

I.4.3.3. Multiplication et reproduction : ..... 17

I.4.3.4. Habitat et symbiose: ..... 18

I.4.4. Les Diatomées : ..... 18

I.4.4.1. Systématique des diatomées: ..... 19

I.4.4.2.Mode nutritionnel: ..... 19

I.4.4.3. Multiplication et reproduction : ..... 19

I.4.4.4.Habitat et symbiose : ..... 20

I.4.5. Les Cryptophytes : ..... 20

I.4.5.1. Systématique des Cryptophytes: ..... 21

I.4.5.2. Mode nutritionnel : ..... 21

I.4.5.3.Multiplication et reproduction : ..... 21

I.4.5.4.Habitat et symbiose : ..... 21

I.4.6. Les autres classes : ..... 22

I.4.6.1. Les Xanthophycées : ..... 22

I.4.6.2.Les Chrysophycées : ..... 22

**Chapitre II :** Importance écologique et socioéconomique du phytoplancton

II.1.Importance écologique: ..... 23

II.1.1.Photosynthèse : ..... 23

II.1.2. Chaîne alimentaire: ..... 23

II.1.3. Action antibactérienne : ..... 23

II.1.4. Indicateur de pollution : ..... 24

II.1.5. Indicateurs trophiques : ..... 24

II.2. Importance socioéconomique du phytoplancton: ..... 24

II.2.1. Application pharmaceutiques: ..... 25

II.2.2. Application cosmétique: ..... 26

II.2.3. Application pour alimentation humaine : ..... 26

II.2.4. Application pour alimentation animale : ..... 26

II.2.5. Epuration et agrofourniture : ..... 27

II.2.6. Application en industrie : ..... 28

II.3. Effets nuisibles du phytoplancton : ..... 28

II.3.1. Effets nuisibles du phytoplancton : ..... 28

II.3.2.Risque sur les consommateurs primaires: ..... 28

II.3.3. Risque sur le fonctionnement de l'écosystème : ..... 29

**Chapitre III :** Aperçu des travaux sur les phytoplanctons des eaux continentales

III.1. En Algérie: ..... 30

III.2. Dans le monde ..... 31

**Chapitre IV :** Présentation de la région d'étude

IV.1. Situation géographique: ..... 33

IV.2. Données climatiques de la région d'étude : ..... 34

IV.2.1. Paramètres climatiques de la région : ..... 34

IV.2.1.1. Pluviométrie annuelle: ..... 34

IV.2.1.2. Température : ..... 36

IV.2.1.3. Vent : ..... 36

IV.2.1.4. Gelées et neiges : ..... 37

IV.3. Géologie de Ain Ben khlil: ..... 37

IV.4. Lithologie et sols d'Ain Ben Khlil : ..... 39

IV.5. Population d'Ain Ben Khlil : ..... 39

IV.6. Cortège floristique : ..... 39

IV.7. Cortège faunistique : ..... 41

**PARTIE II :** Matériels et méthodes

**Chapitre I :** Matériels

I.1.Localisation des points d'échantillonnage: ..... 43

I.2.Echantillonnage in situ : ..... 45

I.3. Au laboratoire: ..... 45

**Chapitre II :** Méthodologie

II.1. In Situ: ..... 46

II .1.1. Prélèvements : ..... 46

II.2. Au laboratoire ..... 46

II.2.1. Identification et dénombrement des microalgues: ..... 46

II.3. Paramétrés physicochimiques: ..... 47

II.3.1**.** pH, Température, Salinité, Conductimétrie : ..... 47

II.3.2. Nitrates : ($NO_3$) : ..... 47

II.3.3**.** Nitrites: ($NO_2$) : ..... 48

II.3.4. Ammoniac ($NH_4$) : ..... 48

II.3.5. Matières en suspension (MES): ..... 48

II.3.6**.** Ortho phosphate ($PO_4$): ..... 48

**PARTIE III :** Résultats et discussion

**Chapitre I:** Résultats

I.1- Richesse taxonomiques des phytoplanctons identifiées : ..... 49

I.1.1. Les Chlorophycées :..... 50

1.2-2 . Les Cyanophycées : ..... 52

1.2-3-Les Diatomées : ..... 53

1.2-4 Les Euglenophycées : ..... 53

1-2-5-Les Cryptophycées: ..... 54

1.2. Evolution des paramètres physicochimiques de l'eau: ..... 54

I.2.1. pH:..... 54

I.2.2. Température : ..... 55

I.2.3. Conductimétrie électrique :..... 56

I.2.4. Salinité: ..... 57

I.2.5. MES: ..... 58

I.2.6. Nutriments : ..... 58

I.3. Etude quantitative des différentes classes dans la station d'étude:..... 61

I.4.Fréquences d'apparition des phytoplanctons récoltés:..... 67

**Chapitre II :** Discussion

Discussion: ..... 68

Conclusion:..... 71

Références bibliographique:..... 73

Annexe

# Introduction

# INTRODUCTION

Les zones humides sont, pour la plupart d'entre elles, des espaces de transition entre les milieux terrestres et aquatiques où la nappe phréatique est proche du sol, ou bien où cette surface est recouverte d'eau peu profonde de façon permanente ou temporaire (Hammouda, 2013) .Leurs caractéristiques géomorphologiques permettent l'expression des différentes fonctionnalités. Cette dernière varie selon le type de zone humide. En effet ces milieux remplissent diverses fonctions leur conférant des valeurs biologiques, hydrologiques, économiques, patrimoniales, éducatives, sociologiques (Grasset, 2010).

Les conditions hydrologiques et chimiques permettent un développement **extraordinaire de la vie** dans les milieux humides. Cette dernière est menée par un ensemble d'êtres vivants coexistant dans un espace défini tel que le phytoplancton qui forment la majorité des microalgues (Hammouda, 2013).Ces dernières sont des organismes microscopiques, procaryotes ou eucaryotes photosynthétiques vivant dans les mers, les océans, les eaux douces et les eaux saumâtres. Elles sont utilisées dans différents domaines de l'industrie tels que celui des énergies, de la pharmacie, le domaine neutraceutique, cosmétique, et surtout alimentaire.

L'Algérie est riche en zones humides, ces milieux font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Le recensement préliminaire effectué au milieu des années 1990 a dénombré 254 zones humides naturelles. Parmi elles, soixante peuvent être classées sur la liste Ramsar des zones humides d'importance internationale *(*Anonyme, 2004).

Parmi ces sites nous trouvons celui de Oglet Edaira, entouré par une variété de paysages steppiques naturels et par son lac permanent dont le phytoplancton n'a fait l'objet d'aucune étude scientifique. C'est l'une des zones humides très rares de nos jours dans l'ensemble du territoire algérien et en particulier dans l'Ouest du pays. Il est situé dans la commune de Ain Ben Khlil (Wilaya de Naama) où les steppes à armoises blanche (*Artemisia herba alba*) à alfa (*Stipa tenacissima*) et à sparte (*Lygeum spartum)* sont frappantes et dominent dans tous les habitats des hauts plateaux sub désertiques. Les sols salés dans les vallées et les dépressions proches de la zone humides sont occupés par des formations à *Salsola vermiculata* et à *Atriplex halimus* jouant un rôle important dans la rétention du sol et la fixation des dunes arénicoles souvent mobiles au gré des vents(Anonyme ,2005)

Des pieds isolés de *Tamarix gallica* occupent les parties centrales de la zone humides dépourvue pratiquement de phanérogames aquatiques. Les nombreux pieds de tamarix ainsi que les joncs délimitent clairement la zone humide d'Oglet Ad Daira, déclarée site Ramsar à partir de 2004.Cette région est souvent fréquentée par les nomades éleveurs en extensifs des ovins et des caprins qu'ils abreuvent par des citernes. Ces nomades pratiquent la transhumance de mai à octobre vers les communes du nord algérien.

La région abrite de nombreuses espèces de plantes endémiques d'Algérie dont un grand nombre de taxons se trouvent actuellement menacés et soumis aux contraintes climatiques, aux pressions de surpâturage et à la dégradation de l'habitat aquatique par des actions anthropiques directes et indirectes(Boudjaja,2011).La flore des différentes populations planctoniques fait l'objet de notre étude écologique dans le but de dresser un inventaire spécifique ainsi que l'organisation spatio temporaire de ces communautés a fin de comprendre le fonctionnement de ce milieu lacustre. L'évolution spatio temporaire des principales espèces dominantes et mieux représentatives dans cette habitat steppique est retenu, dans l'objectif d'étudier la dynamique des populations et de distinguer la particularité écologique de ces populations pouvant servir dans le futur pour d'éventuels programme d'élevage aquacole (Scenedesmus, chlorella, spiruline…).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail à savoir réaliser un inventaire du phytoplancton d'un écosystème humide en prenant comme exemple le lac de Oglet Ed Daira situé dans la wilaya de Naama.

Notre mémoire est structuré en trois parties ; la première est répartie en quatre chapitres dont le premier traite des généralités sur le phytoplancton, le deuxième nous donne une idée sur les différentes importances de ce dernier, le troisième est une synthèse sur les travaux réalisés sur les micros algues ; en Algérie et dans le monde et un quatrième chapitre qui est une présentation de la région où s'effectue notre inventaire .La deuxième partie est divisée en deux chapitres présentant respectivement le matériel utilisé et la méthodologie empruntée pour réaliser notre inventaire.

La troisième partie comporte deux chapitres ; le premier présente les différents résultats obtenus et le deuxième leurs interprétations, suivies d'une discussion. Enfin, une conclusion qui est un ensemble de proposition pour l'approfondissement de la systématique des espèces contractées dans le lac de Oglet Ed Daira et un ensemble de mesure visant la protection de notre patrimoine herpétologique et une valorisation de ces ressources biologiques naturelles dans le secteur cosmétique et de l'agro-alimentaire.

# Partie I

# Etude bibliographique

# Chapitre I

# Généralités sur les phytoplanctons des eaux continentales

## I.1. Définition

Les eaux continentales incluent toutes sortes de nappes d'eau douce ou salée intérieures, ainsi que les eaux souterraines. Elles sont étroitement liées aux écosystèmes terrestres (web master 1). Les écosystèmes aquatiques continentaux sont particulièrement importants en ce qui concerne le changement climatique car son principal impact se fait ressentir à travers l'eau. Par exemple, une utilisation plus raisonnable de l'infrastructure des écosystèmes d'eau douce peut nous aider à faire face à l'augmentation de la fréquence et de la gravité des inondations et des sécheresses (web master 1).

Divers types de microalgues sont communs au milieu marin et aux eaux intérieures. Celle des eaux continentales sont composés de chlorophycées, chrysophycées, cyanophycées, quelques espèces de Dinoflagellés, des espèces flagellées, et peu de diatomées (Mollo et Noury ,2013)

Les eaux continentales attirent et concentrent de nombreuses populations pour leurs activités qui en retour doivent veiller à leur gestion et à leur pérennité. Face à l'explosion démographique actuelle, on se rend compte que les ressources en eau douce sont épuisables, et que les activités humaines représentent l'une des causes majeures du stress des écosystèmes aquatiques (Vasquez et Favila 1998 ; Dokulil *et al.*, 2000 &Tazi *et al*., 2001).

Un lac est parmi les traits les plus expressifs et les plus admirables d'un paysage. C'est l'œil de la terre; en y plongeant ses regards, celui qui le contemple mesure la profondeur de sa propre nature (Vallentyne, 1974).

Les microalgues sont des algues microscopiques qui se réparties en deux principaux Groupes : le périphyton et le phytoplancton. Le périphyton vit attaché à des objets submergés (roches, plantes aquatiques, piliers de quais) et se concentre principalement dans les zones peu profondes du lac, tandis que le phytoplancton vit en suspension dans l'eau et se retrouve partout dans le lac, où les conditions lumineuses le permettent (web master 2 ).

Ce sont des végétaux autotrophes complexes, s'éloignant des végétaux terrestres par leur composition et leur mode de culture caractérisé par un cycle de vie court et souvent terminé par une phase d'enkystement pour rentrer en dormance et éviter les conditions environnementales défavorables à leur développement (assèchement, augmentation de la salinité, déficience en oxygène, …).

Ces plantes microscopiques se développent dans les plans d'eau continentaux et marins (eaux douces, saumâtres et salées). Les densités les plus remarquables sont notées

principalement dans les eaux stagnantes. Certaines espèces sont planctoniques et se déplacent passivement dans les couches d'eau selon les mouvements des masses d'eau ; d'autres sont benthiques et se développent dans les fonds des lacs et des marécages (web master 3).

On rencontre des formes unicellulaires isolées (menées ou non de flagelles) ou coloniales ; d'autres sont filamenteuses et immobiles. Au cours de l'année, les populations se succèdent selon leur cycle de vie souvent lié à une gamme de température bien déterminée La durée de vie d'une cellule varie de 15 jours à 3 mois. Dès que l'habitat aquatique s'enrichit en sels nutritifs (nitrates, phosphates), les microalgues apparaissent et accomplissent leur cycle biologique (web master3).

## I.2. Différents groupes de microalgues

Les microalgues se divisent en deux principaux groupes :

### I.2.1. Les microalgues Eucaryotes

Ceux sont des organismes photosynthétiques unicellulaires délimités par une membrane plasmique, qui contient au sein de son cytoplasme de nombreux organites nécessaires à son fonctionnement et à son métabolisme : paroi cellulaire, chloroplastes, mitochondries, cytoplasme, et un noyau entouré d'une membrane nucléaire (Figure 01) (Richmond, 2004).

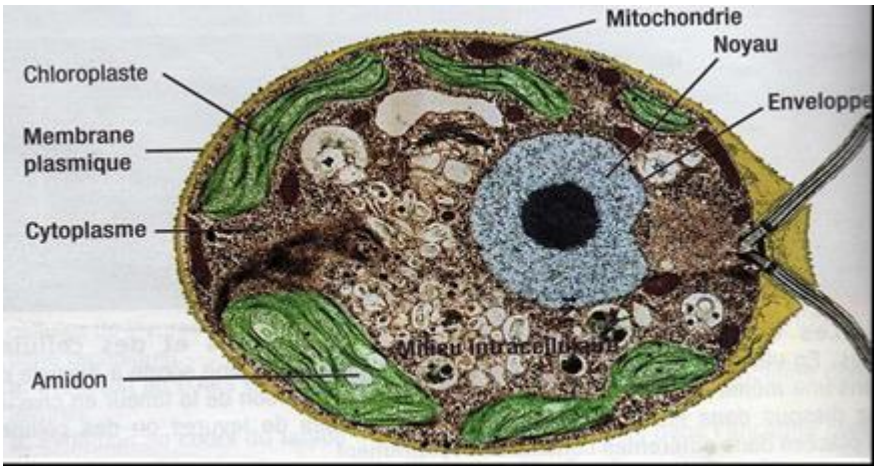



**Figure 01 :** Structure d'une algue unicellulaire colorée artificiellement Chlamydomonas sp observée au MET (×7000) (web master4, 2015)

### I.2.2. Les microalgues procaryotes

Selon (gregory,1985). Les microalgues procaryotes sont dépourvues de : membrane nucléaire, de nucléoles, de la chromatine comme chez les bactéries, et sans plastes, ni mitochondries, ni appareil de Golgi, et il y a aussi absence de plastes, et de vacuoles (Figure 02).

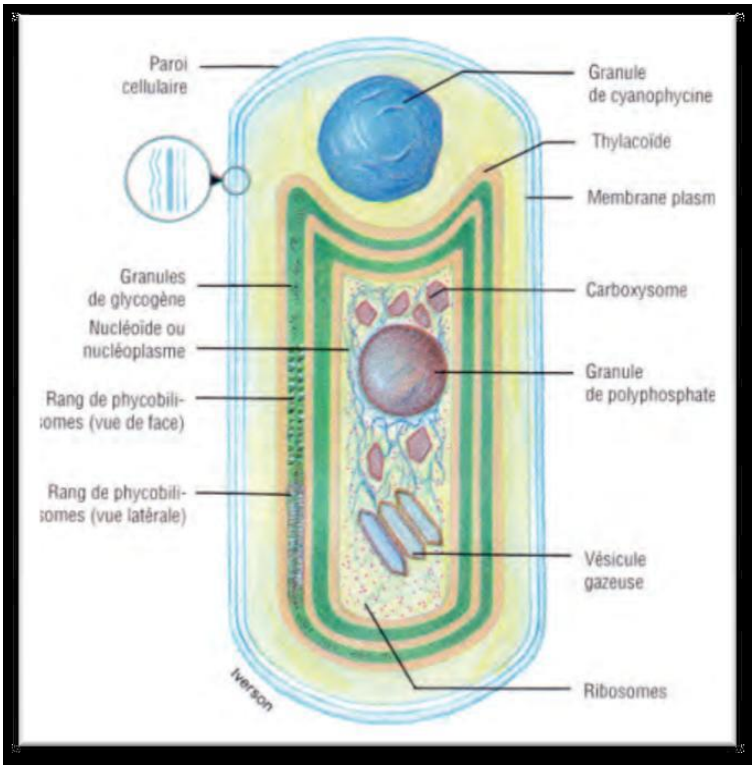



**Figure 02 :** Structure des microalgues Procaryote Cyanobactérie ( web master 4)

## I.3.facteurs déterminants le développement et la dynamique du phytoplancton

Selon Hutchinson (1957), la croissance et le développement du phytoplancton dépends de la disponibilité du : $CO_2$, $O_2$ dissous, pH, lumière, température, profondeur, vent, nutriment,…etc (figure 03).

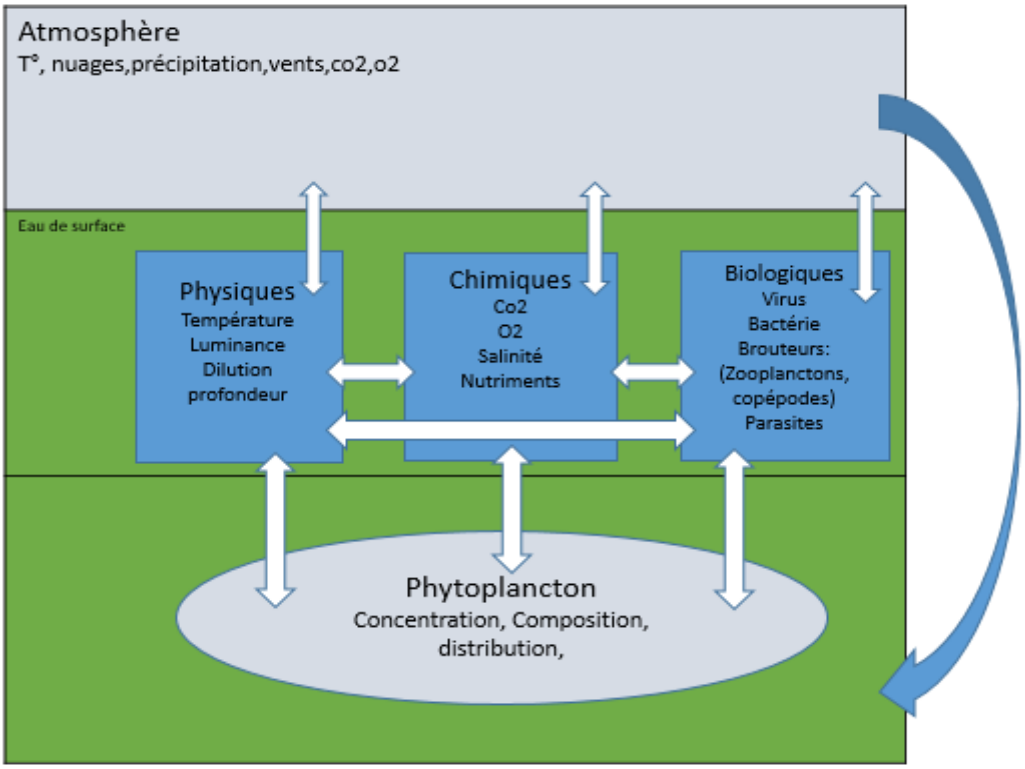



**Figure 03** : Principaux facteurs de développement de phytoplancton (Sennour, 2016)

On peut résumer les facteurs en deux catégories : (facteurs biotique et abiotiques) :

### I.3.1. Facteurs abiotiques

Selon Hutchinson (1957) les facteurs environnementaux, ont une influence sur les populations planctoniques ainsi que sur leurs dynamiques.

#### I.3.1.1. Lumière

Elle constitue l'ensemble des radiations lumineuses (soleil ciel) qui arrive sur la surface du globe terrestre (Seyni,2006). C'est le facteur le plus important pour le développement du phytoplancton, du fait qu'elle intervient dans la photosynthèse. Elle est le facteur crucial agissant sur la production phytoplanctonique. En effet, elle agit qualitativement et quantitativement sur le métabolisme phytoplanctonique (Glover *et al*., 1987).

Selon Angelier (2000), les hautes intensités lumineuses ont une action inhibitrice sur le mécanisme photosynthétique. Il précise que la lumière exerce une action sur l'activité fixatrice des microorganismes photosynthétiques notamment celle de l'azote.

D’après une étude faite par Goldmen etWetzelen en 1963, dans un lac en Californie, il existe une corrélation entre intensité lumineuse et la production algale.

Selon Gayral (1975), la lumière joue un rôle très important dans l’évolution saisonnière des phytoplanctons, en particulier, dans les poussés printanières ou estivales (Figure 04) .

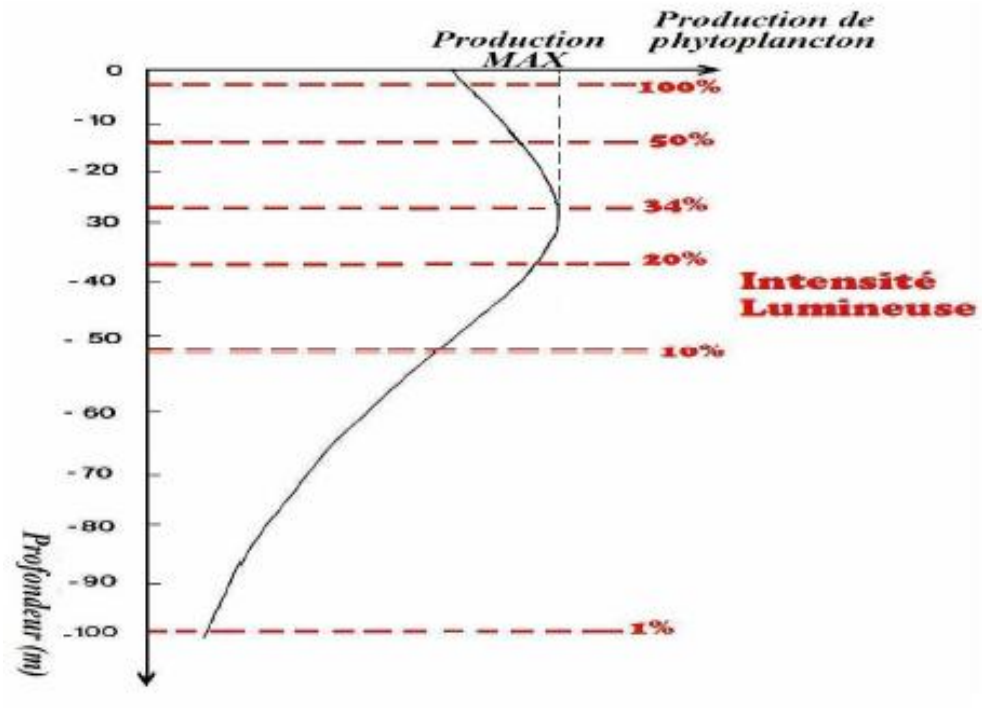



**Figure 04** : Variation de la production du phytoplancton en fonction de l’intensité Lumineuse (Gayral, 1975).

#### I.3.1.2. Profondeur

Elle a une influence sur la répartition et la production de la biomasse algale.

Cette dernière s'effectue le jour au niveau de la surface de l'eau, là où il y a de la lumière Sverdrup (1955). Selon Mollo (2010), la faible profondeur permet un transfert plus rapide des produits de la décomposition bactérienne dans la zone où vit le phytoplancton

(Web master 5)**.** Dans les lacs, la profondeur jusqu'où s'opère la production de l'oxygène par photosynthèse varie selon la transparence des eaux. Dans celles très troubles, elle ne sera que de quelques centimètres, mais dans celles très claires comme celles du lac Baïkal en U.R.S.S. ou du lac Crater en Orégon, elle pourra atteindre 30 m ou plus (Vallentyne, 1974).

#### I.3.1.3. Vent

Il résulte d'un déplacement de l'air des zones de hautes pressions vers celles de basses pressions (Seyni, 2006). Il joue un rôle très important dans le cycle de l'eau, il augmente l'évaporation consommatrice d'énergie et a donc un pouvoir de refroidissement considérable. (Ricklifs et Miller, 2005). Le vent a une grande influence sur la transparence de l'eau et le déplacement des espèces (Demers *et al.*,1987; Millet, 1989; Carrick *et al*., 1993; Herrera-Silveira et Comin, 1995 & De Casabianca et Kepel, 1999).

#### I.3.1.4. Température

Elle résulte de rayonnement solaire, mais aussi d'échange d'énergie entre les particules d'eau dans l'atmosphère ayant des propriétés physiques très importantes (Seyni, 2006). Elle joue un rôle primordial, car elle exerce une action directe sur l'évaporation de l'eau et par conséquent sur la salinité (Belkheir et HadjAli, 1981).

Elle est, bien évidemment, l'un des facteurs les plus importants qui conditionnent la répartition géographique des espèces algales (Gayral, 1975).

C'est un paramètre actif qui agit sur la rapidité des processus biologiques, les faibles températures sont accompagnées d'une nette baisse de croissance phytoplanctonique (Verity, 1981 ; Iriarte et Purdie, 1993). Selon Gayral (1975), dans les eaux douces, au printemps ; il y a beaucoup de diatomées et des chlorophycées qui apparaissent, par contre en été il y a un grand développement des chlorophycées thermophiles et cyanobactéries.

#### I.3.1.5. pH et $CO_2$

Le pH des eaux douce est compris entre 7 et 8. Il y a une relation entre ce dernier et le $CO_2$.Il influe sur la forme chimique du gaz carbonique. La consommation de $CO_2$ par les algues au cours de la photosynthèse va se traduire par une augmentation du pH (Dabbadie,1992).

#### I.3.1.6. $O_2$ dissous

La présence de l'oxygène dans l'eau résulte d'une diffusion à partir de l'air au niveau

De la surface et surtout de l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques, notamment celles des algues et du phytoplancton (Sevrin-Reyssac et Valdeyron, 1989).

Cet oxygène dissous ($O_2$) est nécessaire à la respiration des algues et des animaux aquatiques, il existe toujours en quantité voisine de la saturation dans les eaux superficielles (Des Abbayes *et al*., 1978).

#### I.3.1.7. Turbidité

La turbidité est une caractéristique optique de l'eau, à savoir sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. Elle est due à la présence dans l'eau de particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques. Ainsi, plus une eau est chargée en biomasse phytoplanctonique ou en particules sédimentaires, plus elle est turbide (web master 6). La turbidité des eaux conditionne la présence de certaines espèces ( le benthos avec les suspensivores) qui peut être néfaste pour les organismes à un certain niveau de concentration ex : Poissons, phytoplancton et autres espèces végétales aquatiques par manque de pénétration de la lumière (Foussard et Etcheber, 2011).

Selon Smith (2003), parmi les symptômes des lacs eutrophes et hyper eutrophes : une turbidité élevée, l’eau devient non potable. Plus l’eau est turbide plus le taux en oxygène dissous est naturellement plus faible à cause de la turbidité qui limite la pénétration de la lumière et donc la photosynthèse.

#### I.3.1.8. Matière en suspension

Les matières en suspension dans l’eau sont toutes les particules solides et insolubles présentes dans l’eau. Elles sont constituées d’un mélange de particules de limons, d’argile, de matière organique et de microorganismes qui sont maintenus en suspension dans la colonne d’eau par la turbulence de l’eau (Roche, 2011). Plus l’eau en contient, plus elle est turbide.

#### I.3.1.9. Nutriments

Certains éléments fondamentaux sont nécessaires à des concentrations assez élevées ; ce sont les macroéléments tels que : N, S, P, Ca, Mg, Si, etc (Nabos, 2009).

Selon Ba (2006) l'azote et le phosphore sont des éléments essentiels à la croissance du phytoplancton, car ils rentrent dans le cycle métabolique ; exemple : Les eaux riches en nitrates, en phosphate et en calcium ont une dominance de certaines chlorophycées et cyanophycées. Selon Dauta (1982) et Cambella *et al.*, (1984) une carence nutritive n'a pas une action sur la vitesse de croissance des algues.

En eau douce le phosphore est responsable de l'eutrophisation (Garnier *et al*.,2001).

Il y a d'autre éléments qui jouent un rôle très important mais a des concentrations faibles ; ce sont les oligo-éléments tels que : Cu ; Zn ; Mn ; Fe, etc (Narbos,2009). Selon Luck et Aegeter (1993), le fer et le zinc pourraient être, a l'origine de la synthèse des toxines chez les Cyanobactéries.

### I.3.2. Facteurs biotiques

Ils dépendent de la densité correspondante et l'ensemble des espèces dans l'interaction entre les individus (prédation, compétition, mutualisme, etc) (Leveque ,2001).

Selon Ramade (2005), les facteurs abiotiques regroupent les paramètres physico-chimiques ou biologiques qui découlent de l'existence de l'action des êtres vivants entre eux et sur les milieux. Le même auteur classe ces facteurs en quatre groupes :

1- Les facteurs physico-chimiques d'origine biotique qui résultent des activités métaboliques et des sécrétions dans le milieu de substances favorables ou toxiques pour les autres espèces.

2- Les facteurs trophiques de nature biologique, telle que la décomposition d'une Microalgue qui libère des sels minéraux dans les eaux.

3- Les facteurs interspécifiques qui concernent les interactions entre les populations des différentes espèces (parasitisme), ex : les rotifères et les micro algues.

Selon Rolland (2009), la structure et la dynamique de la communauté algale sont sous le contrôle de différents facteurs ou processus qui interagissent simultanément entre eux, nous avons :

- Les facteurs ascendants « bottom-up » correspondent essentiellement aux ressources nutritives (apports endogènes et exogènes), capables d'influencer les capacités de croissance cellulaire.

- Les facteurs descendants « top-down » sont essentiellement exercés par l'activité de prédation des herbivores (zooplancton et poissons phytoplanctophages) ou encore par l'action lytique des virus (Roland, 2009).

### I.4. Nature et caractéristiques des principaux groupes du phytoplancton des eaux continentales

La systématique du phytoplancton se base sur de nombreux critères : les pigments, glucanes de réserve, nombre de membranes plastidiales, forme des crêtes mitochondriales, appareil flagellaire et appareil photorécepteur (Reviers, 2002).

La figure 05 nous montre la version actuelle de la classification des algues.

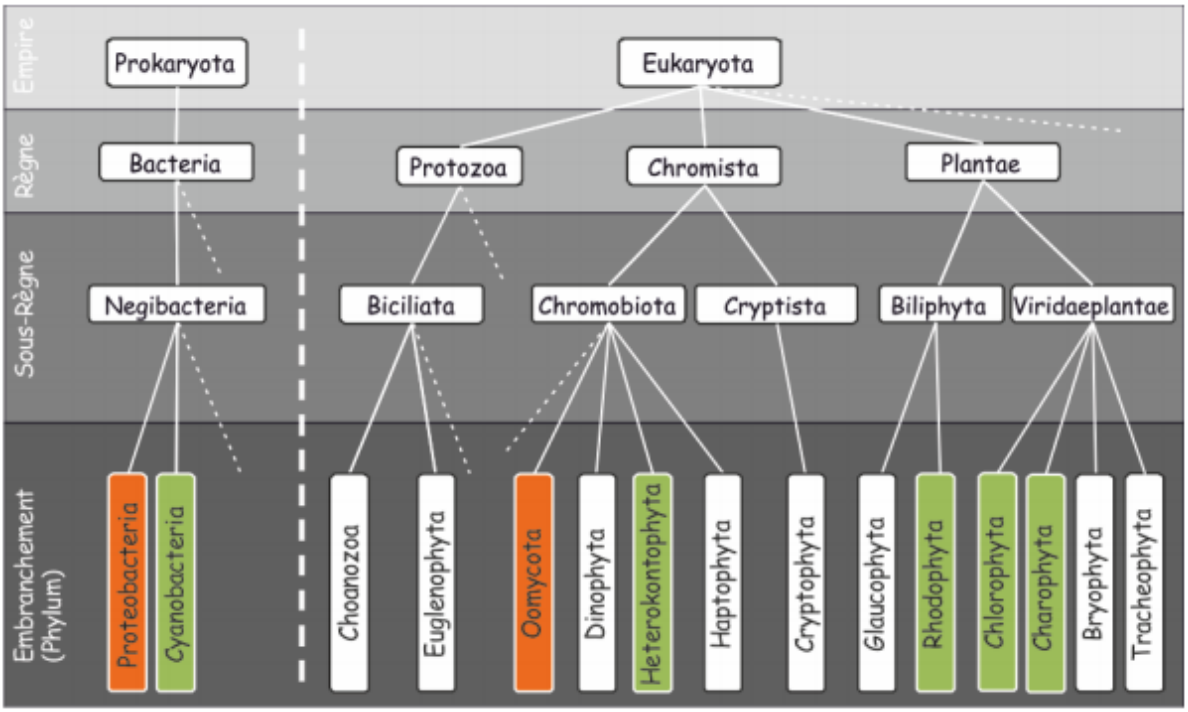



**Figure 05**: Vision actuelle de la classification des algues ( Cavalier-Smith ,2004 et Guiry *et al* ,2016)

Selon Angelli (1980), Reviers (2003) et Pierre (2001), Bourrelly (1990), les groupes de microalgues les mieux représentés dans les plans des eaux continentales sont :

#### I.4.1. Les Cyanophycées (Algues bleues –vertes)

Les Cyanophycées ou algues bleues-vertes sont des algues procaryotes a Gram négatif, très répandues ne possédant aucun noyau (Dumont , 2006).

Elles possèdent des pigments surnuméraires bleus (phycocyanines) et rouges (phycoérythrines) qui masquent la chlorophylle a ; elles sont rarement bleues, mais vertes avec des reflets bleutés. La plupart d'entre elles ont une consistance gélatineuse voir gluante en raison des mucilages qu'elles sécrètent (Ainane, 2011)

De même que les algues vertes, les Cyanobactéries peuvent être sous forme de cellules isolées, de coenobe (*Microcystis*) ou de filaments (*Nostoc*, *Anabaena*)**,** (Cavalla, 2000). les genres *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon* et *Oscillatoria*, sont fréquemment rencontrés en eau douce et sont potentiellement toxiques. De nombreuses espèces contiennent des endotoxines de nature lipopolysaccharidiques, mais également des toxines hépatotoxiques (micro cystines) dont une cinquantaine ont été découvertes récemment et des neurotoxines (anatoxines, saxitoxines) **,** ( Cavalla, 2000). Les Cyanobactéries ne possèdent jamais de flagelle. (Reviers, 2003) **.**Les Cyanobactéries d'eau douce sont susceptibles de produire une grande variété de toxines (Carmichael, 1992 et Sivonen et Jones, 1999).

#### I.4.1.1. Systématique des Cyanobactéries

Selon Bouamra et Hajd (2004) et Thomazeau (2006) on dénombre deux Classes 5 ordres divisés en 27 familles qui comportent 150 genres et 2000 espèces, mais dans le site de algaebase consulté en 2016, il existe en plus la classe des Cyanophycées qui se compose de deux ordres Synechococcales et spirulinales ( Tableau 01).

Il existe entre 1.500 et 2.500 espèces de Cyanobactéries, elles sont très difficiles à détecter, alors ce chiffre est très approximatif, et, sans doute y en a-t-il encore beaucoup à découvrir (CKönig,2005).

**Tableau 01 :** Systématiques des Cyanophycées (Bouamra et Hajd , 2004 ,Thomazeau ,2006 et Guiry *et al*, 2016)

| Classe | Ordre | Famille | Espèce |
|---|---|---|---|
| Coccogonophyceae | Chroococcale | Chroococcaceae | *Ex : Chroococcus dispersus* |
| | | Microcystaceae | *Microcystis aeruginosa* |
| | | Chamaesiphonaceae | *Ex :Chamaesiphon confervicola* |
| | Pleurocapsales | Hyellaceae | *Ex : Pleurocapsa fuliginosa* |
| Hormogonophyceae | Oscillatoriales | Oscillatoriaceae | *Ex : Oscillatoria lacustris* |
| | Nostocales | Nostocaceae | *Ex :Anabaena torulosa* |
| | Stigonematales | Stigonemataceae | *Ex : Stigonema turtaccum* |
| Cyanophyceae | Synechococcales | Synechococcaceae | *E x : Rhabdoderma sp* |
| | Spirulinales | Spirulinaceae | *Ex :Spirulina sp* |

### I.4.1.2. Mode nutritionnel

Certaines Cyanobactéries sont strictement phototrophes, d'autres le sont de manière facultative : elles sont phototrophes en présence de lumière, mais peuvent croitre à l'obscurité en utilisant une source de carbone organique. D'autre enfin sont capables d'utiliser une source de carbone organique aussi bien qu'une source de carbone inorganique, mais en présence de lumière seulement (Reviers, 2003).

### I.4.1.3. Multiplication et reproduction

Les Cyanobactéries se multiplient par voix asexuée, par division végétative suivant une ou plusieurs directions. Chez les formes unicellulaires, la division successive de la cellule mère libère des nanocytes (ordre des Chroccoccales) ou des baeocytes (ordre des Pleurocapsales). Chez les formes filamenteuses, la fragmentation se fait au niveau des nécridies (cellules dégénéreuses), puis les hormogonies (courts trichomes mobiles) sont libérées et peuvent se disperser (Thomazeau, 2006).

#### I.4.1.4. Habitat et symbiose

Les Cyanobactéries se rencontrent dans des habitats extrement variés. Ils existent des espèces dulçaquicoles et marines (planctonique aussi bien que benthiques), ainsi que des espèces aériennes que l'on rencontre dans l'atmosphère, les poussières domestiques, sur ou dans les sols humides, sur les murs, ou l'intérieur de certaines roches, elles sont Présentées dans presque tous les milieux (Reviers, 2003).

Les Cyanobactéries constituent des symbioses avec divers groupes végétaux : ex : *Anabaena* dans les frondes d'Azolla, dans les éponges (Reviers, 2003)

Ce sont, avec les bactéries, les seuls organismes photosynthétiques susceptibles de vivre dans des eaux thermales dépassant la température de 56°C . On les rencontre à tous les pH (Silvano, 2005)**.** Les cyanobactéries ont une impressionnante capacité à coloniser des substrats stériles comme les cendres volcaniques, les déserts de sables et des rochers (Mur, 1999).

### I.4.2. Les Chlorophycées (algues vertes)

Les algues vertes sont des organismes eucaryotes photosynthétiques caractérisés par la présence de chloroplastes contenant deux enveloppes membranaires, Thylakoides empilés (grana) et des chlorophylles a et b (Prochold et Lelieaert, 2007 ). L'amidon et l'huile constituent leurs principales réserves énergétiques. Le métabolisme est photo-autotrophe, photo-hétérotrophe et chemo-hétérotrophe selon les espèces et les conditions de l'habitat ( Lechevalier *et al*, 1977). Elles présentent une grande diversité de forme, depuis le type unicellulaire jusqu'au type en colonie ou filaments. Certaines espèces ont un crampon qui leur permet de se fixer (Cavalla, 2000).

#### I.4.2.1. Systématique des chlorophycées

Selon Bourrelly (1990), Belanger (2007) et Delaux (2011), l'embranchement des Chlorophytes compte 4 classes ,14 ordres et 520 genres.

Selon le site algaebase.org consulté en 2016, les Chlorophycées se divisent en cinq classes (Tableau 02).

**Tableau 02** : Systématiques des Chlorophycées (Bourrelly, 1990, Belanger,2007, Delaux , 2011, Rolland, 2009 & Gairy *et al*, 2016).

| Classe | Ordre | Famille | Espece |
|---|---|---|---|
| Chlorophyceae | Volvocales | Volvocaceae | *Ex :Volvox aureus* |
| | Chlamydomonales | Chlamydomonadaceae | *Ex :Chlamydomonas sp* |
| | | Palmellaceae | *Ex :Palmella miniata* |
| | | Haematococcaceae | *Hematococcus sp* |
| | Chlorodendrales | Chlorodendraceae | *Ex :Tetraselmis subcordiformis* |
| | Chlorococcales | Chlorococcacées | *Ex :Neochloris pseudostigmata* |
| | Oedogoniales | Oedogoniaceae | *Ex :Oedogonia sp* |
| | Sphaeropleales | Scenedesmaceae | *Ex :Scenedesmus sp* |
| | | Selenastraceae | *Ex :Ankistodesmus falcatus* |
| | | Hydrodictyaceae | *Ex :Tetraëdron minimum* |
| Trebouxiophyceae | Chlorellales | Chlorellaceae | *Ex :Chlorella vulgaris* |
| | Trebouxiale | Botryococcaceae | *E x : Botriococcus brauni* |
| Ulothricophyceae | Ulothricales | Ulothricacées | *Ex :Ulothrix Kutzing* |
| Zygnematophyceae) | Zygnématales | Zygnématacées | *Ex :Spirogyra sp* |
| | | Mésotaeniacées | *Ex :Spirotaenia condensata* |
| | Desmidiales | Desmidiacées | *Ex : Cosmarium sp* |
| Charophyceae | *Charales* | *Characeae* | *Ex :Nitella syncarpa* |

### I.4.2.2. Mode nutritionnel

Les microalgues vertes ont 2 modes de nutritions :

**Autotrophie :** c'est le mode de nutrition par lequel les algues élaborent, grâce à la photosynthèse, leur propre substance à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et du $CO_2$.

**Hétérotrophie :** les algues sont en effet capables d'utiliser et d'assimiler des substances organiques dissoutes (Droop, 1974).

L'amidon et l'huile constituent leurs principales réserves énergétiques (lechevalier *et al*, 1977). Par exemple la chlorelle possède un métabolisme chemohétérotrophe. Il y a aussi le groupe des Chlorococcales ou des Volvocales qui ont une physiologie très souple leurs permettant un double mode de nutrition : autotrophe et hétérotrophe.

#### I.4.2.3. Multiplication et reproduction

Pour assurer leurs reproductions, les Volvocales et les Chlorococcales forment des zoospores à l'intérieur de la paroi cellulaire de la cellule mère. On distingue 3 types de zoospores : celles avec membrane et 2 fouets égaux, sans membrane et à fouets égaux et celles sans membrane et à fouets légèrement inégaux mais de même structure (Bourrelly, 1985).

Chez beaucoup deChlorophycées d'eau douce (Œdogoniales, Sphæropléales), le zygotes'enky ste et devient une oospore, à parois épaissies et ornementées, qui peut subsister longtemps avant de germer (web master 7 ).

Dans les formes coloniales, chaque cellule de la colonie se divise par division végétative en n cellules formant 2 x n cellules filles. On retrouve également 3 types de reproduction sexuée : isogamie (2 gamètes de même taille), anisogamie (gamète male plus petit que gamète femelle) et oogamie (gamète femelle non flagellé et gamète mâle flagellé) (Nozaki, 2003).

#### I.4.2.4. Habitat et symbiose

Les Chlorophycées sont retrouvées dans tous les types d'habitat, (lechevalier *et al*, 1977). Elles sont dulçaquicoles (Iltis, 1982). Elles peuvent être épiphytes ou endophytes, épiouendozoiques, parfois pathogènes (Melkonian,1990) . Selon Lahanas (1994), certaines chlorophycées vivent sur les poils des bradypes (paresseux), sur des coléoptères ou même sur le crâne d'un lézard qui s'appelle *Corythophanes cristatus* des forêts mexicaines.

### I.4.3. Les Euglenophycées

Il existe plus de 800 espèces d'Euglenophycées qui sont retrouvées généralement dans les eaux saumâtres et douces. Les principales réserves de ces algues sont constituées de paramylon, une substance glucidique, et l'huiles (Lechevalier *et al*, 1977). Ces algues sont unicellulaires, flagellées, rarement coloniales, parfois dendroïdes comme chez le genre Colacium. La structure péricellulaire est nommée pellicule (Reviers, 2003). Les cellules

d'euglènes sont souvent déformables et la plupart d'entre elles possèdent un flagelle avant qui leur permet également de se mouvoir en l'agitant un peu comme un lasso ( Cavalla, 2000).

### I.4.3.1. Systématique des Euglenophycées

Selon (Delgado *et al.*, 2007, Edward, 2008 & Costica, 2009). L'embranchement des Euglenophytes compte une seule classe, trois ordres et environ 40-50 genres (Tableau 03).

**Tableau 03 :** Systématiques des Euglenophycées (Delgado *et al* ,2007, Edward ,2008 &(Costica ,2009).

| **Classe** | **Ordre** | **Famille** | **Espèce** |
|---|---|---|---|
| Euglenophyceae | Euglenales | Euglenaceae | *Ex :Euglen aehrebergii* |
| | Heteronematales | Heteronemataceae | *Ex:Peranema Trichophorum* |
| | Eutreptiale | Eutreptiaceae | *Ex :Eutreptia perty* |

### I.4.3.2. Mode nutritionnel

Les études réalisées à partir des Euglenophycées démontrent que celles-ci possèdent une nutrition complexe et qu'il est difficile de définir des besoins nutritionnels communs pour plusieurs espèces. Une espèce en particulier, *Euglena gracilis*, peut croitre en mode autotrophe et hétérotrophe (Lechevalier *et al*,1977).

### I.4.3.3. Multiplication et reproduction

La sexualité est inconnue, sauf, peut-être, chez Scytomonas chez qui, des fusions de cellules fonctionnant comme des gamètes ont été observées (Bourelly, 1970 ).

La multiplication s'effectue par division cellulaire. Certaines espèces peuvent s'enkyster, le kyste constitue une forme de résistance qui permet à l'algue d'attendre le retour de bonnes conditions environnementales (Reviers ,2003).

#### I.4.3.4. Habitat et symbiose

Les Euglènes sont dulçaquicoles (en particulier dans les milieux riches en matières organiques), marines ou d'eau saumâtres ; elles peuvent aussi se rencontrer dans les sols humides ou les vases. Certaines Euglenophycées vivent dans l'intestin des batraciens ou parasitent certains copépodes d'eau douce. Dans les estuaires, on peut observer un film vert à marée basse : ce sont des euglènes qui retournent dans le sédiment juste avant d'être immergées par la marée montant (Reviers,2003).

### I.4.4. Les Diatomées

Les Diatomées ou Bacillariophycées sont des algues brunes, microscopiques et unicellulaires appartenant à l'embranchement des Chromophytes. Leur taille varie de quelques micromètres (µm) à plus de 500 µm. Apparues dès le Jurassique il y a environ 200 millions d'années, le nombre d'espèces actuellement connu est proche de 11.000. Deux ordres sont distingués :

- les Centriques, à symétrie radiale, rassemblent les espèces rondes et cylindriques.

- les Pennées, à symétrie bilatérale, regroupent les autres espèces (Anonyme ,1994).

Elles forment la majeure partie du phytoplancton dans les zones les plus froides de l'océan et représentent la seule source d'alimentation pour les animaux vivant dans ces régions. On peut trouver jusqu'à 1 000 000 de diatomées par litre d'eau de mer (Anonyme ,1994). Les diatomées sont présentes depuis 200 millions d'années. Elles possèdent une couche externe de silice que l'on nomme la frustule (Cavalla,2000).

Une fois les Diatomées mortes, ces squelettes peu solubles se déposent, parfois en couches épaisses, au fond des mers et des lacs pendant des millions d'années pour former une roche blanchâtre très légère, la diatomite ( Leclercq et Swinnen,2000). La taxonomie des diatomées est principalement fondée sur la symétrie du frustule, l'ornementation valvaire, la forme et l'ornementation des bandes connectives. Ces caractères ont permis de séparer les diatomées en 2 sous-classes, les Centriques ou Centrales et les Pennées ou Pennales (Paulmier,97).

### I.4.4.1. Systématique des diatomées

Selon Reviers (2003) l'embranchement des Diatomées compte une classe, deux ordres et 10000 a12000 espèces.mais selon Gairy *et al (2016)* l'embranchement est composés de plusieurs ordres (Tableau 04).

**Tableau 04** : Systématiques des Diatomées (Reviers ,2003 et Gairy *et al,2016)*

| **Classes** | **Ordres** | **Familles** | **Espèces** |
|---|---|---|---|
| Diatomophyceae où Bacillariophyceae | Centrales | Centraceae | *Ex : Cyclotella stelligera* |
| | Fragilariales | Fragilariaceae | *Ex: Synedra sp* |
| | Rhopalodiales | Rhopalodiaceae | *Ex;Epithemia adnata* |
| | Pennales | Achnanthaceae | *Ex: Cocconeis pediculus* |
| | | Eunotiaceae | *Ex: Eunotia incisa* |
| | | Surirellaceae | *Ex: Surirella angusta* |
| | | Epithemiaceae | *Ex: Epithemia sorex* |
| | | Bacillariaceae | *Ex: Bacillaria paradoxa* |
| | Naviculales | Navculaceae | *Ex: Navicula sp*<br>*Ex: Frustulia volgaria* |

### I.4.4.2. Mode nutritionnel

Les Diatomées sont presque toujours autotrophes. Certaines espèces (moins de dix) ont eu leurs plastes secondairement réduit à des pro plastes incolores et sont hétérotrophes (Reviers,2003)

### I.4.4.3. Multiplication et reproduction

Les Diatomées ont un cycle de vie essentiellement diplophasique. Les cellules diploïdes se multiplient par mitose pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. Chacune des valves de la cellule parente devient l'épithèque d'une cellule-fille, qui secrète l'hypothèque correspondante. En conséquence, l'une des deux diatomées-filles est de taille inférieure à la diatomées initiale, alors que l'autre fille est de même taille. Par conséquent, au cours des divisions successives, des Diatomées plus petites apparaissent et l'une des lignées de descendantes voit sa taille diminuer à chaque génération.

Cette diminution ne dure pas indéfiniment. En dessous d'un certain seuil (~ 30% de la taille initiale), ces cellules entrent en méiose et produisent des gamètes (le gamète mâle est

la seule cellule flagellée du cycle), dont la paroi cellulaire ne comporte pas de frustule siliceux. Le zygote issu de la fusion des gamètes (auxospore) croît jusqu'à la taille maximale propre à l'espèce ou à la population avant de former un nouveau frustule ( Langlois ,2006).

#### I.4.4.4. Habitat et symbiose

Les Diatomées sont extrêmement répandues dans la nature puisqu'elles sont aptes (comme les Cyanobactéries et les Chlorophycées) à coloniser tous les milieux aquatiques (Reviers, 2003). Selon ce dernier, les Diatomées peuvent être benthiques ou planctoniques ; elles peuvent vivre dans les eaux saumâtres ou marines, stagnantes ou courantes, parfois elles sont terrestres. Quelques Diatomées symbiotiques (zooxanthelles) sont connues chez les foraminifères (Lee, 1992).

Il y a une autre Diatomée symbiotique d'une éponge (Wilkinson, 1992). Selon Round et Crawford (1990), les Diatomées sont les organismes aquatiques les plus répandus après les bactéries.et elle ont un rôle très important dans la production primaire.

### I.4.5. Les Cryptophytes

Les Cryptophycées sont des organismes unicellulaires flagellées(Reviers,2003).

Selon ce dernier, celles peuvent être marines ou dulçaquicoles

Novarino et Lucas (1993) reconnaissent 9 genres. Répartis en quatre familles et trois ordres. Selon Bourrelly (1970) le nombres dépassent 100 mais d'après Norton *et al* (1996) le nombre des taxons soit environ 200. Un autre travail de Marin *et al* (1998) montre qu' il y avait des genres exclus par Novarino et Lucas (1993) et semble être conservés par d'autres systématiciens (par exemple : *Komma,Teleaulax).*

Chaque cellule de Cryptomonade est pourvue de deux flagelles, l'un avec de long mastigonéme des deux côtés, l'autre avec des mastigonémes sur l'un des coté seulement(Narbos,2009).

### I.4.5.1. Systématique des Cryptophytes

Selon (Reviers, 2003), l'embranchement des Cryptophytes compte une seule classe et deux ordres (Tableau 05).

**Tableau 05 :** Systématiques des Cryptophycées (Reviers ,2003)

| **Classes** | **Ordres** | **Genre** | **Famille** | **Espèces** |
|---|---|---|---|---|
| Cryptophyceae | Goniomonadales | *Ggoniomonas* | Cryptomonadaceae | *Ex : Goniomonas truncata* |
| | | *Chilomonas* | Campylomonadaceae | *Ex:Chilomonas paramecuim* |
| | | *Cryptomonas* | Cryptomonadaceae | *Ex : Cryptomonas Ovata* |
| | Pyrenomonadales | *Pyrenomona* | Pyrenomonadaceae | *Ex : Pyrenomona salina* |
| | | *Rhinomonas* | Pyrenomonadales | *Ex : Rhinomonas sp* |
| | | *Proteomonas* | Pyrenomonadales | *Ex : proteomonas sulcata* |
| | | *Hemiselmis* | Chroomonadaceae | *Ex : Hemiselmis virescens* |
| | | *Chroomonas* | Chroomonadaceae | *Ex : Chroomonas marinas* |
| | | *Komma* | Chroomonadaceae | *Ex : Komma caudata* |
| | | *Guillardia* | Geminigeraceae | *Ex : Guillardia sp* |
| | | *Teleaulax* | Geminigeraceae | *Ex : Teleaulax acuta* |
| | | *Geminigera* | Geminigeraceae | *Ex : Geminigera cryophila* |

### I.4.5.2. Mode nutritionnel

D'après Reviers (2003), la majorité des Chryptophycées sont des phototrophes

Le même auteur ajoute que certaines de genres sont hétérotrophes, ces derniers sont dépourvus de plastes comme *Goniomonas.*

### I.4.5.3. Multiplication et reproduction

La sexualité est mal connue, une fécondation isogame a été mis en évidence chez une espèce, mais jamais une méiose n'a été observé et le cycle est inconnu, (Kugrens et Lee,1989).

### I.4.5.4. Habitat et symbiose

Les Cryptophyte habitent dans l'eau marines, l'eau douce ou des milieux terrestres humides. (Bouamra et Hajd , 2004).

Selon Reviers (2003), le *Mesodinium rubrun* (un cilié) contient une Cryptophyte endosymbiotique et elle est dépendante de son activié.

### I.4.6. Les autres classes

D'autre groupes d'algues brunes et jaunes peuvent être rencontrés dans les eaux continentales ce sont surtout ; les Xantophycées, et les Chrysophycées.

#### I.4.6.1. Les Xanthophycées

Selon Reviers (2003) on peut les appeler aussi les Trybophycée. D'après le même auteur les Xantophycées peuvent être coccoides, monadoides, amiboides,palmelloides,siphonées ,ou formées de filaments pluricellulaire. Bien que les algues vert-jaune soient typiquement unicellulaires, certaines espèces forment des colonies, ou bien de longs filaments cellulaires (Narbos,2009).

D'après Reviers (2003) cette classe contient environ 90 genres et 600 espèces. La très grande majorité des Xantophycées est dulçaqucoles, mais certaines se rencontrent dans les eaux saumâtres ou marines, elles peuvent être planctonique ou benthique (Round,1992).

#### I.4.6.2. Les Chrysophycées

Les Chrysophycées sont des cellules flagellées, végétatives ou reproductrices, elles ont 1-2 fouets et parfois un haptonéme. Les cellules sont hétérokontées ou isokontées (Gayral,1975).

Les Chrysophycées ont la particularité de former des kystes endogènes siliceux(stomatocystes) constituant, au cours de la vie de l'algue, un stade de repos et de résistance (hypnozygote), (Reviers,2003).

Une caractéristique unique des algues brun-doré consiste en leurs capacité à produire des spores de résistance (Narbos,2009). Beaucoup de Chrysophycées participent a la composition du Neuston, c'est-à-dire de la couche vivante qui se maintient juste au -dessus ou juste au-dessous de la surface de l'eau (Gayral,1975).

Selon Kristiansen (1990), il y a un millier d'especes de Crysophycées . Le même auteur ajoute que la sexualité est rare. Selon Reviers (2003) les Chrysophycées sont dulçaquicoles, libres ou fixées.

# Chapitre II

# Importance écologique et socioéconomique du phytoplancton

### II.1. Importance écologique

#### II.1.1. Photosynthèse

Le phytoplancton joue un rôle très important dans les milieux aquatiques, il synthétise des hydrates de carbone et de l'oxygène, à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et de l'énergie lumineuse, selon l'équation de Redfield (Stumm et Morgan, 1996).

Lors de la photosynthèse, le phytoplancton est capable de fixer en milieu marin entre 20.109 et 55.109 tonnes de carbone (Mann et Lazier,1966).

#### II.1.2. Chaîne alimentaire

Le phytoplancton est situé à la base de la chaîne trophique pélagique, il est responsable d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques (Reynolds, 1998). Il est appelé producteur primaire parce qu'il a la capacité de transformer la matière inorganiques ($CO_2$, nutriments, eau) en matière organiques utilisés ensuite par les autres organismes vivants (Web master 7 ).

#### II.1.3. Action antibactérienne

Les interactions entre les algues et les bactéries sont connues depuis la fin du 19ème siècle. Ainsi, c'est l'action antibactérienne des algues, et notamment l'élimination des souches pathogènes, qui a incité à faire intervenir les microalgues dans des systèmes d'épuration comme les lagunages (Ringuelet, 1977),parce que l'augmentation du pH est défavorable pour les bactéries pathogènes (Aubert, 1970a).Ces dernières pourraient souffrir d'une compétition nutritive vis-à-vis des macronutriments (Jones, 1982) ou des oligoéléments (Rice, 1984). D'après Barnabé et Barnabé -Quet ( 1997) les algues libèreraient dans le milieu des substances inhibitrices pour les bactéries parmi les phytoplanctons qui libèrent des substances antibactérienne ,on cite la chlorelline libéré par la *Chlorella vulgaris*,la scenedesmine libéré par la *Snenedesmus quadricaula*.

Aussi il y a Certaines espèces appartenant aux genres *Scenedesmus* et *Chlorella*, ont un effet inhibiteur sur *Bacillus cereus* et *Pseudomonas sp*, tandis que d'autres espèces présentent un effet biocide marqué vis à vis des Coliformes et des Salmonelles (Champiat et Larpent, 1994).

### II.1.4. Indicateur de pollution

Certaines espèces du phytoplancton, peuvent être utilisées comme des indicateurs de pollution, c'est le cas des diatomées. Certains genres de phytoplancton comme : *Euglena, Volvox* et *Spirogyra* sont des bio accumulateurs d'éléments radioactifs. Ils sont utilisés pour lutter contre ce type particulier de pollution (Champiat et Larpent, 1994).

### II.1.5. Indicateurs trophiques

Les travaux de Annville *et al* (2001) ont associé des disparitions ou des modifications dans la composition phytoplanctoniques aux processus de l'eutrophisation.

La notion de groupes fonctionnels au sein d'un écosystème développé par Reynolds en1998 est basé sur la représentation d'espèces phytoplanctoniques qui donne l'état trophique d'un lac, par exemple l'*Euglena phacus* se retrouvaient en lac hypertrophes (Reynolds,1998) .

## II.2. Importance socioéconomique du phytoplancton

De nombreux composés importants ont été trouvé dans les microalgues ex : acides gras, vitamines, polysaccharides, protéines, pigments, antioxydants ces micro algues ont une importance socioéconomique, du fait qu'elles montrent aussi un potentiel de valorisation dans au moins un domaine d'applications (figure 06 et figure 07)

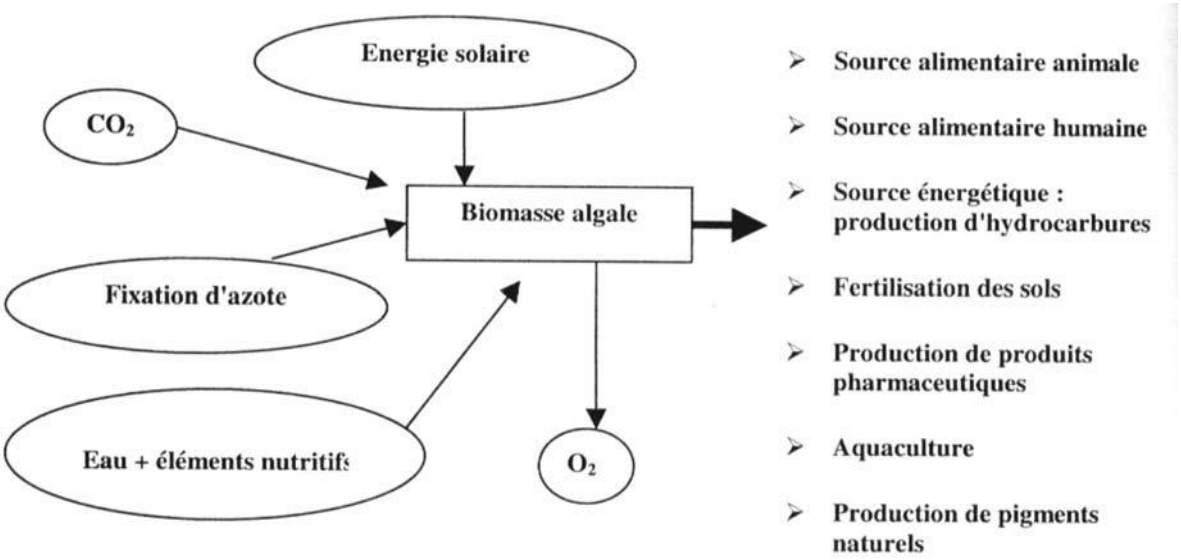



**Figure 06** : Domaines d'application de la biomasse algale ( Chader et Touzi,2001) **.**

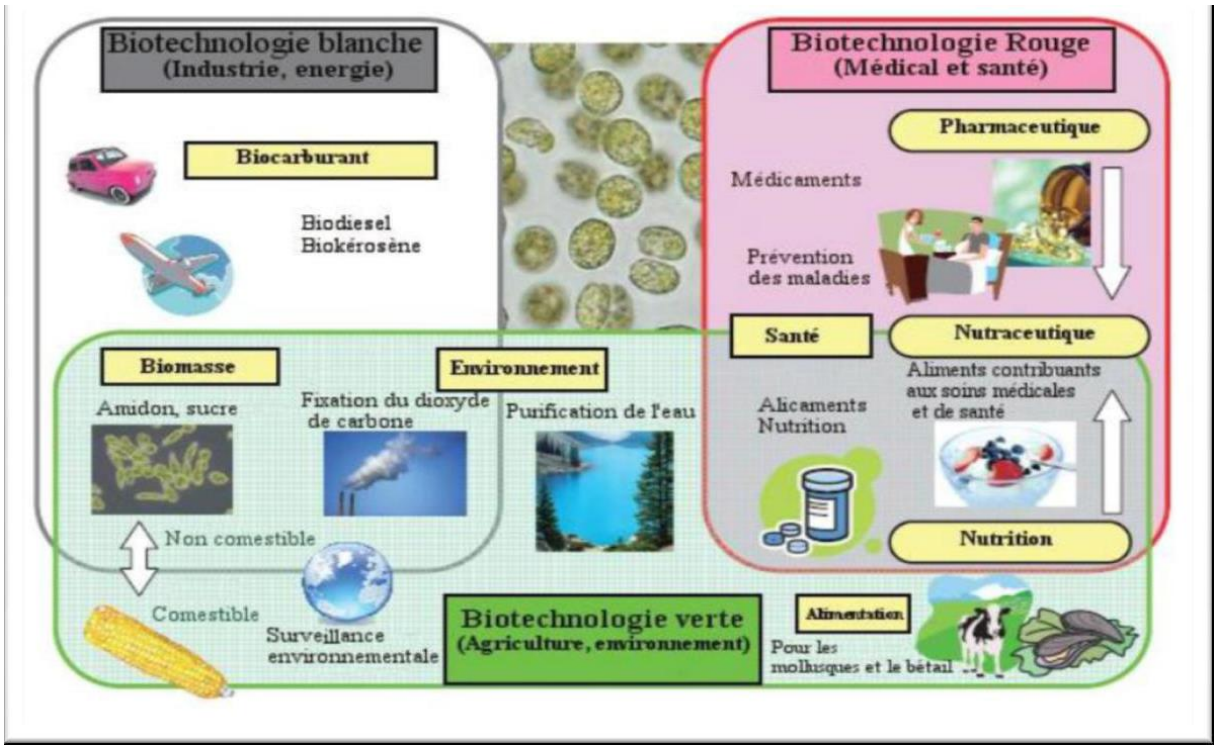



**Figure 07** : Les domaines d'application de microalgues (FILALI, 2012).

Les premiers usages de microalgues par les hommes datent de l'époque Aztèque (web master 8). La microalgues la plus utilisée était la Spiruline à cause de sa richesse en protéine. Les premières recherches portant sur la production microalgale remontent aux années 1960 et ont conduit au développement des modèles de croissance et des milieux nutritifs encore en usage aujourd'hui.

### II.2.1 Application pharmaceutiques

Des oligosaccharides extraits des microalgues peuvent améliorer l'équilibre de la

Flore intestinale du colon, en favorisant la croissance des bactéries favorables pour la Santé**.** Ces bactéries sont actuellement largement utilisées dans des préparations à base de lait peu caloriques, riches en vitamines et en minéraux pour l'alimentation.

Selon Perry (2007).*Oscillatoria* synthétise des exo-polymères qui sont utilisés dans une composition limitant le dépôt de calcaire et la formation de tartre. L'astaxanthine extrait de la microalgue *Hematococcus pluvialis* sera lutter contre le cataracte et la fatigue, diminuer la tension artérielle, et plusieurs études mettent en évidence un intérêt dans plusieurs pathologies (maladie d'Alzheimer, maladie de Parkinson, diabète ...) (web master 9).

### II.2.2. Application cosmétique

Les mêmes espèces utilisées pour les applications alimentaires sont utilisées par la filière cosmétique. Selon Idalg (2014), les microalgues sont souvent utilisées afin de véhiculer une image de produits naturels apportant les bienfaits de la mer.

Exemple :*Oscillatoria sp,* et *Scenedesmus sp* pour des applications cosmétiques

### II.2.3. Application pour alimentation humaine

Les microalgues sont utilisées depuis longtemps comme source alimentaire au Tchad ou en Amérique latine (Mathieu, 2011). On peut les utiliser dans les domaines de l'alimentation humaine du fait qu'elles sont une source de polysaccharides divers, très différents de ceux provenant des végétaux terrestres. Ces polysaccharides représentent entre 30% et 70% du poids sec des microalgues, selon l'espèce (Gana, 2014). Les microalgues semblent être compétitives comme sources de vitamines A, B1, B6, D, E et K (De la Noüe *et al*., 1990).

Quelque exemple de microalgues utilisées dans l'alimentation humaine :

-*Spirulina sp* est une Cyanobactérie qui possède des qualités intéressantes pour l'alimentation et la sante, tant pour l'Homme que pour les animaux car elle est riche en protéine et en vitamine B12 (Rafiqul *et al.,* 2005).

-*Dunaliella salina et Heamtococcus pluvialis qui* contiennent la beta carotène et l'astaxanthine utilisés comme additifs alimentaires (web master 9 et Hellal ,2015).

### II.2.4. Application pour alimentation animale

La richesse des microalgues en protéines et en acides gras polyinsaturés (oméga 3) font d'elles de bonnes candidates pour l'alimentation aquacole (Mathieu, 2011).

Elles constituent l'unique source d'alimentation des mollusques produits en écloserie (huîtres, moules, pectens) quel que soit leur stade de développement. Elles sont également utilisées pour nourrir les larves de crustacés, elles sont par ailleurs une alternative intéressante à la farine de poisson (Bougaran *et al,2014)***.** Exemple : *Scenedesmus sp* est destiné pour des applications en alimentation animale.

### II.2.5 Epuration et agrofourniture

Il est possible de dépolluer des eaux usées en utilisant des microalgues. C'est le principe de lagunage. Exemple : *Hypnea pannosa, Chlamydomonas sp,* et *Navicula sp* ont un intérêt particulier pour des applications dans le domaine de l'épuration. -*Cyclotella sp* et *Chaetoceros sp*. Pour leur capacité à produire naturellement des polymères de type chitosan utilisable pour la floculation des boues de station de traitement des eaux.

En agriculture, les microalgues sont principalement utilisées comme engrais ou comme ingrédient dans la fabrication d'aliment pour le bétail. On peut utiliser les extraits d'algues qui assurent un rôle non seulement fertilisant (des sols pauvres, en particulier les sols sahariens dont la structure est amoindrie par l'abondance des ions Sodium et le manque d'azote dissout), mais aussi accélérateur et protecteur de cultures en limitant la prolifération des épiphytes et des parasites (Chaderet *al***,** 2001).

### II.2.6 Application en industrie

Grâce à la grande teneur en lipides et en acides gras les microalgues, elles sont destinées à la production d'une énergie renouvelable qui est le biocarburant, suite au premier choc pétrolier, et ce n'est que récemment qu'elles ont attiré à nouveau l'attention de la recherche et de l'industrie comme source de biocarburant, notamment pour l'aviation.

La diatomite est utilisée comme matériel isolant contre la chaleur et le bruit, dans la fabrication de dynamite et d'autres explosifs, et pour des filtres, des abrasifs, et des produits similaires (Potin, 2011).

Dans l'industrie agro-alimentaire : extraction et fabrication des additifs alimentaire.

Il y a aussi la fabrication de bioéthanol a partir des microalgues comme la *Chlorella ,chlamydomonas, Scenedesmus et Spiruline* ( Sadi,2012). De manière générale, en dehors de quelques espèces, les microalgues n'ont pas encore atteint leur niveau de maturité industrielle. Des problématiques de constance de qualité et de coût de production se posent encore, ce qui limite leur accès à certains marchés (Gandoflo, 2011).

### II.3. Effets nuisibles du phytoplancton

Selon Nasri *et al* (2004), certaines espèces phytoplanctoniques peuvent produire des toxines. Ces dernières peuvent causer des mortalités chez l'animal et des maladies chez l'Homme (Turner *et al.*, 1990 ; Carmichael et Falconer, 1993 ; Sournia, 1995 & kuiper-Goodman *et al.*, 1999**).** Ces risques peuvent être résumé comme suit :

### II.3.1. Effets nuisibles du phytoplancton

Certaines espèces phytoplanctoniques produisent des toxines (phycotoxines) qui sont accumulées par les mollusques bivalves principalement, mais aussi par les poissons. Ces derniers jouent le rôle de vecteurs sains mais sont toxiques pour les consommateurs secondaires dont l'Homme ( Gailhard ,2003). Une étude récente estime qu'au niveau mondial, les toxines d'algues sont responsables de 60 000 intoxications humaines par an avec un taux de mortalité de 1.5 % ( Frémy et Lassus ,2001),

Exemple D'un cas d'intoxication humaine par des cyanotoxines qui s'est produit en 1996 dans un hôpital du Brésil où cinquante personnes sont décédées suite à une hémodialyse effectuée par voie intraveineuse avec de l'eau contaminée par des microcystines (Jochimsen *et al*., 1998 & Carmichael *et al*., 2001).

### II.3.2. Risque sur les consommateurs primaires

Selon Paerl et Huisman (2008) les efflorescences de microalgues conduisent a une compétition directe pour la lumière et / ou les nutriments ou indirecte par des phénomènes d'ombrage qui peut entrainer la disparition d'habitats pour les invertébrés et les poissons.

Ainsi, des anoxies résultant de la décomposition des microalgues par des bactéries hétérotrophes sont parfois associées aux efflorescences, provoquant une forte mortalité de populations de poissons ( Hudnell, 2008). Selon Hoagland *et al* (2002) et Hoagland et Scatasta ( 2006)**,** les efflorescences des microalgues productrices de toxines ont des impacts socioéconomiques ( ex :des espèces cultivées ou  péchées inconsommable) et écologiques (ex :perturbation de l'équilibre des populations naturelles).

Dès 1878, en Australie, Francis donc est le premier qui à relier la présence d'efflorescences à cyanobactéries à la mortalité d'animaux domestiques, ces dernières années, la mort de chiens dans le Jura et dans les gorges du Tarn a été directement imputée à la présence d'anatoxine-a, neurotoxine produite par des cyanobactéries benthiques du genre Phormidium (Gugger *et al*., 2005 et Cadel-Six *et al*., 2007).

### II.3.3. Risque sur le fonctionnement de l'écosystème

Le phytoplancton est capable de provoquer un dysfonctionnement de l'écosystème

**(**Chauvaud *et al.*, 2000), différents termes sont utilisés « bloom, marrées rouges, efflorescence Pour décrire ce dysfonctionnement de l'écosystème (Smayda, 1997).

L’ensemble des termes (bloom, marrées rouges, efflorescence.) est aujourd’hui rassemblé sous l’appellation internationale HAB « Harmful Algal Bloom », bien que les

HAB sont des phénomènes anciens, il semblerait qu’ils soient en augmentation tant en termes

D’aires géographiques touchées que la diversité des microorganismes incriminés (Hallegraeff, 1998), provoquant ainsi des dangers pour la santé publique et des pertes économiques importantes (Gailhard, 2003).

En eau douce tout comme en milieu marin, les efflorescences de microalgues sont le plus souvent mono- ou oligospécifiques et induisent une diminution de la biodiversité du milieu (Crossetti *et al*., 2008). Selon Wiegand et Pflugmacher (2005), le développement d’efflorescences toxiques perturbe l’écosystème par une inhibition des fonctions de croissance, d’alimentation et de reproduction des organismes.

# Chapitre III

# Aperçu des travaux sur les phytoplanctons des eaux continentales

### III.1. En Algérie

Les premiers inventaires des algues marines benthiques de l'Algérie sont essentiellement ceux de Montagne (1838.1846-1848.1856) et de Debray (1893.1897). Par la suite, viennent les recherches de J. Feldmann et de G. Feldmann (1931.1961) qui ont confirmé leurs signalisations et constituent l'essentiel des connaissances sur la flore algale (Boudersque, *et al*,1989) .

Le phytoplancton des eaux continentales de l'Algérie est également mal connu.
on cite que quelque travaux :

**En 1992 :**Touahria T a étudié des populations phytoplanctoniques d'une lagune Saumâtre (Lac el Mellah)

**En 1999 :** Retima A a fait un magister intitulé « Incidence des échanges hydrologiques, chimique et phytoplanctonique sur la fertilité de la lagune et du littorale voisin du lac Mallah, selon le régime des dix ans après l'aménagement du chenal de communication. »

**En 2001 :** M. SOUISSI avec une équipe de chercheurs a réalisé un travail sur Les Cyanobactéries d'un plan d'eau douce (Le Lac Oubeira- El Kala). Inventaire Et Répartition

**En 2003 :** L**es** professeurs Bidi Akli et A. Araab ont fait un Inventaire du phytoplancton marée dans différents plans d'eau en Algérie.

**En 2006 :** S. Ould Rouis, Ould Rouis A. et Arab A ont fait un inventaire phytoplanctonique des eaux du lac Regaia

**En 2008 :** Amri Sandra a réalisé un travail sur la dynamique mensuelle du phytoplancton dans le lac Oubeira et le lac Noir « Parc National EL-Kala »

**En 2009 :** Houari abdel kader a présenté un mémoire de magister sur la diversité saisonniere des assemblages phytoplanctoniques dans la retenu de barrage de Sidi Yakoub (chlef).

**En 2011** :Necib Asma, Rezig Houda Et Boughediri Larbi**,**ont travaillés sur l'estimation biologique de la pollution organique par les microalgues de deux milieux aquatiques.(Cas de l'Oued "Seybouse " et le Lac "El-Mellah").

**En 2012 :** Benfiala Zineb a présenté un mémoire intitulé « Contribution à la détermination de la communauté de *phytoplancton* peuplant le lac Méggarine(Touggourt) ».

**En 2013 :** Fella Hamaidi Chergui et une équipe de chercheurs ont réalisé une étude préliminaire physicochimique et phytoplanctonique de la rivière Chiffa (Blida ;Algerie.

**En 2013 :** Faouzi Samar avec une équipe de chercheurs a présenté un travail sur distribution spatiale des phytoplanctons (lac el Mellah).

**En 2014 :** Chaibi Rachid a fait un inventaire des phytoplanctons dans sa thèse de doctorat intitulé : « Connaissance de lIchtyofaune des eaux continentales de la région des Aures et du Sahara Septentrional avec sa mise en valeur ».

**En 2014 :**Djabourabi Aicha dans sa thèse intitulée Impact des facteurs environnementaux et des microalgues toxiques sur certains organismes aquatiques (bivalves) a fait un inventaire taxinomique du phytoplancton (>20µm) récolté dans la Lagune El Mellah, lac Obeira, et lac tonga.

### III.2. Dans le monde

Les microalgues figurent parmi les premières créatures vivantes, apparues voici environ 3,5 milliards d'années. Leur utilisation (et donc leur collecte) est très ancienne et probablement antérieure à l'agriculture du néolithique **(**Rastoin et Robin ,2016). Les premières études du microplancton ont débuté au début du XIXième siècle, et ne se sont développées qu'à partir de 1845 à la suite de l'invention du filet pélagique par Müller, permettant d'effectuer de vraies pêches planctoniques (Trégouboff et Rose 1957).

En 1907 : le chercheur Weber a introduit les mots autotrophe, mésotrophe ,oligotrophe dans la science.

**En 1916** : Le chercheur Teilling a fait une étude sur les phytoplanctons des lacs de Nord Oust et les lacs de centre de l'Europe.

**En 1927 :** Le chercheur Naumann a confirmé la relation entre les nutriment et la richesse ou la pauvreté d'un lac par les microalgues.

**En 1939 :** Griffiths a etudié le phenomene de « bloom water » de plusieurs lacs et des rivieres ,ex : lac Liangors (Edmondson,1969) .

**En 1964 :** Gauthier et Lièvrela se sont intéressés a la taxinomie des Zygnemataceae africaines. Au Burkina Faso,

**En 1970 :** Iltis a fait un travail sur phytoplanctons des eaux Natronées du Kanem au tchad

**En 1977 :** le même auteur a réalisé un travail sur la Biomasses phytoplanctoniques de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) .

**En 1998** : S. M. Raoui, S. Rachiq, M. Alaoui Mhamdi et N. Chadli ont étudié le phénomene de l'eutrophisation dans un réservoir marocain (Allal El Fassi) .

**En 1999 :** Mouhri et une équipe de chercheurs ont fait un travail sur l'effet des enrichissements en nutriments sur le phytoplancton isolé à l'aide d'enceintes expérimentales placées in situ dans deux lacs réservoirs de la région de Marrakech (Maroc).

**En 2003 :**Le professeur Ramdani avec une equipe de chercheurs ont fait une etude sur l'influence enviromentale sur la qualité et la quantité des phytoplanctons dans des lagues au nord de l'Afrique (Merja Zerga, Ghar El Melh, et Lac Manzala)

**En 2009** Kandioura Noba a fait un inventaire sur la diversité des microphytes associés au Sengal.

**En 2010 :** Edward G. Bellinger a ecrit un livre sur les algues des eaux douces « Freshwater Algae » Identification and Use as Bioindicators.

**En 2011 :** ZI Kawéni a fait un projet sur les phytoplanctons des eaux douces ( La Mayotte).

**En 2012 :** Noël GROGA a fait une etude sur La Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire).

# Chapitre IV
# Présentation de
# la région d’étude

### IV.1. Situation géographique

Le site  Oglet Ed Daira  est situé à 30 km au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Nâama (Figure 08) , à 45 km de la Daïra de Mécheria et à 3 Km de la commune de Aïn Ben Khelil.Cette derniére est limitée par le village de Sidi Moussa à l'Est, au N-E par Djorf el Hamman (dalle montagneuse), au NW par El Marfeg et au SW par elMesdouria. Les coordonnés géographiques de Oglat ed Daira sont : 1° 47'30' de longitude W et33° 18'15" de Latitude N.(figure 09)

Elle occupe une superficie de 23.430 ha. Elle est classée en 2004 sur la liste de RAMSAR des zones humides d'importance internationale. (Figure 08). La profondeur de l'eau est comprise entre3.60m et 4m (Anonyme, 2014). D'après les études faites par la direction de la conservation des forêts accompagné par la direction la protection civile le 02-02-2014, L'Oglet est alimenté par les eaux de ruissellement d'oueds temporaires venu des monts qui l'entoure (jbel belkerche, Essaadana …ex).

**Figure 08** : Vue d'ensemble d'Oglet Ed Daïra (Sennour k 2015)

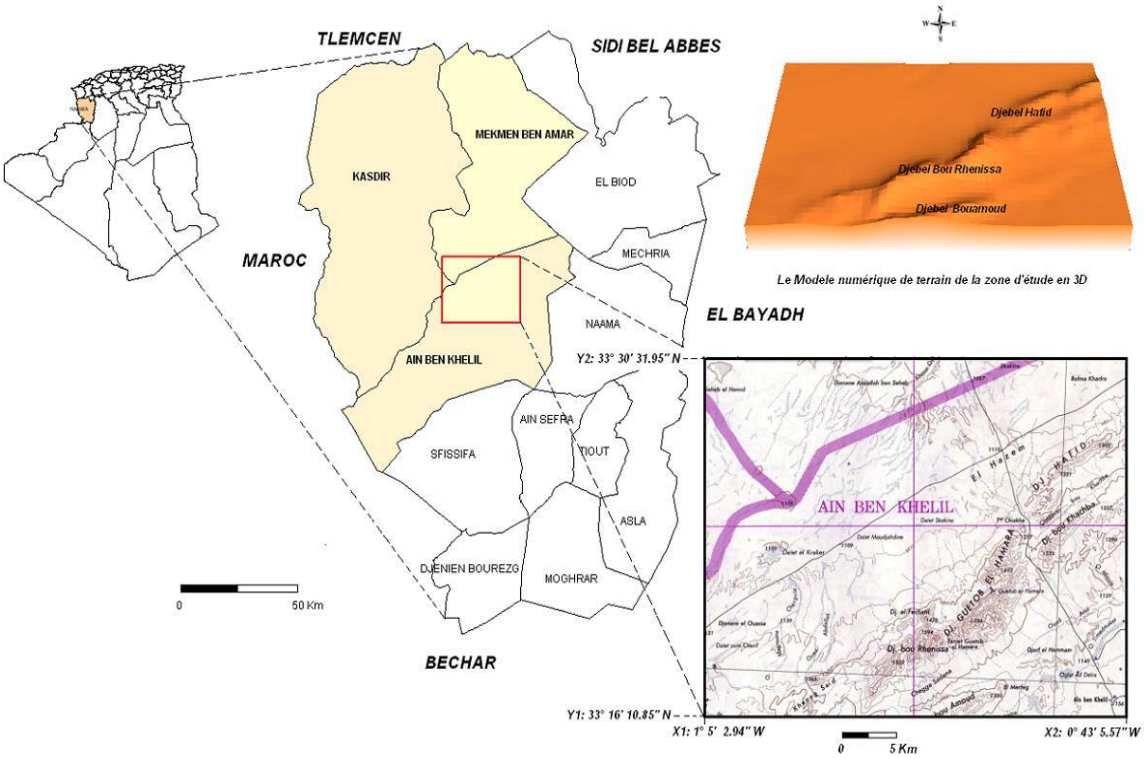



**Figure 09 :** Situation géographique de Ain Ben Khlil (Mansour, 2010)

## IV.2. Données climatiques de la région d'étude

### IV.2.1. Paramètres climatiques de la région

#### - IV.2.1.1. Pluviométrie annuelle

L'Atlas saharien par l'importance de ses reliefs et son orientation Est-Ouest, constitue le régulateur essentiel du régime des précipitations atmosphériques. Les données recueillies à partir de la station de Mechria illustre deux périodes bien contrastées dans l'année :

a) Période relativement humide d'octobre à mars-avril avec une pluviométrie totale de 230 mm ;
b) Période sèche avec très peu de précipitations (6-8% des précipitations annuelles). Les valeurs des précipitations moyennes annuelles oscillent entre 230 et 300 mm
c)
d) L'examen de la pluviométrie pendant deux périodes (période 1967-1996 et période 2000-2015) montrent clairement une diminution de la moyenne annuelle des précipitations atmosphériques (Tableau 06).

**Tableau 06** : Précipitations moyennes pour les périodes : période 1967-1996 et période 2000-2015)

| Mois / Année | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sept | Oct | Nov | Déc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1967/96 | 26,2 | 34,9 | 32,5 | 25,7 | 23,4 | 14,5 | 7,1 | 5,6 | 24,4 | 31,6 | 28 | 24,2 |
| 2000/15 | 20,2 | 21,9 | 31,4 | 26,8 | 16,5 | 11,6 | 5,6 | 6,2 | 21,1 | 21,2 | 22,7 | 27 |

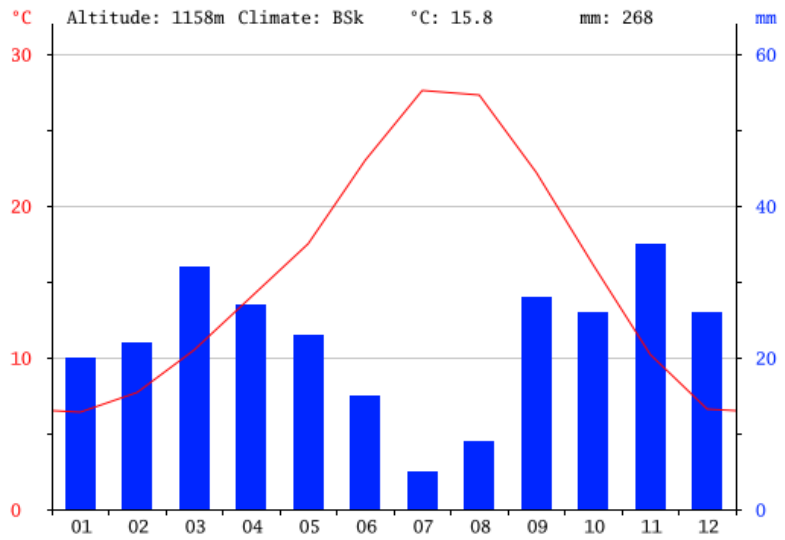



**Figure 10** : Diagramme climatique (Station météorologique de Mechria 2015).

Les précipitations mensuelles les plus élevées sont notées en Novembre (35 mm). Le mois de juillet est le plus sec de l'année avec moins de 5 mm.(Figure 10)

### IV.2.1.2. Température

La région est caractérisée par des variations saisonnières très important de température.

Juillet est le mois le plus chaud de l'année. La température moyenne est de 27.6 °C . Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de

6.4 °C. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de

21.2 °C. La température de l’eau suit légèrement les variations de la température de l’air (Figure11).

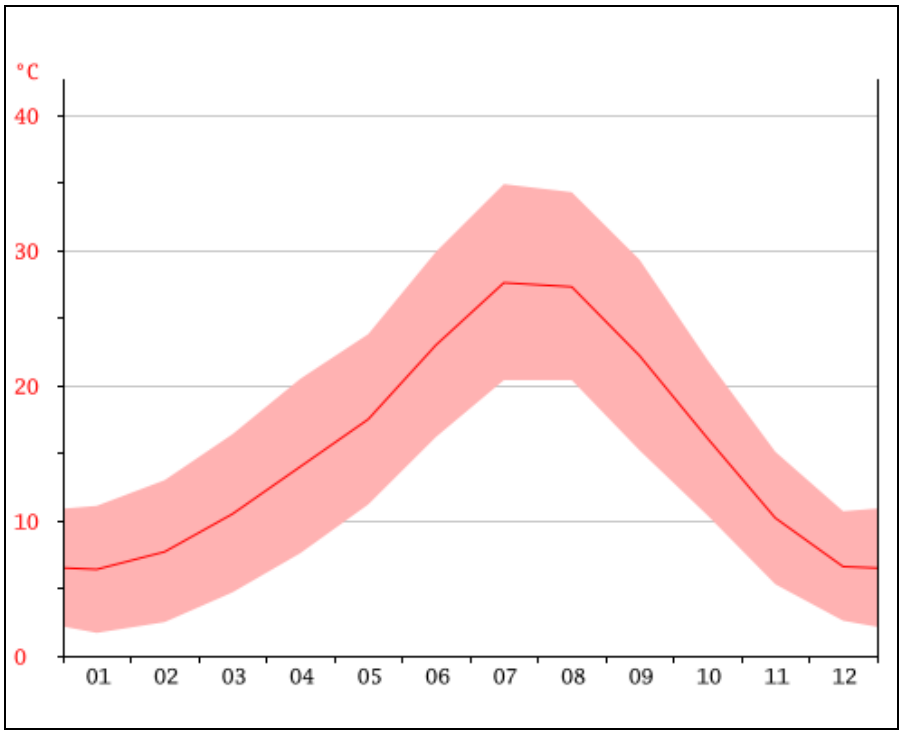



**Figure 11** : Températures moyennes mensuelles (minimales, maximales et moyennes)

### IV.2.1.3. Vent

La fréquence des vents est importante sur toute l’année avec une moyenne de 18 jours par mois. Les vents dominants sont de direction Nord (Nord, Nord-Ouest, Nord-Est), et représentent 48% de la fréquence totale. Les vents de direction Sud (Sud, Sud-Est, Sud-Ouest) représentent 31.4%, enfin, les vents de direction Ouest et Est sont respectivement de 16 et 4,6% (tableau 07)

Selon Boudjadja (2011) les vents de sud-ouest sont la cause des recouvrements des cultures et de l’accroissement du cordon dunaire qui met en danger la zone humide de Oglet Ed Daira.

**Tableau 07** : Direction des vents selon leur fréquence en %, (ONM, 2010)

| DIRECTION | Nord | Nord Est | Nord-Ouest | Est | Ouest | Sud | Sud Est | Sud O(uest |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18 | 13 | 17 | 4.6 | 16 | 11 | 4.4 | 16 |
| TOTAL | 48 | 48 | 484.6 | 4.6 | 16 | 31.4 | 31.4 | 31.4 |

#### IV.2.1.4. Gelées et neiges

La wilaya de Naâma subit des gelées importantes en hiver et même au printemps à raison de 40 jours par année (ONM, 2010). Ces gelées constituent un facteur limitant pour les pratiques agricoles et une contrainte pour la végétation sensible et notamment celle à floraison précoce. Ce qui impose la prise en compte de cette période gélive lors de l'élaboration du calendrier cultural principalement pour les cultures légumières de plein champ et l'arboriculture à floraison précoce **(Amara, 2010)**.

Elles sont enregistrées surtout entre Décembre et Février à raison de 12 à 17 jours/an **(ONM, 2010)**. Le froid est sévère en hiver, avec des chutes de neige, qui peuvent être considéré à la fois comme facteur favorable et facteur contraignant.

### IV.3. Géologie de Ain ben khlil

La zone d'Ain Ben Khellil comporte deux grands ensembles géologiques :

- Des vastes surfaces d'érosion (Hauts Plateaux) creusées de deux grandes dépressions (dayas, haoud ...). Ils se localisent à Ain Ben Khellil, Oglat et Tine, Mergueb el Biter, Hassi Korima, Oued Timedmaket et El Korima au Nord Est de Ain Ben Khellil avec des terrains du Quaternaire continental récentes au niveau des oueds (Bouznoun, 2002).

- Des reliefs montagneux constitués par des dolomies du Jurassique moyen comme Guetob el Hamara (1 580 m , 1 492 m , 1592 m) et djebels Hafid et Bou Khechba (1 322 m), djebel Bou Amoud (1476 m), El Mesdouria (1175 m), Djorf el Hammam (1140m) (Benkheira *et al.*, 2005). En dernier lieu, les terrains du Pliocène qui occupent le reste des paysages à poudingue et des calcaires lacustres (Bouznoun, 2002) (Figure 12).

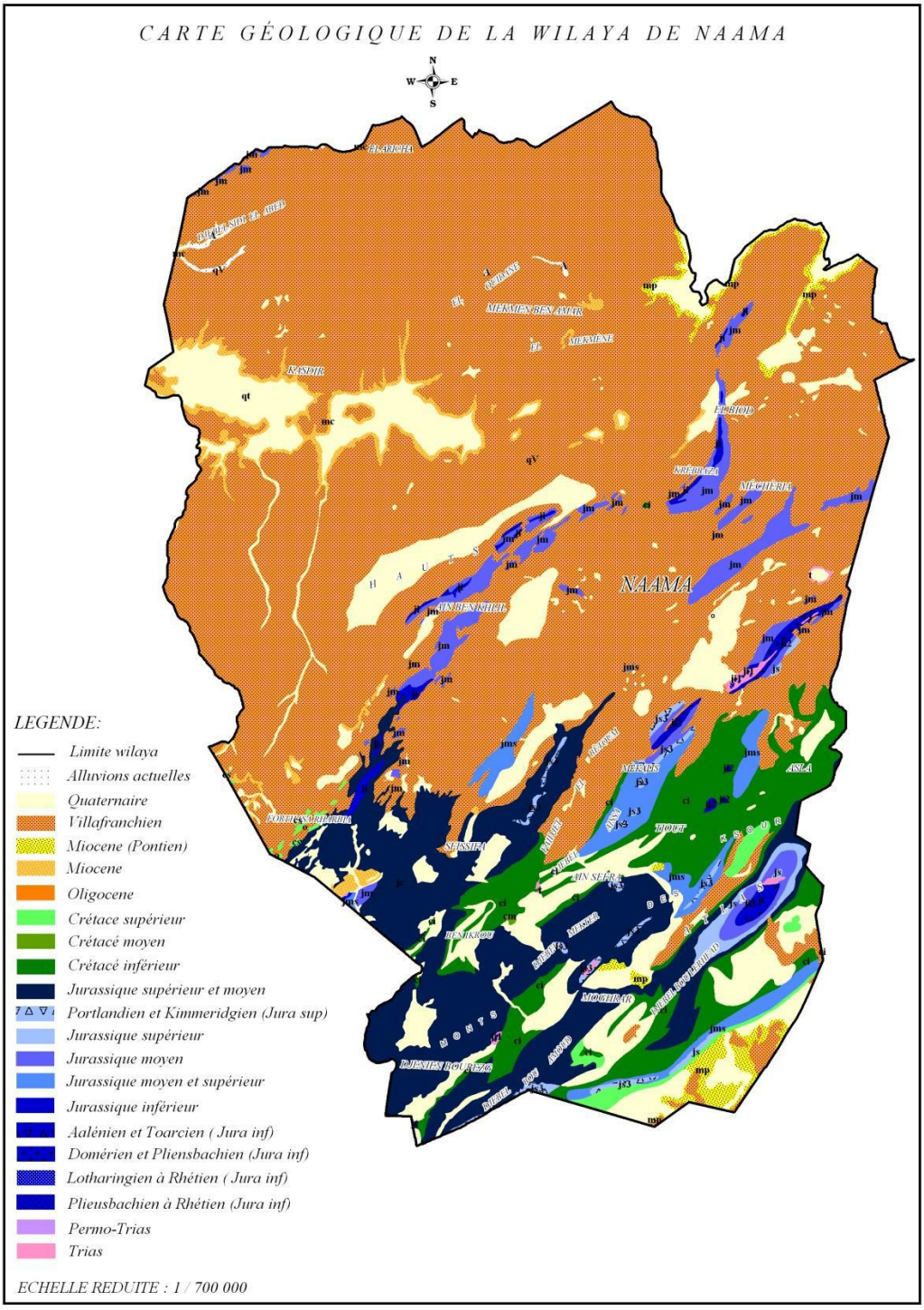



**Figure 12 :** Carte géologique de la Wilaya de Naâma (Ceneap, 2009 et Mansour ,2011)

### IV.3. Lithologie et sols de Ain Ben Khlil

Dans la région de Ain Ben Khlil , les sols minéraux bruts ou lithosols se localisent au niveau des principaux djebels (Guetob el Hamra, Hafid, Bou kehechba, Bou Amoud etc.)

Les sol de Ain Ben Khlil appartiennent à la Classe des sols peu évolués .Ces sols acquièrent ainsi un caractère calcarique et le calcaire actif constitue le trait dominant(Mansour,2014).D'une manière générale les sols minéraux bruts ou lithosols se localisent au niveau des principaux djebels (Guetob el Hamra, Hafid, Bou kehechba, Bou Amoud etc.) ainsi que les sols peu évolués des versants de djebels, les sols calcimagnésiques à dalles calcaires occupant la presque totalité des glacis autour de Ain Ben Khellil. Par contre au niveau des oueds, dayas et ou Haoud , ce sont les sols peu évolués d'apport alluviaux qui dominent( Mansour,2014)

### IV.4. Population de Ain Ben Khlil

Les vestiges préhistoriques de l'Atlas Saharien attestent que le peuple de la wilaya de Naâma remonte à au moins 10000 ans (Anonyme ,2012). Les nomades résidant dans la bande frontalière avec le Maroc furent contraints à la concentration dans des centres de cantonnement. Ainsi de nouveaux centres virent le jour: Abdelmoula, Mekmen Ben Amar, Touadjer, Horchaia, Naâma,...situés tout le long de la route nationale 6 et la route nationale 22 pour des nécessites de contrôle par l'armée d'occupation (Benaissa ,2010).

Pour l'immensité de l'espace, la rigueur du climat et d'autres contraintes naturelles, la wilaya de Naâma ne présente pas un milieu naturel favorable à une population dense. (mahmoudi,2011), par exemple la commune de Ain Ben Khlil possede une populaton de 13 387 et une densité de 3.522 (Hab. /Km²) (anonyme, 2012).

### IV.5. Cortège floristique

Selon Boudjaja (2011) ,c'est a cause de sa biodiversité que l'oglet Ed Daira est classé par Ramsar depuis 2004 ,cette zone renferme deux espèces floristique protégée (*Saccocalyx saturoides* et *Convolvus supinus),*qui représente 66 °/◦ des espèces protégés de la région et 5 éspeces endimiques des hauts plateaux du sud oranais . *(Saccocalyx saturoides, Helianthemum lippi, Helianthemum hirtum, Helianthemum apertum* et *Frankenia thymifolia)* qui représente 54°/◦ des éspeces endemiques de la région (Boudjaja ,2011).

La région abrite d'un grand nombre de taxons qui se trouvent actuellement menacés , soumis aux contraintes climatiques, aux pressions de surpâturage et à la dégradation de l'habitat aquatique par des actions anthropiques directes et indirectes. Tout autour de Haoud Ed Daira la végetation est représenté par :

*La *Tamariscaie :* formation à base de *Tamarix gallica* qui se situe autour du Haoud,

* les steppes dégradées à *Lygeum spartum* et *Atractylis seratuloides* à l'Est de Haoud Ed Daira,

* les steppes à *Thymelaea microphylla*, *Atractylis serratuloide*, *Lygeum spartum* sur les glacis ensablés les steppes dégradées à *Thymelaea microphylla* et *Salsola vermiculata ;*

*les steppes dégradées à *Stipagrostis pungens* des dunes d'Ain Ben Ben Khelil ;

*la pineraie à *Pinus halepensis* qui protège Ain Ben Khelil.

Le recouvrement global de la végétation ne dépasse les 25% à cause de la dégradation généralisée des parcours depuis cette dernière décennie (Bouzenoun, 2002).

Malgré certaines potentialités importante qui existe dans la wilaya de Naâma (un territoire étendu, des vastes terres de parcours, des sites naturels associant des massifs montagneux avec des vallées et des oasis verdoyantes, des lacs etc.) son milieu physique se présente comme un espace fragile et les activités agricoles restent encore à l'état primaire et n'arrivent pas à satisfaire les besoins alimentaires locaux (Figure 13) (Mahmoudi,2014).

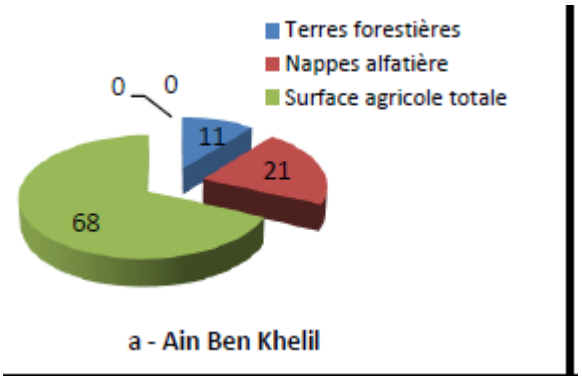



**Figure 13** : Occupation générale des terres dans la zone de Ain Ben Khlil (Mahmoudi ,2014)

### IV.6. Cortége faunistique

Les oiseaux recensés dans l'Oglet Ed Daira sont au nombre de 57 espèces hivernent régulièrement d'octobre à mars dans le lac. Ils se composent principalement de Flamant rose (Phoenicopterus roeus), du héron cendré(Ardea cinerea),du canard colvert (Anas platyrhynchos),du canard pilet(Anas acutas),de l'echasse blanche(Himantopus himantopus),de l'ibis falcinelle(Plegadis falcinellus),la poule d'eau (Gallinula chloropus), de la cigogne blanche (Cicconia cicconia) (Anonyme 2014).

Selon (boudjaja,2011),le site Oglet Ed Daïra joue pluviers rôles du point de vue phénolgique à cause de l'accumulation de l'eau de novembre a juin .Elle constituent une :

-Zone de repos de 14 espèces, zone de reproduction de 19 espèces, zone d'hibernation de 20 espèces. Les mammifères de la région de Ain Ben khelil et sa région sont représentés par

*Canis aureus (*chacal doré), *Hyena hyena* (hyène rayée), *Felis libyca* (chat sauvage),

*Vulpes vulpes (*renard roux), *Erinaceus aigirus* (hérisson d'Afrique du Nord), *Gazella*

*cuvieri* (Gazelle de cuvier), *Sus sofa* (sanglier), *Jaculus jaculus* (petite gerboise) (Anonyme 2005).

Les reptiles de la region de Ain Ben Khlil sont au nombre :14 espèces (un amphibien (voir figure 14) et 13 réptiles) (Anonyme, 2006, elles sont regroupée dans le tableau 08. De nombreuses autres espèces sont probablement présentes mais n'ont pas été contactées.

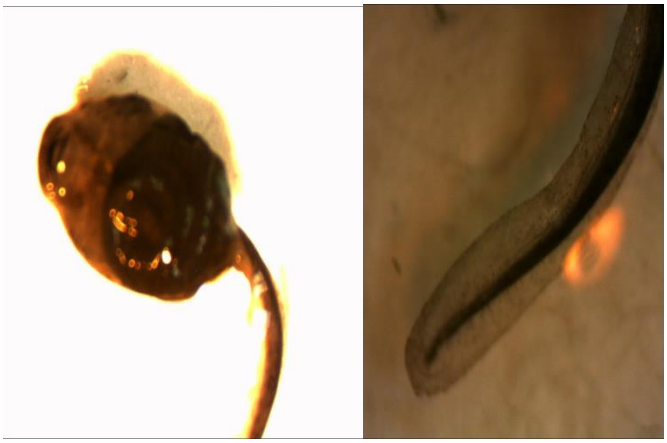


**Figure 14** : Aspect à la loupe binoculaire de l'amphibien de crapaud vert (Sennour et dellaoui, 2015)

**Tableau o8** : Ensemble des 14 espèces de reptiles recensées en 2005 et 2006 et leurs affinités biogéographiques respectives (Anonyme 2006)

| **Nom Français** | **Nom Scientifique** | **Affinité Biogeographique** |
|---|---|---|
| Crapaud vert | *Bufo viridis* | Médio-européenne |
| Ptyodactyle d'oudrii | *Ptyodactylus oudrii* | Saharienne |
| SténodactyledeMaurétanie | *Stenodactylus Stenodactylus* | Saharienne |
| Tarente du désert | *Tarentola deserti* | Saharienne |
| Tarente de Maurétanie | *Tarentola mauritanica* | Méditerranéenne |
| Agame de Bibron | *Agama impalearis* | Méditerranéenne |
| Agame changeant | *Trapelus mutabilis* | Saharienne |
| Fouette queue | *Uromastix acanthinura* | Saharienne |
| Acanthodactyle rugueux | *Acanthodactylus boskianus* | Saharienne |
| Acanthodactyle maculé | *Acanthodactylus maculatus* | Méditerranéenne |
| Acanthodactyle de duméril | *Acanthodactylus dumerili* | Saharienne |
| Erémias à gouttelettes | *Mesalina guttulata* | Saharienne |
| Erémias à gouttelettes | *Mesalina guttulata* | Saharienne |
| Couleuvre d'Algérie | *Haemorrhois algirus* | Saharienne |
| Vipère de Maurétanie(lébétine) | *Macrovipera mauritanica* | Méditerranéenne |

# PARTIE II

# Matériels et Méthodes

# Chapitre I

# Matériels

### I.1. Localisation des points d'échantillonnage

Nous avons considéré le lac comme une station et un total de quatre points ont servi pour l'échantillonnage saisonnier, s'étalant entre le mois d'octobre 2015 et août 2016. Les critères de ce choix sont la profondeur ainsi que la présence ou l'absence des macrophytes aquatiques. Deux points sont proches des berges du lac et distants de 100 m l'un de l'autre, les deux autres sont situés plus au centre du lac avec des profondeurs voisines d'un mètre chacun en hiver (figure 15).Les coordonnées Lambert de ses points sont :

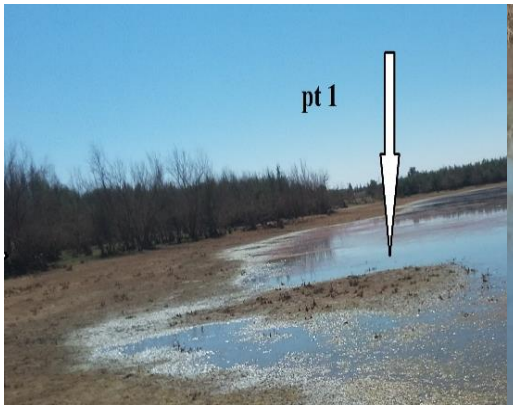
Point 1 : 33°18'35.25"N 0°47' 50.64"O (Figure 16)

Point 2 : 33°18'3910"N 0°47' 57.16"O (Figure 17).

Point3 33°18'40" N 0° 48' 7''O (Figure 18)

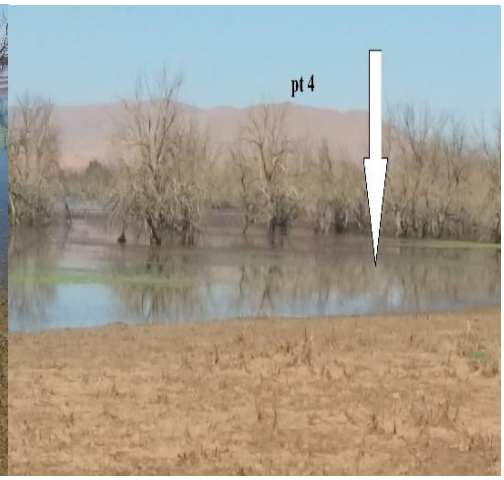
Point 4 : 33°18' 38.67 "N 0°48' 16.13" O (Figure19)

**Figure 15** : Localisation de la zone d'étude : Oglet Ad Daira (Google earth, 2016)



(Sennour ,2016)

**Figure 16** : relevé 1 **Figure 17** : relevé 2




( Sennour , 2016)

**Figure 18** : relevé 3 **Figure 19** : relevé 4

### I.2.Echantillonnage in situ

-Filet à plancton de 20 µ m

-Flacons en verre sombre

-Appareil multi paramètre (t°, Cond, pH) (Annexe 2)

-Glacière

-Réfractomètre (Annexe 2)

-Formol dilué à 10%

-Eau distillée

### I.3. Au laboratoire :

-Microscope optique

-Pipettes Pasteur

-Micropipette

-lames et lamelle

-Eau physiologique 0.9%

-Appareil photo relié au microscope et à l'ordinateur

-Cellule de thomas

-Clés de détermination des espèces : Bourrelly (1981 – 1985et 1990).

# Chapitre II

# Méthodologie

## II.1. In Situ

### II .1.1. Prélèvement

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet à plancton de 20 µ m, les échantillons ont été conservés dans des flacons en verre sombre contenant 10 ml de formol à 10%., pour assurer une meilleure fixation et faciliter la décantation des espèces phyto planctonique (Sournia,1978). Les échantillons sont transportés dans une glacière et analysés au laboratoire.

Les mesures de la température de l'eau, le pH, la conductimétrie et la salinité ont été réalisées in situ, au moment de l'échantillonnage à l'aide d'un appareil multi paramètre (t°, Cond, pH) (Annexe 2)et un réfractomètre pour mesurer le taux de salinité (Annexe 2 ).

## II.2. Au laboratoire

### II.2.1. Identification et dénombrement des microalgues

Avant de commencer l'observation microscopique, on ajoute de l'eau physiologique dans les flacons si les échantillons sont condensés. L'identification est réalisée à partir d'une observation microscopique des caractères morpho-anatomique (forme, taille et couleur). Ensuite on prend les photos au grossissement 10 ,40 et 100 avec un appareil photo relié au microscope.

Nous nous sommes référés aux clés d'identification de Bourrelly (1981,1985,1991), au site web Algae-base pour la connaissance de la position systématique de certaines espèces. L'identification est poussée jusqu'au genre, parfois l'espèce en faisant appel à des spécialistes dans le domaine étrangers (Pr Roger Flower de l'Université Collège de Londres et Pr Najat El Khiati de l'Université Hassan 2 de Casablanca).

Dans notre étude, la numération du phytoplancton est effectuée à l'aide d'un microscope photonique, selon la méthode de Andersen Leitao *et al.* (1983),

Les étapes de dénombrement sont :

**Etape 1** : préparer au microscope, une cellule de comptage (cellule de Thomas) , et une pipette graduée.

**Etape 2** : Homogénéiser le flacon contenant l'échantillon, puis prendre un sous échantillon, l'introduire à l'aide d'une pipette en laissant pénétrer par capillarité

**Etape 3** : Les dénombrements d'algues sont effectués à l'aide d'un microscope optique en utilisant les objectifs (Gr x 10) pour repérer le quadrillage et vérifier que les cellules à compter sont reparties de façon homogène, ensuite on passe à l'objectif (Gr x 40) pour effectuer le comptage. Cette opération est répétée plusieurs fois (3 répétitions au minimum) pour avoir des valeurs moyennes proches des valeurs réelles.

### II.3. Paramétrés physicochimiques

Pour caractériser la qualité de l'eau dans chaque point de prélèvement, 4 paramètres ont été mesurés in situ : la température en °C, le pH, la salinité (S‰), et la conductivité électrique (Cond µS/cm).

Au laboratoire, les nitrates ($NO_3$), les nitrites ($NO_2$), l'ammoniac ($NH_4$), les orthophosphate (PO4), la matière en suspension (MES) ont été analysés dans les flacons ramenés de la station d'étude. Ces manipulations ont été réalisées au niveau des laboratoires de L'algérienne des eaux (ADE) de Sidi Bel Abbes**.**

#### II.3.1. PH, température, salinité, conductimétrie

Pour mesurer ces paramètres nous avons utilisé un multi paramètre « PCStester35 » en suivant les étapes suivantes :

**1-**Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.

**2-**Plonger cette dernière dans le flacon contenant l'échantillon.

**3-** Lecture après la stabilisation de l'affichage numérique

#### II.3.2. Nitrates ($NO_2$)

Pour mesurer les nitrates nous avons utilisés un spectrophotomètre U.V visible et une étuve, en suivant les étapes suivantes

**1**- Dans un bêcher de 10 ml d'échantillon on ajoute 4 gouttes de Na OH à 30°/$_0$

**2-** ajouter 1 ml de Salicylate de Sodium (Annexe 1)

**3-** Evaporer à sec au bain marie ou étuve à 75-88°C

**4-** Laisser refroidir, ensuite ajouter2 ml de $H_2SO_4$ (Annexe 1) , laisser reposer 10 min.

**5-** Ajouter 15 ml d'eau distillé

**6-** Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au

Spectrophotomètre à une longueur d'onde (λ) égale 415 nm.

### II.3.3. Nitrites ($NO_2$)

A l'aide d'un spectrophotomètre Ultra-violet visible, nous avons suivi trois étapes :

**1**-Ajouter à 25ml d'échantillon 1ml de réactif de Zambelli laissé reposer 10 min.

**2**- laisser refroidir

**3**-Passer à la lecture à une longueur d'onde (λ) égale à 543 nm

### II.3.4. Ammoniac ($NH_4$)

A l'aide d'un spectrophotomètre Ultra-.Violet visible, nous avons suivi quatre étapes :

**1**-Prendre 40 ml d'échantillon

**2-**Ajouter 4 ml du réactif 1(Annexe 1)

**3-**Ajouter 4 ml du réactif 2 (Annexe 1) et ajuster à 50 ml avec $H_2O$ distillée et attendre 1h.30, l'apparition de la couleur verdâtre indique la présence de $NH_4^+$

**4-**Effectuer la lecture à une longueur d'onde (λ) de 655 nm

### II.3.5. Matières en suspension (MES)

Pour mesurer les MES nous avons utilisé une balance. La méthode consiste à filtrer l'eau de l'échantillon sur une membrane filtrante afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à 0,5µm. Le rapport entre la pesée du filtre (masse sèche totale de matières en suspension) et le volume filtré détermine la concentration de ces particules dans l'eau (exprimée généralement en mg/l).

### II.3.7. Ortho phosphate ($PO_4$)

Pour mesurer l'ortho phosphate nous avons utilisés un Spectrophotomètre U V visible, en suivant les trois étapes :

**1**- Ajouter 1ml $C_6H_8O_6$ à 10% à 10 ml d'échantillon

**2**- Ajouter 1ml de réactif de l'acide ascorbique

**3**- laisser reposer ensuite passer à la lecture

# PARTIE III

# Résultats et Discussion

# Chapitre I

# Résultats

### I.1- Richesse taxonomiques des phytoplanctons identifiées

Au cours de notre étude (octobre a aout) nous avons répertoriés 30 espèces regroupant 5 embranchements : Chlorophycées, Cyanophycées, Euglenophycées, Diatomées, Cryptophycées. (figure 20)

L'embranchement des Chlorophytes qui est composés de 18 espèces avec13 genres, 3classes ,7 ordres ,10 familles.

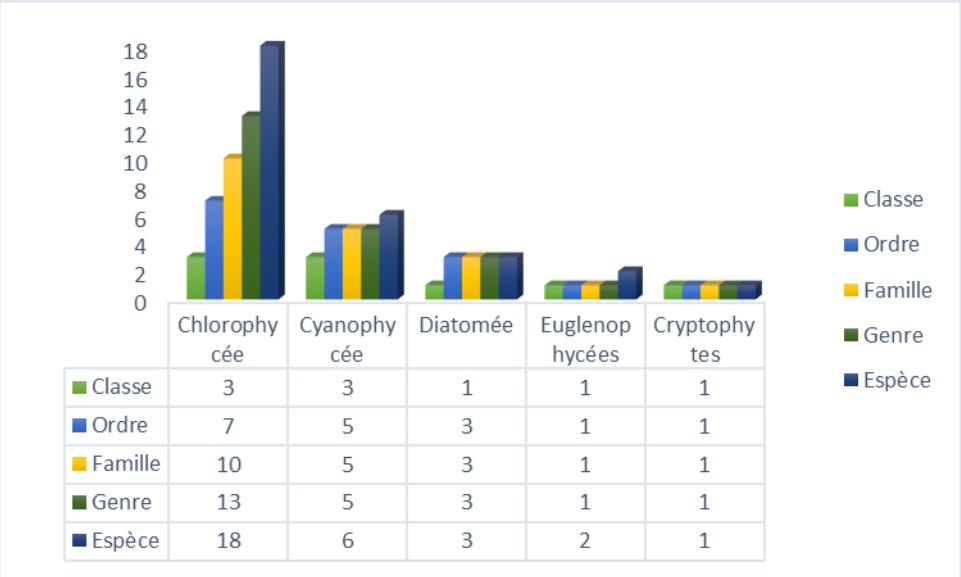
L'embranchement des Cyanophytes est composé de 6 espèces dont 5 genres ,3 classes,5 ordres,5 familles.

L'embranchement des Diatomées est composé de 3 espèces dont : une classe,

3ordres,3familles,3genres.

L'embranchement des Euglenophytes est composé d'une classe, un ordre, une famille, un genre et 2 espèces

L'embranchement des Cryptophytes est composé d'une seule espèce, une classe, un ordre, une famille, un genre




| | Chlorophycée | Cyanophycée | Diatomée | Euglenophycées | Cryptophytes |
|---|---|---|---|---|---|
| Classe | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Ordre | 7 | 5 | 3 | 1 | 1 |
| Famille | 10 | 5 | 3 | 1 | 1 |
| Genre | 13 | 5 | 3 | 1 | 1 |
| Espèce | 18 | 6 | 3 | 2 | 1 |

Figure20 : Richesse taxonomique des groupes de phytoplanctons identités

### I.1.1. Les chlorophycées

**Classe** Chlorophyceae

**Ordre** Sphaeropleales

**Famille** Scenedesmaceae

**Genre** *: Scenedesmus*

**Espece** *Scenedesmus acutus* Meyen (Annexe 3)

**Espece** *Scenedesmus sp* (Shihira & R.W.Krauss) Hegewald (Annexe 3)

**Espece** *Scenedesmus pseudoarmatus* Hortobágyi (Annexe 3)

**Espece** *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson(Annexe 3)

**Famille** Selenastraceae

**Genre**: *Kirchneriella*

**Espece** *Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius (Annexe 3)

**Genre** *Monoraphidium*

**Espece** *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová (Annexe 3)

**Genre** *Ankistrodesmus*

**Espece** *Ankistrodesmus falcatus* (Annexe 3)

**Espece** *Ankistrodesmus sp* (Annexe 3)

**Famille** Hydrodictyaceae

**Genre** *Tetraëdron*

**Espece** *Tetraëdron minimum* (A.Braun) Hansgirg

**Ordre** *chlamydomonales*

**Famille** *Chlamydomonadaceae*

**Genre** *Chlamydomonas*

**Espece** *Chlamydomonas sp*

**Espece** *Chlamydomonas parvula*

**Famille** *Haematococcaceae*

**Genre** *Hematococcus*

**Espèce** *Hematococcus sp*

**Ordre** Oedogoniales

**Famille** Oedogoniaceae

**Genre** *Oedogonia*

**Espèce** *Oedogonia sp*

**Classe** Trebouxiophyceae

**Ordre** Chlorellales

**Famille** Chlorellaceae

**Genre** *Chlorella*

**Espece** *Chlorella vulgaris* Beyerinck [Beijerinck]

**Ordre** Trebouxiale

**Famille** Botryococcaceae

**Genre** *Botriococcus*

**Espece** *Botriococcus brauni*

**Classe** Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)

**Ordre** Zygnematales

**Famille** Zygnemataceae

**Genre** *Spirogyra*

**Espece** *Spirogyra sp*

**Ordre** Desmidiales

**Famille** Desmidiaceae

**Genre** *Staurastrum*

**Espece** *Staurastrum avicula* Brébisson

**Genre** *Cosmarium*

**Espece** *Cosmarium sp*

### I.1.2. Les Cyanophycées

**Classe** Cyanophyceae

**Ordre** Spirulinales

**Famille** Spirulinaceae

**Genre** *Spirulina*

**Espèce** *Spirulina sp*

**Ordre** Synechococcales

**Famille** Synechococcaceae

**Genre** *Rhabdoderma*

**Espèce** *Rhabdoderma sp 24*

**Classe** Hormogonophyceae

**Ordre** des oscillatoriales

**Famille** Oscillatoriaceae

**Genre** *Oscillatoria*

**Espèce** *Oscillatoria lacustris*(klebahn)Geitler

**Ordre** Nostocales

**Famille** Nostocaceae

**Genre** *Anabaena*

**Espèce** *Anabaena torulosa* Lagerheim ex Bornet & Flahault

**Espèce** *Anabaena sp*

**Classe** Coccogonophyceae

**Ordre C**hroococcales

**Famille** Microcystaceae

**Genre** *Microcystis*

**Espèce** *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing

### I.1.3 Les Diatomées

**Classe** Bacillariophyceae

**Ordre** Rhopalodiales

**Famille** Rhopalodiaceae

**Genre** *Epithemia*

**Espèce** *Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson 27

**Ordre** Naviculales

**Famille** Naviculaceae

**Genre** *Navicula*

**Espèce** *Navicula sp*

**Classe Bacillariophyceae**

**Ordre** Fragilariales

**Famile** Fragilariaceae

**Genre** *Synedra*

**Espèce** *Synedra sp*

### I.1.4 Les Euglénophycées

**Classe** Euglenophyceae

**Ordre** Euglenales

**Famille** Euglenaceae

**Genre** *Euglena*

**Espèce** *Euglena spirogyra* Ehrenberg

Espèce *Euglena viridis*

### I.1.5 .Les Cryptophycées

**Classe** Cryptophyceae

**Ordre** Cryptomonadales

**Famille** Cryptomonadaceae

**Genre** *Cryptomonas*

**Espèce** *Cryptomonas Ovata*

### 1.2. Evolution des paramètres physicochimiques de l'eau

#### 1.2.1. pH

Les valeurs du pH de l'eau varient entre 7.1 et 9.3 se sont légèrement alcalines, la valeur la plus basse est enregistré la période hivernale dans le point 1 (7.1) mais à partir de la période printanière le pH commence à augmenter, la valeur du pH la plus élevé est enregistré dans la période estivale d'une valeur de 9.3 dans le point 2 (tableau 09) et (figure 21).

**Tableau 09** : Les valeurs du pH des 4 points d'échantillonnage durant les 4 saisons

| | Automne | Hiver | Printemps | Eté |
|---|---|---|---|---|
| **Point 1** | 7,9 | 7,1 | 8,5 | 9,1 |
| **Point 2** | 8,5 | 7,9 | 8,9 | 9,3 |
| **Point 3** | 8,2 | 7,8 | 9 | 9,1 |
| **Point 4** | 7,9 | 7,4 | 8,4 | 8,8 |

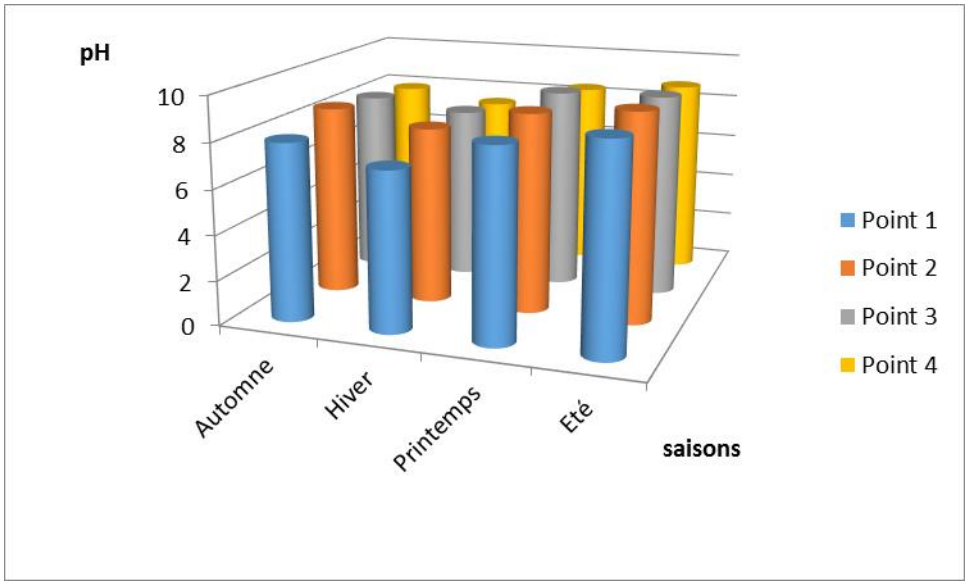



**Figure 21** : Evolution temporelle du pH dans les 4 points durant les 4 saisons

### 1.2.2. Température

Les valeurs de la température varient entre 12° et 24.4° .Les valeurs les plus basses sont enregistré en période hivernale (12°) dans la station 1 et 3 . A partir de la période printanière la température augmente, elle atteint le maximum en période estivale d'une valeur de 24.4° dans la station 1 voir (tableau10) et (figure 22).

**Tableau 10**: Les valeurs de la température dans les 4 points durant les 4 saisons d'échantionnage

| | Automne | Hiver | Printemps | Eté |
|---|---|---|---|---|
| Point 1 | 16° | 12° | 22.9° | 24.4° |
| Point 2 | 17° | 13° | 21.1° | 23° |
| Point 3 | 17° | 12° | 21.1° | 22.6° |
| Point 4 | 18° | 13° | 23.5° | 23.5° |

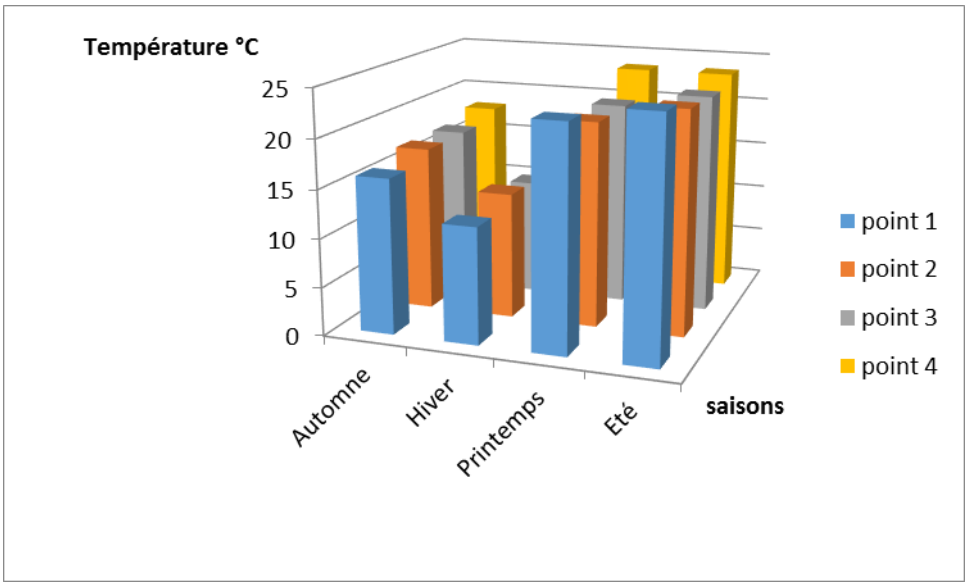



**Figure 22** : Evolution temporelle de la température dans les 4 points durant les 4 saisons

### 1.2.3. Conductimétrie électrique

Les valeurs de la conductivité électrique varient entre 260µS. $cm^{-1}$ et 400µS. $cm^{-1}$

La valeur la plus faible est enregistré en période hivernale (260µS. $cm^{-1}$) dans les points1 et 3, tandis que la valeur la plus élevé est enregistrer en période estivale (400µS. $cm^{-1}$) dans la station 4.voir (tableau 11) et (figure 23).

**Tableau 11** : Les valeurs de la conductivité dans les 4 points durant les 4 saisons d'èchantionnage

| | Automne | Hiver | Printemps | Eté |
|---|---|---|---|---|
| Point 1 | 295 | 260 | 310 | 393 |
| Point 2 | 300 | 255 | 300 | 390 |
| Point 3 | 270 | 260 | 299 | 385 |
| Point4 | 280 | 265 | 310 | 400 |

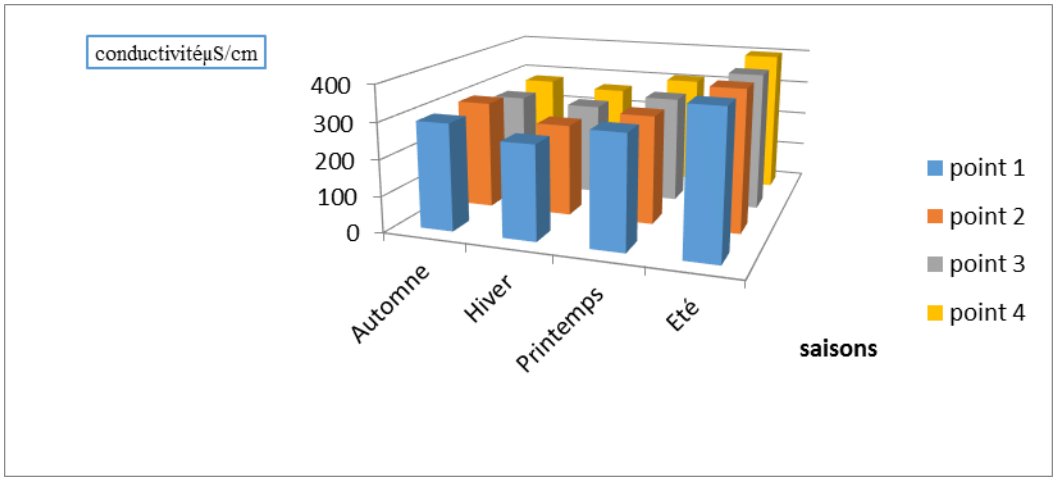



**Figure 23 :** Evolution temporelle de la conductivité dans les 4 points durant les 4 saisons

### 1.2.4. Salinité

La valeur la plus faible de la salinité est enregistré en période hivernale dans les points 2 et 3(0.5%), tandis que les valeurs les plus élevées sont observées en période estivale dans les points 1et 4 (5%) (Tableau12) et (figure 24).

**Tableau 12** : Les valeurs de la salinité dans les 4 points durant les 4 saisons

| | Automne | Hiver | Printemps | Eté |
|---|---|---|---|---|
| Point 1 | 3 | 1 | 3 | 5 |
| Point2 | 4 | 0.5 | 2 | 4 |
| Point 3 | 3 | 0.5 | 2 | 4 |
| Point 4 | 3 | 1 | 3 | 5 |

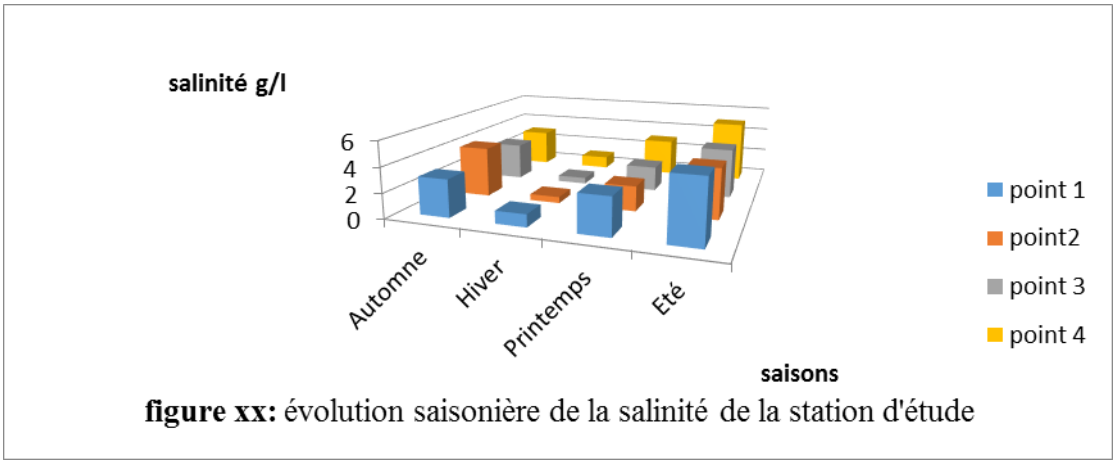



**Figure 24** : Evolution temporelle de la salinité dans les 4 points durant les 4 saisons

### 1.2.5. La matière en suspension

Les valeurs les plus faibles sont observées en Automne dans le point 2(4.66mg/l). Alors les valeurs les plus élevées sont observées en période estivale dans le site 4(35.7mg/l) (tableau 13) et (figure 25).

.**Tableau 13** : Les valeurs de la matière en suspension dans les 4 points d'echantionnage durant les 4 saisons

| | Automne | Hiver | Printemps | Eté |
|---|---|---|---|---|
| **Point 1** | 5 | 10 | 22 | 29,8 |
| **Point 2** | 4,66 | 5 | 21 | 33,2 |
| **Point 3** | 5,5 | 5,98 | 19 | 31,4 |
| **Point 4** | 5,95 | 7 | 24,5 | 35,7 |

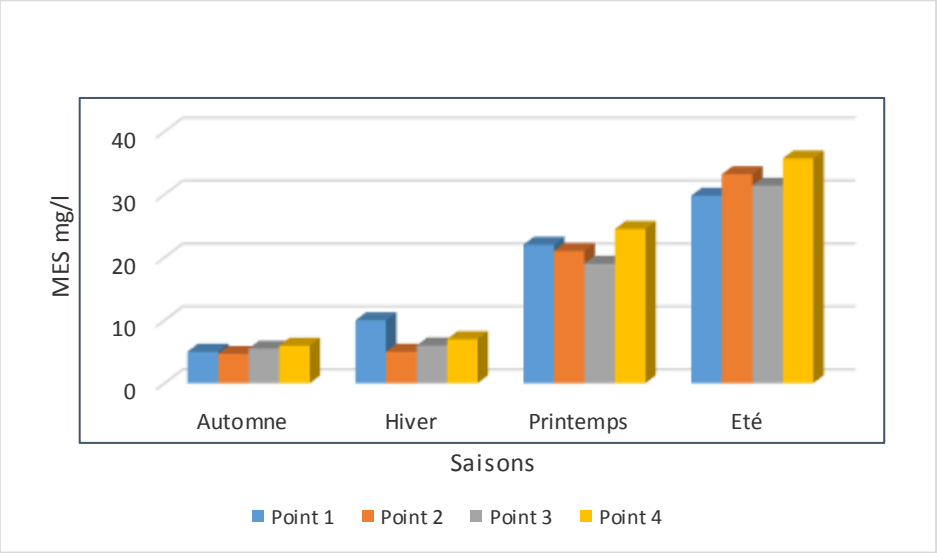



**Figure 25 :** Evolution temporelle de la matière en suspension dans les 4 points durant les 4 saisons

### 1.2.6 Nutriments

Les teneurs en orthophosphates de l'eau de Oglet Ed Daira sont très faibles dans l'ensemble entre 0.01 mg/L et 0.14 mg/L le pic est observé en période estivale dans le point1(0.16).

Les nitrates varient entre 0.2mg/L et 1.3 mg/L. On observe des valeurs fortes en période automnale et hivernale (entre 1mg/L et 1.3mg/L en automne) et (0.9 mg/Let 0.7 mg/L en hiver).puis une diminution de celle-ci à partir du printemps. Le minimum est observé en période estivale avec des valeurs qui varies entre 0.2mg/Let 0.3mg/L. (tableau 14,15,16 et 17) et (figure 26 ,27,28,29).

Les valeurs de nitrite varient entre 0.01mg/L et 0.04 mg/L nous constatons que le taux de nitrite est très faible, alors il n'a aucun danger pour les microalgues. Parce qu'il est est considéré comme poison pour les organismes aquatiques

L'ion d' ammonium varie entre 0.02mg/Let 0.06mg/L ,il est largement au-delà des normes des eaux de surfaces selon Valyron (1994).c'est un paramètre de pollution.

**Tableau 14 :** Les valeurs des nutriments

Dans le points 1 durant les 4 saisons

| | $NO_3$ mg/L | $NO_2$ mg/L | $NH_4^+$ mg/L | $PO_4$ mg/L |
|---|---|---|---|---|
| **Automne** | **1.1** | **0.01** | **0.05** | **0.04** |
| **Hiver** | **0.8** | **0.04** | **0.04** | **0.01** |
| **Printemps** | **0.5** | **0.0 3** | **0.06** | **0.08** |
| **Eté** | **0.3** | **0.02** | **0.03** | **0.16** |

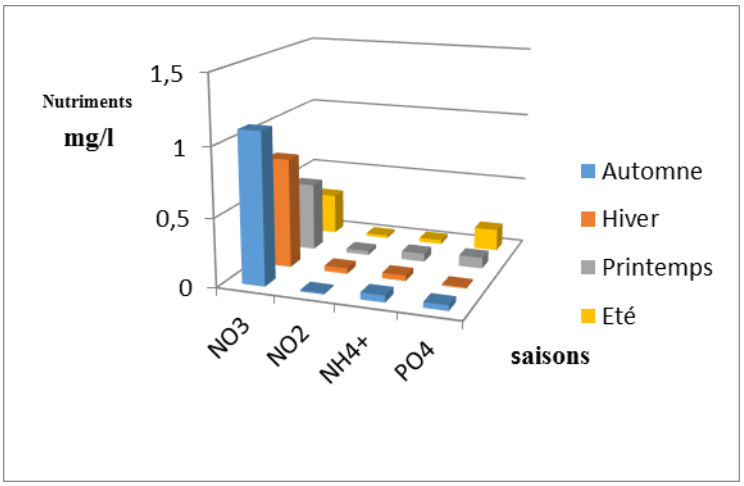



**Figure 26** : Evolution saisonnière des nutriments du point 1 durant les 4 saisons

**Tableau 15 :** Les valeurs des nutriments (mg/l )

dans le points 2 durant les 4 saisons

| | $NO_3$ mg/L | $NO_2$ mg/L | $NH_4^+$ mg/L | $PO_4$ mg/L |
|---|---|---|---|---|
| **Automne** | **1.2** | **0.01** | **0.06** | **0.03** |
| **Hiver** | **0.9** | **0.03** | **0.03** | **0.02** |
| **Printemps** | **0.6** | **0.02** | **0.05** | **0.09** |
| **Eté** | **0.2** | **0.01** | **0.04** | **0.14** |

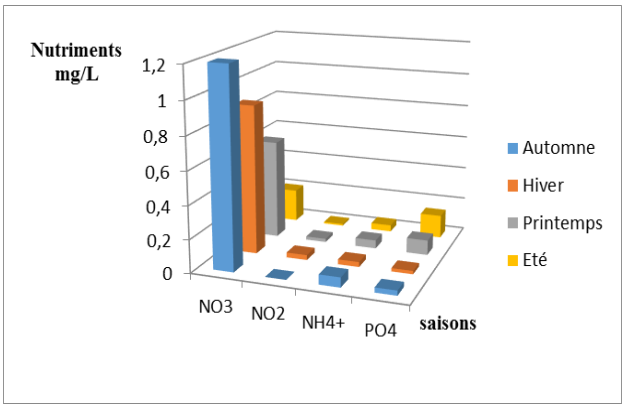



**Figure 27** : Evolution saisonniére des nutriments du point 2 durant les 4 saisons

**Tableau 16 :** Les valeurs des nutriments

dans le points 3 durant les 4 saisons

| | $NO_3$ mg/L | $NO_2$ mg/L | $NH_4^+$ mg/L | $PO_4$ mg/L |
|---|---|---|---|---|
| **Automne** | **1** | **0.01** | **0.05** | **0.02** |
| **Hiver** | **0.7** | **0.04** | **0.02** | **0.01** |
| **Printemps** | **0.5** | **0.03** | **0.06** | **0.08** |
| **Eté** | **0.3** | **0.02** | **0.0 4** | **0.11** |

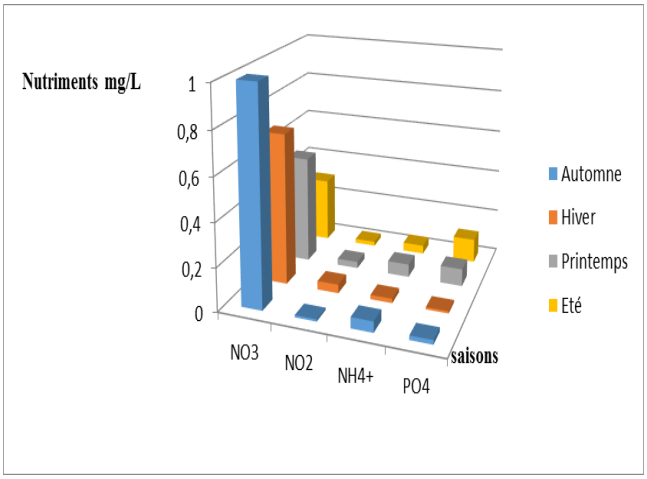



**Figure 28**: Evolution saisonniére des nutriments du point 3 durant les 4 saisons

**Tableau 17 :** Les valeurs des nutriments

Dans le points 4 durant les 4 saisons

| | $NO_3$ mg/L | $NO_2$ mg/L | $NH_4^+$ Mg/L | $PO_4$ mg/L |
|---|---|---|---|---|
| **Automne** | **1,3** | **0,0** | **0,05** | **0,04** |
| **Hiver** | **0,9** | **0,03** | **0,04** | **0,02** |
| **Printemps** | **0,7** | **0,02** | **0,05** | **0,07** |
| **Eté** | **0,3** | **0,01** | **0,03** | **0,12** |

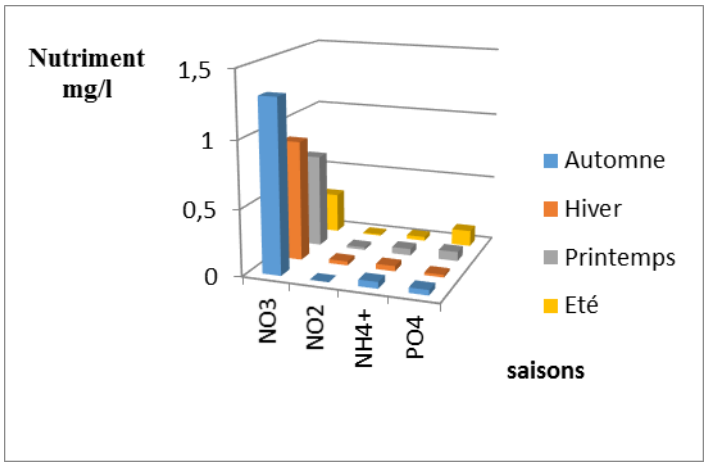



**Figure 29** : Evolution saisonniére des nutriments du point 4 durant les 4 saisons

## I.3. Etude quantitative des différentes classes dans la station d'étude

Les Chlorophycées est le plus important embranchement avec un pourcentage de 60 % suivi par les Cyanophycées 20%, ensuite les Diatomées avec 10%.et les Euglenophycées 7% et enfin les Cryptophytes 3%( Tableau 18 ) et (figure30).

**Tableau 18 :** Pourcentages des différentes classes phytoplanctoniques identifiées

| Embranchement | Nombre d'espèces |
|---|---|
| Chlorophyte | 60% |
| Cyanophyte | 20% |
| Euglénophyte | 7% |
| Diatomée | 10% |
| Cryptophyte | 3% |

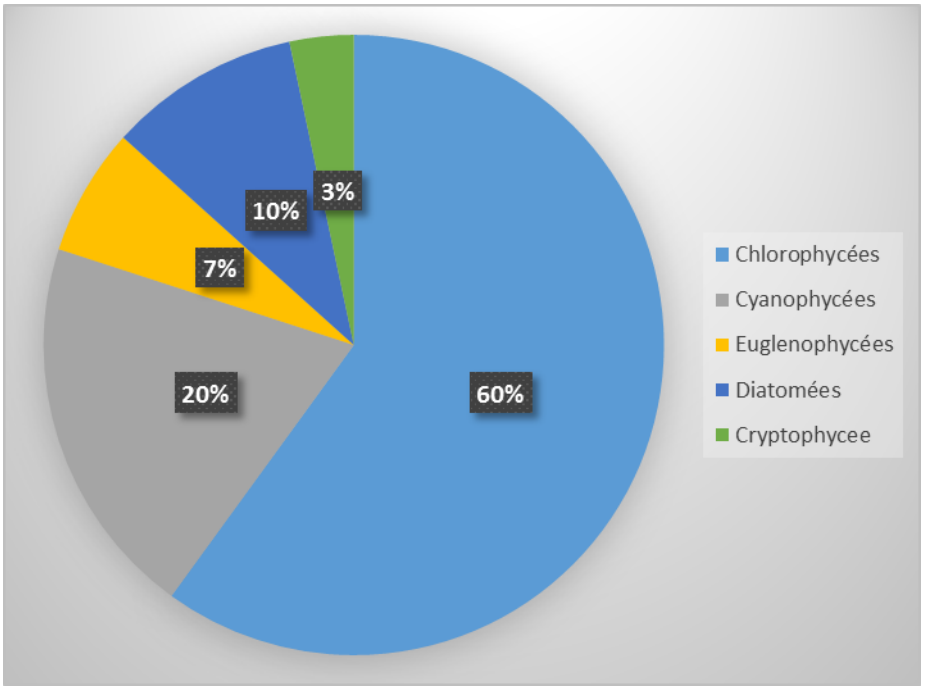



**Figure 30** : Pourcentages des différentes classes phytoplanctoniques identifiées

### I.3. Etude quantitative des différentes classes dans la station d'étude

La densité phytoplanctonique des Chlorophycées varie entre 17 x $10^4$ ind/L et 120x$10^4$ ind/L

La valeur la plus faible est enregistrée dans le point 2(17x$10^4$ind/Len automne (figure 32) (tableau 19)

La valeur la plus élevée est enregistrée dans le point 1 (120x$10^4$ ind/L) en été.(figure 31)

La densité phytoplanctonique de Cyanophycées varient entre (2.4x$10^4$ ind/L) et (50x$10^4$ ind/L)

La valeur la plus faibles est enregistrée dans le point 1 (2.4x$10^4$ind/L) en hiver

La valeur la plus élevée est enregistré dans le point 1 (50x$10^4$ ind/L) en été

La densité phytoplanctonique des Diatomées varient entre(0.8X$10^4$ind/L) et (16X$10^4$ind/L)

La valeur la plus faibles est enregistrée dans le point 1 et le point 3 (Figure 33) et (tableau 21) (0.8X$10^4$ind/L) en hiver.

La valeur la plus élevée est enregistré dans le point 1 et le point 4 (figure 31),(figure34) et (tableau 19),(tableau 22), (16X$10^4$ind/L) en été

La densité phytoplanctonique des Euglénophycées varient entre(0.8x$10^4$ind /L) et (8X$10^4$ind/L).

La valeur la plus faibles est enregistée dans le point 1(0.8x$10^4$ ind/ L) en automne

La valeur la plus élevée est enregistré dans le point 1 et le point 2 (figure 31),(figure 32) et (tableau 19),(tableau 20), (8X$10^4$ind/L) en été.

La densité phytoplanctonique des Cryptophytes entre (8X$10^4$ind/l) et (14.4X$10^4$ind/L)

La valeur la plus faibles est enregistée dans le point 2 ,3 et 4( 8X$10^4$ind/l) en été

La valeur la plus élévée est enregistée dans le point 1 au printemps (16x$10^4$ ind/l )

**Point 1**

**Tableau 19 :** :Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique (Ind/l) dans le point 1

| | Chlor | Cyano | Diat | Euglen | Cryp |
|---|---|---|---|---|---|
| Automne | 200000 | 160000 | 80000 | 8000 | / |
| Hiver | 320000 | 2 4000 | 8000 | 24000 | / |
| Printemps | 240000 | 120000 | 80000 | 32000 | 160000 |
| Eté | 1200000 | 500000 | 160000 | 80000 | 120000 |

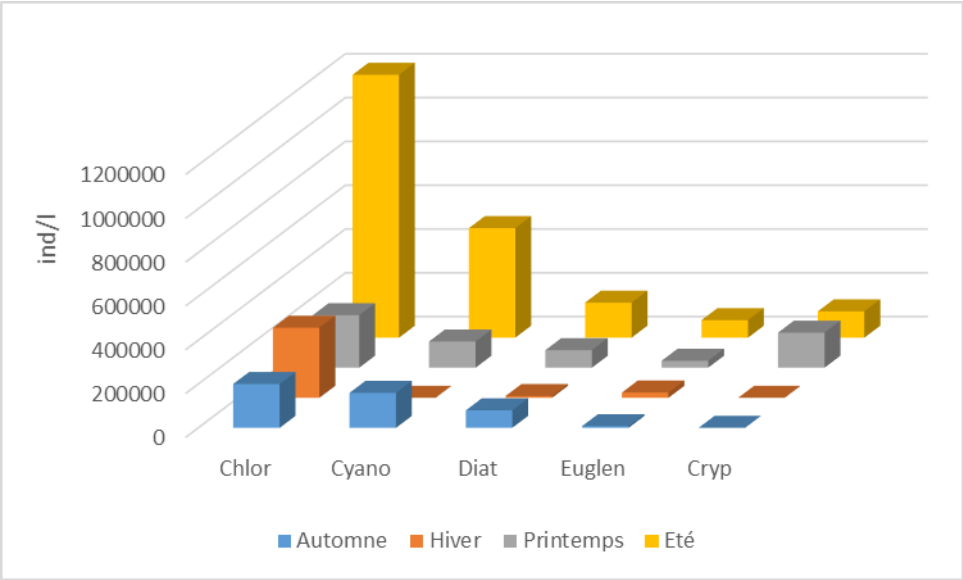



**Figure 31** :Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique dans le point 1

**POINT2**

**Tableau 20 :** Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique dans le point 2

| | Chlor | Cyano | diat | euglen | Cryp |
|---|---|---|---|---|---|
| Automne | 170000 | 120000 | 72000 | 20000 | / |
| Hiver | 280000 | 32000 | 16000 | 32000 | / |
| Printemps | 280000 | 112000 | 64000 | 32000 | 144000 |
| Eté | 1000000 | 400000 | 120000 | 80000 | 80000 |

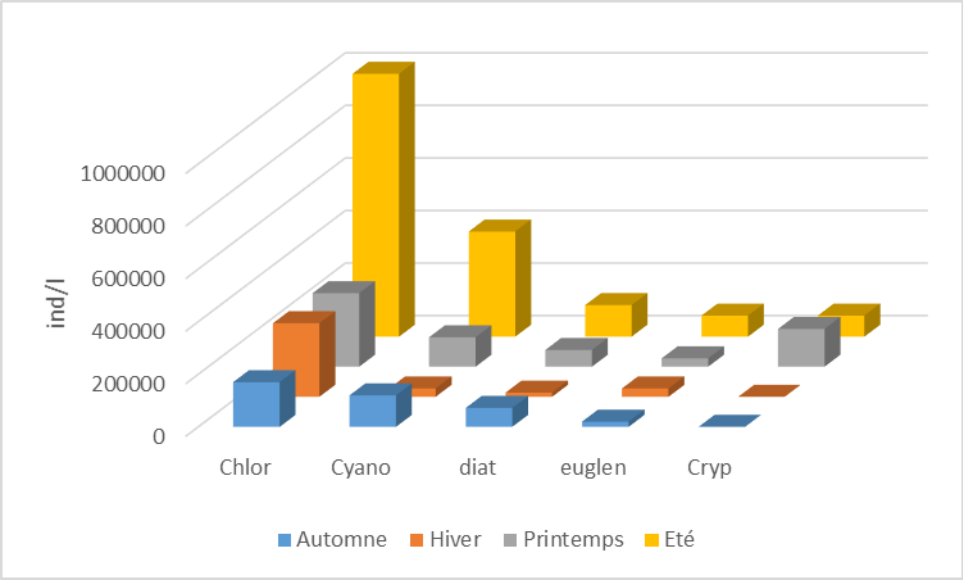



**Figure 32** :Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique dans le point 2

**POINT3**

**Tableau 21 :** Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique dans le point 3

| | Chlor | Cyano | diat | euglen | Cryp |
|---|---|---|---|---|---|
| Automne | 200000 | 96000 | 56000 | 24000 | / |
| Hiver | 360000 | 56000 | 8000 | 32000 | / |
| Printemps | 260000 | 112000 | 56000 | 24000 | 128000 |
| Été | 800000 | 300000 | 100000 | 72000 | 80000 |

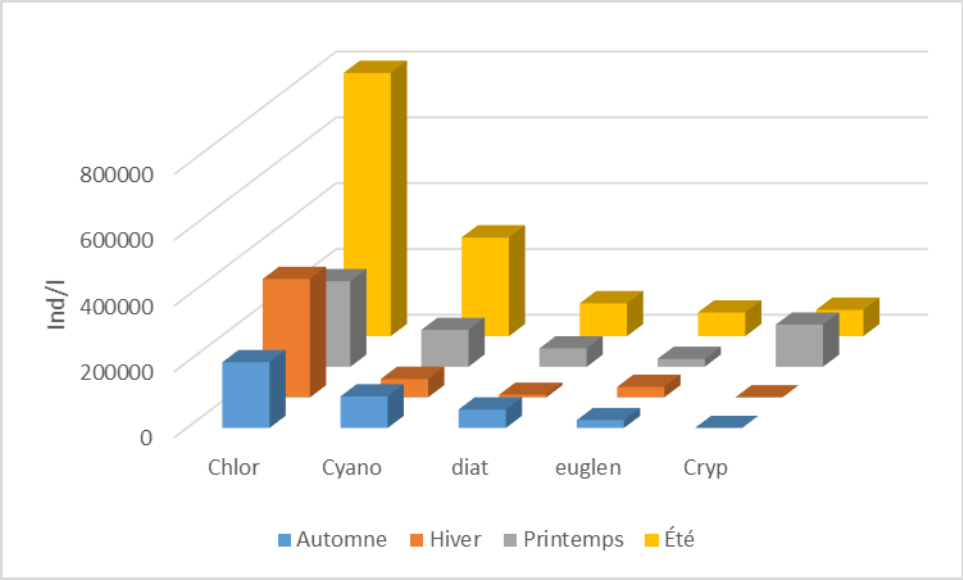



**Figure 33** :Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique dans le point 3

**Point 4**

**Tableau 22 :** Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique dans le point 4

| | Chlor | Cyano | diat | euglen | Cryp |
|---|---|---|---|---|---|
| Automne | 240000 | 80000 | 56000 | 16000 | / |
| Hiver | 320000 | 56000 | 24000 | 24000 | / |
| Printemps | 266000 | 104000 | 48000 | 16000 | 144000 |
| Été | 900000 | 400000 | 160000 | 72000 | 80000 |

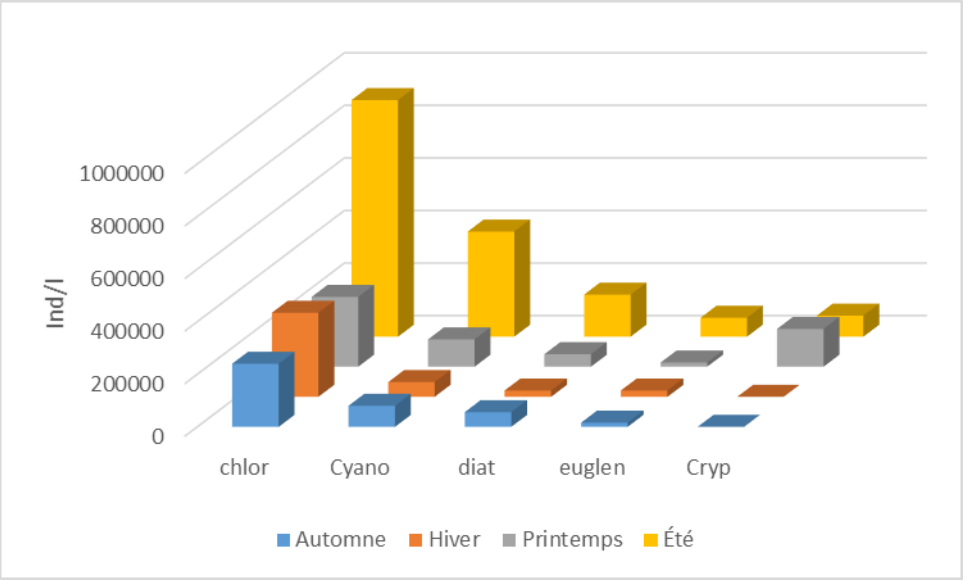



**Figure 34** :Evolution saisonniére de la densité phytoplanctonique dans le point 4

### I .4. Fréquences d'apparition des phytoplanctons récoltés :

L'estimation de la fréquence d'apparition des genres recensés montre que le Genre *Chlorella vulgaris* est **omniprésent** du fait qu'il est présent durant toute la période d'étude leur fréquence d'apparition est 100%.

Il y a des genres **constants** comme *Epithemia adnata* , *Navicula sp* , *Synedra sp* ,*Scenedesmus sp*, *Mycrocystis aeruginosa*, *Eugléna virdis* ,*Eugléna sp*, *Spyrogira sp* , *Oscillatoria lacustris* ,*Spiruline sp*, *Anabaena torulosa* , *Oedogonia sp*, *Tetraëdron minimum* , *Kirchneriella lunaris* , leur fréquence est de 75% .

Les genres : *Anabaena sp*, Staurastrum sp, *Cryptomonas Ovata* , *Scenedesmus Pseudarmatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Monoraphidium contortum*,*Hematococcus sp*,*Chlamydomonas sp*,*Chlamydomonas parvula*, *Botriococcus Braunii* considérés comme **accéssoire** ,leurs fréquence entre 25% et 50%.

# Chapitre II

# Discussion

Le pH de l'eau de notre site d'étude varie entre 7.1 et 9.3, il est légèrement alcalin. La valeur la plus basse est enregistrée en hivers, mais il augmente à partir de la saison printanière. Le pH le plus élevé est enregistré en été (9.3). Ceci s'explique par l'augmentation de la productivité algale qui est faible en hiver à cause des basses températures qui freinent la multiplication cellulaire du phytoplancton ce qui induit une réduction du $CO_2$ dans l'eau entrainant celle de la photosynthèse.

Les deux saisons printemps et été sont caractérisées par des valeurs élevées du pH, ceci s'explique par une forte consommation du CO2 par le Phytoplancton lors de la photosynthèse, ce qui s'accompagne d'une transformation du bicarbonate en carbonate, augmentant ainsi le pH. Ce paramètre abiotique est fortement influencé par la photosynthèse (Stum et Morgan, 1991), car le phytoplancton en effectuant la photosynthèse libérerait de l'oxygène dans l'eau et consommerait le $CO_2$ ce qui augmenterait le pH (Martin, 2004).

Les valeurs de la température varient entre 12° et 24.4° C. Les valeurs les plus basses sont enregistrées en hivers (12°) dans le point de relevé 1 et 3. A partir de la période printanière la température augmente, elle atteint le maximum de 24,4°C en été dans le point 1. Ce qui a une grande influence sur la production algale. C'est le paramètre physique qui détermine un grand nombre de processus biologiques qui se déroulent dans l'eau.

Les valeurs de la conductivité électrique varient entre 255µS. $cm^{-1}$ et 400µS. $cm^{-1}$, ces derniers sont dans les normes des eaux de surface (<1000) selon Valyron (1994) et Rodier (2007). La valeur la plus faible est enregistré en hivers (255µS. $cm^{-1}$) dans le relevé 2 cela est dû au phénomène de dilution sous l'effet des pluies (Khattabi, 2002), tandis que la valeur la plus élevé est enregistrer en eté (400µS. $cm^{-1}$) dans le point de relevé 4.

La valeur la plus faible de la salinité est enregistrée en hivers dans les relevés 2 et 3 (0.5%), tandis que les valeurs les plus élevées sont observées en été dans les points de relevé 1et 4 (5%).

Les nitrates varient entre 0.2 mg/l et 1.3 mg/l. On observe des valeurs élevées en automne et en hivers (1mg/l - 1.3mg/l en automne et 0.9 mg/l - 0.7 mg/l en hiver). Puis une diminution de celle-ci à partir du printemps. Le minimum est observé en été avec des valeurs qui varies entre 0.2mg/l et 0.3mg/l (Iltis 1982 et Barroin, 1999). Les éléments azotés sont utilisées par les microalgues en cette période car il y a des remontées de température et début de la production algale. Les valeurs les plus élevée sont observé en période automnale et hivernale ceci s'expliquerait par la production limitée du phytoplancton engendrée par les basses températures, les faibles conditions d'éclairement et le brassage par le vent (Lacaze, 1996).

Les valeurs de nitrite varient entre 0.01mg/l et 0.04 mg/l. Nous constatons que le taux de nitrite est très faible, il est considéré comme un poison pour les organismes aquatiques.

Les teneurs en orthophosphate de l'eau de Oglet Ed Daira sont très faibles dans l'ensemble, ils varient entre 0.01 mg/l et 0.14 mg/l, le pic est observé en été .Ceci est liée indirectement à la régénération du phosphate par des voies biologiques telles que : la lyse des algues mortes (Florent *et al.,* 1984), le recyclage du phosphate organique par les bactéries et les champignons (Dajoz, 1985), ou bien liée directement aux excrétions du zooplanctons (Premazzi et Marengo,1988).

Les éléments nutritifs nécessaires au développement des végétaux aquatiques notamment les

algues sont constituées par l'azote sous forme ammoniacale ($NH_4$), les nitrates ($NO_3$) et par le phosphore sous forme d'orthophosphate ($HPO_4$), ces éléments contrôlent la croissance des algues grâce à leurs concentrations (Seyni , 2006).

L'augmentation des matières en suspension, en période estivale, dans le lac, serait éventuellement liée à l'importante densité micro algale observée à cette période. La matière organique constitue la fraction la plus importante des matières en suspension. La production phytoplanctoniques, peut être une source importante de matière organique (Lesel, 1980).

La composition taxonomique des populations phytoplanctoniques recensées dans ce présent travail montre une prédominance de la classe des chlorophycées dans la station étudiée

La majorité des algues répertoriées sont des espèces cosmopolites à large spectre écologique qui se rencontrent aussi fréquemment dans le lac d'Oubeira et la Lagune de Mellah (parmi les grands lacs d'eau douce et saumâtre en Algérie). Nous citons comme par exemple *Navicula sp*.

D'après nos résultats qu'il y a des différences de densités phytoplanctoniques entre les points, et ceci à cause de la variation saisonnière des paramètres physico chimiques.

Les Chlorophycées sont constituées le groupe avec le plus d'espèces différentes (18) suivi par les Cyanophycées (6), les Diatomées (3), les Euglenophycées (2) et enfin les cryptophytes (1).

Les Chlorophycées, les Cyanophycées sont les principales classes. Sur les 30 genres phytoplanctoniques recensés, 4 genres sont connus pour être potentiellement toxiques appartenant à la des Cyanophycées.

Les espèces toxiques présentent deux niveaux de toxicité différents : *Oscillatoria*, *Microcystis* et *Anabaena sp* et *Anabaena Torulosa* sont des hépatotoxiques alors que *Anabaena* agit aussi comme neurotoxique.

# Conclusion

## Conclusion

L'habitat lacustre « Oglet Ed Daïra », situé dans l'étage aride steppique au voisinage d'Ain Ben Khellil, constitue la zone humide la plus reculée dans le Sud-Ouest algérien. Les périodes pluvieuses de l'année remplissent toutes les berges entourées par les tamarix

La flore des différentes populations planctoniques a fait l'objet d'une étude écologique, afin d'inventorier les différentes espèces qui les composent et comprendre leur l'organisation spatio- temporelle permettant de saisir le fonctionnement de ce milieu lacustre.

L'étude de la variation mensuelle de la densité phytoplanctonique révèle que la présence des microalgues et leurs densités est dut au changement saisonnier, des conditions physicochimiques du milieu. Cette forte présence des microalgues durant la période printanière et estivale n'est pas seulement liée à l'augmentation de la température mais aussi à celle de la disponibilité des nutriments, et l'éclairement

Les éléments minéraux et ioniques analysés dans ces eaux durant les quatre saisons montrent sa bonne qualité minéralogique. Cette eau est très légèrement saumâtre en été et douce (salinité entre 0.5 et 2 g/l) en hiver et au printemps.

Les résultats obtenues, en analysant le phytoplancton à travers quatre relevés saisonniers issus de ce lac, montrent que les communautés constituant le phytoplancton sont formées d'une succession d'espèces durant l'année avec une dominance des Chlorophycées à chaque saison suivie des Cyanophycées . Nous avons identifié 30 espèces appartenant à cinq groupes qui sont : les Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bascillariophyceae (Diatomées), Cryptophyceae et Euglenophyceae.

Les microalgues vertes constituent une proportion importante du phytoplancton jusqu'à la fin de l'été

Les principales espèces dominantes sont : *Chlorella vulgaris* dont les effectifs oscillent entre 100 000 et 150000 individu par litre en hiver et au printemps. L'espèce présence plusieurs générations qui se succèdent dans le temps durant toute l'année, *Scenedesmus* sp quand elle a atteint des effectifs de l'ordre de 400000 cellules par litres en été.

*Scenedesmus sp* est en 2$^{eme}$ position elle est présente toute l'année sauf en automne avec des valeurs qui varient entre 60000 et 80000 en été.

*L'hematococcus sp* dominante en été dont l'effectif oscillent de l'ordre de 500000 . C'est cette microalgue qui est responsable du bloom en été,qui donne la couleur rouge au lac. Elle peut malgré tout avoir des conséquences néfastes. En cas de bloom, l'abondance de l*'hematococus sp* entraîne la mort d'organismes marins (rotiféres,copépodes,amphibiens) soit par des effets mécaniques d'obstruction, soit par asphyxie. Parce que la respiration de ces microalgues abondante entraînent une diminution de l'oxygène dans l'eau.

*L'espece Microsystis aerogenosa*peu est abondante en automne avec des valeurs voisines 100000 individu par litre , ceci peu détériorer la qualité de l'eau à cause de la présence de la micricystine ; toxine secrétée par cette espèce.

Sa présence dans le lac durant cette période est plutôt un mauvais signe pour la qualité de l'eau

La *spiruline* est abondante en été avec des valeurs qui dépassent 200000 individu par lite

. L'évolution saisonnière des principales espèces dominantes trouvées dans cet habitat steppique nous a permis de comprendre la dynamique des populations qui les constituent et de distinguer leur particularité écologique dans le but de les intégrer dans d'éventuels programmes d'élevage aquacole, à titre d'exemple le genre Scenedesmus, *Chlorella et Spirulina*….

L'étude du phytoplancton a permis aussi de comprendre le fonctionnement de ce lac naturel qui connait une succession d'espèces dans le temps et dont de nombreux taxons nécessitent des études plus élargies et plus poussées dans le futur pour une valorisation de ces ressources biologiques naturelles dans le secteur du cosmétique et de l'agro-alimentaire.

# Références bibliographiques

**Références bibliographiques**

**Ainane T, 2011.** Valorisation de la biomasse algale du Maroc : Potentialités pharmacologique et applications environnementales, cas des algues brunes *Cystoseiratamaris cifolia et Bifurcaria bifurcata.* Thèse de doctorat en chimie, université Hassan II Casa blanca, Maroc.

**Amara M, 2010**. Diagnostic phytoécologique d'une zone humide en milieu steppique cas « Oglet Ed Daïra », commune Ain Ben Khelil. W de Naâma. Mém. Mag. Foresterie. Univ. Tlemcen.142 p.

**Amri S, 2008.**Dynamique mensuelle du phytoplancton dans le lac Obéira et le lac

Noir « Parc National EL-Kala ». Thèse Magister Microbiologie Moléculaire.

**Anderson D.M. et White A.W., 1992.** Bloom dynamics of toxic *Alexandrium* species in the northeastern U. S. *Limnol. Oceanogr*. **42** (5) : 1009-1022.

**Angelli ,1980.**interaction entre la qualité des eaux et les éléments de son plancton Ghautier Villars pp 97-146

**Anonyme, 2002.** Atlas de 26 zones humides algériennes d'importance international.

Edition, ed. Direction Général des Forêts. Alger. 89p

**Anonyme, 2004**. Atlas des zones humides algériennes d'importance international. 4e Edition,

Ed. direction Général des Forêts. Alger. 107p.

**Anonyme, 2006.**Spécial Naama, (Bulletin d'information)

**Anonyme, 2012**. Monographie de la wilaya de Naâma.

Direction de la programmation et du suivi budgétaire de la wilaya Naâma. 159p.

**Anonyme ,2014.** Direction Général des Forêts

**Ba N, 2006.** La communauté Phytoplanctonique du lac de Guiers (Sénégal) : Types

d'associations fonctionnelles et approches experimentales des factures de régulation. (Thèse de Doctorat de 3éme cycle. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal). P: 10, 22.

**Barnabé G. & Barnabé–Quet R, 1997.** Ecologie aménagement des eaux côtières. Lavoisier. P: 131,135,138.

**Belanger, 2007**. Séquençage et caractérisation des génomes chloroplastiques et Mitochondrial de l'Algues vert *Stigeolonium helveticum*. Mémoire de maître en sciences.Université de Québec. 199p.

**Belkheir A & Hadj Ali S.M., 1981.** Contribution a l'étude des mécanismes

d'eutrophisation dans le lac de Tunisie : évolution des paramètres physicochimiques

et biologiques. *Bull. Inst. Scient. Teck. Océanogr. pêche Salombo. Tunis*. P : 81-98.

**Benaissa M, 2010.**Contribution a l'Etude du comportement du genre *pistacia* dans l'étage bioclimatique aride (cas de la région de Naâma).Mémoire . Magister en Foresterie. Univ. Tlemcen. 111p.

**Benkheira A., Moreau S., Benziene A., Boudjadja A., Gaouar A., Kaabeche M., Moali A., Sellami D., 2005 -** Plan de Gestion Oglet Ed Daïra. Projet DGF/GEF/PNUD-ALG/00/G35/2005.

**Bernard C., 2005**. First report in a river in France of the benthic cyanobacterium Phormidium favosum producing anatoxin-a associated with dog neurotoxicosis. Toxicon 45, 919-928

**Bouamra & Hajd A (2004),** Contribution a l'inventaire qualitatif des Algues dans

a région de Ouargla. Mémoire d'ingénieur d'Etat en biologie. Université de Ouargla.88

**Boudersque M.P,et *al*,1989)** .Michéle Perret Boudersque,Halma Seridi 1989 ;Inventaire des algues benthiques en Algerie .117 p

**Boudjadja, A,2011.** La région steppique de Ain Ben Khellil et sa zone humide Oglat Ed Daïra (Naâma, Algérie) Plaidoyer pour une gestion et un aménagement durables.

Courrier de l'environnement de l'INRA n° 61, décembre 2011 p 106

**Bougaran G et Saint-Jean B ,2014.** Microalgues : de petits végétaux aux grandes promesses

**Bouzenoun A, 2002.** Etude portant projet de classement du site d'oglat Ed daïra en aire protégée.Wilaya de Naâma, 100 p.

**Bourrelly P, 1970.**.*TomeIII* .les algues bleues et rouges, *Les Eugléniens,Peridiniens, et cryptomonadines.* Boubée éd .,512.,137 pls.2$^{e}$.1985,(collection faunes et flores actuelles) 606 p.

**Bourrelly P, 1981**. Les Algues d'Eau Douce. Tome II. Les Algues Jaunes et Brunes, Chromophycees, Chrysophycees, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. N. Boubée et Cie, Paris. 517 p.

**Bourrelly P, 1985**. Les Algues d'Eau Douce. Tome III. Les Algues Bleues et Rouges, Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Second Edition. N. Boubée et Cie, Paris

**Bourrelly P ,1990.**Tome 1. : Les algues vertes,1,N.Boubée et Cie, Les algues d'eau douce.Initiation à la systématique,Boubée,Paris,569p.

.

**Cadel-Six, S., Peyraud-Thomas, C., Brient, L., Tandeau de Marsac, N., Rippka, R et Méjean, A., 2007.** Different genotypes of anatoxin-producing cyanobacteria coexist in the Tarn River, France. Appl Environ Microbiol. 73, 7605-7614.

**Carmichael W.W , 1992.** Cyanobacteria secondary metabolites - the cyanotoxins. . *J.*

*Appl. Bact.* ,**72** p: 445 – 459.

**Cambella et *al*.,1984.** Condition de développement de phytoplancton. Etude comparative de huit espèces en culture. I. Détermination des paramètres de croissance en fonction de la lumière et de la température. *Ann.Limnol.*18 :57-70.

**Carmichael W.W &Falconer I.R., 1993.** Diseases related to freshwater blue-green algal toxins and control measures. *In*: Falconer I (edt) Algal toxins in sea food and drinking water. *Academic. Press*. London. P : 187.

**Carmichael, W.W. 2001.** Assessment of blue-green algal toxins in raw and finished drinking water. Denver: AWWA Research Foundation and American Water Works Association. ISBN 1-58321-076-8. 1-49.

**Carrick H.J., Alfidge F.J. & Schelske C.I., 1993.**Wind influence phytoplankton

biomass and composition in a shallow productive lake. *Limnol. Oceanogr*, **38**:

**Cavalla M, 2000.**Algues_ Microalgue

**Cavalier-Smith T, 2004.**Only six kingdoms of life.*Proceeding of the Royal Society Biological Science*,271,1251-1262.

**Chaibi, 2004 -** Caractéristiques physico-chimiques et évaluation du niveau trophique d'un écosystème lagunaire (la lagune el mellah).Thèse de magistère en écologie animale université de Annaba :79-92.99 p

**Champiat D & Larpent J.P., 1994.** Biologie des eaux: Méthodes & Techniques, 2éme tirage. P : 24, 37, 39**.**

**Chauvaud L., Jean F., Ragueneau O. & Thouzeau G., 2000.** Long-term variation of the Bay of Brest ecosystem benthic–Pelagic coupling revisited**.** *Mar. Ecol.Prog. Ser***. 200**: 35-48

**CKönig,2005.**523-algues-vegetaux-aquatiques

**Costica,2009.** Contribution to knowledge of Euglenophuta in Bahlui Rriver Basin. analele ştiinţifice ale Universităţii .1-7. .

**Cowardin, L., V. Carter, F.C. Golet & E.T. Laroe. 1979**. Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. United States Department of the Interior. Washington (D.C.). 29 p.

**Crossetti, L. O. & C. E. M. Bicudo, 2008b**. Adaptations in phytoplankton life strategies to imposed change in a shallow urban tropical eutrophic reservoir, Garc¸as Reservoir, over 8 years. Hydrobiologia 614: 91–105

**Dabbadie L,1992**. Cultures intensives de microalgues sur lisier de porc: performances, contraintes, utilisation des biomasses. Diplôme d'Ingénieur Agronome, ENSA Montpellier, France : 123 p**.**

**Dajoz R., 1985.** Precis d'ecologie. 5éme édit. Edition Dunod. P : 320.

**Dokulil, M., Chen, W & Cai Q, 2000.** Anthropogenic impacts to large lakes in China: the Tai Hu example. Aquatic Ecosystem Health and Management, 3: 81 – 94.

**Dauta,1982 ; Cambella et *al*.,1984.** Condition de développement de phytoplancton. Etude comparative de huit espèces en culture. I. Détermination des paramètres de croissance en fonction de la lumière et de la température. *Ann.Limnol.*18 :57-70.

**De la noüe j., proulx d., dion p., gudin c., 1990**. Drugs and chemicals from

aquaculture. *In:* N. DE PAUW et R. BILLARD (eds), Aquaculture Europe '89-

Business joins science. EAS spec. publ. **12**: 389-418.

**Delaux p. M., 2011**. Rôles des strigolactones et évolution des compétences

*mycorhiziennes* dans la lignée verte. Thése de doctorat en Biosciences végétales

**Delgado J.G.,** 2007. Euglenophuta form lower Basin of the Caura river, Venezuela.

Acta bot. Venez.vol. 30 (2): 277-290

**Demers S., Therriault T., Bourget E. & Bah A., 1987.** Resuspension in the shallow sub

littoral zone of a macrotidal estuarine environment: Wind influence. *Limnol.*

*Oceanogr*. **32**: 327-39.

**Des Abbayes H., Chadefaud M., Feldmann J., De Ferre Y., Gaussen H., Grasse P.P.**

**& Prévot A.R., 1978.** Précis de botanique : 1végétaux inférieurs

**Droop M.R., 1974**. Heterotrophy of carbon. In : WDP STEWART (ed), Algal physiologie and biochemistry. Univ. Calif. press, Los Angeles: 530-559.

**Dumont.V .2006.**Etude des cyanobactéries dans la rivière TARN-Campagne été 2005.centre de ressources Tech en biotech-bioprocédés. P 7-8.

**Edmondson W T,1969.**Eutrophication in North America in :Eutrophication: causes, ... causes, conséquences, correctives(The Academy, Washington, D.C.), 661 p

**Edward L .2008 .** Phycology. 4 Edition. Cambridge university press. New York. 561p.

**Filali R.,2012.** Estimation et commande robustes de culture de microalgues pour la

valorisation biologique de CO2.thèse doctorat Sciences et Technologies de l'Information

des télécommunications et des Systèmes ,AUTOMATIQUE. HAL.221p ).

**Florentz M., Hartmann P. et Gilles P., 1984.** Expérimentation sur pilote à alternance de

phase portant sur l'elimination biologique du phosphore. *Rev. Sci. Eau*.

**3** : 1-17.

**Francis G, 1878.** Poisonous Australian lake. Nature 18,11-12.

**Foussard V& Etcheber H,2011.** Proposition d'une stratégie de surveillance des paramètres physico-chimiques pour les estuaires de la seine, de la loire et de la gironde

**Gailhard I,2003** .La variabilité spatio-temporelle des populations microalgales cotieres observées par le « Reseau de surveillance de phytoplancton et des phycotoxine » (REPHY) Thèse de Doctorat. Université de la Méditerranée (Aix–Marseille II). P : 1,14.

**Gana N.,2014**. Détermination de certains paramètres biochimiques urinaires chez le rat

wistar recevant un régime cafeteria supplémenté en algues vertes. Mémoire Master. **Gandoflo, R. (2011.**Robert GANDOLFO *[Pôle Mer PACA]* LIVRE TURQUOISE, Algues, filières du *futur Édition Adebiotech - Romainville* 182p. 2011.

**Garnier et *al*.,2001.** Eutrophisation et gestion des apports de phosphore dans le bassin de la Seine. *Rapport d'atelier, Scientifique et Decideur*.8P

**Gayral P., 1975.** Les Algues : morphologie, cytologie, reproduction et écologie. Doin

Edit. Paris. P : 52,133-138.

**(Goldmer C R & R. G. WETZEL. 1963**. A study of the primary productivity of Clear Lake, Lake County, California. Ecology, 44 : in press.

**Grasset B, 2010**. Inventaire et caractérisation des zones humides

**Gregory C.,1985-**Encyclopedia universalis. Editionend. Paris.797 p.

**Glover H.E., Keller M.D& Spincad R.W. 1987**. Effects of light quality and intensity on photosynthesis and growth of marine eukaryotic and prokaryotic phytoplankton clones. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*. **105** : 137 - **Herzi phyto des eau con**

**Gugger, M., Lenoir, S., Berger, C., Ledreux, A., Druart, J.-C., Humbert, J.-F., Guette, C., Bernard, C., 2005**. First report in a river in France of the benthic cyanobacterium Phormidium favosum producing anatoxin-a associated with dog neurotoxicosis. Toxicon 45, 919-928.

**Hellal A N ,2015** Optimisation des techniques d'extraction et de purification du β-carotène à partir d'une micro-algue "Dunaliella salina" p 24.

**Hoagland, P., Anderson, D.M., Kaoru, Y., White, A.W., 2002**. The Economic Effects of Harmful Algal Blooms in the United States : Estimates, Assessment Issues, and Information Needs. Estuaries 25, 819–837.

**Hoagland, P., Scatasta, S., 2006**. The economic effects of harmful algal blooms. In : Graneli, E., Turner, J., (Eds.) Ecology of Harmful Algae. Ecology Studies Series. Springer-Verlag, Dordrecht, The Netherlands, pp. 391–402. in **Hansy Haberkorn 2011**Impact

du dinoflagellé toxique, Alexandrium minutum, sur l'huitre creuse, Crassostrea gigas : approche intégrative

**Hudnell, H.K. ed. 2008**. Cyanobacterial Harmful Algal Blooms : State of the Science and Research Needs. Advances in Experimental Medicine & Biology. Vol. 619. Springer. 500 pp **IDEALG**., 2014. Etude de la consommation des algues alimentaires en France.

**Iltis,A ,1982** Peuplement algaux des riviéres de Cote D'ivoire.Revue hydrobiol. Trop.15(3) : pp 241,251

**Jochimsen, E.M., Carmichael, W.W., An, J.S., Cardo, D.M., Cookson, S.T., Holmes, C.E.M., Antunes, M.B., de Melo Filho, D.A., Lyra, T.M., Barreto, V.S., Azevedo, S.M., Jarvis, W.R. 1998**. Liver failure and death after exposure to microcystins at a hemodialysis center in Brazil. New England Journal of Medicine. 338(13) : 873-878.

**Joly M., Primeau S., Sager M., Bazoge A., 2008**. Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides. Québec (CA) : MDDEP, 68 p.

**Jones a.k., 1982.** The interaction of algae and bacteria. In: a.t. bull et j.h. slater (eds), Microbial interactions and communities. Academic Press, London: 189-247.

**Julie, P,2011.** *[Trimatec]* Livre turquoise, Algues,fihières ***du futur ÉditionAdebiotech***

-- *Romainville* 182p

**Kawéni ZI ;2012 .** Etude préliminaire sur la biodiversité algale existante tome 2

**Khattabi H., 2002.** Interets de l'etude des parametres hydrogeologiques et Hydro -

biologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de

traitement des lixiviats de la décharge d'ordures menageres d'Etueffont

(Belfort, *France*).Thèse de doctorat 3émé cycle. P: 66-67.

**Kristiansen,1990.** « *Phylum crysophyta.* ».*In* :Margulis L *.et al* (eds)et Mekhann H L (ed coord) *Handbook of protoctista* .Boston :Jones & Bartlett Publ., pp.438-453. In Reviers ( 2003).

**KugrensP. et LeeR.E,1988**.-« Ultrastructure of fertilization in a cryptomonad. » Journal of Phycology. 24 :385-393. In Reviers (2003)

**Kuiper-Goodman T., Falconer I.R. et Fitzgerald J., 1999.** Human Health aspects. *In :*

Chorus I. Barttram J (eds) Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health, monitoring and management. WHO E & FN SPON. London. P : 113.

**Laabir M *et al,*2008.** Efflorescences microalgues nuisibles et relation avec l'eutrophisation Mohamed Laabir, PhD Equipe Ecologie du Plancton, Laboratoire Ecosystèmes Lagunaires, UMR UMII-CNRS N°5119 Pl. E. Bataillon, Montpellier.

**LACAZE J. C, 1996**- « l'eutrophisation des eaux marines et continentales ». Ed. Ellipses.

181 p

**Langlois C .2006.**diatomées Langlois_biogeopal_TD5_FicheDiatomees **.**

**LahanasP .N,1994-«** An epizoic bryophyte and algae growing on the lizard *cryptophane cristatus* in Mexican Rain Forest. »*Biotropica* 27(2) :265-268. In Reviers (2003).

**Lechevalier & Hubert A. (1977).** Volume ll Fungi, Algae, Protozoa, and Viruses. 2ème edition, Floride, Laskin, Allen I., 874 p., CRC handbook of microbiology

**Leclercq.L & G. Swinnen,2000)**projet de formation continue pour éduquer à la gestion

Européenne de l'eau

**Lee,JJ 1992.** « Taxonomy of algae symbiotic in Foraminifera » In Reisser W.(ed) ,Algae and symbiotic. Bristol, England :Biopress Ltd,pp.79-92. In Reviers (2003).

**LESEL, R. 1980**- Detruit et decomposition dans les écosystemes aquatiques .In R. Billard,

la pisciculture en Etang, INRA, Publ. Paris, 31-36.

**Leveque C , 2001.**De l'écologie a la biosphere.Dunod.Paris 502p.

**Lukac M. & Aegerter R., 1993.** Influence of trace metals on growth and toxin production of *Microcystis aeruginosa*. *Toxic on* **31**: 293-305.

**Mahmoudi Sara ,2014** Caracterisation Et Evaluation Des Systemes De Culture Dans La Wilaya De Naama.

**Mansour Chikh,2011.** Contribution A L'etude De La Repartition Du Pistachier De L'atlas (*Pistacia Atlantica* Desf.) Dans La Wilaya De Naama - Cas De Gaaloul

Diplôme D'ingénieur D'état En Foresterie.

**Mann K.H& Lazier J.R.N., 1966.** Dynamics of marine's ecosystems. Blackwell

Science Inc. P: 394.

**Marin *B* ;Klingberg M et Melkonian M,1998**.-« Phylogenetics relationchips among the cryptophyta : annalyses of nuclear-encoded SSUr RNA sequences support the monophyly of extant plastid-containing lineages. »*Protists* 149(3) :265-276. In Rviers (2003)

**Martin, 2004.** Floraisons de cyanobactéries au lac saint-augustin : dynamique à court terme et stratification, Thèse,Univ Laval p 45

**Mathieu, D. (2011)** Daniel Mathieu, Pôle Trimatec. Livre Turquoise, Algues, filières du futur *Édition A debiotech - Romainville* 182p.

**Melkonian M,1990**. (Phylum Chlorophyta.introduction to the Chlorophyta.Class Prasinophyceae.Class Chlorophyceae.Chlorophye orders of uncertain affinities.Order Pedinomonadales.OrderMicrothamniales).In Margulis L.et *al.*,(ed) et McKhann H.L (ed.coord,),*Handbook of protoctista*.BOSTON :Jones&Bartlett Publ.,pp.597-654.in Reviers (2003)

**Mollo P et Noury .** Le manuel plancton. Edition Charles Léopard Mayer .198 p

**Morale J S,2014.** Liens entre la météorologie et l'abondance de phytoplancton dans l'océan à partir d'image satellites

**Mur Luuc R**., Olav M, Skulberg ., Hans ,Utkilen.( 1999 ). Toxic Cyanobacteria inWater:

**Narbors M,2009 .**Biologie Végetale « Structure,fonctionnement,ecologie et biotechnologie » .Edition *:Pearson Education France Paris.*

**Nasri A.B., Bouaïcha N. et Fastner J., 2004.** First Report of a Microcystin-Containing

Bloom of the Cyanobacteria *Microcystis spp in* Lake Oubeira, eastern Algeria.

*Arch.Environ.Contam.Toxicol*.**46**. 197-202.

**Norton T A., Melkonian M et Andersen R A., 1996**.- « Algal biodiversity. »*Phycologia* 35(4) :308-326**.**

**Novarino G et Lucas,1993- «** Azological classification system of cryptomonads. » Acta protozoologica34(3) :173-180.

**Nozaki H, 2003.** Flagellated Green Algae. *Dans* : Freshwater Algae of North America

: Ecology and Classification. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.-

**Paerl, H.W., Huisman, J.**, 2008. Blooms like it hot. Science 320, 57-58

**Paulmier G.97.** Atlas Des Diatomophycées Des Côtes Françaises Et Des Aires Océaniques Adjacentes**.**

**Pearce F. & Crivelli A.J., 1994 -** Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. Publ. Med W et

**Perry T.D. 2007**. *Microbial exopolymer useful for water demineralization*. WO/2007/044439 ,issued04/19/2007. http://www.freepatentsonline.com/WO2007044439A2.html.

**Pierre (2001),** Catalogue des Algues de Nord Est de France et des régions attenantes.Bull.Acad.Loraine, des Sci 40,3. 100 p.

**Potain, P, 2011.** Philippe POTIN *[CNRS - SB Roscof/]* LIVRE TURQUOISE, Algues,

filières du futur *Édition A debiotech - Romainville* 182p. 2011.

**Premazzi G. et Marengo G., 1988.** Sedimentation rates in Swisse-Italian lake mesured

with seity. *Press*. P: 384.

**Prochold Thomas & Frederik Lelieaert,2007. «** Chapitre .7- Systematics of the green algae : Conflict of classic and modern approaches. In Brodie, Juliet et Jane Lewis. (2007). « Unravelling the algae-the past, present and future of algal systematics » CRC Press, Taylor&Francis Group.The Systematics Association.

**Rafiqul I.M., Jalal K.C.A. & Alam M.Z., 2005.** Environmental Factors for

Optimization of *Spirulina* Biomass in Laboratory Culture. *Biotechnology* 4 (1): 19-22.

**Ramade P , 2005.**Elements d'écologie :Ecologie appliquée .Edit Dunod.6e edition.Paris.863p

**RASTOIN JL & Robin K ,2016** .Etudes et analyses « Le secteur de micro-algue en Méditerranée » (IPEMED ).

**Retima A., 1999 -** Incidence des échanges hydrologiques, chimique et

phytoplanctonique sur la fértilité de la lagune et du littorale voisin du lac Mallah, selon le

régime de la marée dix ans après l'aménagement du chenal de communication. *Thèse de magister en écologie et environnement*, université de Annaba : 87p.

**Reviers B., 2002**. Biologie et phylogénie des algues. Tome 1. Edition. BELIN. Paris.

225P.

**Reviers B., 2003.** Biologie et phylogénie des algues . Edition .BELIN.Paris tome 2 255p— **Reynolds C.S., 1992.** Dynamics selection and composition of phytoplankton in relation

to vertical structure in lakes. *Arch. Hydrobiol. Beih. Engeben. Limnol*. 35:

13-31 -

**Reynolds C.S., 1998.**What factors influence the species composition of the phytoplankton in lakes of different trophic status.Hydrobiologia .369 /370 : 11-26. **RICHMOND.A ,2004.**Handbook of microalgal Culture: Biotechnology and Applied

Phycology. Eder. Blackwell Science Ltd.545p.

**Ricklifs & Miller,2005.**Ecologie.Edit.The boeck 821 p.

**Ringuelet R., 1977**. Le lagunage. Un procédé rustique, souple et efficace pour épurer les eaux usées domestiques. Résultats des expérimentations menées en Languedoc. TSM-L 'eau 4 : 139-142.

**Roche Ltée, 2011**. *Suivi de la qualité de l'eau (2005-2010) de la rivière du CapRouge*. N/Réf. : 62171-100. 73 p

**Roche Ltée**, **2010.** État de la situation du bassin versant de la prise d'eau de la rivière Saint-Charles. *Rapport final. 221 p*.

**Rolland A,2009.** Dynamique Et Diversite Du Phytoplancton Dans Le Reservoir Marne (Bassin Versant De La Seine). These De Doctorat De Biologie Des Populations Et Des Ecosystemes. Universite De Savoie Ecole Doctorale Siseo.261 P.

**Round & Crawford,1990. «** Epibiotic and endobiotic associations between chromophyte algar and their hosts » In : Reisser W.(Ed),*Alguae and symbioses*.Bristol,England :Biopress Ltd,pp.593-617 in Reviers(2003).

**Round 1992.** « Epibiotic and endobiotic association between chromophyte algae and their hosts. *».In Reisser W* .(Ed).*Algae and symbios.*Bbristol .England : Biopress Ltd ,pp .593-617.

In Reviers (2003).

**Sadi M ,2012.**Bulletin des énergies rennouvlables N ° 25. 2012.

**Sevrin-Reyssac & Valdeyron**, **1989**. L'oxygène dissous dans les étangs piscicoles. *Echosysteme Le magazine de l'étang* **11**: 3-19

**Sevrin–Reyssac *et al.*, 1995.** Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Lavoisier. Paris. P: 17.

**Seyni S, 2006** . Contrôle environnemental de la production primaire du lac de Guiers au Nord du Sénégal Thèse de Doctorat de 3ème cycle de Biologie Végétale. Univ Cheik Anta Diop.

**SVERDRUP, H. U. 1955**. The place of physical oceanography in oceanographic research. J. Mar. Res. 14: 287-294.

**Silvano J,2005.**Toxicité des cyanobactéries d'eau douce vis-à-vie des animaux domestiques sauvages .P20-31.

**Sivonen K & Jones G, 1999.** Cyanobacterial toxins. – In : Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. *WHO*.41-111.

**Smayda T.J., 1997 b.** What is bloom? A commentary. *Limnol. Oceanogr*. 42 (5,supp 2): 1132-1136**.**

**Smith, V. H. 1986-** Predicting the proportion of bluegreen algae in Lake Phytoplankton. Can. J. Fish. Aquatic Si., 43 : 148-153.

**Sournia A., 1995.** Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean: an inquiry into biodiversity. *In*: Lassus P., Arzul G., Erard E., Gentien P. &Marcaillou-Le Baut C (eds). Harmful marine algal bloom. LavoisierPublishing. Paris. P: 103-112.

**Stum et Morgan, 1991.** Aquatique chemistry.An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters 2 eme Ed., J.Wileyand sons; 790p**.**

**Stumm W et Morgan J.J., 1996.** Aquatic Chemistry: Chemical equilibre and rates in naturals Waters. *Wiley. Inter. Science. Publication. Third edition*. P: 1024.

**Tazi, O., Fahde, A.et El Younoussi, S., 2001-** Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca, Maroc. Sécheresse, 12: 129 – 134.

**Thomazeau ,2006.** Diversité phylogénétique et toxinique de cyanobactéries du Sénégal et du Burkina Faso.memoire de master. Université de Pierre & Marie CURIE – PARIS- 6. 44 p.

**Touahria T, 1992 -** Etude des populations phytoplanctoniques d'une lagune saumâtre : Lac El-Mellah, mémoire de DES, Univ Annaba ; p 118

**Trégouboff G & Rose M ,1957 .**Manuel de planctonologie méditerranéenne ,Tme II illustration ,.Centre national de la recherche scientifique, paris

**Turner P.C., Gamie A.J., Hallinrake K. & Codd G.A., 1990.** Pneumonia associated with contact with Cyanobacteria. BMJ **300** : 1440-1441

**UnHallegraeff G.M., 1977.** A comparison of different methods used for quantitative evaluation of biomass of freshwater phytoplankton. *Hydrobiologia*, **55**: 145-165 université Badji Mokhtar-Annaba.94p

**Vallentyne J R.,1974.** L'HOMME,LES LACS ET LA PROLIFÉRATION DES ALGUES *Centre canadien des eaux intérieures Burlington (Ontario)*

Atezea lake. Aquatic Ecosystem Health and Management, 1: 245 – 255.

**Valyron,1994.**Memonto gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement,Tome 1 Edit,tec& doc.Paris 375p.

**Vazquez & Favila 1998**. Status of the health conditions of subtropical

**Verity, 1981; Iriarte et Purdie, 1993)** Vérity P. 1981. Effects of temperature, irradiance and daylenght on the marine diatom *Leptocylindrus danicus*

cleve. II. Excretions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **55**: 159-169.

**Wiegand, C& Pflugmacher, S., 2005**. Ecotoxicological effects of selected cyanobacterial secondary metabolites a short review. Toxicol. and appl. pharmacol. 203, 201-218.

**Wilkinson,C.R 1992).** « symbiotic interactions between marine sponges. »In Reisser W .(ed) ,Algae and symbiotic. Bristol, England :Biopress Ltd,pp,111-151. In **Reviers 2003.**

Sites web consultés :

**Web Master 1, 2015. La biodiversité c'est la vie.2010.www.cbd.int/waters.**

**Web Master2, 2015** -http://www.educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/pdf/algues.pdf

**Web Master 3, 2016**-http://www.troussedeslacs.org/pdf/fiches.pdf**.**

**Web Master 4 , 2015** *http://www.lefigaro.fr/medias/*

**Web Master 5 ,2015** -https://cvpf2010.voile-franceville.asso.fr/.../Le_Plancton_par_P_Mol...

**Web Master 6 ,2016** www.futura-sciences.com/sciences/definitions/matiere-turbidit

**Web Master 7, 2016** encyclopedie_universelle.fracademic.com /4378/CHLOROPHYCÉES**.**1-07-2016**.**

**Web Master 8 ,2016.** educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/pdf/plancton-generalites.pdf

**Web master9 ,2016**-https://zorro42.wordpress.com/.../une-mine-danti-oxydants-dans-une.algue.

**Gairy MD & Guiry GM. 2016**. AlgaeBase.World wide electronic publication (http://www.algaebase.org

# Annexe

# Annexe 1

**Réactif de l'acide ascorbique** :

Acide ascorbique…….54 g

Eau distillée……...500 ml

**RÉACTIF 1 : SOLUTION DE PHÉNOL-NITROPRUSSIATE**

Pour 1 litre : dissoudre 35g de phénol et 400mg de nitroprussiate de Sodium ($Na_2Fe(CN)_5NO, 2H_2O$) dans l'eau déminéralisée ou fraîchement distillée et compléter à 1000 ml.

Ce réactif doit être conservé au réfrigérateur et à l'abri de la lumière : il n'est stable que quelques semaines et doit être renouvelé s'il prend une teinte verdâtre.

**RÉACTIF 2 : SOLUTION ALCALINE D'HYPOCHLORITE**

Pour 1 litre de réactif :

Dissoudre 280g de Citrate trisodique « pour analyse » ($Na_3C_6H_5O_7, 2H_2O$) et 22g de soude dans environ 800ml d'eau déminéralisée ou fraîchement distillée.

Ajouter alors un volume de solution d'hydrochlorite de sodium correspondant à 1.4 ml d'une solution normale (le titre de ces solutions doit être contrôlé périodiquement.

Compléter à 1000 ml.

Salicylate de Sodium

**Solution d'acide sulfurique :** $H_2SO_4$

Acide sulfurique (d=1,84)…….140 ml

Eau distillee……..….900 ml

**Annexe 2**

Matériels d'échantillonnage

Multi paramètre« PCStester35 »  (T, Cond,ph)

Réfractomètre « ATC »

**Annexe 3**

Photos 1 à 18 : Chlorophycées

Photos 19 à 24 : Cyanophycées

Photos 25 à 27 : Diatomées

Photos 28 et 29 : Euglenophycées

Photo 30 : Cryptophyte

(Sennour ,2015)

Photo 1 : *Scenedesmus Pseudoarmatus*(Sennour ,2015)

Photo 2 : *Scenedesmus Acutus* Sennour ,2015)

Photo 3 : *Scenedesmus quadricaudata* )

Sennour ,2015

Photo 4 : *Scenedesmus sp* (Sennour ,2015)

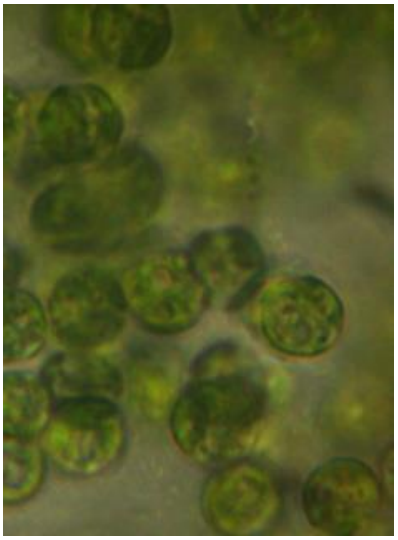


Photo 5 *: Chlorella vulgaris*: (Sennour ,2015)

Photo 6 :*Spirogyra sp* avec une suite de cellules et debut de bifurcation. (Sennour ,2015)

Photo 7 : *Kirchneriella lunaris* (Sennour ,2015)

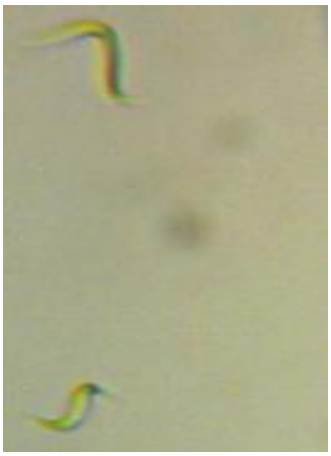


Photo 8 : *Monoraphidium contortum* (Sennour ,2015)

Photo 9 : *Staurastrum avicula* (Sennour ,2016)

Photo 10 : *Botriococcusbrauni* (Sennour ,2016)

Photo 11 :*Chlamodomonas sp* (Sennour ,2016)

Photo 12 :*Oedogonia sp* Sennour ,2016)

Photo 13 :*Hematococcus sp(* Sennour ,2016)

Photo 14 :*Chlamodomonas parvula* (Sennour ,2015)

Photo 15 :*Cosmarium sp* (Sennour ,2016)

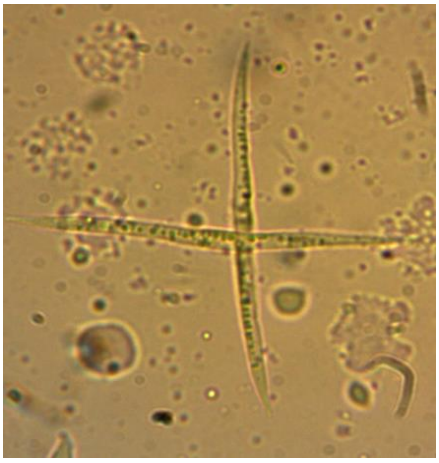


Photo 16 : *Ankistrodesmus sp* (Sennour ,2016)

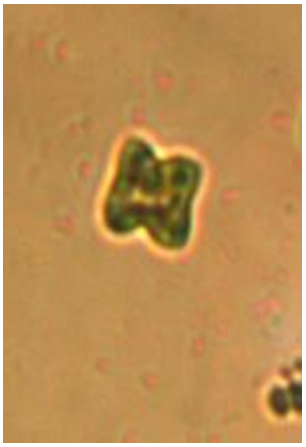


Photo 17 :*Tetraedron minimum(* Sennour ,2016)

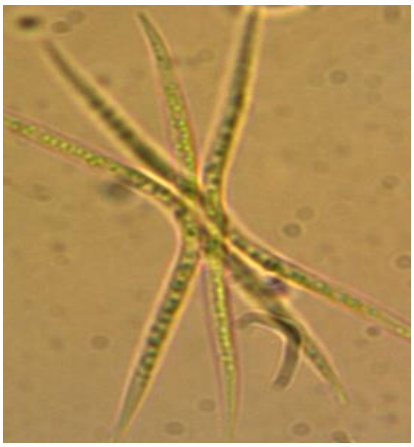


Photo 18 : *Ankistrodesmus falcatus(*Sennour ,2016)

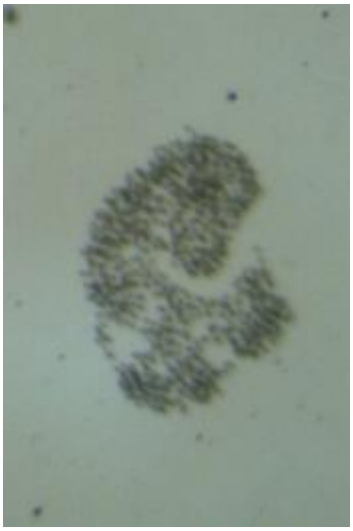


Photo 19 :*Mycrocystis aeruginosa* (Sennour ,2015)

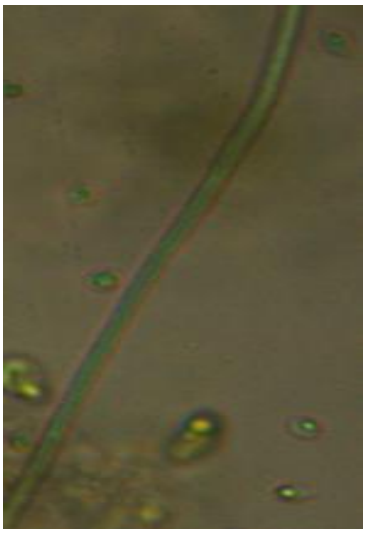


photo 20 : *Oscillatoria lacustris* (Sennour ,2015)

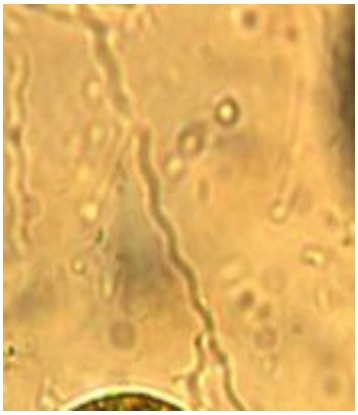


Photo 21 *:Spiruline sp* (Sennour ,2016)

Photo 22 :*Anabaena torulosa* (Sennour ,2015)

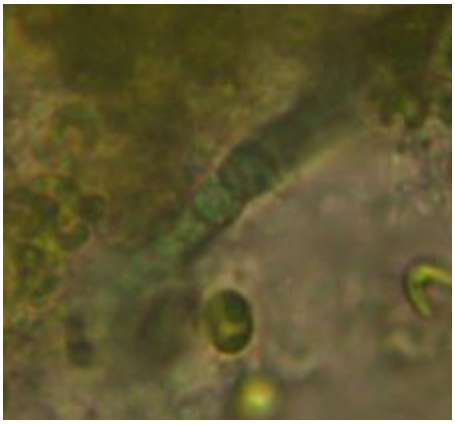


Photo 23 :*Anabaena sp* (Sennour ,2015)

Photo 24 *: Rhabdoderma sp(* Sennour ,2016)

Photo 25 : *Navicula sp(* Sennour ,2016)

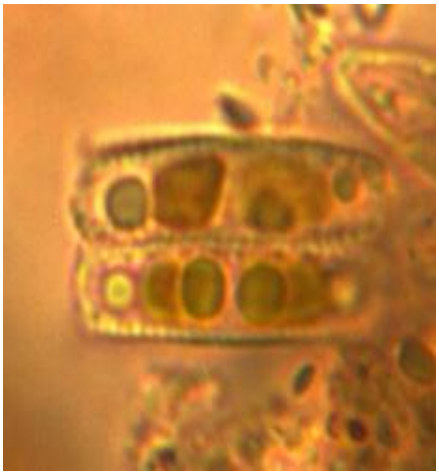


Photo 26 :*Synedra sp(* Sennour ,2016)

Photo 27 : *Epithemia adnata(* Sennour ,2016)

Photo 28 *: Euglena sp(* Sennour ,2016)

Photo 29 : *Euglena spirogyra(* Sennour ,2016)

Photo 30 *: Crryptomonas Ovata(* Sennour ,2016)

# Annexe 4

Photos de l'Oglet Ed Daira en automne(27/10/2015)

( Sennour ,2016)

(Sennour ,2016)

(Sennour ,2016)

Photos de l’Oglet Ed Daira en hiver(17/01/2016)

(sennour,2016)

( Sennour

,2016) ( Sennour ,2016)

Photos de l'Oglet Ed Daira au printemps(14 /04/2016)

( Sennour,2016)

( Sennour ,2016)

( Sennour ,2016)

Photos  de l'Oglet Ed Daira en été(14/08/2016)

( Sennour ,2016)

( Sennour ,2016)

( Sennour ,2016)