

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité: Microbiologie Appliquée
Département: Écologie et Génie de l'Environnement

THÈME :

Contribution à l'identification des phytoplanctons du Lac Bleu (PNEK)

Présenté par :

- BERREGHIS Khaoula
- HERAGMI Nihed
- RAHABI Fatima zahra

Devant le jury composé de :

Président:	MERZOUG Abdelghani	MCB	Université de Guelma
Examineur :	HOUHAMDI Moussa	Pr.	Université de Guelma
Encadreur :	ROUABHIA Kamel	MAA	Université de Guelma

Année universitaire: 2019/2020

Remerciements

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

La recherche n'est pas une activité solitaire et ce qui peut être présenté comme un travail personnel doit toujours beaucoup à de nombreuses collaborations. Le travail présenté ici ne fait pas une exception à cette règle et a bénéficié, à des degrés variés, de la bonne volonté de nombreuses personnes. Je me fais tout d'abord un devoir de remercier toutes les personnes qui m'ont aidé au cours de ces années de ce travail. Bien sûr, cette liste ne saurait être exhaustive, et je tiens par avance à m'excuser auprès de ceux que j'aurais oubliés.

*Je voudrais tout d'abord remercier les honorables membres de jury: **Mr. MERZOUG Abdelghani** qui me fait l'honneur d'accepter la présidence de jury de soutenance et **Mr. HOUHAMDI Moussa** qui a bien voulu prendre le soin de juger ce travail*

*Ma gratitude va également à l'encadreur de ce mémoire **Mr. ROUABHIA Kamel**, qui a accepté de diriger ce mémoire pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion et m'a guidé tout au long de ce travail.*

*Je désire aussi remercier les professeurs de **l'université de 8 mai 1945**, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires. Sans oublier **les responsables des laboratoires pédagogiques** de la Faculté des Sciences de la Nature et du Vivant qui nous ont tendu la main alors que nous étions dans le laboratoire pour réaliser la partie appliquée.*

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui ont toujours soutenus et encouragés au cours de la réalisation de ce travail. Merci à mes parents, ma famille, mes amis et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces 1

*Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné
l'énergie et la force pour mener à terme ce travail
Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, je dédie le fruit de ce modeste
travail :*

À MES CHERS PARENTS *Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour
éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction
et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis
mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

À ma sœur Randa et mes frères Badri et Takie

*À Toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours
universitaire*

À Mes enseignants et professeurs tout au long de mes études

À mes chères amies Dounia ; Chaima ; Roumayssa

À mes Mes collègues Fatima et Nihad

À tous les membres de ma promotion.

Sans oublier tous ceux qui connue pré ou loin.

KHAWLLA



Dédicaces 2

Je commence ma dédicace au nom du Dieu et le salut sur Mohamed Le Messager du Dieu.

*Je dédie ce modeste travail à mes parents **Heragmilayachi** ma mère **Soualmia fatma** qui sont toujours là à me c onsoler et m'encourager, qui donnent de précieux d'eux pour me voir réussir de jour en jour.*

*A mes chers petits frères « **Yahia Mohamed** » que dieu les protègent.*

*A ma sœur « **Rayane** » qui m'a supporté tout au long de ce projet avec un amour incessant et dévouement envers ma réussite.*

*A mes chères copines : **Nada gho, Houda, Rachida, Yousra, Chaima***

*A mes collègues : **Fatima, Yasmine, Khaoula***

*A mes tantes : **Fella, Fatiha, Houria, Rym, Louiza***

*A mes cousines : **Habiba, aya Hiba, Yousra, Samira et Warda***

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

NHAW



Dédicaces 3

Je remercie Dieu le Généreux pour m'avoir donné le courage et de m'avoir aidé à surmonter tous les obstacles pour mener ce travail à terme.

Je dédie affectueusement ce mémoire :

à ceux qui m'ont données la vie après Dieu, à la lumière de ma vie et ma raison de vivre, ma chère mère et mon cher père, qui m'ont toujours encouragé, conseillé et guidé vers le droit chemin et accordé une confiance énorme.

«Mama, Papa vous êtes les meilleurs parents au monde, merci d'être toujours à mes côtés et de m'avoir aimé telle que je suis, je ne pourrai jamais vous remercier assez, je vous aime énormément et je vous aimerai jusqu'à la fin de mes jours. »

*A mes frères **Nasero L'Allah et Raid.***

*A mes sœurs, **Chaima, Lina et Maria.***

*A mes chères : **ma grand-mère et ma grand-père.***

*A mon amie et ma sœur de cœur **Nada** qui m'a soutenue durant les moments difficiles de ma vie.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés mes aimables amis **Nihed, Feryale, Roumaissa***

A tous les membres de ma promotion

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

À toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire

FATIMA ZAHRA



Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction1

Partie 01: Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les phytoplanctons

1. Généralité sur les phytoplanctons.....	4
2. Morphologie	4
2.1 Eucaryotes.....	5
2.2 Procaryote.....	5
3. Reproduction.....	5
3.1 Reproduction asexuée.....	5
3.1.1 Fragmentation.....	5
3.1.2 Sporulation.....	5
3.1.3 Scission binaire	5
3.2 Reproduction sexuée	5
4. Nutrition	6
5. Distribution et écologie	6
6. Systématique du phytoplancton.....	7
6.1 Cyanobactéries.....	7
6.2 Chrysophytes	8
6.2.1 Les chrysophycées.....	8
6.2.2 Les xanthophycées	8
6.2.3 Les diatomophycées.....	9
6.2.4 Les phéophycées.....	9
6.3 Chlorophytes.....	9
6.4 Pyrrophytes.....	10
6.4.1 Les cryptophycées.....	10
6.4.2 Les dinophycées.....	10
6.5 Euglénophytes.....	11
7. Facteurs de croissances du phytoplancton.....	11
7.1 Facteurs abiotiques	11
7.1.1 Climat	11
7.1.1.1 Température.....	11
7.1.1.2 Précipitation.....	12
7.1.1.3 Vent	12
7.1.1.4 Lumière.....	12
7.1.1.5 Gaz carbonique	12

7.1.2	Nature géologique du bassin versant.....	13
7.1.3	Nutriments.....	13
7.1.3.1	Macroéléments	13
7.1.3.2	Oligoéléments	13
7.2	Facteurs biotiques.....	14
7.2.1	Facteurs intra spécifiques.....	14
7.2.2	Facteurs inter spécifiques.....	14
8.	Cycle annuel du phytoplancton.....	14
9.	L'importance du phytoplancton.....	15
9.1	Intérêt écologique.....	15
9.2	Intérêt économique et industrielle.....	15
9.3	Indicateur de qualité biologique.....	16
10.	Effets nuisibles du phytoplancton.....	17
10.1	L'eutrophisation.....	17
10.2	La toxicité.....	18

Partie 02 : Matériel et Méthodes

Chapitre II : Description du site d'étude

1.	Présentation du Parc National d'El-Kala.....	19
1.1	Historique et législations du Parc National d'El-Kala(PNEK).....	19
1.2	Localisation géographique.....	19
1.3	Géologie et géomorphologie.....	20
1.4	Hydrographie.....	20
1.5	Aperçu climatique.....	21
1.5.1	Température.....	21
1.5.2	Vents.....	21
1.5.3	Pluviosité.....	22
1.5.4	Humidité.....	22
1.6	La biodiversité.....	23
1.6.1	Richesse floristique.....	23
1.6.2	Richesse faunistique.....	23
2.	Présentation du Lac Bleu.....	23
2.1	Localisation géographique.....	23
2.2	Description du Lac Bleu.....	24
2.3	Diversité biologique du Lac Bleu.....	25
2.3.1	La flore.....	25
2.3.2	La faune.....	26
2.3.2.1	L'avifaune.....	26
2.3.2.2	Les mammifères.....	27
2.4	Caractéristique physique.....	27
2.4.1	Le relief et les pentes.....	27
2.4.2	L'hydrologie et l'hydrogéologie.....	28

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel et méthodes.....	29
1.1. Matériel.....	29
1.2. Choix des stations de prélèvements.....	29
1.3. Méthode du travail.....	30
1.3.1. Prélèvement.....	30
1.3.2. Fixation	30
1.3.3. Enregistrement et étiquetages des échantillons.....	31
1.3.4. Transport et conservation des échantillons avant l'analyse.....	31
1.4. Les analyses physicochimiques.....	31
1.4.1. La température (T).....	32
1.4.2 Le potentiel hydrogène (pH).....	32
1.4.3 La salinité.....	33
1.4.4 L'oxygène dissous (OD).....	34
1.4.5 La conductivité électrique (CE).....	35
1.4.6 Testeur dissolves solides (TDS).....	36
1.5. Les analyses phytoplanctoniques.....	36

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultat des paramètres physicochimiques.....	38
1.1. La température.....	38
1.2. L'oxygène dissous.....	38
1.3. Le potentiel d'hydrogène.....	39
1.4. La conductivité électrique.....	40
1.5. La salinité.....	40
1.6. TDS.....	41
2. Résultats des analyses phytoplanctoniques.....	42
3. Contribution des genres de la population phytoplanctonique.....	47
Conclusion.....	48
Références bibliographiques	
Résumés	

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	La localisation du P.N.E.K	21
02	Localisation du Lac Bleu	25
03	Vue panoramique de Lac Bleu et Lac Mellah	26
04	Localisation des stations de prélèvement	31
05	Photos de multi paramètre utilisé	32
06	Variations de la température de l'eau du Lac Bleu	39
07	Variations des teneurs en oxygène dissous dans l'eau du Lac Bleu	40
08	Variations du pH de l'eau du Lac Bleu	40
09	Variations de la conductivité électrique de l'eau du Lac Bleu	41
10	Variations de la salinité électrique de l'eau du Lac Bleu	42
11	Variations du TDS dans l'eau du Lac Bleu	42
12	Contributions des genres dans la population phytoplantonique du Lac Bleu.	48

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	Les modes de nutritons des micros algues	06
02	Les principaux cours d'eau du P.N.E.K	22
03	Les espèces végétales du Lac Bleu	26
04	Liste des mammifères du Lac Bleu	28
05	Liste des rongeurs et lagomorphes du Lac Bleu	28
06	Matériel utilisé dans l'étude phytoplanctonique	30
07	Les variations du pH de l'eau	34
08	Classification des eaux selon la salinité	35
09	Classification des eaux selon l'oxygène dissous	36
10	Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique	36
11	Aspect microscopique et identification des taxons phytoplanctoniques répertoriées dans les eaux du Lac Bleu pendant le mois de février 2020.	43

Liste des abréviations

PNEK : Park National d'El-Kala

RAMSAR : Ville en Iran, lieu de la convention sur les zones humides

CE : Conductivité Electrique

OD : Oxygène dissous

pH : Potentiel d'Hydrogène

TDS : Testeur dissolves solides

ppm : Particules par million

ATP : Adénosine triphosphate

μS/cm : micro-siemens par centimètre

S : Station

Fig : figure

Tab : tableau.

Introduction

Au sein du système solaire, la terre est la seule planète qui dispose d'une réserve importante d'eau liquide, essentielle à la vie(Abrams, 1980). Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre, environ 98% de ces eaux sont des eaux marines les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs ...etc., à cause de leurs utilisations multiples, ces eaux continentales sont d'une très grande importance pour les activités humaines : pour les activités domestiques comme la consommation et lesloisirs, pour les activités agricoles et halieutiques et pour les activités industrielles(Gleick, 1993 etCostanza *al.*, 1997).

Les milieux aquatiques continentaux procurent une variété de biens et de services à l'homme, ce qui leur confère une valeur économique irremplaçable (Gleick 1993 ; Costanza *et al.*,1997), les zones humides qui font partie représentent de véritables réservoirs biologiques extrêmement productifs et sont la deuxième plus forte production de biomasse après la forêt équatoriale, ces milieux sont également d'un apport socio-économique et culturel indéniable(Djaaboub, 2008).

Parallèlement à leur statut de réservoir remarquable de ressources biologiques, les zones humides sont considérées parmi les écosystèmes les plus fragiles et des plus sensibles aux moindres agressions, principalement celles d'ordres anthropique(Djaaboub, 2008).

Un des éléments de qualité des eaux est la quantification des communautés phytoplanctoniques. Ce compartiment joue un rôle important dans les écosystèmes (Berrabah et Tebrou, 2016).En effet, Le phytoplancton ou plancton végétal, regroupe les algues unicellulaires photosynthétiques dont le rôle est essentiel au sein des cycles biogéochimiques et dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques puisqu'il est, entre autres, à la base des chaînes trophiques (Sournia, 1986) certaines d'entre elles peuvent provoquer des nuisances ainsi des espèces algales arrivent parfois à colorer les eaux et rendre hypoxique ou anoxique le milieu où elles se développent (Hallegraeff, 1995).

L'indicateur phytoplancton est l'un des excellents éléments de qualité biologique utilisé, pour évaluer l'état écologique dans les programmes et réseaux de surveillances des différents écosystèmes aquatiques et principalement des eaux des zones côtières(Berrabahet Tebrou, 2016), de ce fait, la connaissance de la composition

taxinomique des communautés phytoplanctoniques est nécessaire pour le suivi de la productivité et surtout la surveillance des milieux aquatiques (**Berrabah et Tebrour, 2016**).

L'Algérie compte pas moins de 254 zones humides dont près de 60 plans d'eau possédant des caractéristiques particulières qui leur donnent une importance internationale et font qu'elles méritent d'être inscrites sur la liste de la convention de Ramsar, Aujourd'hui l'Algérie compte 42 sites inscrits sur la liste Ramsar avec une superficie totale de 2.958.704 hectares (**Anonyme, 2004**).

La région d'El-Kala dont la renommée en tant que centre de biodiversité d'importance internationale n'est plus à démontrer au vu de ses nombreuses zones humides érigées en sites d'importance internationale grâce à leur rôle de réservoir naturel, aussi bien sur le plan socio- économique et culturel que scientifique, n'a pas fini de révéler ses innombrables richesses cachées. Cette région qui a la particularité d'être l'une des plus arrosées du pays renferme un vaste complexe des zones humides, soit le complexe laguno-lacustre qui est le plus important d'Algérie.

Parmi les lacs de cette région, havre d'une richesse naturelle très diversifiée et rare qui reste mal connue et qui se trouve soumise à une forte influence des activités domestique, il y'a le lac Bleu. Ce lac, de par sa beauté et la particularité des richesses qu'il renferme et parce qu'il est classé réserve intégrale avec le lac Mellah dans le parc national d'El-Kala ,inscrits de ce fait dans la liste des sites de la convention Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau, mérite qu'on se penche sur ses différents aspects et qu'on les étudie afin de mieux le protéger. (**Anonyme, 2004**).

La motivation scientifique de notre recherche découle du peu des travaux portant sur les communautés phytoplanctoniques du lac Bleu. La connaissance de la communauté phytoplanctonique du lac Bleu constitue un reflet des conditions écologiques précises et particulières elle représente sans doute l'un des éléments fondamentaux dont dépend étroitement le fonctionnement et le maintien de l'équilibre écologique de ce type d'écosystème (**Djaaboub, 2008**).

Le but principal de ce travail est d'évaluer qualitativement et quantitativement les peuplements phytoplanctoniques existants dans cette zone, afin d'explorer leur diversité. Pour ce faire, trois parties sont développées et structurées de la manière suivante :

- ✓ Le premier chapitre, une étude bibliographique présente des généralités sur les phytoplanctons.
- ✓ Le deuxième chapitre, présente le site de l'étude, le matériel et les différentes méthodes utilisées pour étudier le phytoplancton et les mesures sur le terrain des facteurs physicochimiques de l'eau du lac.
- ✓ Le troisième chapitre, résume les résultats sous forme de graphiques et de tableaux pour les analyses physico-chimiques et la diversité de la population de phytoplancton, accompagnés de discussions, et se conclut par une conclusion qui résume les résultats les plus importants obtenus.

Partie 01 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les phytoplanctons

1. Généralités sur les phytoplanctons

Le phytoplancton (du grec *python* ou plante et *planktos* ou errant) est constitué par l'ensemble du plancton végétal (**Groga, 2012**), c'est-à-dire des microorganismes photosynthétiques caractérisés principalement par l'absence de racines et de feuilles (**Becerrac, 2009**). Elles sont distribuées dans les mers, les océans, les eaux douces et les eaux saumâtres, sous forme d'un revêtement gluant sur les structures immergées. Ce sont définies comme des organismes unicellulaires ou pluricellulaires soit des Eucaryotes ou des Procaryotes (**Sialve et Steyer, 2013**) qui sont libres, passifs et en suspension dans la colonne d'eau. Il s'agit de cellules, colonies ou filaments qui ne peuvent nager et dont les mouvements dépendent de ceux de l'environnement aquatique et/ou qui sont motiles (flagellés ou ciliés) mais dont les déplacements sont restreints (**Groga, 2012**).

Le micro algues, ou phytoplancton, ont généralement d'une taille de l'ordre du micron (**Diadiè, 2009**), possédant de la chlorophylle ainsi que d'autres pigments (**Becerrac, 2009**) leur métabolisme est dominé par le mode de vie autotrophe basé sur la photosynthèse, qui est la source principale voir unique de leur énergie (**Dauta et Feuillade, 1995**), leur mécanisme photosynthétique est similaire à celui des plantes terrestres (**Sadi, 2012**), Certaines espèces «principalement les Dinoflagellés» peuvent temporairement être hétérotrophes, don cils sont qualifiés de « mixotrophes » (**Stickney et al., 2000**).

Il existe environ 4000 espèces phytoplanctoniques au niveau mondial : certaines d'entre elles (environ 250) peuvent proliférer de façon importante en formant des eaux rouges, brunes ou vertes, d'autres espèces (environ 70) sont toxiques, mais la plupart d'entre elles sont totalement inoffensives. (**Berrabah et Tebrour, 2016**). Si les organismes phytoplanctoniques représentent seulement 1% de la biomasse des organismes photosynthétiques sur Terre, ils assurent 45% de la production primaire (**Chisholm, 1995 ; Behrenfeld et al., 2001**). Ils sont ainsi à la base de la chaîne trophique pélagique et sont donc responsables d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques (**Azam et Malfatti, 2007**).

2. La morphologie

Les phytoplanctons regroupent deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytologique essentiellement par la présence (eucaryotes) ou non (procaryotes) d'un noyau cellulaire (ADN confiné dans une enveloppe nucléaire) (**Prescott et al., 2003**).

2.1. Les eucaryotes

Les phytoplanctons eucaryotes est un organisme photosynthétique unicellulaire délimité par une membrane plasmique, qui contient au sein de son cytoplasme de nombreux organites nécessaires à son fonctionnement et à son métabolisme : proie cellulaire, chloroplastes, mitochondries, cytoplasme, et son noyau entouré de son enveloppe (**Richmond, 2004**).

2.2. Les procaryotes

Les phytoplanctons procaryotes sont caractérisés par l'absence de noyau individualisé, pas de membrane nucléaire ni de nucléoles, pas de la chromatine qui représentent comme chez les bactéries, un appareil nucléaire très simples. Absence de plastes, de mitochondries, d'appareil de Golgi, de vacuoles (**Gregory, 1985**). Certaines Cyanobactéries possèdent des vacuoles gazeuses constituées de vésicules gazeuses, les pigments ne sont pas portés par des plastes mais sont diffus dans le cytoplasme et donnent aux cellules une coloration homogène (**Barsanti et Gualtieri, 2014**).

3. La reproduction

Les microorganismes phytoplanctoniques ont une capacité à se reproduire rapidement et leur cycle de vie est court (**Abdennadher, 2014**).

3.1. Reproduction asexuée

Elle peut être de 3 types :

- **Fragmentation** : le thalle se sépare en deux parties qui redonneront chacune un nouveau thalle.
- **Sporulation** : des spores peuvent être formées dans les cellules végétatives ordinaires ou dans des structures spécialisées appelées sporanges.
- **Scission binaire** : division du noyau puis du cytoplasme (**Cavalla, 2000**).

3.2. Reproduction sexuée

Dans la reproduction sexuée, il y a fusion de gamètes mâle et femelle pour produire un zygote diploïde. Des œufs se forment dans les cellules réceptrices identiques aux cellules

somatiques (*Spirogyra*) ou dans des cellules végétatives femelles peu modifiées nommées oogones (*Fucus*). Les spores sont produits dans des structures mâles spécialisées appelées anthéridies (**Cavalla, 2000**).

4. La Nutrition

Tout comme les plantes supérieures, les phytoplanctons ont besoin de certains nutriments essentiels pour leur métabolisme (**Sirois, 2013**). Plusieurs espèces de microalgues sont capables de passer d'une croissance photo autotrophe ou une croissance hétérotrophe certaines algues peuvent également se développer par monotropie en combinant les deux modes (**Baya, 2012**).

Pour des algues autotrophes, la photosynthèse est une clé component de leur survie, par lequel ils convertissent la radiation solaire et le CO₂ absorbé par chloroplastes en chaînes carbonées et O₂, la monnaie d'énergie utilisable au niveau cellulaire, qui est alors utilisé dans la respiration pour produire l'énergie de supporter la croissance. (**Dragone et al., 2010**).

Tableau 01 : Les modes de nutritons des micros algues (**Becerrac, 2009**).

Micro algue	Source de carbone		Source d'énergie	
	CO ₂	Composés organique	Lumière	Oxydation des composés organique et inorganiques
Phototrophe	✓		✓	
Photo hétérotrophe		✓	✓	
Chimio autotrophe	✓			✓
Chimio hétérotrophe		✓		✓

5. Distribution et écologie

Les organismes qui constituent le phytoplancton est d'une extrême plasticité écologique. Ces espèces très ubiquistes colonisent les biotopes terrestres et aquatiques (**Fogg et al., 1973**), et se retrouvent dans l'eau douce, saumâtre ou salée. Certaines espèces vivent en association avec des animaux comme des protozoaires, des éponges ou des ascidies (endozoïques), ou avec des végétaux comme des fougères aquatiques ou des angiospermes (endophytiques) (**Couté et Bernard, 2001**). Elles peuvent encore vivre en

symbiose avec des champignons et des algues vertes comme dans le cas des lichens. Elles peuvent être planctoniques, vivant dans la colonne d'eau, ou benthiques, fixées ou très proches des divers substrats (roches, coraux, algues, animaux) et se développent même à l'intérieur des sédiments (Mur et al., 1999 ; Couté et Bernard, 2001), et sont incapables de s'opposer à la force d'entraînement des courants. Il se développe mieux dans les eaux plutôt calmes et riches en sels nutritifs: rivières, estuaires, marais, Comme tous les êtres vivants, les microalgues se développent dans les milieux où elles trouvent ce dont elles ont besoin pour vivre (Hensen, 1887).

Au sein de la masse d'eau, les communautés planctoniques sont organisées verticalement en fonction de leur capacité à obtenir de l'énergie lumineuse pour réussir la photosynthèse. En effet, la fixation de carbone lors de la photosynthèse est dépendante de l'intensité, de la durée et de la composition spectrale du rayon d'incidence pénétrant dans l'eau et spécifiquement, de son atténuation avec la profondeur (Sandgren, 1988).

6. Systématique du phytoplancton

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

La classification du phytoplancton couramment utilisée jusqu'à présent était celle de (Bourrelly 1966, 1968, 1970) : la distinction entre les grands groupes est basée entre autres, sur la nature des chlorophylles (a, b, ou c), des autres pigments (caroténoïdes, xanthophylles) et des réserves cytoplasmiques, ainsi que sur la structure cellulaire (Asconit, 2015). Actuellement, la phylogénie est en pleine évolution, grâce notamment aux avancées technologiques en biologie moléculaire (Iglesias-Rodriguez et al., 2006 ; Not et al., 2007 ; Saez et al., 2008).

En effet, Le phytoplancton est un groupe hétérogène d'organismes, divisés en:

6.1. Cyanobactéries

Les cyanobactéries se distinguent des organismes procaryotes autotrophes par la présence de chlorophylle *a* et de pigments accessoires, (phycoyanine, phycoérythrine, caroténoïdes) (Ganf et al., 1991; Schagerl et Donabaum, 2003 ; Colyer et al., 2005), elles

sont donc de couleur bleuâtre où leur nom ancien algues bleues ou Cyanophycées. Elles abondent dans les eaux thermales, dans les eaux douces, estuariennes et saumâtres ainsi que dans la mer. Certaines cyanobactéries possèdent des vacuoles gazeuses qui leur permettent de réguler leur position dans la colonne d'eau et de se maintenir à une profondeur où la température, la lumière et les éléments nutritifs sont favorables à leur développement (**Groga, 2012**).

Les cyanobactéries sont dépourvues de flagelles et leur appareil végétatif peut être unicellulaire, colonial ou filamenteux, les réserves sont constituées par du glycogène, de la cyanophycine et des gouttelettes lipidiques, la multiplication s'effectue principalement par division cellulaire et par fragmentation chez les formes filamenteuses (**De Reviere, 2003**).

6.2. Chrysophytes

Les chromophytes sont caractérisées par des chromatophores bruns, jaunes ou vert-jaunâtres. Elles ne possèdent jamais d'amidon et ne se colorent pas au contact de l'iode leurs réserves sont constituées de chrysolaminarine ou de laminarine (**Amri, 2008**). Forment un vaste groupe d'environ 17000 espèces, Il existe de nombreuses formes flagellées possédant pour la plupart deux fouets inégaux. La propriété particulière est que la membrane cellulosique est fortement imprégnée, de silice (**Sahe, 2014**).

On distingue 4 classes : les Chrysophycées, les Xanthophycées, les Bacillariophycées ou Diatomée et les Phéophycées (**Bourrelly, 1970**).

6.2.1. Les chrysophycées

Sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique. Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes (β -carotène) masquant la couleur due aux chlorophylles *a* etc. (**Wetzel et al., 2001**). La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie, c'est à dire qu'elles sont capables d'autotrophie et d'hétérotrophie. (**Groga, 2012**). Le nombre de flagelles est variable, la plupart des cellules sont uniflagellées mais d'autres possèdent deux flagelles généralement de même taille, beaucoup des espèces appartenant à cette classe n'ont pas de paroi cellulaire mais sont juste entourées d'une membrane cytoplasmique. La multiplication se fait par fission binaire ou par zoosporulation, Les phénomènes sexuels rarement signalés (**Wetzel et al., 2001**).

6.2.2. Les xanthophycées

Regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces dulçaquicoles, elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou de filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes (β -carotène) que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte (Ettl, 1978), les pigments bruns étant absents, Leur teinte est souvent très proche de celle des Chlorophytes mais l'absence d'amidon permet de séparer facilement ces deux groupes. Les cellules mobiles possèdent deux flagelles de taille différente. La paroi cellulaire est souvent absente et quand elle est présente, elle contient une grande quantité de pectine et peut être siliceuse chez plusieurs espèces. Les xanthophycées se divisent essentiellement par fission binaire mais peuvent également former des zoospores. La reproduction sexuée, quand elle a lieu, est le plus souvent isogame (Ott et Oldham-Ott, 2003).

6.2.3. Diatomophycées

Les Diatoméesou Bacillariophycées sont des algues unicellulaires ou coloniales, quelquefois filamenteuses, à plastes bruns ou jaunes contenant de la chlorophylle a et c du β Carotène et plusieurs xanthophylles, engloberaient plus de 100 000 espèces et on estime que seulement près de 15 000 ont été identifiées à ce jour. C'est un des groupes les plus importants du phytoplancton même si beaucoup d'espèces sont sessiles ou associées aux substrats littoraux, leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse appelée frustule (Germain, 1981) La reproduction végétative par division cellulaire est le mode le plus commun de multiplication (Canter-Lund et Lund, 1995).

6.2.4. Les Phéophycées

Sont des algues brunes toujours filamenteuses ou thalloïdes, jamais unicellulaires, elles sont surtout marines et ne sont représentées en eaux douces que par cinq genres et cinq à six espèces fortes rares. Elles possèdent des plastes bruns contenant des chlorophylles a et c, du β carotène et des xanthophylles (surtout de la fucoxanthine et de la diatoxanthine). Elles ne produisent jamais d'amidon et les matières de réserve consistent en laminarine et en mannitol. La reproduction se fait par des zoosporocystes uni ou pluriloculaires. Les Phéophycées n'ont pas été signalées jusqu'à présent dans les eaux soudaniennes (Bourrelly, 1972).

6.3. Chlorophytes

Sont comme tous les groupes suivants des eucaryotes à noyau bien individualisé ; la plupart vivent en eau douce ; on les appelle aussi des algues vertes. Elles contiennent de la chlorophylle a et b associée à β carotène et des xanthophylles identiques aux celles des plantes supérieures. Les réserves sont constituées d'amidon intraplastidial colorable en bleu par la solution iodo-iodurée. Les formes nageuses possèdent en générale deux à quatre flagelles de même taille. Les Chlorophytes qui regroupent environ six cents genres et plus de huit mille espèces dont les quatre cinquièmes environ vivent en eau douce, sont bien représentées dans les eaux soudanaises (**Saheb, 2014**).

Cet embranchement comporte quatre classes : Les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées (**Bourrelly, 1972**).

6.4. Pyrrophytes

Ont des plastes bruns, plus rarement rouges ou bleu-vert contenant des chlorophylles a et c, du β carotène et parfois des biliprotéines. Les formes unicellulaires biflagellées sont très nombreuses. Les réserves sont constituées par de l'amidon extraplastidial (**Bourrelly, 1972**). On distingue deux classes :

6.4.1 Les Cryptophycées

C'est des phytoplanctons unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvus de paroi cellulaire. En effet, l'enveloppe qui les entoure est appelée périplaste, composé de deux couches distinctes, le périplaste interne (succession de plaques protéiques) et le périplaste externe (membrane protéique unique) qui entourent la membrane plasmique. Les cellules sont aplaties dorso-ventralement et sont pourvues d'une invagination antérieure qui porte les deux flagelles. Les cellules contiennent des pigments de phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par division binaire (**Groga, 2012**).

6.4.2. Les Dinophycées

Formés de 300 espèces, sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles. Une ceinture transversale, cingulum, en cercle la cellule et la divise en un épithèque et une hypothèque alors qu'une invagination longitudinale, sulcus, définit la face

ventrale de la cellule. Ils possèdent des plaques de cellulose sur la partie externe de la membrane qui permet leurs classifications en fonction de l'arrangement de ces plaques. Des pores apicaux, des extensions de plaques et des épines peuvent aussi apparaître chez certaines espèces. La chlorophylle a et c sont deux pigments majeurs au niveau des cellules de dinoflagellés. Les caroténoïdes sont responsable de la couleur dorée bien que les cellules puissent apparaître jaunâtre voire marron. La reproduction sexuée est temporaire, la reproduction asexuée par la formation d'aplanospores (spores non flagellés) prédomine (Groga, 2012).

6.5. Euglénophytes

Sont des algues unicellulaires et flagellées, le plus souvent mobiles, avec des plastes verts contenant de la chlorophylle a et b associée à du β carotène et des xanthophylles. Certaines espèces emmagasinent de l'hématochrome (astaxanthine) et prennent une teinte rouge qui masque la teinte verte des plastes. Les réserves sont constituées de grains de paramylon, substance non colorable par la solution iodo-iodurée de lugol, mais présentant en lumière polarisée le phénomène de la croix noire tout comme l'amidon véritable. Ce paramylon est extraplastidial. Les euglénophytes sont présentes dans les eaux soudaniennes plus Particulièrement dans les milieux riches en substances organique (Kafi, 2017).

7. Les facteurs de croissances du phytoplancton

La dynamique des populations phytoplanctoniques est influencée par de nombreux facteurs environnementaux, qui agissent sur les populations et par conséquent sur la dynamique des espèces (Hutchinson, 1957). On appelle facteurs écologiques tout élément susceptible d'agir sur les êtres vivants, au moins durant une partie de leur développement (Leveque, 2001). On distingue classiquement les facteurs biotique et les facteurs abiotique.

7.1. Factures abiotiques

Les populations phytoplanctoniques varient avec les saisons et dépendent de facteurs à la fois physiques et chimiques. La dynamique d'un écosystème, en fonction de sa localisation géographique est ainsi sous le contrôle de plusieurs paramètres abiotiques en interaction à la fois du climat et des conditions lithologiques (Findley et Klinch, 1994).

7.1.1. Le climat

C'est le principal facteur de répartition et de dynamique des écosystèmes, il s'avère que l'altération des caractères physico-chimiques de l'eau est doublée par une variabilité des conditions météorologiques (**Chaocacha et al., 2002**) et indiquent une diminution de la productivité du phytoplancton et des modifications dans sa composition (**Lindsey et Scott, 2010**).

7.1.1.1. La température

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

7.1.1.2. La précipitation

Les précipitations d'une région sont liées au climat. Les précipitations varient dans le temps et dans l'espace. Des régions sont plus arrosées que d'autres et des mois qui sont plus pluvieux que d'autres (**Belarbi, 2010**).

Le débit ou le régime d'un cours d'eau n'est pas constant au cours du temps. En réalité il est d'abord influencé par les précipitations que reçoit son bassin versant et ces précipitations seront d'abord en fonction du climat qui règne sur le bassin (**Hamzaoui, 2015**).

7.1.1.3. Le vent

Il joue un rôle 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**).

7.1.1.4. La lumière

La lumière est un facteur de très grande importance pour le phytoplancton, du fait qu'elle intervient dans la photosynthèse. Le phytoplancton requiert un éclairage minimal pour accomplir la photosynthèse, cette dernière est inhibée à des intensités d'éclairage trop élevés (**Gayral, 1975**).

Le phytoplancton a développé des stratégies photo-adaptatives pour faire face aux variations de l'éclairement telles que :

- Le phytoplancton exposé à des périodes de faible intensité lumineuse augmente la concentration en chlorophylle (**Gailhard, 2003**).
- Le phytoplancton subit dans la journée des migrations verticales au cours desquelles, il s'enfonce pendant les heures de fort éclairement et remonte plus près de la surface au fur et à mesure de la décroissance du jour (**Gayral, 1975**).

7.1.1.5. Le gaz carbonique

Le gaz carbonique Dissous dans l'eau, il entre dans le processus de la photosynthèse. Le CO₂ vient des échanges gazeux (CO₂– O₂) avec l'atmosphère et il est présent partout (**Mollo et Noury, 2013**). La consommation de CO₂ par les phytoplanctons au cours de la photosynthèse va principalement se traduire par une augmentation du pH, Cette augmentation de pH du fait de la mobilisation du CO₂ par l'activité photosynthétique peut induire à l'ionisation de certains ions (**Dabbadie, 1992**).

7.1.2. Nature géologique du bassin versant

Les bassins versants constituent un système dynamique d'érosion, de transport et de sédimentation. C'est un système ouvert qui est le siège d'entrée et de sortie et transfert et des flux de matières et d'énergie (**Leveque, 2001**). Il est donc évident pour cet auteur que les facteurs géolithologiques, la nature des terrains traversés, la couverture végétale, les activités anthropiques ainsi que la profondeur, la morphométrie de la cuvette et la stratification thermique exercent une influence importante sur la composition de la communauté phytoplanctonique en imposant la qualité physico-chimique de l'eau.

7.1.3. Les nutriments

7.1.3.1. Les macroéléments

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

- **Le phosphore** : Est un élément constitutif nécessaire à la matière vivante. Il rentre en particulier dans la composition de l'ATP, des acides nucléiques et des lipides phosphorés, donc le phytoplancton devra trouver une source de phosphate dans son milieu (**Bougis, 1974**). De ce fait, sa croissance est proportionnelle à la quantité de

phosphate. Le phytoplancton utilise le phosphate sous la forme d'ortho-phosphates; quelques-uns peuvent assimiler le phosphore organique (**Gayral, 1975**).

- **L'azote** : Est un élément qui rentre le cycle métabolique (**Ba, 2006**). Le phytoplancton devra trouver une source d'azote, sa croissance est proportionnelle à la quantité d'azote dans le milieu (**Bougis, 1974**).

7.1.3.2. Les oligoéléments

Les oligoéléments tels que le soufre et le chlore, ne sont jamais ou rarement liés à une limitation de la croissance du phytoplancton (**Moss, 1980**). Cependant le fer et le zinc pourraient être, à l'origine de la synthèse des toxines chez les Cyanobactéries (**Lukc et Aegerter, 1993**).

7.2. Les facteurs biotiques

Appelés aussi dépendants de la densité, correspondent à l'ensemble des interactions entre individus (prédation, compétition, mutualisme) (**Leveque, 2001**).

7.2.1. Les facteurs intra spécifiques : qui regroupe les interactions se déroulant à l'intérieure d'une même espèce.

7.2.2. Les facteurs inter spécifiques : qui concernent les interactions entre populations d'espèces différentes.

8. Le cycle annuel du phytoplancton

D'une manière générale, les principales étapes du cycle annuel phytoplanctoniques, correspondent aux rythmes saisonniers. La saison hivernale peut être prise comme point de départ. A ce moment, le phytoplancton est dans une phase pauvre en espèces et en individus sont relativement peu nombreux. D'autre part, le phytoplancton et zooplancton apparaissent en état d'équilibre, la production végétale commence à peine durant cette saison, les eaux s'enrichissent en éléments nutritifs soit par apports fluviaux, soit par minéralisation de détritiques organiques d'origines diverses (**Bougis, 1974**).

Dès le début de l'hivernale on peut assister à une augmentation significative du phytoplancton, d'abord par un accroissement du nombre des espèces comme des individus. Les fortes teneurs en sels nutritifs (azotés, phosphorés, etc.) à cette époque, ainsi que l'accroissement des températures et celui concomitant des salinités, l'ensoleillement progressif, créent une situation favorable pour induire ce développement phytoplanctonique. Il se continue ensuite durant tout le printemps jusqu'à atteindre le maximum annuel mais

avec quelques espèces, parfois une ou deux, dotées d'un taux de multiplication élevé (**Bougis, 1974**).

En été la production phytoplanctonique régresse, soit parce que le milieu est en développement consécutif du zooplancton herbivore arrive à son point culminant et contrôle la production végétale, soit due à l'état physiologique des espèces dominantes de la phase précédente. On constate donc en automne une nouvelle poussée de la microflore planctonique qui utilise pour son développement le matériel remis en circuit, à un moment où les conditions générales du milieu sont redevenues favorables (**Bougis, 1974**).

En effet, le phytoplancton a une grande variabilité saisonnière, leur développement est enregistré au printemps et à l'automne, lorsque les conditions sont optimales. Actuellement, ce rythme annuel est interrompu en raison de l'évolution du milieu récepteur par l'excès d'apports en nutriments et le réchauffement climatique (**Cadier, 2016**).

9. L'importance du phytoplancton

9.1. Intérêt écologique

Parmi les êtres vivants sur notre planète, un grand nombre passe totalement inaperçu : c'est le cas des microalgues, encore appelées "phytoplancton". Elles sont intégrées au monde végétal aquatique du fait de leur parenté avec les grandes algues (**Mollo et Noury, 2013**).

Environ 6 000 espèces de microalgues sont identifiées dans le milieu marin, et plus de 14 000 en eau douce. Si la taille réduite des microalgues ne permet leur observation qu'au microscope, leur présence en grand nombre est parfois détectable par la couleur de l'eau : verte, brune, rouge... En effet, chaque cellule contient des pigments dont la fonction est d'assurer la photosynthèse, laquelle fournit de 60 à 80 % de l'oxygène atmosphérique (**Mollo et Noury, 2013**). Cette oxygène aquatique libéré dans l'air a permis la formation de la couche d'ozone (qui comporte trois atomes d'oxygène) de la haute atmosphère par la capacité de synthétiser des hydrates de carbone et de l'oxygène, à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et de l'énergie lumineuse (**Stumm et Morgan, 1996**).

Lors de la photosynthèse, le phytoplancton est capable de fixer en milieu marin entre 20.10⁹ et 55.10⁹ tonnes de carbone (**Mann et Lazier, 1966**). Le phytoplancton constitue la base de l'alimentation chez les herbivores aquatiques, et c'est pourquoi la

biodiversité des populations phytoplanctoniques est un facteur important. Le rythme de développement des populations microalgales conditionne ainsi le rythme de vie de leurs consommateurs (consommateurs primaires) et ceux-ci régulent à leur tour celui des carnivores qui les consomment (consommateurs secondaires). Le phytoplancton est donc la base de l'édifice que constitue l'ensemble des organismes aquatiques (**Mollo et Noury, 2013**).

9.2. Intérêt économique et industrielle

Le phytoplancton représente un compartiment remarquable par le rôle qu'il joue, non seulement dans le milieu aquatique, mais aussi dans tous les domaines de notre vie : qualité d'environnement (oxygène), alimentation (poissons et fruits de mer), bien-être (santé, beauté) et ressource industrielle (**Mollo et Noury, 2013**).

La production des microalgues et cyanobactéries est en forte augmentation à travers le monde, elle est passée de 5.000 tonnes par an à plus de 10.000 en l'espace de 5 ans. Les cultures à grande échelle de biomasse riches en protéines, en vitamines, sels minéraux, pigments, antioxydants, acides gras polyinsaturés à longue chaîne, ... etc. sont principalement dédiées à l'industrie cosmétique et des compléments alimentaires.

La spiruline (*Arthrospira platensis*), famille d'Oscillatoriaceae et ordre de Nostocales, les espèces de type *Chlorella*, famille de Chlorellaceae, ordre de Chlorellales, sont les principales espèces cultivées dans ce but, d'autres espèces sont cultivées en aquacultures pour produire du zooplancton, nourrir les larves de poissons, des bivalves, ... etc. (**Cadore et Bernard, 2008**).

On utilise de plus en plus le phytoplancton marin pour l'industriel des crevettes, des mollusques et d'autres fruits de mer, on peut cultiver des algues dans des fermes aquatiques pour la production de produits utilisés dans l'alimentation et l'industrie. Ces deux formes d'utilisation des algues sont des exemples de mariculture, ou culture d'organismes marins dans leur environnement naturel ; elles sont comparables aux systèmes terrestres d'agriculture (**Raven et al., 2003**).

Les algues microscopiques jouent un rôle important dans de nombreux domaines : elles sont utilisées en agriculture comme engrais biologique pour la fertilisation des sols pauvres, en particulier les sols sahariens squelettiques dont la structure est amoindrie par l'abondance des ions sodium dans l'eau d'irrigation, ce qui engendre des conditions

asphyxiantes très défavorables. Ainsi, l'apport d'algues microscopiques riches en azote à ce type de sol, peut corriger l'insuffisance en matière organique. Par ailleurs, ces mêmes algues représentent une source potentielle de protéines alimentaires non négligeable (50 à 60 % du poids sec) pour l'homme et l'animal qu'il soit terrestre ou aquatique. Les microalgues fabriquent aussi une certaine catégorie de produits chimiques qui leurs sont propres : Agar-agar, alginates, carraghénanes et bien d'autres polysaccharides (**Chaderet Touzi , 2001**)

9.3. Indicateur de qualité biologique

Le phytoplancton, qui est donc fortement influencé par les changements environnementaux (**Padisak et al., 2006 ; Salsamo et al., 2006 ; Anneville et al., 2008**), est considéré comme étant la première communauté biologique à répondre à l'eutrophisation, spécialement dans les lacs (**Solheim et al., 2005**). Ainsi, ce compartiment biologique a été proposé puis imposé par la DCE (directive cadre de l'eau ; directive européenne du 23 décembre 2000) comme élément de qualité biologique pour les lacs et est identifié aujourd'hui comme un bio-indicateur potentiel puisque répondant aux changements trophiques des masses d'eau. Trois paramètres relatifs au phytoplancton peuvent être utilisés pour l'évaluation de l'état écologique des lacs et la définition des statuts « très bon », « bon » et « moyen ». Il s'agit de :

- a) l'abondance et la composition phytoplanctonique
- b) la biomasse phytoplanctonique (via les estimations de la concentration de chlorophylle *a* et du biovolume moyen)
- c) l'intensité et la fréquence des blooms planctoniques.

10. Effets nuisibles du phytoplancton

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

10.1. L'eutrophisation

Les phytoplanctons sont un indicateur de la mauvaise qualité de l'eau, leur développement excessif conduirait à l'eutrophisation du milieu qui se traduit par une efflorescence, cette dernière résulte d'un déséquilibre entre l'azote et le phosphate (**Graziano et al., 1996 ; Dufour et Berland, 1999**). L'origine de ces sels nutritifs est divers, le nitrate serait l'issu du lessivage des engrais chimiques par contre le rejet urbain apporterait le phosphate et l'azote ammoniacal (**Barnabé et Barnabé-Guet, 1997**).

La prolifération des phytoplanctons rendent l'eau invivable pour les autres espèces s'y multipliant massivement, elles absorbent les excès de nutriments minéraux et métalliques, jouant comme à leur origine, leur rôle d'épurateur, mais, simultanément, elles peuvent provoquer un déséquilibre du milieu (**Mollo et Noury, 2013**).

Une telle prolifération d'une sorte de microalgues porte le nom d'efflorescence ou de bloom et change souvent visuellement l'aspect de l'eau : eaux colorées ou mousses en surface. À l'échelle visible, ce phénomène est comparable à celui des algues vertes qui envahissent les plages. En cas d'efflorescence, une espèce de phytoplancton se multiplie tellement qu'elle finit par occuper tout l'espace, Sa densité rend l'eau opaque et asphyxie le milieu. C'est ce qu'on appelle l'eutrophisation de l'eau (**Mollo et Noury, 2013**).

10.2. La toxicité

Les phytoplanctons toxiques Ce sont des micros algues produisant des toxines qui présentent un danger pour la faune ou pour l'homme. C'est un problème mondial, affectant les écosystèmes d'eau douce et d'eau de mer (**Annie, 2016**). Certaines espèces phytoplanctoniques produisent des substances toxiques appelées phycotoxines étymologiquement toxines algales.

- Une première catégorie concerne la production des toxines libérées dans l'eau (exotoxines), agissant directement sur la faune et la flore et pouvant provoquer des mortalités massives parmi les organismes fixés ou peu mobiles, elles sont appelées ichtyotoxines quand elles causent des mortalités de poissons.
- Une deuxième catégorie recouvre la production de toxines à l'intérieur des cellules de phytoplancton (endotoxines), les organismes marins qui les ingèrent par exemple les mollusques, bivalves, dont la nourriture inclut une forte proportion de

phytoplancton sont alors susceptibles d'intoxiquer les consommateurs de ces organismes.

- Une troisième catégorie concerne des espèces phytoplanctoniques qui émettent des toxines sous forme d'aérosols, potentiellement dangereux pour les promeneurs et baigneurs par leurs effets irritants.
- Un autre type de nuisance est la production de mousses ou de mucus, pouvant conduire dans les cas extrêmes à des mortalités parfois importantes de poissons ou autres organismes marins.

Toutefois, seule une petite proportion des espèces phytoplanctoniques est dangereuse pour la santé humaine ou pour d'autres espèces (**Catherine et Dominique, 2018**).

Partie 02 : Matériel et Méthodes

Chapitre II : Description du site d'étude

1. Présentation du Parc National d'El-Kala (PNEK)

1.1 Historique et législations

La région d'El- Kala se caractérise par l'importance de la diversité des milieux naturels qu'elle englobe, dont les plus représentatifs se répartissent autour de la ville d'El-Kala. La raison essentielle de la création du parc est la préservation d'une partie du territoire national grâce à une législation adéquate, dans le but de conserver les richesses biologiques et culturelles.

Le projet de création du Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) remonte, déjà quand J.P.THOMAS, en réalisant des études écologiques dans la région de l'extrême Nord-est du pays, s'est rendu compte de sa grande valeur sur le plan des sites naturels qui sont riches et diversifiés ; cette région donc méritait d'être aménagée et protégée d'une manière efficace.

Ce n'est qu'en 1983, grâce à la prise de conscience quant à l'importance vouée à la protection et la préservation des richesses naturelles d'intérêt écologique indéniable, qu'on a été amené à l'institutionnalisation de ce parc 78.438 ha par décret n° 83 462 du 23 juillet 1983.

Le P.N.E.K est un véritable laboratoire naturel qui constitue une opportunité aubaine pour toute recherche scientifique, de ce fait, il reste un joyau à protéger.il tient sa notoriété du fait qu'il constitue un des jalons d'une chaine de zones humides protégées en Algérie. Deux de ses lacs (Oubeira et Tonga) réserves intégrales ont été classés en 1982, sites de la convention Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau. Deux autres lacs, le lac Mellah et le Lac Bleu ont été classés à leur tour en 2004 réserve intégrale du Parc National d'El-Kala, cette réserve intégrale est inscrite dans la liste des sites de la Convention Ramsar (**Anonyme, 2004**).

Pour toutes ses richesses le P.N.E.K. a été érigé réserve de la biosphère par le programme MAB de l'UNESCO en 1992.

1.2 Localisation géographique

Le P.N.E.K (Fig. 01) est entièrement localisé dans la wilaya d'El-Tarf. Ses limites sont les suivantes :

- A l'Est, la frontière Algéro -Tunisienne.
- Au Nord, la mer Méditerranée du cap Rosa au cap Segleb.
- A l'Ouest, les plaines d'Annaba.
- Au Sud, les monts de la Medjerda (**Djaaboub, 2008**).

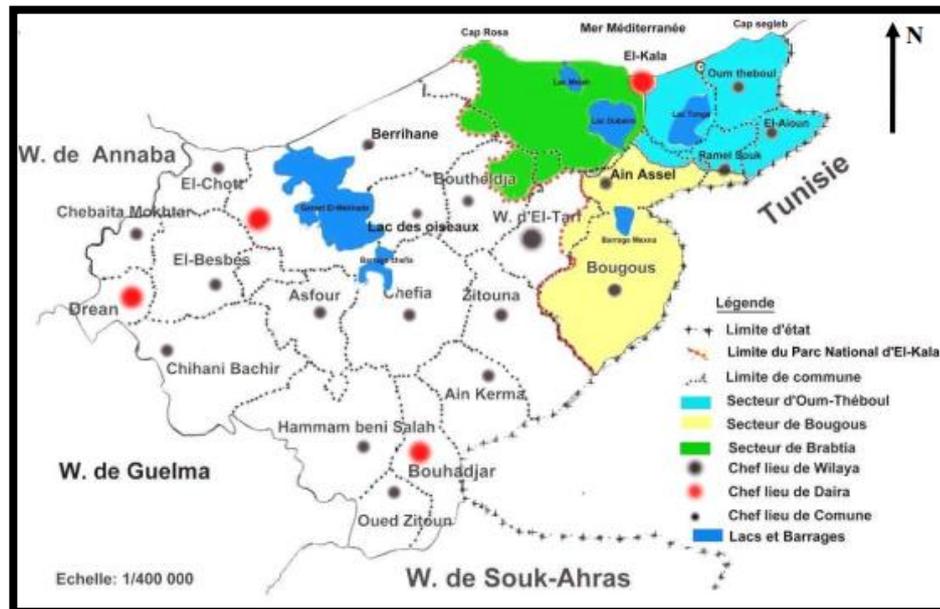


Figure 01 : La localisation du P.N.E.K (Djaaboub, 2008).

1.3 Géologie et géomorphologie

De par la stratigraphie générale, le PNEK, présente des terrains d'origines Secondaire, Tertiaire et Quaternaire (**Marre, 1987**).

Une simplicité orographique et de faibles variations altitudinales caractérisent la région du P.N.E.K. (**Kadid, 1989**). Du Nord au Sud on distingue : Le cordon dunaire littoral qui est formé, essentiellement, des sable quaternaire. L'altitude varie entre 1 et 170 m. Les plaines sublittoral présentent un relief plat et ondulé marqué, surtout, par les dépressions lacustres et marécageuses (Oubeira et Tonga). L'altitude ne dépasse pas 600 m. La zone montagneuse méridionale où culminent les djebels Rahma (1.200 m) et Ghorra (1.202 m).

1.4 Hydrographie

En plus de l'importante réserve hydrique des trois grands lacs que sont le Tonga, l'Oubeira et le Mellah, le réseau hydrographique du P.N.E.K est composé de 14 Oueds dont, principalement, Oued El-Kebir, Oued Bougous et Oued El-Hout (Tab. 02) et d'une quarantaine de sources parmi lesquelles nous citons : Bougous, Bouredim et El-Bhai

Tableau 02 : Les principaux cours d'eau du P.N.E.K.

Court d'eau	Longueur (Km)	Exutoire
El-Kbir	35	Mafrag
Bougous	24	Mexa
El-Hout	14	Tonga
El-Areug	10	Tonga
Messida	10	Oubeira, El-Kebir
Oued Reguibet	8	Mellah
Oued Mellah	7	Mellah
Dar El-Graa	5	Oubeira
El-Aroug	5	Mellah
Bouredim	5	Bouredim
Sbaa	4	Oued El-Kebir
Oued Nhal	3.5	Plage cap Rosa
Boumerchen	2	Oubeira
Demat Rihane	1.5	Oubeira

1.5 Aperçu climatique

La région d'El-Kala est caractérisée par un climat méditerranéen marqué par une sécheresse estivale et une saison humide hivernale (**Emberger, 1971**).

1.5.1 La température

Ce paramètre est fonction de l'altitude, de la distance à la mer, et de la position topographique (**Toubal, 1986**). D'une manière générale, la température situe la région d'El-Kala dans le méditerranéen chaud. Elle est caractérisée par une température moyenne annuelle de 18,08 C°. Les mois les plus froids sont janvier et février (13° C en moyenne), alors que juillet et août sont les plus chauds (26°C en moyenne). Ceci est lié généralement au sirocco (**De Belair, 1990**). Les températures les plus douces sont observées en octobre, novembre, avril et mai.

1.5.2 Les vents

Ils jouent un rôle important et sont souvent liés aux pluies d'équinoxes qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique. D'une manière générale la période hivernale se caractérise par des régimes de Nord et de Nord-Ouest forts à modérés. En revanche la période estivale se caractérise par des vents de Nord-est et Sud ou Sud-est chauds, surtout le sirocco dont le maximum de fréquence se manifeste au mois d'août, où ses effets sont des plus désastreux, particulièrement sur la végétation (**Brahmia, 2002**).

1.5.3 La pluviosité

La région d'El-Kala compte parmi les zones les plus arrosées d'Afrique du Nord (1300mm/an).

La pluviosité présentant un régime typiquement méditerranéen est caractérisée par une grande variabilité mensuelle, avec une concentration de la totalité des précipitations sur quelques mois de l'année, soit 50% des précipitations enregistrées en hiver, le reste est partagé équitablement entre l'automne et le printemps. Ce phénomène est à l'origine d'une grande violence et un caractère orageux des chutes de pluies (**Brahmia, 2002**).

La pluviosité dans cette région est conditionnée par deux phénomènes météorologiques importants. D'une part, les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord Ouest qui, après avoir traversé l'Espagne et une partie de la Méditerranée Occidentale, affectent le Nord-est algérien et d'autre part les dépressions qui prennent naissance en Méditerranée Occidentale (**De Bélair, 1990**).

L'autre aspect pluviométrique du territoire du parc réside dans sa partie sud où l'altitude dépasse les 1000 mètres ce qui favorise l'interception des masses nuageuses, ce qui se traduit par des pluies orographiques donnant d'importantes lames d'eau précipitées sur sol imperméable comme à El-Ghorra où la hauteur annuelle d'eau précipitée dépasse de loin les 1000 mm (**Ceneap, 2010**).

1.5.4 L'humidité

La proximité de la mer jouant le rôle de condensateur des masses d'air tropical, et les zones humides depuis les marais de la Mekhada jusqu'au lac Tonga subissant une évaporation parfois intense du fait de l'ensoleillement, sont à l'origine d'une humidité

atmosphérique élevée, qui, durant la saison sèche favorise le maintien d'une végétation éprouvée par un important déficit hydrique (**Brahmia, 2002**).

1.6 La biodiversité

1.6.1 Richesse floristique

Le Parc National d'El Kala abrite le tiers de l'ensemble de la flore d'Algérie. (**Bentouli, 2007**), Selon **Blair (1990)**, le patrimoine végétal de la région d'El-El Kala est constitué de plus de 850 espèces qui compte 65 algues, 110 champignons, 50 lichens et 40 mousses. Elle est représentée par les deux grands groupes du règne végétal qui sont les Cryptogames et les Phanérogames. Le premier groupe est représenté par une trentaine de fougères, 98 espèces de Champignons et 114 espèces Lichéniques, le deuxième groupe est représenté par 780 espèces Soit environ 30 % des spermaphytes de l'Algérie (**Bentouli, 2007**). Cette richesse est due à la situation de la région qui constitue un carrefour biogéographique où se côtoient des espèces à affinité européenne, méditerranéenne, africaine et tropicale (**Quezel et Santas, 1962-1963**). Dans la région, 239 espèces végétales sont des espèces rares, représentent ainsi 15% des espèces rares d'Algérie (**Zéraia, 1983**).

1.6.2 Richesse faunistique

La faune du parc est assez riche et diversifiée par la présence des différents milieux offrant des conditions favorables (quiétude et alimentation) à l'installation de nombreuses espèces particulièrement l'avifaune (**Bentouli, 2007**). De Bélaire et Samraoui (1994) ont mis en évidence la présence d'un certains nombres d'espèces animales (Odonates, Coléoptère, Hémiptère et Zooplancton) également délictuelles, d'origine biogéographique divers et principalement tropicale. Ce qui fait de ces écosystèmes des sites refuges dont le pool génétique, toujours présent sur le sol maghrébin, n'a pas été encore inventorié avec toutes ses implications (**De Bélaire, 1996 in Khaled khoja, 1998**). Ajoutons à cela, la richesse ornithologique de ces milieux qui compte un grand nombre d'oiseaux inféodés aux eaux douces (marais, étangs, ..) ou saumâtres (**Khaled khoja, 1998**).

2. Présentation du Lac Bleu

2.1 Localisation géographique

Le site du Lac Bleu est situé dans une zone inter dunaire au Nord-est du lac Mellah (Fig. 02) ; selon NEFFAR1991, il s'agit d'une dépression, résultat possible d'un assèchement du grand lac Mellah. Il est délimité :

- **Au Nord** par Koudiat El Rhâr qui le sépare de la méditerranée située à plus de 500 m.
- **Au Sud** à environ 1250 m par le Douar Boû-malek.
- **Au Sud-ouest**, par la Koudiat Ain El-Roumi, le séparant du lac Mellah qui se trouve à peu près à 625m.
- **A l'Est**, par Koudiat Terch.
- **A l'Ouest**, par Koudiat El Achêch. Ses coordonnées Lambert sont : (4085W, 441N), (carte de BOUTELDJA <3-4> au 1/25.000, in NEFFAR, 1991). Ses coordonnées géographiques sont : Longitude (8°20'E), latitude (36°53'N) (**Anonyme, 2004**).

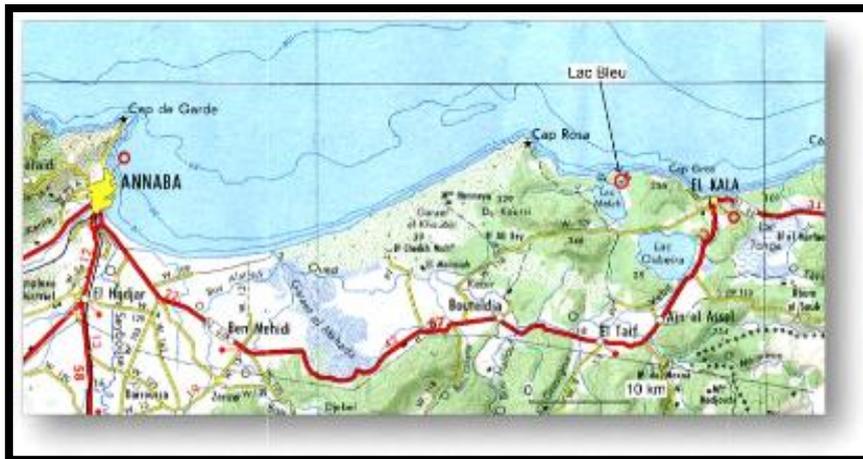


Figure 02 : Localisation du Lac Bleu. (**Anonyme, 2004**).

2.2 Description du Lac Bleu

Ce petit lac d'eau douce faisait, jusqu'à ce jour, l'objet de simples spéculations faute d'informations précises. C'est ainsi qu'agissant des a profondeur, CHERIAK (1993) parle d'une importante profondeur, tout en précisant qu'elle restreint connue, MEKKI (1998), repris par BOUKHEDCHA (1999), estime que la profondeur ne dépasserait pas les 02 mètres et que BOULAHBEL (1999) parie d'une profondeur maximale de 10 m. D'autres auteurs parlent d'un pic de profondeur qui a atteint 35 m (**Anonyme, 2005**).

De forme grossièrement ovale, ce petit étang d'eau douce se caractérise par une profondeur étonnante pour sa faible superficie de 3 ha. Cette profondeur est justement le gage de sa pérennité et a permis la mise en place d'une ceinture caractéristique de végétation.

Particulièrement enclavé, ce site peu habité il y a une vingtaine d'année, permet aujourd'hui à une quinzaine de familles de la mechta <<Gmihet>> de vivre de l'agriculture

et de l'élevage en utilisant largement son eau pour entretenir des petites exploitations agricoles.

D'une beauté étonnante par sa couleur et son emplacement dans l'écrin jaune des sables de la dune (Fig. 03), il a bénéficié en 2006, d'un statut international en étant inscrit, à la demande de l'Algérie, dans la liste des sites Ramsar du parc national d'El-Kala.



Figure 03 : Vue panoramique de Lac Bleu et Lac Mellah (1)

2.2 Diversité biologique de Lac Bleu

2.2.1 La flore

La flore du Lac Bleu est marquée par l'action de deux facteurs principaux :

- La présence de l'eau avec ses gradients classiques d'humidité par le jeu des exondations immersions.
- Les conditions xériques des substrats dunaires environnants.

Ces deux facteurs vont conditionner la présence d'un couvert végétal caractérisé par des contrastes forts des espèces qui le compose. D'un côté une végétation hydrophytes voire amphibie, avec son cortège d'hélophytes, d'hydrophytes (Sabri, 2011). De l'autre, une végétation marquée par la présence d'espèces xérophytes.

Tableau 03 : Les espèces végétales du Lac Bleu (Sabri, 2011)

Espèces		
<i>Alisma ranunculoides</i>	<i>Lavendula stoechas</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Leersia hexandra</i>	<i>Polygonum salicifolium</i>
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Lemna minor</i>	<i>Potamogeton trichoides</i>

Tableau 03 :

<i>Carex elata</i>	<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Quercus coccifera</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Lythrum meonanthum</i>	<i>Salix pedicellata</i>
<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Salix purpurea</i>
<i>Cladium mariscus</i>	<i>Lythrum tribracteatum</i>	<i>Scirpus lacustris</i>
<i>Erica arborea</i>	<i>Mentharo tundifolia</i>	<i>Thelypteris palustris</i>
<i>Galium palustris</i>	<i>Nymphaea alba</i>	<i>Thelypteris interrupta</i>
<i>Genistaticus pidata</i>	<i>Olea europaea</i>	<i>Typha angustifolia</i>
<i>Iris pseudo-acorus</i>	<i>Osmunda regalis</i>	<i>Typha latifolia</i>
<i>Juncus acutus</i>	<i>Paspalum distichum</i>	<i>Utricularia vulgaris</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>

2.3.2 La faune

2.3.2.1 L'Avifaune

Le Lac Bleu a une couverture assez importante d'hélophytes. Il constitue également un site de nidification dont l'importance augmente corrélativement avec la superficie des ceintures de végétation. D'une manière générale, l'avifaune nicheuse du Lac Bleu n'est pas importante. Nous attribuons cette pauvreté à la taille réduite du site. Cependant, les espèces présentes sont des nicheurs réguliers. Douze espèces constituent le fond de l'avifaune nicheuse de ce site. Parmi celles-ci, nous remarquons la présence d'une espèce patrimoniale, le *Fuligule nyroca*. Les sylviidés aquatiques sont présentes dès que la couverture des hélophytes est importante. Le reste des espèces est constitué des opportunistes des zones humides.

Les oiseaux non-résidents et hivernants comptent une quinzaine d'espèces. Parmi elles, la Grande Aigrette a une valeur patrimoniale. 65 espèces d'oiseaux constituent le patrimoine avifaunistique de la zone du Lac Bleu. Cette richesse est localement intéressante eu égard à la relative pauvreté en oiseaux des groupements forestiers des dunes. Le Lac Bleu constitue donc, de ce point de vue, une singularité au sein de ces groupements. Un des aspects les plus spectaculaires de cette avifaune, est l'importante population de Guépier d'Europe présente dans ce site. La plupart des espèces le fréquentent, pour la masse entomologique qui y est présente et qui constitue une provende trophique dans laquelle elles puisent sans interruption.

En effet, le Lac Bleu est une zone humide où la faune entomologique est spectaculaire. En dehors des carabidés d'eau douce, les organismes les plus visibles sont les odonates : Plusieurs d'entre-deux ont une valeur patrimoniale car ils constituent des populations délictuelles d'origine afrotropicale comme: *Acisoma panorpoides* et *Urothemis edwardsi* (Reinhard Jödicke *et al.*, 2004) et (Suhling F. et Clausnitzer V., 2008).

2.3.2.2 Les Mammifères

La présence d'eau douce et le couvert végétal présent autour du site, favorisent la fréquentation des lieux par divers mammifères. On trouve les éléments classiques de la grande faune (Tab.04) et des rongeurs et lagomorphes (Tab.05).

Tableau 04 : Liste des mammifères du Lac Bleu (Bronislaw, 1999)

Espèce	Abondance
Sanglier	Commun
Chacal	Commun
Renard	Peu Commun
Mangouste	Commun
Genette	Commun
Hérisson	Commun

Tableau 05 : Liste des rongeurs et lagomorphes du Lac Bleu (Bronislaw, 1999)

Espèces	Abondance
Rat commun	Commun
Souris de la taste	Commune
Rat rayé d'Algérie	Peu commun

Ainsi que plusieurs espèces de Chiroptères associés aux zones humides (Bronislaw, 1999) et qui trouvent dans les grottes littorales.

2.4 Caractéristiques physique

Caractéristiques physique La superficie du bassin versant du Lac Bleu est de 128 ha et son périmètre égal après de 6 km. Le ruissellement est q aussi nul mis à part l'écoulement des eaux de débordement d'un plan d'eau situé au sud-est a environ 400 m du site. C'est le seul cours d'eau connu de cette zone (Sabri, 2011).

1.4.1 Le relief et les pentes

Le plan d'eau est à l'altitude de 4 m. les reliefs passent de 80-76 m à l'est (Koudiet Er Rhar, Koudiet Terch) à des altitudes de 15-20 m au NW (El Koudiet Safra), Les pentes sont plus abruptes à l'est (Sabri, 2011).

1.4.2 L'hydrologie et L'hydrogéologie

Le réseau hydrographique est inexistant en dehors des petits talwegs qui conduisent les brefs cours d'eau temporaires. Le bassin versant est aréique. La nature du sol, essentiellement sableuse, ne favorise pas le ruissellement qui est fortement réduit au profit de l'infiltration. Les talwegs, creusé par ces eaux de ruissellement éphémères, montrent toutefois que écoulements de surface se font vers le fond de la cuvette ou se trouve le plan d'eau. Le plan d'eau du Lac Bleu correspond donc à un affleurement de la nappe des formations dunaires qui forment les reliefs recouverts de maquis de chênes kermès à l'est du lac Mellah (**Sabri, 2011**).

Chapitre III : Matériel et méthode

1. Matériel et méthodes

1.1 Matériel utilisé

Le matériel et les dispositifs de laboratoire utilisés dans notre étude sont énumérés dans le (Tab.06) ci-dessous.

Tableau 06 : Matériel utilisé dans l'étude phytoplanctonique.

Matériel de laboratoire	Matériel de terrain
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Appareil photos numérique pour la prise de vue des taxons phytoplanctoniques. ❖ Les échantillons. ❖ Eprouvette. ❖ Micropipette. ❖ Pipette graduée ❖ Tube à hémolyse. ❖ Etiquettes ❖ Lames et Lamelles. ❖ Microscope optique. ❖ Huile de cèdre. ❖ Papier aluminiums. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Appareil photos numérique. ❖ Bouteille en plastique de 1,5L. ❖ Etiquettes. ❖ Lugol.

1.2 Le choix des stations de prélèvement

Le choix de la période de prélèvement est la première étape dans l'analyse d'une communauté phytoplanctonique, Le choix des stations de prélèvement est un choix raisonné en fonction d'accessibilité des stations.

Notre étude s'est étalée dans le mois de février dans la période d'hiver , Le choix des stations de prélèvement a été fait sur la base d'un axe Est Ouest, correspondant aux sens du vent dominant, qui pourrait avoir un effet sur la dynamique saisonnière du phytoplancton.

Pour la réalisation de cette étude, nous avons choisie 02 stations de prélèvements (Fig. 04). Ces sites sont principalement été choisis par leurs facilités d'accès et leur proximité géographique, de manière à obtenir des résultats comparables tout au long du travail de mémoire.



Figure 04 : Localisation des stations de prélèvement (**Google Maps, 2020**)

1.3 Méthodes du travail

Ce travail de recherche s'est basé sur :

- ✓ La mesure des paramètres physico- chimiques (Température, pH, conductivité électrique, salinité et l'oxygène dissous) au niveau des stations de prélèvement.
- ✓ L'identification des différentes espèces du phytoplancton au niveau des stations.

L'échantillonnage des phytoplanctons se fait par les étapes suivantes :

1.3.1 Prélèvement

A chaque station, l'eau a été prélevée dans des bouteilles en plastique de 1,5 L. Les échantillons devant servir à l'évaluation de la diversité phytoplanctonique.

1.3.2 Fixation

Les échantillons ont été fixés sur le terrain immédiatement à l'aide d'une solution de Lugol. Ensuite les échantillons sont transportés au laboratoire pour être analysés. Avant leurs analyses les bouteilles sont conservées dans un milieu frais à l'abri de la lumière afin d'éviter la décoloration et la détérioration des cellules . On transfère 25 ml de l'échantillon mère fixé préalablement avec le lugol dans un tube à essai et on le laisse décanté 24 h (**Bourrelly, 1990**).

1.3.3 Enregistrement et étiquetage des échantillons

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (**Rodier et al., 1996**). Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (**Lightfoot, 2002**).

1.3.4 Transport et conservation des échantillons avant l'analyse

Les échantillons soigneusement étiquetées sont places dans une glacière contenant des poches de glace (**Rodier et al., 1996**) On conserve généralement les échantillons à une température inférieure ou égale à $+4^{\circ}\text{C}$ (**Raymond, 1977 ; Mayat, 1994**).

1.4 Les analyses physicochimiques

Les mesures *in situ* sont des analyses réalisées sur place en plongeant directement les sondes de multi paramètre utilisé dans l'eau (Fig.05). Ces paramètres Sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur place (**Rodier et al., 2009**), sont mesurés *in situ* au moment du prélèvement. Il s'agit des paramètres facilement mesurables et qu'il est généralement utile de connaître, peuvent être aussi mesurés en continu par des sondes installées dans des stations d'observation de la qualité des eaux (**Gaujous, 1995**). Les paramètres à analyser sont choisis en fonction de l'objectif recherché.



Figure 05 : Photos de multi paramètre utilisé (WTW Multi 1970i)

En vue de la caractérisation de la qualité physico-chimique de l'eau, nous sommes intéressés de quelques paramètres, il s'agit de :

1.4.1 La température

La température (T) est mesurée à l'aide d'un thermomètre. La lecture est faite après avoir plongé le thermomètre dans l'eau pendant quelques secondes. Est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. La température doit être mesurée in situ.

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques. Et d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (**Rodier, 1984**).

La température de l'eau affecte sa densité et sa viscosité, la solubilité des gaz et en particulier de l'oxygène, la vitesse de réactions chimiques et biochimiques. Ces variations peuvent tuer certaines espèces aquicoles, mais également favoriser le développement d'autres espèces, ce qui entraîne un déséquilibre écologique. Chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de températures hors duquel elle est amenée à disparaître ; elle a son préférent diathermique désigne la valeur d'une variable ou d'un gradient, notamment la température, pour laquelle un organisme vivant, ou plus généralement une espèce, peut atteindre son développement optimum) qui correspond à la zone de température où l'espèce se tient le plus facilement (**Arrignon, 1991**).

1.4.2 Le potentiel hydrogène

Le **potentiel hydrogène** (pH) est mesuré à l'aide de la sonde de pH, la mesure est réalisée selon les étapes suivantes :

- ✓ plonger la sonde du pH mètre dans l'eau.
- ✓ Attendre quelques secondes la stabilisation de l'affichage sur l'écran,
- ✓ puis lire le résultat de la mesure.

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce

paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

La détermination du pH est importante par le fait qu'associée aux mesures du CO₂ dissous, de la dureté totale et température, elle permet d'estimer le degré d'agressivité d'une eau et, par ailleurs, si cette eau est ou non convenable à la vie animale supérieure. Le pH des eaux varie à la conséquence de différentes causes endogènes (dégradation de la flore et de la faune) et exogènes (température, apports en éléments nutritifs) (Tab. 07). Le pH est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toute opération de traitement (**Rodier et al., 1996**).

Tableau 07 : Les variations du pH de l'eau (Zerluth, 2004).

pH ≤ 5	Acidité fort = présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 ≤ pH ≤ 8	Neutralité approchée la majorité des eaux de surface
5.5 ≤ pH ≤ 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité fort vaporisations intense

1.4.3 La salinité

Est l'une des caractéristique physico-chimique de l'eau (Tab. 08), la salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium) au travers de la conductivité électrique de cette eau. La salinité et sans unité mai elle est encore souvent exprimée en gramme de sel par kilogramme d'eau g/kg et en gramme de sel par litre d'eau g/l.

Techniquement, la salinité est défini comme la masse (en gramme) des substances dissoutes dans un kilogramme d'eau de mer, lorsque les ions bromures et iodures sont remplacé par leur équivalent chlorure, les carbonates sont convertis en oxydes et l'ensemble de la matière organique est oxydée.

La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximal de densité), d'autre (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière signification. Enfin certains sont essentiellement déterminés par la qualité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (**Merzoug, 2009**).

Tableau 08 : Classification des eaux selon la salinité (Chevallier, 2007).

Qualité de l'eau	La salinité
Eaux douces	Moins de 0,5 g/l
Eaux oligohalines (légèrement saumâtres)	0,5 à 5 g/l
Eaux mésohalines (saumâtres)	0,5 à 18g/l
Eaux polyhalines (très saumâtres)	18 à 30g/l
Eaux salées	30 à 45 g/l
Eaux hyperhalines	Plus de 45g/l

1.4.4 L'oxygène dissous

L'oxygène dissous (OD) dépend essentiellement de la respiration et de la Photosynthèse des populations planctoniques et de la minéralisation de la biomasse. La teneur en oxygène dissous dans l'eau est étroitement liée au régime thermique du lac (Villeneuve *et al.*, 2006).

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O₂ diminue lorsque la température et l'altitude augmentent.

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. Au niveau de la mer à 20° C, la concentration en oxygène en équilibre avec la pression atmosphérique est de 8,8 mg/l d'O₂ à saturation. Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène. Donc un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau (Tab. 09).

L'oxygène dissous (O₂) est nécessaire à la respiration des algues et des animaux aquatiques, il existe toujours en quantité voisine de la saturation dans les eaux superficielles (Des Abbayes *et al.*, 1978). L'oxygène dissous est considéré comme l'élément le mieux

explicitée des variations de la densité phytoplanctonique (**Arrignon, 1991**). C'est l'un des paramètres les plus sensibles à l'apport de pollution organique dans un cours d'eau (**Bontoux, 1983**).

Tableau 09 : Classification des eaux selon l'oxygène dissous (**Rodier, 1976**).

Qualité d'eau	Eau très Pures	Eaux potables	Eaux suspecte	Eaux Mauvaise
L'oxygène Dissous	Moins de 1 mg/l	Entre 1 et 2 mg/l	Entre 1 et 2 mg/l	Plus de 4 mg/l

1.4.5 La conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) traduit l'aptitude à laisser passer un courant, elle est exprimée en Siemens/cm (**Gaujous, 1995**). Elle mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente 20 ou 25° C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent en général automatiquement cette conversion. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau (Tab. 10). Comme la température, des contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélanges ou d'infiltration... La conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau : la valeur mesurée sur le terrain doit être comparable à celle mesurée au laboratoire (**Zerluth, 2004**).

Dans une eau stagnante, il existe toujours des flux invisibles. L'eau conduit la chaleur, le courant électrique et le son, ce dernier étant propagé encore plus rapidement que dans l'air (**Zerluth, 2004**).

Tableau 10 : Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique (**Monod, 1989**).

Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Qualité des eaux	Classe
$\text{CE} < 400$	Bonne	1A
$400 < \text{CE} < 750$	Bonne	1B
$750 < \text{CE} < 1500$	Passable	2
$1500 < \text{CE} < 3000$	Médiocre	3

1.4.6 Total des solides dissous

Cela permet de vérifier la pureté en sortie de votre osmoseur, le Total des solides dissous (TDS) se réfère à tous minéraux, Seles, métaux, cations, ou anions dissous dans l'eau. Cela inclut n'importe quel élément présent dans l'eau autre que les molécules H₂O, y compris les solides suspendus comme la sciure de bois par exemple. Le TDS est la somme de tous ces éléments exprimée en ppm (particules par million).

Il s'agit d'un ratio de poids entre les ions présente et l'eau, permettre de mesurée la conductivité de l'eau, l'eau pure ayant une conductivité de 0.

1.5 Les analyses phytoplanctoniques

Le dénombrement du phytoplancton se fait à l'aide d'un microscope inverse, selon la méthode **d'Utermôhl (1958)**. Par contre dans notre étude, la numération du phytoplancton est effectuée à l'aide d'un microscope photonique, Cette technique est donc plus couramment utilisée que les autres à travers le monde et demeure une référence.

L'analyse phytoplanctonique a été réalisée au laboratoire de microbiologie du département de biologie université 08 mai 45 Guelma.

Dans un premier temps les échantillons destinés à la détermination des espèces sont analysés comme suit :

On transfère 25 ml de l'échantillon mère fixé préalablement avec le lugol dans un tube à essai et on le laisse décanté 24 h (**Bourrelly, 1990**). On a prélevé 5 ml du culot qui est considéré comme un sous-échantillon.

A partir du sous-échantillon un volume de 20 µl est prélevé au fond à l'aide d'une micropipette après homogénéisation pour l'analyse qualitative. Cette eau est déposée entre lame et lamelle, luter la lamelle avec du vernis et observée aux microscopes Optika à l'objectif à immersion (×100) suivant un parcours horizontal cette opération est répétée 3 fois en décalant nettement sur hauteur de la lamelle, d'environ un champ de microscope, afin d'éviter tout chevauchement sur toute la longueur de la lamelle .

Les résultats de dénombrement sont exprimés en nombre d'individus par microlitre, dans un premier temps, relevées la valeur moyennes du nombre d'individu

algues comptés dans les trois lames par volume, et ensuite converti en nombre d'individus par litre.

La détermination et l'identification des taxons a été effectuée selon des clés d'identifications retenues dans la littérature scientifiques.

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats des paramètres physico-chimiques

1.1. La température

La température est une mesure momentanée, en fonction de l'heure et du lieu de prélèvement. D'après la (Fig. 06), la température minimale de l'eau du Lac Bleu est de 15,6 °C enregistrée dans la station (S1) ; et la température maximale est de 16,7°C dans la station (S2). Ces changements de température entre les deux stations sont principalement dus au fait que la première station a un couvert végétal contrairement à la deuxième station.

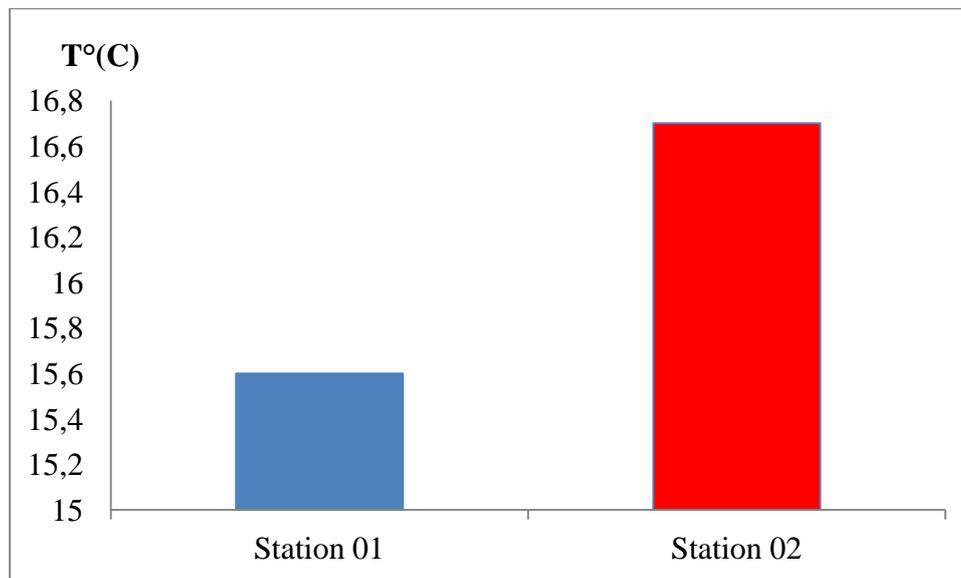


Figure 06 : Variations de la température de l'eau du Lac Bleu.

En effet, la température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatique (**Ramade, 1993**). Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces aquatique (**Anglier, 2003**). D'une manière générale, ces températures sont saisonnières et favorables à l'apparition et au développement du phytoplancton selon les observations faites par (**Reynolds, 1998 et Zongo, 2007**). Il faut signaler cependant que les mesures n'ont concernés que l'épilimnion qui est plus exposé au rayonnement solaire.

1.2. L'oxygène dissous

L'oxygène représente environ 35% de gaz dissous dans l'eau. Il a une importance primordiale dans les eaux de surface puisqu'il conditionne les processus d'autoépuration et de préservation de la vie aquatique (**Gaujous, 1995**).

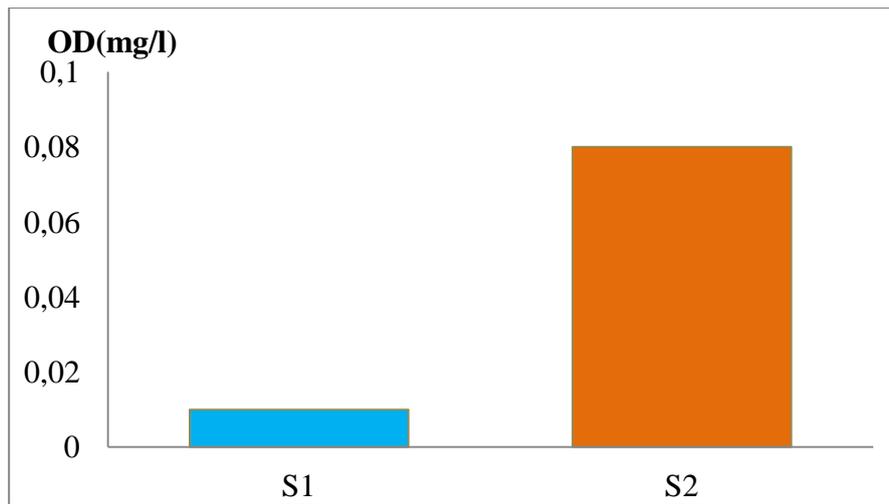


Figure 07: Variations des teneurs en oxygène dissous dans l'eau du Lac Bleu

Les teneurs en oxygène dissous varient entre 0.01 et 0.08 mg/L (**Fig. 07**). Ces faibles quantités d'oxygène dissous sont causées par la stagnation de la colonne d'eau dans le lac en raison du manque de précipitations et du manque de mélange d'eau et d'air, qui est généralement causé par le vent, qui n'était pas disponible pendant la période de notre échantillonnage. Donc la qualité de l'eau est médiocre (< 3 mg/ L) (**Anrh, 2001**).

1.3. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH doit être compris entre 5 et 9 pour permettre un développement normal de la faune et de la flore. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Il donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Du point de vue sanitaire, un pH élevé peut provoquer un problème de corrosion alors qu'un pH faible peut modifier le goût de l'eau (**Benmira et al., 2012**).

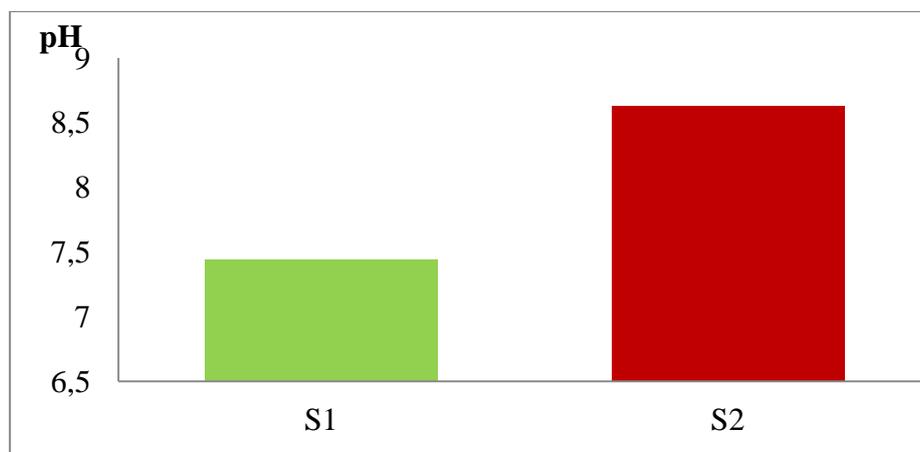


Figure 8 : Variations du pH de l'eau du Lac Bleu

La valeur la plus faible est de 7,5 mesuré dans la station S1 et la plus élevée est de 8,7 obtenue dans la station S2 (**Fig 08**). Le pH de l'eau du Lac Bleu est plus au moins alcaline ce qui est le cas de la majorité des eaux de surface.

1.4. La conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. D'une façon générale, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau (**Rodier et al., 2009**). La conductivité est une mesure de la quantité de substances dissoutes dans l'eau, déterminée par la capacité de l'eau à conduire une charge électrique.

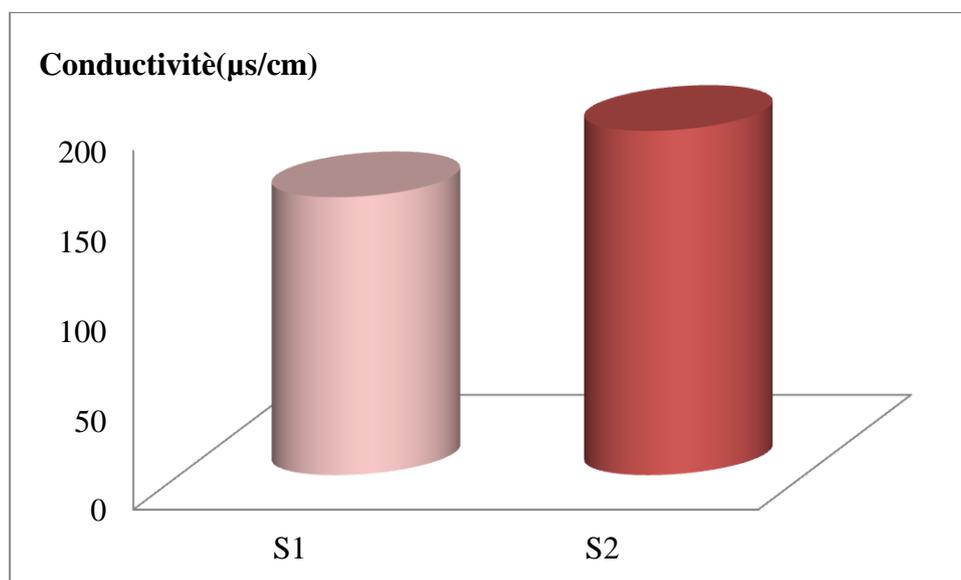


Figure 09 : Variations de la conductivité électrique de l'eau du Lac Bleu.

D'après la figure 09, la conductivité de l'eau du Lac Bleu durant le mois février varie entre 155 et 192 µs/cm respectivement dans les stations 1 et 2 ce qui signifie que l'eau est moyennement minéralisée, parce qu'il s'agit de l'eau douce.

1.5. La salinité

La Salinité est définie à l'origine comme la quantité de sels dissous présents dans l'eau (**Bouchar, 2010**). Ce paramètre varie proportionnellement avec la conductivité (**Terbah, 2007**). L'eau est dure ou calcaire si elle est riche en sels de calcium, ou en sels minéraux en générale. Au contraire, elle est douce lorsqu'elle est pauvre en ces éléments (**Rejsek, 2002**).

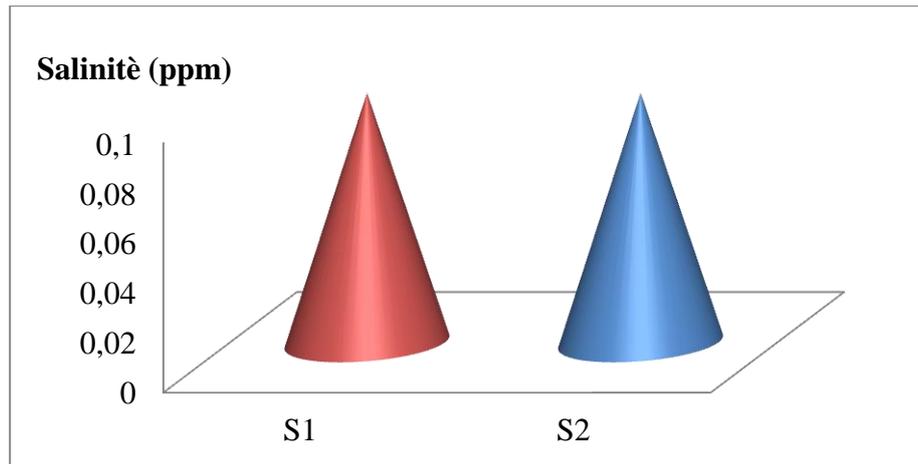


Figure 10 : Variations de la salinité électrique de l'eau du Lac Bleu.

D'après les résultats obtenus (**Fig 10**), la teneur de salinité est faible dans les deux stations le cas de toutes les eaux douces à cause des faibles concentrations de la conductivité électrique c'est-à-dire l'eau est pauvre en calcaire, calcium et les éléments minéraux.

1.6. Le total des solides dissous (TDS)

Le TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration total des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganique et de quelques matières organiques. Les sels inorganique communs trouvés dans l'eau incluent le calcium ; le magnésium ; le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates ; nitrates ; bicarbonates ; chlorures et sulfates qui sont tous des anions. Des cations sont des ions chargés positivement et des anions sont des ions chargés négativement.

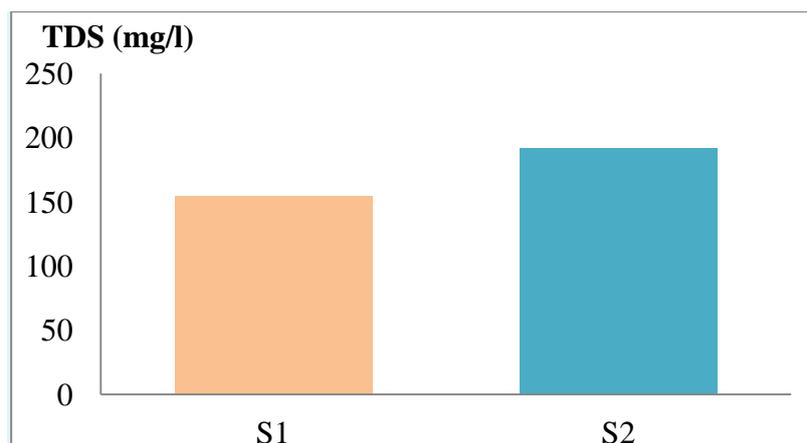


Figure 11 : Variations du TDS dans l'eau du Lac Bleu.

Selon les résultats enregistrés in situ (**Fig.11**) les valeurs de TDS varient entre 150 et 200 mg/l donc la qualité de l'eau est excellent (moins de 300mg/l), c'est ce qui permet au phytoplancton de se développer.

2. Résultats des analyses phytoplanctoniques

2.1. Résultats d'analyse qualitative et composition du phytoplancton

Le tableau 11 montre les résultats de l'analyse qualitative et la composition taxonomique du phytoplancton qui peuple le Lac Bleu pendant le mois de février 2020. Cette population se compose de 5 groupes ou divisions qui comprennent 29 espèces ou unités taxonomiques réparties entre 25 genres.

Tableau 11 : Aspect microscopique et identification des taxons phytoplanctoniques répertoriées dans les eaux du Lac Bleu pendant le mois de février 2020

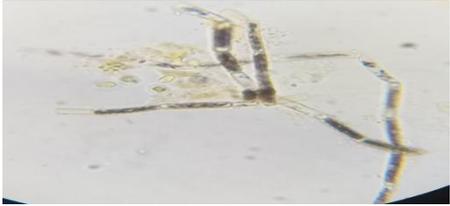
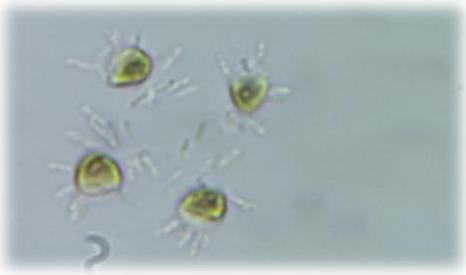
Taxonomie	Aspect macroscopique
Embranchement : Chlorophycées	
Ordre : Tribonematales Famille : Tribonemataceae Genre : Tribonema	 <i>Tribonema viride</i>
Ordre : Sphaeropleales Famille : Neochloridaceae Genre : Golenkinia	 <i>Golenkinia paucispina</i>
Ordre : Sphaeropleales Famille : Selenastraceae Genre : Ankistrodesmus	 <i>Ankistrodesmus fusiformi</i>
Ordre : Desmidiiales Famille : Desmidiaceae Genre : Sphaeroszoma	 <i>Sphaeroszoma granulata</i>

Tableau 11 : (Suite)

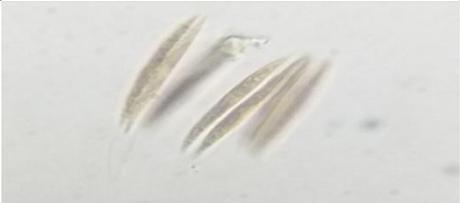
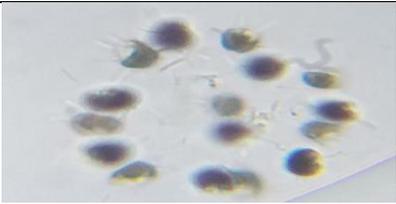
<p>Ordre: Sphaeropleales Famille : Selenastraceae Genre : Quadrigula</p>	 <p><i>Quadrigula chodatii</i></p>
<p>Ordre: Chlorellales Famille : Chlorellaceae Genre : Dictyosphaerium</p>	 <p><i>Dictyosphaerium pulchellum</i></p>
<p>Ordre: Sphaeropleales Famille : Neochloridaceae Genre : Golenkinia</p>	 <p><i>Golenkinia radiata</i></p>
<p>Ordre: Desmidiiales Famille : Desmidiaceae Genre : Staurastrum</p>	 <p><i>Staurastrum dilatatum</i></p>
<p>Ordre : Desmidiiales Famille : Closteriacées Genre : Closterium</p>	 <p><i>Closterium pronum</i></p>
	 <p><i>Closterium setaceum</i></p>
<p>Ordre: Zygnematales Famille : Zygnemataceae Genre : Zygnema</p>	 <p><i>Zygnema pectinatum</i></p>

Tableau 11 : (Suite)

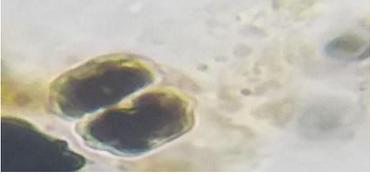
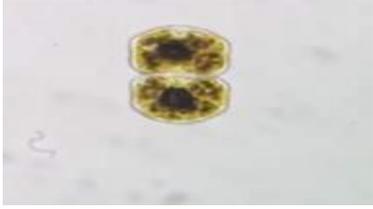
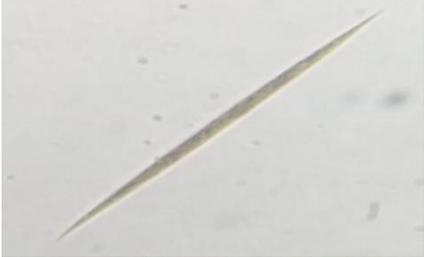
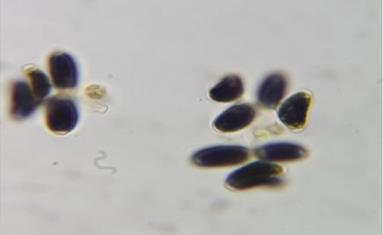
<p>Ordre: Desmidiiales Famille : Desmidiaceae Genre : Cosmarium</p>	 <p><i>Cosmarium medioretusum</i></p>
<p>Ordre: Sphaeropleales Famille : Selenastraceae Genre : Monoraphidium</p>	 <p><i>Cosmarium exiguum</i></p>
<p>Ordre: Sphaeropleales Famille : Selenastraceae Genre : Monoraphidium</p>	 <p><i>Monoraphidium arcuatum</i></p>
<p>Ordre: Zygnematales Famille : Zygnemataceae Genre : Mougeotia</p>	 <p><i>Monoraphidium tortile</i></p>
<p>Ordre: Zygnematales Famille : Zygnemataceae Genre : Mougeotia</p>	 <p><i>Mougeotia nummuloides</i></p>
<p>Ordre: Trebouxiales Famille : Botryococcaceae Genre : Dichotomococcus</p>	 <p><i>Dichotomococcus curvatus</i></p>

Tableau 11 : (Suite)

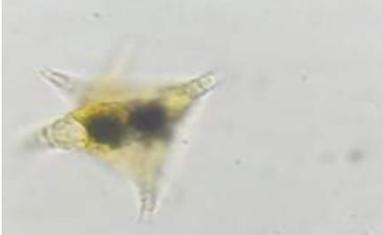
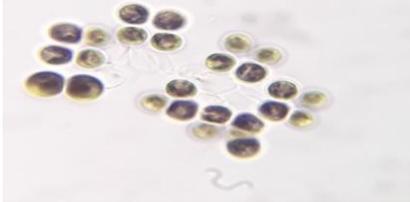
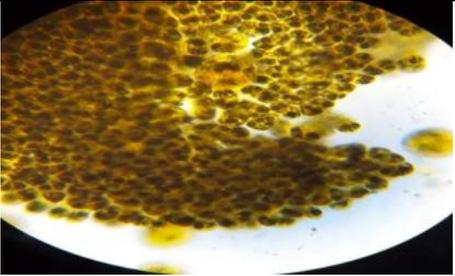
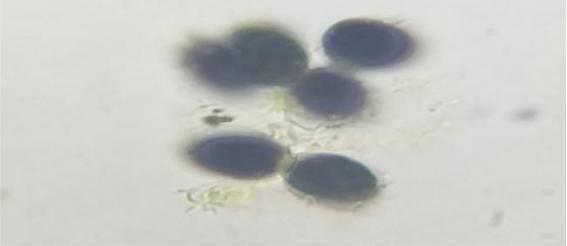
<p>Ordre :Sphaeropleales Famille :Selenastraceae genre :Kirchneriella</p>	 <i>Kirchneriella diana</i>
<p>Ordre: Sphaeropleales Famille : Scenedesmaceae Genre : Scenedesmus</p>	 <i>Scenedesmus ellipticus</i>
<p>Ordre: Desmidiatales Famille : Desmidiaceae Genre : Staurastrum</p>	 <i>Staurastrum arcison</i>
<p>Ordre: Chlorellales Famille : Chlorellaceae Genre :Dictyosphaerium</p>	 <i>Dictyosphaerium pulchellum</i>
<p>Embranchement: Cyanobactéries</p>	
<p>Ordre :Chroococcales Famille : Microcystaceae Genre : Microcystis</p>	 <i>Microcystis aeruginosa</i>
<p>Ordre: Chroococcales Famille : Chroococcaceae Genre : Chroococcus</p>	 <i>Chroococcus limneticus</i>

Tableau 11 : (Suite)

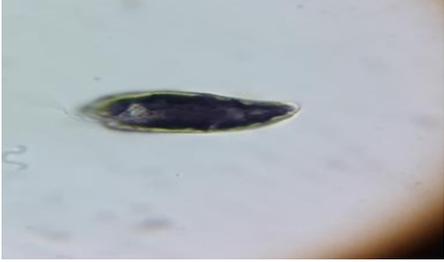
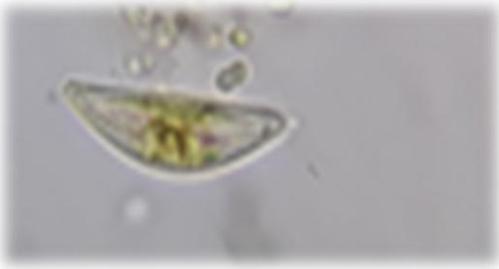
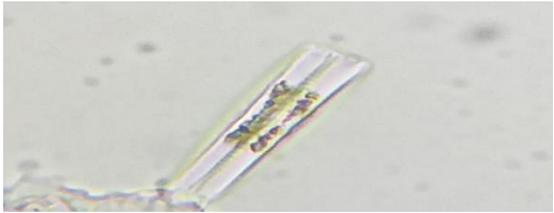
Embranchement: Pyrrophytes	
<p>Ordre : Cryptomonadales Famille : Cryptomonadaceae Genre : Cryptomonas</p>	 <i>Cryptomonas platyuris</i>
Embranchement: Chrysophytes	
<p>Ordre: Chromulinales Famille : Dinobryaceae Genre : Dinobryon</p>	 <i>Dinobryon divergens</i>
<p>Ordre: Cymbellales Famille : Cymbellaceae Genre : Cymbella</p>	 <i>Cymbella ventricosa</i>
<p>Ordre: Fragilariales Famille : Fragilariaceae Genre : Synedra</p>	 <i>Synedra ulna</i>
	 <i>Synedra acus</i>

Tableau 11 : (Suite)

Embranchement: Euglenophycées	
<p>Ordre : Euglenida Famille : Euglenidae Genre : Trachelomonas</p>	 <i>Trachelomonas intermedia</i>

2.2. Contributions des genres de la population phytoplanctonique

Les chlorophycées comptent 18 genres et 21 espèces et représentent ainsi 73% du nombre total des genres recensés (Fig. 12). Les chrysophycées viennent en deuxième position en comptabilisant 03 genres et 04 espèces; ils représentent ainsi 11% du nombre total des espèces. La troisième position est occupée par les cyanobactéries compte 02 genres et 02 espèces, qui représente 8% du nombre total des espèces recensés et la dernière position est occupée par les pyrrophycées et les euglenophycées représente 4% du nombre totale par un seul genre et une espèce pour chaque embranchement.

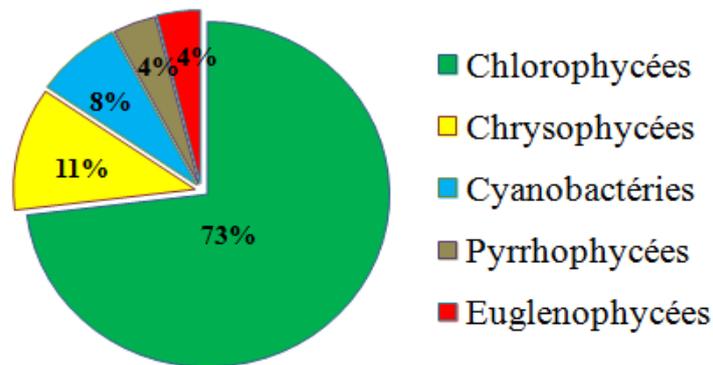


Figure 12: Contributions des genres dans la population phytoplanctonique du Lac Bleu

Conclusion

Notre travail a porté sur l'évaluation de la qualité physicochimique et à la description et l'identification des communautés phytoplanctoniques des eaux du Lac Bleu d'El- Kala au niveau de 2 stations durant le mois de février 2020.

Les résultats des principales analyses physico-chimiques effectuées *in situ* ont montré que les températures de l'eau du lac varient entre 15,6 et 16,7 °C, qui sont des températures saisonnières qui changent avec les changements de température de l'atmosphère régnant dans la région, et permettent généralement la croissance de certaines espèces de phytoplancton, en particulier les chlorophycées. Le pH de l'eau du lac est plus au moins alcaline dans ce mois, il varie entre 7.5 et 8.7. La conductivité électrique varie de 155 à 192 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ce qui indique que l'eau de ce lac contient des valeurs moyennes d'éléments minéraux. Les variations de TDS (entre 150 et 200 mg/l) sont directement liées aux changements de conductivité électrique. La salinité de l'eau du lac ne dépasse pas 0,1 ppm en général, ce qui est le cas pour toutes les eaux douces et l'oxygène dissous varie entre 0.01 et 0.08 mg/L, des taux faibles sont considérés en raison du manque de mélange d'eau et d'air en raison du manque de précipitations au cours de ce mois. En effet, la qualité d'une eau est résultant de nombreux paramètres dont les fluctuations sont déterminantes pour la répartition des organismes vivants, ainsi, il est utile de signaler que les variations des paramètres physico-chimiques de l'eau est en fonction des saisons et des quantités des précipitations reçues.

Les résultats des analyses phytoplanctoniques des eaux a partir des deux stations de prélèvement, nous a permis de répertorier 29 espèces appartenant aux 25 genres, répartis en cinq groupes comme suit : Les chlorophycées avec 73 % de l'ensemble des genres par 21 espèces et 18 genres, les chrysophycées 11% par 04 espèces et 03 genres, les cyanobactéries 08% par 02 espèces et 02 genres et en dernier lieu, nous trouvons à la fois les euglénophycées et les pyrrhophycées qui représentent 04% pour chaque groupe, par une seule espèce et seulement un genre. Ces résultats mettent en évidence la dominance des chlorophycées sur la population phytoplanctonique du lac selon le nombre d'espèces.

Enfin, nous recommandons que pour cette étude soit complète il faut un suivi mensuel de cette communauté phytoplanctonique en particulier pour les espèces toxiques ainsi que le dosage des toxines, pour éviter tout problème de dysfonctionnement de cet écosystème aquatique naturel ou de santé public.

Références bibliographiques

A

- **Abadli M et Harkati G., 2015.** Contribution à l'inventaire des quelques microalgues vert d'intérêt nutritionnel dans quelque zones humides de la wilaya d'Oued. *Science Biologique. Université El Chahid HAMMA Lakhder, Oued*, 79 p.
- **Abdennadher M., 2014.** Étude Taxonomique et Écophysiological des dinoflagellés toxiques du Golfe de Gabès : Alexandrium minutum, Prorocentrum lima, Cooliaspp et Ostreopsis ovata. *Thèse de doctorat, Université de SFAX*, 328 p.
- **Abrams H.N., 1980.** L'encyclopédie Cousteau, Le spectre de la pollution : Guide de la mer. Vol : 10. Alpha, Espagne, 9 p.
- **Amri S., 2008.** Dynamique mensuelle du phytoplancton dans le lac Oubeira et le lac Noir « Parc National EL-Kala ». Microbiologie moléculaire, *Université Badji Mokhtar Annaba*. 94p.
- **Anglier E., 2003.** Introduction à l'écologie, des écosystèmes naturels à l'écosystème humain. *Edit : Tec et Doc, Paris*, 230p.
- **Anonyme, 2003.** Monographie de la Wilaya El-Tarf 2002. Direction de la planification et d'aménagement du territoire de la Wilaya El-Tarf. 31p.
- **Anonyme, 2004.** Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale. Tome IV, Direction générale des forêts, Alger ,104 p.
- **Anonyme, 2005.** Plan de gestion de l'aire marine du parc national d'El-Kala (W.d'El-Tarf). projet régional pour le développement d'aires protégées marin et côtière dans la région Méditerranéenne Med M.P.A-PNUE-PAMCARSP, 184p.
- **Annie C., 2016.** Modélisation du phytoplancton dans les écosystèmes côtiers application à l'eutrophisation et aux proliférations des algues toxiques. *Université de Bretagne Occidentale*, 122p.
- **Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, 2001.** Banque de données pluviométriques et hydrologiques d'Algérie.
- **Arrignon J., 1991.** Aménagement piscicole des eaux douces. *4ème éd ED : Lavoisier*.

- **Azam F et Malfatti F., 2007.** Microbial Structuring of marine ecosystems. *Nature Reviews Microbiology*. 5, 782-791p.

B

- **Ba N., 2006.** La communauté phytoplanctonique du lac de Guiers (Sènegal) : Types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des factures de régulation. (*Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle Université Cheikh Anta de Dakar (Sènegal)*), 10p.
- **Barsnti L., Gualtieri P., 2014.** Algae Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology. *Editions dLLC, Taylor et Francis*, 320p.
- **Baya D., 2012.** Étude de l'auto floculation dans un chenal algal à haut rendement. *Doctorat faculté des Sciences Unité Assainissement et Environnement. Wallonie Europe*, 252p.
- **Becerra Celis G., 2009.** Proposition de stratégies de commande pour la culture de microalgues dans une photo bioréacteur continu. *Thèse doctorat Génie des Procédés. École centrale Paris*, 266p.
- **Behrenfeld M.J., Randerson J.T., McClain C.R., Feldman G.C., Los S.O., Tucker C.J., Falkowski P.G., Field C.B., Frouin R., Esaias W.E., Kolber D.D et Pollack N.H., 2001.** Biospheric primary production during an ENSO transition. *Science*, 2594–2597p.
- **Belkheir A et Hadj Ali S.M., 1981.** Contribution à l'étude des mécanismes d'eutrophisation dans le lac de Tunisie : évolution des paramètres physico chimique et biologique. *Bull Inst Scient Teck Ocèanogr pece salombo Tunis*, 81-98p.
- **Belarbi F., 2010.** *Magister-Etude* de la pluviométrie journalière dans le bassin versant de la TAFNA, 140p.
- **Belair G.D et Samraoui B., 1994.** Death of lake: Lac Noir in Northern Algeria. *Environmental Conservation* 21, 169-172p.
- **Benamira M et Halassi I., 2012.** Evaluation de la qualité microbiologique et physicochimique se l'eau du lac souterrain : Bir Osman hammam Dabagh-Guelma. *Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 de Guelma*, 60p.

- **Bentouli Yassine ,2007.** Inventaire et Qualité des Eaux des Sources du Parc National d'El Kala (N.Est algérien).*hydrogéologie. UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR –ANNABA* ,104p.
- **Berrabah A.,Tebrouh H.,2016.** Structure du phytoplancton marin issu d'un échantillon de la coté de Béni-Saf et Ghazaouat. *Sciences Biologiques .Université Djilali Bounaama-Ain Defla* ,79p.
- **Bouchar F., 2010.** Mesure de Salinité- réalisation d'un conductimètre. *TENUM Toulouse.*
- **Bougis P., 1974.** Ecologie du plancton marin. L. Le phytoplancton .Masson et Cie, Parise ,196p.
- **Bourelly P., 1966.** Les Algues d'eau douce : les algues vertes, *éd. N. Boubée,* 1572p.
- **Bourelly P., 1970.** Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome III : Les Algues bleues et rouges, les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. *Edition N.Boubée et Cie,* 572 p.
- **Bourelly P., 1972.** Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I : Les Algues vertes. *Edition N.Boubée et Cie,* 512 p.
- **Bontoux M., 1983.** Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. CEBEDOC. *Edition. Lavoisier,* 7p.
- **Brahmia zahra, 2002 .** Rôle fonctionnel du lac Oubeira et du lac Mellah (parc national d'El-Kala) pour les oiseaux marins. Physiologie et Biologie des Organismes marins .*UNIVERSITE BADJI MOKHTAR –ANNABA* ,81p.
- **Bronislaw W., 1999.** Approches to biogeography of bats - proceedings of the E.B.R.S.Krakow, Poland.

C

- **Cadier M., 2016.** Diversité des communautés phytoplanctoniques en relation avec les facteurs environnementaux en mer d'iroise : approche par la modélisation 3D, Bretagne occidentale. *Doctorat,* 338p.

- **Cadore J.P et Bernard O., 2008.** La production de biocarburants lipidiques avec des microalgues : promesses et défis. *Journal de la société de biologie.* 202(3) ,201-210p.
- **Canter-Lund H et Lund J.W.G., 1995.** Freshwater Algae: Their microscopic world explored. Biopres Limited, Bristol.
- **Carmichael W.W et Falconer I.R., 1993.** Diseases related to freshwater blue-green algal toxins and control measures. *In : Falconer I (edt) Algal toxins in sea food and drinking water. Academic. Press. London, 187p.*
- **Catherine B et Dominique S., 2018.**Trente années d'observation des microalgues et des toxines d'algues sur le littoral. Quæ. *Collection Update Sciences et Technologies.* ISBN : 978-2-7592-2940-6, 12p.
- **Cavalla M., 2000.** Les algues et les micro-algues
- **Chader S et Touzi A., 2001.** Biomasse algale : Source énergétique et alimentaire. *Rev. Energ. Ren: production et valorisation – biomasse 47-50p.*
- **Chaocachi B., BEN Hassine O.K et Lemolle J.,2002.** Impact du vent sur la transparence des eaux de la lagune de L'ichkeul. *Bull.Inst.Natu.Tech.Mer de Salammbô.Vol .29,87-93 p.*
- **Chevallier H., 2007.** L'eau un enjeu pour demain. *ISBN-10 : 2869851790 ISBN-13 : 978-2869851795, 352p.*
- **Chisholm S.W.,1995.** The iron hypothesis : Basic research meets environmental policy. *Reviews of Geophysics. 33: 95RG00743.*
- **Colyer C.L., Kinkade C.S.,Viskari P.J et Landers J.P.,2005.** Analysis of cyanobacterial pigments and proteins by electrophoretic and chromatographic methods. *Analytical and Bioanalytical Chemistry. 382 , 559-569p.*
- **Couté A., Bernard C., 2001.** Les cyanobactéries toxiques. *In : Toxines d'algues dans l'alimentation, Frémy, J. M. et Lassus P., (Ed) Ifremer, Brest, 21-37p.*

D

- **Dabbadie L., 1992.** Cultures intensives de micro-algues sur lisier de PORC : Performances, contraintes, utilisation des biomasses. *Diplôme d'agronomie approfondie. École nationale supérieure agronomique de Montpellier. France*,123p.
- **Dauta A et Feuillade J., 1995.** Croissance et dynamique des populations algales. In *Limnologie générale. Pourriot R et Meybeck M., Paris Masson Coll Ecol 328 - 350p.*
- **De Belair G., 1990.** Structure fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El-Kala, Est algérien). *Thèse. D'oct. Univ Montpellier II*, 193 p + Annexes.
- **De Reviere, R. 2003.** Biologie et phylogénie des algues. *Belin, Paris. Collection Sup Sciences .Tome 2* ,78- 255p.
- **Des Abbayes H., Chadefaud M., Feldmann J., De Ferre Y., Gausson H., Grasse PP et Prévot A.R., 1978.** Précis de botanique : végétaux inférieurs. *2ème édit. Masson, paris*, 302-303p.
- **Demers S., Therriault T., Bourget E et Bah A. 1987.** Resuspension in the shallow sub littoral zone of a macrotidal estuarine environment: Wind influence limnol *Oceanogr.32* , 327-39p.
- **Djaaboub S.,2008.** étude de la végétation du lac bleu (Parc Nationale de EL'KALA) phytoécologie, phytosociologie, cartographie.biodiversité et biotechnologie végétale *.Institut Nationale Agronomique - EL Herrache- Alger* ,124 p.
- **Dragone G., Fernandes B., Antonio A., Jose A., 2010.** Third generation biofuels from microalgae. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology A. Méndez-Vilas.vol. 4710-057* :1355-13.

E

- **Ettl H., Gerloff J et Heynig H., 1978.** (eds) *Süß wasser floravon Mitteleuropa.* Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

F

- **Findley D.L., Klingh H.J.,1994.** protocol de mesure de la biodiversité : le phytoplancton d'eau douce .Ministère des pêches et océans institut des eaux douces .501 Université Crescent Winnipeg (Manitoba) R3T2N6 Canada, 17P.
- **Fogg G.E., Stewart W.D.P., Fay P., Walsby A.E. 1973.** The blue-green algae. *Academic Press-London and New York*, 9-297p.

G

- **Gaujous D.,1995.** La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire, *Ed Lavoisier*, 220p.
- **Gailhard I.,2003.** Analyse de la variabilité spatio temporelle des populations micro algal côtier observés par le « Réseaux de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines ». *thèse de doctorat .Université de kla Méditerranée (aix-Marseille 2 ROOOOO)*, 114p.
- **Gayral P.,1975.** Les algues : morphologie, cytologie, reproduction et écologie .Doin édit .Paris :52,133-138p.
- **Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques: aide-mémoire. *Technique etdocumentation. Lavoisier. Paris*, 220p.
- **Ganf G.G., Heaney S.I et Corry J., 1991.** Light absorption and pigment content in natural populations and cultures of a non gasvacuolatecyanobacterium *Oscillatoria bourrellyi (Tychomemabourrellyi)*. *Journal of Plankt on Research*. 13: 1101-1121p.
- **Germain H.,1981.** Flore des diatomées : eaux douces et saumâtres. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.
- **Gleick P.H., 1993.** "Water resources: A long-range global evaluation." *Ecology Law Quarterly Vol. 20, No. 1*, 141-149p.
- **Groga N., 2012.** Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire) *Ecologie Fonctionnelle, L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE. Doctorat* ,224p.

H

- **Hamzaoui-Chrghi F.,2012.** Contribution à la connaissance de peuplements planctoniques de six plans d'eau du nord de l'algerie .*thèse de doctorat. Université saaddahlab Blida* ,499p.
- **Hallegraeff G.M., 1995.** Harmful algal blooms: a global overview. In:Manual on harmful marine microalgae, G.M. Hallegraeff, D.M. Anderson, A.D. Cembella, H.O. Enevoldsen (eds), *IOC manuals and guides 33, UNESCO, Paris, France*, 1-22p.
- **Hensen V., 1887.** .Über die Bestimmung des Planktonsoder des imMeeretreibenden Materiales an PflanzenundTieren. *Ber. Komm. Wiss. Untersuch. Deutsch. Meere*5, 1-109p.
- **Hutchinson G.E.,1957.** treatise on innology. *Vol 1.Geography, phsico and chemisty . John Wilcy and Sono. Inc. New York*, 1115p.

K

- **Kadid Y., 1889.** contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga, Parc National d'El-Kala .*Thèse .Ing.Agr.I.N.A, EL Harrach, Alger*, 106p.
- **Kafi S., 2017.**étude de la diversité de peuplement phytoplanctonique au niveau du barrage de Tilesdit (wilaya de bouira) .*science biologique. Université Akli Mohand Oulhadj -bouira* , (**Etude de la diversité**), 30p.
- **Khaled khodja S., 1998.** Approche écologique de deux sites du lçaquicoles de la Numidie algérienne (garaa de Bourdim et necha d'Oum –El Agureb). *Thèse de Magistère. Université d'Annaba*, 87 p.
- **Kuiper-Goodman T., Falconer I.R et Fitzgerald J.,1999.** Human Health aspects. In: Chorus I. Barttram J (eds) *Toxiccyanobacteria in water. A guide to their public health, monitoring and management. WHO E & FN SPON. London*, 113p.

L

- **Lindsey R et Scott M. 2010** .What are phytoplankton In NASA Earth Observatory .NASA Earth Observatory.

- **Lightfoot N.F., 2002.** Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directives pour l'assurance qualité. *France*, 387p.
- **Lukac M et Aegerter R., 1993.** Influence of trace metals on growth and toxin production of *Microcystis aeruginosa*. *Toxicology* 31, 293-305p.

M

- **Mann K.H et Lazier J.R.N.,1966.** Dynamics of marine's ecosystems. *Black well Scienceinc*, 394p.
- **Marre A., 1987.** Etude géomorphologique du tell oriental algérien du Collo à la frontière tunisienne. *These.Doct.Univ.D'Aix-Marseille* ,559 p.
- **Merzoug S.E., 2009.** Etude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, Wilaya de Skikda), *mémoire de magister, université de Guelma*, 51-68p.
- **Mollo P et Noury A., 2013.** Le manuel du plancton, Edition Charles Léopold. *NP Essai N°195, France*, 198p.
- **Monod T., 1989.** Méharées géographie. *France loisir*. 233p.
- **Moss B., 1980.** Ecology of fresh waters. *Black well Scientific Publication, Oxford*. NP.
- **Mur L.R., Skumberg O.M et tkilen H., 1999.** Cyanobacteria in the Environment. In : Chorus I. et Bartram J. (eds.) *Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public Healthconsequences, monitoring and management. WHO Ed. EFN SPON*, 41-111p .

N

- **Neffar F.,1991.** Contribution à l'analyse phyto-écologique du lac Bleu (Vieille Calle). *Thèse. Ing.,spécialité, écologie, Univ. Annaba*. 71 p.
- **Naselli-Flores L., 2000.** Phytoplankton assemblages in twenty-one Sicilian reservoirs: relationships between species composition and environmental factors. *Hydrobiologia* 424, 1-11p.

- **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.** 197-202p.

O

- **Ott D.W et Oldham-Ott C.K.,2003.** Eustigmatophyte, Raphidophyte and Tribophyte Algae. *Dans : Fresh water Algae of North America : Ecology and Classification.* Wehr, J.D. et Sheath, R.G. *Academic Press, Paris.*

P

- **Pestalozzi G.H., Komarek Trebon J et Foot B., 1983.** Des Phytoplankton des Sub wassers, Systematikund Biologie, E. Schwei zerbart'scheVerlags burchhandlung, Stuttgart.
- **Prescott L.M., Harley J.P et Klein D.A., 2003.** Microbiologie, 2ème édition. *De boeck Université, Bruxelles.*

Q

- **Quezel P et Santas S., 1962 - 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie Tomes 1 et 2. *C.N.R.S. Paris.* 1170 p.

R

- **Ravin PH., Evert R F., Echlom S.E et Bouharmont J., 2003.** Biologie végétale. *Ed De Boeck, Belgique,* 968 p.
- **Ramade F., 1984.** Ecologie fondamentale *.Ed Mc Graw Hill, Paris.*

- **Ramade F., 1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. *Science Internationale, Paris*, 822p.
- **Raymond, 1977.** Le traitement des eaux. 2^{ème} édition. *Dunod, France*. 387p.
- **Rejsek F., 2002.** L'analyse des eaux technique et aspects réglementaires, Scérèn CRDP Aquitaine, Bordeaux.358 p.
- **Reihard Jodicke et Al., 2004.** Critical species of Odonata in northern Africa and the Arabian Peninsula. *International Journal of Odonatology*, 239-253p.
- **Richmond A., 2004.** Handbook of microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology. *Eder Blackwell Science Ltd*, 545p.
- **Richlifs et Miller., 2015.** Ecologie .*Edit De Boeck*, 821p.
- **Rodier J., Bazin C.,Broutin J.P.,Chambon P.,Champsaur H et Rodi L., 1996.** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} édition. *Dunod Paris* ,1383 p.
- **Rodier J., 1976.** L'analyse de l'eau. Eau naturelles, eau résiduaires, eau de mer. 5^{ème} édition *Ed. Dunod, paris*.
- **Rodier J.,Legube B et Marlet N., 2009.** L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition *Dunod.Paris*,1579p.

S

- **Sabri O., 2011.** Caractérisation écologique d'un site Ramsar : le lac bleu wilaya d'El Taref proposition d'un plan directeur de gestion. *Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie – Master 2*.
- **Sandgren C.D., 1988.** Growth and reproductive strategies of fresh water phytoplankton. *Cambridge University Press. Cambridge*.
- **Saoudi A., 2008.** Isolement, culture et évaluation de la toxicité des efflorescences à Microcystissp, du barrage Mexa (El-Tarf). *Département de biochimie Badji MokhtarAnnaba. Magister en Diversité microbienne* ,149p.
- **Saheb M., 2014.** Contribution à l'étude de l'identification de quelques espèces algales des cours d'eaux dans la région d'Oued Athmenia. Pollution des écosystèmes et écotoxicologie. *Université constantine1* ,41p.
- **Sadi M., 2012.** Le micro algue: un défi prometteur pour des biocarburants propres. des Energies Renouvelables SIENR. vol.12 (195-200) ,195-202p.

- **Schagerl M et Donabaum K., 2003.** Patterns of major photosynthetic pigments in freshwater algae . Cyanoprokaryota, Rhodophyta and Cryptophyta. *Annales de Limnologie* .39 ,35-47p.
- **Sirois L., 2013.** Changements physiologiques chez les microalgues vertes menant à la biosynthèse de caroténoïdes. *Mémoire de la maîtrise en sciences de l'environnement. Québec à Montréal*, 117p.
- **Sialve B., Steyer J-P., 2013.** Les microalgues, promesses et défis. *Innovations agronomiques*. vol.26. (25-30) ,25-39p.
- **Sournia A., 1986.** Atlas du phytoplancton marin : Volume 1 - Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées. *Ed. CNRS. Paris*, 219 p.
- **Sournia A., 1995.** Redtide and toxic marine phytoplankton of the world ocean : an inquiry into bio diversity .in : Lassus P., Arzul G., Erard E., Gentien P et Marcaillou-lebaut C (eds). *Harmful marine algal bloom Lavoisier Publishing Paris*.
- **Stickney H.L., Hood R.R et Stoecker D.K., 2000.** The impact of mixotrophy on planktonic marine ecosystems. *Ecol. Model.* 125 (2-3), 203-203p.
- **Stumm ,W et Morgan ,J.J. 1996.** Aquatic Chemistry: Chemical equilibrium and rates in natural Waters. Wiley. Inter. Science. Publication. Third edition, 1024p.
- **Suhling F et Clausnitzer V., 2008.** Acisomapanorpoides. In: IUCN 2009. *Liste rouge UICN des espèces menacées. Version 2009.2.*

T

- **Toubal B.O., 1986.** Phyto-écologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale). *Cartographie au 1/25000 USTM. Thèse. Doct. 3ème cycle. Univ. Grenoble* ,109 p.

U

- **Utermöhl H., 1958.** Zur vervollkommnung der quantitative Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38p.

V

- **Villeneuve V., Legare S., Painchaud J. et Vincent W., 2006.** Dynamique et modélisation de l'oxygène dissous en rivière. *Rev. Sci. Eau, géol*, 259-274p.

W

- **Wetzel R.G., 2001.** *Limnology : Lake and River Ecosystems. 3rd Edition. Academic Press, London.*

Z

- **Zeraia L., 1983.** Liste et localisation des espèces assy rares, rares et rarissimes. *I.N.F. Alger*, 163 p.
- **Zerluth J., Gienger M., 2004.** l'eau et ses secrets. *Edition désirés*. 223p

Webographie

1. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lac_Bleu_et_Mellah.jpg

Résumé

Cette étude porte sur la composition phytoplanctonique du Lac Bleu qui appartient au parc national d'El-Kala (P.N.E.K) à l'extrême nord-est de l'Algérie. Ce lac est un étang localisé au nord-est de la lagune d'El-Mellah et à 700 mètres au sud de la méditerranée. De forme grossièrement ovale, ce petit étang d'eau douce se caractérise par une profondeur étonnante et sa faible superficie de 3 hectares. Des prélèvements sont réalisés au niveau des deux points de prélèvement au mois de février 2020 pour mesurer les paramètres physico-chimiques et faire un inventaire et identification du phytoplancton qui peuple ce lac. Les résultats des analyses physicochimiques montrent que les eaux du lac bleu ont une homogénéité spatiale, et ont les mêmes caractéristiques que les eaux superficielles douces avec un pH alcalin et une température saisonnière, qui est en fonction des facteurs climatiques saisonniers et avec une minéralisation faible. Les analyses et l'étude du phytoplancton, à partir d'échantillons prélevés, nous ont permis d'inventorier et d'identifier 29 espèces appartenant à 25 genres, réparties en cinq groupes de phytoplancton vivant en eau douce, les Chrysophycées, les Cyanobactéries, les Euglénophycées, les Chlorophycées et les Pyrrhophycées. On note la dominance des chlorophycées en termes de nombre d'espèces et nous trouvons à la fin les pyrrhophycées et les euglénophycées sont moins abondants. Parmi les genres de cyanobactéries connus pour produire des toxiques, nous avons enregistré la présence des genres *Microcystis* et *Chroococcus*.

Mots clés : Phytoplancton, paramètres physicochimiques, identification, Lac Bleu, El-Kala.

Abstract

This study focuses on the phytoplankton composition of Bleu Lake, which belongs to the El-Kala National Park (P.N.E.K) in the extreme northeast of Algeria. This lake is a pond located northeast of the El-Mellah lagoon and 700 meters south of the Mediterranean, Roughly oval in shape, this small freshwater pond is characterized by an astonishing depth and for its small area of 3 hectares. Samples are taken at the two sampling points in February 2020 to measure the physicochemical parameters and to make an inventory and identification of the phytoplankton that inhabit this lake. The results of the physicochemical analyzes show that the waters of the Blue Lake have spatial homogeneity, and have the same characteristics as the fresh surface waters with an alkaline pH and a seasonal temperature, which is a function of seasonal climatic factors and with low mineralization. The analyzes and the study of phytoplankton, from samples taken, allowed us to inventory and identify 29 species belonging to 25 genera, divided into five groups of phytoplankton living in fresh water, Chrysophyceae, Cyanobacteria, Euglénophyceae, Chlorophyceae and Pyrrhophyceae. We note the dominance of chlorophyceae in terms of number of species and at the end we find pyrrhophyceae and euglénophyceae are less abundant. Among the genera of cyanobacteria known to produce toxins, we have recorded the presence of the genera *Microcystis* and *Chroococcus*.

Key words: Phytoplankton, physicochemical parameters, identification, Lac Bleu, El-Kala.

المخلص

تركز هذه الدراسة على تركيبية العوالق النباتية في البحيرة الزرقاء التي تنتمي إلى الحظيرة الوطنية للقالبة (P.N.E.K) في أقصى شمال شرق الجزائر. هذه البحيرة عبارة عن بركة تقع شمال شرق بحيرة الملاح وعلى بعد 700 متر جنوب البحر الأبيض المتوسط ، شبه بيضاوية الشكل ، تتميز هذه البركة الصغيرة ذات المياه العذبة بعمق مذهل وبمساحتها الصغيرة التي تقدر بـ 3 هكتارات. تم أخذ العينات من نقطتين في شهر فيفري 2020 لقياس العوامل الفيزيوكيميائية وإجراء جرد وتعريف للعوالق النباتية التي تعيش في هذه البحيرة. تظهر نتائج التحليلات الفيزيوكيميائية أن مياه البحيرة الزرقاء متجانسة ، ولها نفس خصائص المياه السطحية العذبة، ذات درجة حموضة قلوية ودرجة حرارة موسمية ، تتغير بتغير العوامل المناخية الموسمية وذات تمعدن منخفض. سمحت لنا التحليلات ودراسة العوالق النباتية ، من العينات المأخوذة ، بجرد وتعريف 29 نوعاً تنتمي إلى 25 جنساً ، مقسمة إلى خمس مجموعات من العوالق النباتية التي تعيش في المياه العذبة ، الـ *Chrysophycées* ، الـ *Cyanobactéries* ، الـ *Euglénophycées* ، الـ *Chlorophycées* والـ *Pyrrhophycées*. نلاحظ هيمنة الـ *Chlorophycées* من حيث عدد الأنواع ونجد في المرتبة الأخيرة كل من الـ *Pyrrhophycées* والـ *Euglénophycées* كأقل هيمنة. من بين أجناس الـ *Cyanobactéries* المعروف أنها تنتج السموم ، سجلنا وجود الجنسين *Microcystis* و *Chroococcus*.

الكلمات المفتاحية: العوالق النباتية ، العوامل الفيزيائية والكيميائية ، تعريف الأنواع ، البحيرة الزرقاء ، القالبة.