

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 قالة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 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: ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Thème

Approche qualitative et quantitative du phytoplancton
du lac Tonga(PNEK)

Présenté par :

- Daifi Abir
- Saci Lilia

Devant le jury :

Mr. HOUHAMDI Moussa	Pr.	Président	Université de Guelma
Mr. ROUABHIA Kamel	MAA	Encadreur	Université de Guelma
Mr. RAMDANI Kamel	MAA	Examineur	Université de Guelma

Juillet 2019

Remerciement

Nous remercions tout d'abord dieu pour tous ces dons et pour Avoir la capacité d'élaborer ce travail.

En guise de reconnaissance, nous voudrions remercier toutes les personnes qui, par leurs conseils, leur collaboration, leur soutien moral et leur amitié, ont contribué à la réalisation et à l'achèvement de ce travail.

*Nous remercions vivement, notre encadreur **Mr. Rouabhia Kamel** qui m'aider avec une extrême bienveillance et autant de gentillesse et grâce à ses orientations et ses conseils judicieux et combien éclairé pour d'élaborer cette étude dans les meilleures conditions de ce là je tiens a exprimé ici mes profonds respects et ma très grande reconnaissance.*

*Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury : Mr. **le professeur Houhamdi Moussa** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. A Mr. **Ramdani Kemal** maitre d'Assistance A de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.*

Comme nous tenions à remercier les responsables de la bibliothèque de l'université de laboratoires pédagogiques et de recherche et toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Abir Lilia



Dédicace

*Je dédie ce travail à mes parents que son amour creusé dans mes fonds les plus
profonds depuis ma naissance*

*Que jamais cesses de m'encourager pour mes étude et qui me permis de
découvrir cet univers*

*Mon profond respect pour tous les efforts que m'ont fournis pour mois
J'aspire qu'un jour leur rendre un peu de ce qu'ils m'ont fait pour moi*

Que Dieux leur prête bonheur et long vie

A mon cher petit frère Zine eddine

A ma chère sœur Ismahéne

A tout qui m'aime

Abir



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes parents qui ont m'encourager dans mon parcours scolaire

Quoi que je fasse je ne pourrais vous rendre ce que vous avez fait pour moi. Si je suis arrivé là ; c'est grâce à vous, que dieu vous bénisses vous donne longue vie et vous protège pour moi

A mes sœurs Manel, Hana, Fatma, Afrah et mon frère Riad qui m'ont donné la force et la volonté de surmonter tous les obstacles et les difficultés.

A Djihane, Maram, Aya, Riad, Malek, Anis, Maria, Sara et Nidal et je les souhaite une vie pleine de succès et de bonne conduite

À une personne spéciale qui m'a contribué indirectement à l'accomplissement de ce travail et dont la présence m'a énormément enrichi.

Sans oublier bien sur mes amis pour les bons moments passés ensemble, pour m'avoir comblé avec leur sympathie et leur bonté, pour le fait d'être mes amis tout simplement.

A tous mes proches, parents, oncles, tantes, cousin, cousine fidèles et sincères ... Ils se reconnaîtront

Lilia



Table des matières

Remerciement

Dédicace

Table des matières

Liste de figure

LISTE DE TABLEAU

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre I: synthèse bibliographiques

1. Phytoplancton 3

2. Systématique des phytoplanctons 3

2.1. Cyanophycées 3

2.2. Chlorophycées..... 4

2.3. Xanthophycées 5

2.4. Chrysophycées 5

2.5. Pyrrophycées 6

2.6. Euglénophycées..... 6

2.7. Cryptophycées 7

2.8. Diatomophycées 7

3. Rôle des phytoplanctons 7

4. Dynamique de la communauté phytoplanctonique..... 8

4.1. Facteurs de croissance 8

4.2. Facteurs de mortalité 9

4.3. Effets des facteurs abiotiques 9

4.3.1. Climat..... 9

4.3.2. Température..... 10

4.3.3. Vent 10

4.3.4. Lumière..... 10

4.3.5. Nutriment 10

4.4. Effets des facteurs biotiques 11

5. Prolifération du phytoplancton..... 11

5.1. Proliférations des cyanobactéries..... 12

5.1.1. Toxines (Cyanotoxines)	12
5.1.1.1. Hépatotoxines	12
a. Microcystines (MCs)	12
b. Nodularines (Nod)	12
c. Cyindrospermopsine (CYN).....	13
5.1.1.2. Neurotoxines.....	13
5.2. Effets indésirables des proliférations des cyanobactéries	13
5.2.1. Impact sur l'environnement et le cadre de vie.....	13
5.2.2. Impact sur les organismes vivants	13
5.2.3. Impact sur l'équilibre écologique.....	14
5.2.4. Impact sur la santé humaine	14
6. Application des phytoplanctons	15
6.1. Application alimentaire	15
6.2. Application pharmaceutiques	15
7. Clés d'identification du phytoplancton	16
7.1. Cas des algues vraies	16
7.2. Cas des Cyanobactéries	16
Chapitre II: matériel et méthodes	
I. Présentation du site d'étude	18
1. Le Parc National d'El Kala (PNEK).....	18
2. Le Lac Tonga	18
2.1. Contexte régional.....	18
2.2. Contexte local.....	18
3. Biodiversité du lac Tonga	19
3.1. La flore	19
3.2. La faune.....	20
II. Méthodes du travail	20
1. Stratégie d'échantillonnage et choix des stations	20
2. Méthode de prélèvement	22
2.1. Transport et conservation des échantillons.....	22
2.2. Analyse des paramètres physico-chimiques	22
2.2.1. La température	22

2.2.2. Le pH	23
2.2.3. La conductivité.....	23
2.2.4. L'oxygène dissous	24
2.2.5. La salinité	24
2.3. Analyse des paramètres phytoplanctoniques	24
2.3.1. Analyse qualitative	24
2.3.2. Analyse quantitative	25
2.3.2.1. RICHESSE SPECIFIQUE	25
2.3.2.2. ABONDANCE.....	25
2.3.2.3. DIVERSITE GLOBALE	25
2.3.2.4. LES GROUPES FONCTIONNELS DU PHYTOPLANCTON	26

Chapitre III: Résultats Et Discussion

1. RESULTATS ET DISCUSSION.....	30
1.1. RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	30
1.1.1. LA TEMPERATURE	30
1.1.2. LE PH.....	30
1.1.3. LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE	31
1.1.4. L'OXYGENE DISSOUS	32
1.1.5. LA SALINITE	32
2. RESULTATS D'ANALYSES PHYTOPLANCTONIQUE.....	33
2.1. RESULTATS D'ANALYSE QUALITATIVE	33
2.2. RICHESSE SPECIFIQUE TOTALE	38
2.3. CONTRIBUTION DES CLASSES DANS LA RICHESSE SPECIFIQUE TOTALE	38
2.4. ABONDANCE TOTALE DU PHYTOPLANCTON	38
2.5. INDICE DE SHANNON ET D'EQUITABILITE	39
2.6. Groupe fonctionnelle	41
conclusion	43

Références bibliographique

Annexe

Résumé

Liste de figure

Figure	Titre	Page
Figure 1	Carte de localisation du lac Tonga	19
Figure2	Photo satellite de la localisation des points de prélèvements	21
Figure 3	Photos représentant les stations de prélèvements	21
Figure 4	Le multi paramètre utilisé	22
Figure 5	Variation spatiotemporelle de la température de l'eau du lac Tonga	30
Figure 6	Variation spatiotemporelle du pH de l'eau de lac Tonga	31
Figure 7	Variation spatiotemporelle de la conductivité électrique de l'eau du lac Tonga	31
Figure 8	Variation d'Oxygène dessous de l'eau du lac Tonga	32
Figure 9	Variation spatiotemporelle de la salinité du lac Tonga	33
Figure 10	Evolution de la richesse spécifique des groupes phytoplanctonique du lac Tonga	38
Figure 11	Répartition des classe phytoplanctonique dans le lac Tonga	39
Figure 12	Variation de la densité totale des groupes phytoplanctonique des eaux de lac Tonga	40
Figure 13	Variation de la diversité des classe Phytoplanctoniques durant la période d'étude de Shannon	41
Figure 14	Evolution de l'indice de Shannon à partir de l'abondance totale	42

Liste de tableau

Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Calendrier des sorties sur terrain et coordonnées de station du prélèvement	20
Tableau 2	La variation de pH de l'eau	23
Tableau 3	Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique	23
Tableau 4	Présentation des groupes fonctionnels	27
Tableau 5	Quelques inventaires représentatifs du lac Tonga	37
Tableau 6	Espèces non identifiées durant la période d'étude	37

Liste des abréviations

Unités de mesure

μs : Micro-Siemens

Å : Ångström

Ind/l: Individus par litre

Acronymes

ONU: organization des Nations Unies

OMS : Organisation mondiale de la santé

HNLC: High Nutrients Low Chlorophyll

ANPK : agence nationale des parcs d'El Kala

PNEK : Parc National d'El-Kala

Nod : Nodularines

CYN : Cylindrospermopsine

O₂ : Oxygène

S : Station

pH : Potentielle Hydrogène

sp : Espèce

Cond : conductivité

Ish: indice de Shannon

MC- LR : microcystine- LR

Introduction

Introduction

L'eau est un élément vital et indispensable à la vie. Elle couvre 70% de la planète. Son importance pour l'économie ne cesse de croître. Sa demande et son approvisionnement devient de plus en plus difficile à acquérir. Elle est nécessaire à la santé, l'agriculture, l'industrie, le tourisme, les loisirs et la navigation (**Anonyme, 2009**).

De toutes les ressources renouvelables de la terre, l'eau douce est celle dont le manque est le plus implacable pour l'humanité. Impossible à remplacer, elle est essentielle à la production des aliments, au développement économique et à la vie elle-même. Sur une planète dont plus des deux tiers sont recouverts d'eau, l'illusion de l'abondance a caché la réalité que l'eau douce et pure sera un bien de plus en plus rare. En effet, seulement 2.5 % de la quantité d'eau disponible sur le globe est douce dont 69 % est bloquée dans les calottes polaires et les glaciers des montagnes ou stockée dans des aquifères trop profonds. Ce stock se renouvelle lentement au rythme des précipitations sur les terres émergées et son approvisionnement devient ainsi de plus en plus difficile, tant en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie que du développement accéléré des techniques industrielles modernes (**Gadelle, 1995**).

La quantité d'eau dont nous disposons dépend de son degré de propreté ou de pollution. La problématique de l'eau est un souci de quantité et de qualité ; la mauvaise qualité de l'eau se répercute sur l'environnement et le bien-être de l'homme (**Kouadri, 2013**).

Le fonctionnement des lacs fait partie du régime naturel des cours d'eau et leur effet de régularisation est donc très limité. Cependant ; leur étude ne doit pas être négligée en raison de leur possibilité d'aménagement dans le futur. En effet ; les lacs sont par définition situés sur des formations étanches qui peuvent être utilisées pour la création des réserves artificielles que sont les barrages-réservoirs (**Roland, 2010**).

En Algérie, plusieurs retenues de barrages et de lacs naturels évoluent rapidement vers l'eutrophisation suite à une productivité accrue stimulée continuellement par les apports de fertilisants et un changement de climat de plus en plus sec. Parmi les principaux symptômes indésirables de cette eutrophisation, on trouve la prolifération massive de plus en plus préoccupante des phytoplanctons (**Bouaïcha, 2002**).

Les phytoplanctons sont la base de la chaîne alimentaire de tous les organismes marins et un acteur vital de l'équilibre écologique et climatique planétaire (**Mollo et Noury, 2013**).

Dans le cadre de la surveillance et de l'émergence des phytoplanctons ; on a réalisé une étude prospective des différents prélèvements provenant de deux sites pendant la saison printanière dont l'objectives est :

- Le dénombrement et l'identification des peuplements Phytoplanctoniques printanières du lac Tonga en fonction de quelques paramètres physicochimiques et l'étude de la diversité de ces peuplements.

Ce travail est structuré en quatre chapitres :

- Le premier chapitre; une étude bibliographique, généralité sur les phytoplanctons d'eau douce et leur multiple application.
- Le second chapitre ; Description de milieu d'étude, Sert à décrire le site d'étude et sa richesse faunistique et floristique et la mise en évidence du cadre juridique pour sa préservation.
- Le troisième chapitre; présenté une étude expérimentale sert à préciser les conditions environnementales du milieu aquatique il s'agissait de mettre en place un dispositif de terrain permettant le suivi des facteurs physico- chimiques ; et estimé la quantité et la qualité phytoplanctonique du lac.
- Le quatrième chapitre est consacré à une synthèse des principaux résultats obtenus sous forme de tableaux et de graphes qui seront discutés ; suivis par une conclusion et des perspectives pour ce travail de recherche.

Etude bibliographique

1. Phytoplancton

Le phytoplancton (du grec phyto : plante) et planktos qui flotte. Plus précisément il s'agit de l'ensemble des espèces de plancton de nature végétale (**Sieburth et al, 1978**). S'agit de l'ensemble des espèces de plancton de nature végétale (y compris les bactéries telles les cyanobactéries). Ce sont des éléments essentiels de la productivité ; le phytoplancton est composé d'organismes unicellulaires ; filamenteux ; microscopiques en suspension en colonie d'eau caractérisés par la présence de pigments chlorophylliens ; ces microorganismes sont qualifiés de thalophytes. Ils sont localisés dans les couches superficielles éclairées des étendues d'eau en effet leur métabolisme est dominé par le mode de vie autotrophe basé sur la photosynthèse (**Douta et Feuillade, 1995**). Par ailleurs, de nombreuses cellules phytoplanctoniques sont capables de réaliser la mixotrophie (**Domaizon et al, 2003; Zubkov et Tarran, 2008**). Leur forme est extrêmement variée, la diversité morphologique étant souvent liée à une adaptation à la mobilité (**Zeitzschel, 1978**).

La flore algale est estimée entre 474 et 504 genres regroupant 3444-4375 espèces selon les auteurs. Mais ces chiffres augmentent au gré des découvertes.

Les espèces de phytoplancton se répartissent à l'échelle mondiale (espèces cosmopolites) ou se distribuent selon des grandes divisions climatiques classiques. On distingue ainsi des espèces d'eaux froides, d'eaux tempérées et d'eaux chaudes intertropicales (**Laurion et al, 2007**).

2. Systématique des phytoplanctons

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

2.1. Cyanophycées

Les cyanobactéries ou algues bleues seraient apparues il y a plus de 3 milliards d'années (**Fay, 1983**), tandis que des publications plus récentes indiquent que leur apparition s'est faite il y a 2,7 milliards d'années (**Lee, 2008**). Ils sont les premiers organismes de l'histoire de l'évolution à produire de l'oxygène et sont les ancêtres des végétaux présents dans les

écosystèmes terrestres contemporains (**Huisman et al, 2005**). Ce sont des procaryotes placés dans le règne des Eubactéries (**Woese, 1987**). Elles se répartissent en 150 genres regroupant quelques 2000 espèces. Le diamètre de ces procaryotes varie d'environ 1 à 10 µm (**Duy et al, 2000**), elles peuvent être unicellulaires, filamenteuses formant des trichomes ou en colonies (**Prescott et al, 1995; Chorus et Bartram, 1999**). La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées (**Bourrelly, 1985**). Les cyanobactéries filamenteuses possèdent deux types de cellules particulières : des hétérocystes et des akinètes. C'est par exemple le cas des genres *Anabaena* et *Nostoc* (**Stewart, 1973; Mur et al, 1999**).

La composition pigmentaire des cyanobactéries et la présence des vésicules à gaz leur permettent une bonne adaptabilité et une prédominance (**Thébault et Lesne, 1995**). Un bon exemple de cette propriété physiologique est fourni avec l'espèce *Planktothrix rubescens*. (**Schanz et al, 1997; Bright et Walsby, 1999; Walsby et al, 2004; Walsby, 2005**). En fait, les cyanobactéries sont, à ce jour, les seules représentantes du groupe des bactéries Photosynthétiques oxygéniques (**Castenholz, 2001; Prescott, 2003**).

Leur photosynthèse se déroule majoritairement en aérobie ; Mais certaines Cyanobactéries peuvent réaliser la photosynthèse en milieu anaérobique (**Lee, 2008**). Leur mode nutritionnel peut être de trois types : Photolithotrophie stricte ; Photohétérotrophie ; Chimiohétérotrophie facultative (**Reviere, 2003 ; Lee, 2008**).

On retrouve les cyanobactéries dans la plupart des environnements communs: en eau douce ; sur les littoraux ; dans les mers (**Reviere, 2003**). Aujourd'hui ces micro-organismes peuvent être décrits selon des codes de nomenclatures botaniques ainsi que bactériologiques. La validité des espèces est généralement basée sur des études comparatives des souches en culture pure (**Stanier et al, 1978**) ; ont la capacité de bourgeonner soit par scission binaire ou encore par division multiple (**Prescott, 2003**).

2.2. Chlorophycées

Les chlorophycées ou algue verte forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en quatre classes : Euchlorophycées ; les Ulothricophycées ; les Zygothricophycées et les Charophycées. Celle-ci

comporte environ 500 genres ; représentant de 15000 espèces (**John, 1994**). toute fois ; la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre de volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Euchlorophycées (**Bourelly, 1985**). les cellules des Volvocales possédant une paroi cellulaire glycoprotéique pourvue de 2.4 ou 8 flagelles de même taille ; 1 noyau et 2 vacuoles contractiles localisées a la base de flagelles. Les chloroplastes de la plupart de Volvocales sont en forme de «U» et les chlorophylles a et b sont les pigments majeurs (**Ettl, 1983**). Les cellules mobiles de chlorophycées sont isokontées et les réserves sont constituées d'amidon intraplastidial (**Larpent et Larpent-Gourgaud, 1997**).

2.3. 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 (**Ettl, 1978**). Possèdent des plastes vert-jaune ou vert à peine jaunâtre (**Larpent et Larpent-Gourgaud, 1997; Pierre, 2001**). Les cellules obiles 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**).

2.4. Chrysophycées

Les chrysophycées ou algues dorées 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 et c (**Wetzel et al, 2001**). La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie. Dans le dernier cas, elles se nourrissent en consommant de la matière particulaire comme des bactéries ou des protistes ou bien en absorbant des molécules organiques complexes (**Sanders et al, 1990; Domaizon et al, 2003**). Le nombre de flagelles est variable. 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, sont de nature isogamique (**Canter-Lund et Lund, 1995**). Elles forment souvent des logettes ou kystes siliceux plus ou moins sphériques. (**Bourrelly, 1968 ; Gorenflot et Guern, 1989**). Les cellules mobiles sont hétérokontées. (**Larpent et Larpent-Gourgaud, 1997**).

2.5. Pyrrhophycées

Pyrrhophycées ou Algue bruns ont des plastes bruns ; moins souvent rouges ou bleu – vert et mettent de l'amidon en réserve. Mais cet amidon n'est pas contenu dans des plastes ; il extra plastidiale (**Bourrelly, 1970**). Ils regroupent environ 300 espèces et sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles. Une ceinture transversale, le cingulum, encercle la cellule et la divise en une épithèque et une hypothèque alors qu'une invagination longitudinale, le sulcus, définit la face ventrale de la cellule. Ils possèdent des plaques de cellulose sur la partie externe de la membrane et la taxonomie de ces microorganismes est basée sur le nombre et l'arrangement de ces plaques (**Kofoid, 1909**). Cependant ils existent quelques rares formes filamenteuses, pourvues de deux flagelles dirigés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre, l'un longitudinal et l'autre transversal (**De Reviere, 2003**).

2.6. Euglénophycées

Les euglènes sont réparties en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire, possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma orange à rouge composé de globules de caroténoïdes (**Rosowski, 2003**).

Bien que certaines euglènes soient non pigmentées, la plupart sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes. Il reste que même si la phagotrophie peut constituer le mode d'assimilation de carbone principal, aucune de ces espèces n'en dépend uniquement. En ce qui concerne leur mode de reproduction, la division cellulaire semble être la règle pour cette classe du phytoplancton (**Bourrelly, 1985**). Les Euglénophycées contenant des plastes verts renfermant de la chlorophylle *a* et *b*, associée à du β -carotène et des xanthophylles. Les réserves sont constituées de grains de paramylon extraplastidial (**Bourrelly, 1968 ;**

Gorenflot et Guern, 1989), et des gouttelettes lipidiques pouvant constituer des réserves supplémentaires (**De Reviere, 2003**).

2.7. Cryptophycées

Les cryptophycées sont unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles et dépourvues de paroi cellulaire. En effet, l'enveloppe qui les entoure est appelée périplaste et est composé de deux couches distinctes, le périplaste interne et le périplaste externe qui entourent la membrane plasmique (**Kugrens et Clay, 2003**). Les cellules contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par fission binaire (**Starmach, 1974; Bourelly, 1985**).

2.8. Diatomophycées

Les diatomées (Bacillariophycées) englobent 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**). Le pourtour des valves est connecté avec des bandes qui constituent la ceinture de la cellule. Ces microorganismes sont unicellulaires ou coloniaux et sont communément divisés en deux groupes : les diatomées centriques qui ont une symétrie radiale et les diatomées pennées qui ont une symétrie bilatérale. Les valves des diatomées pennées présentent des parties de cellules plus épaisses et dilatées. Chez certaines espèces, une fente, nommée raphé, traverse une partie ou la cellule entière alors que chez d'autres espèces, on observe une dépression de la paroi cellulaire appelée pseudoraphé. Quatre groupes de diatomées pennées sont différenciés sur la base de ces structures : les Araphidées, les Raphidoidées, les Monoraphidées et les Biraphidées. La reproduction végétative par division cellulaire est le mode le plus commun de multiplication (**Canter-Lund et Lund, 1995**).

3. Rôle des phytoplanctons

Le phytoplancton ne présente que 1% de biomasse d'organismes photosynthétiques sur la planète mais assure environ 45% de la production primaire. Il est à la base de la nourriture de la plupart des poissons (**Harris, 1986**). De ce fait il conditionne la

production de poissons, de moules, d'huitres, de crevettes et d'autres produits (**Hansen et al, 1986**). Il est considérée le poumon de la planète Par la photosynthèse, le phytoplancton produit une grande quantité d'oxygène nécessaire à la vie dans l'eau, mais aussi, grâce aux échanges gazeux à la surface des océans, il fournit les deux tiers de l'oxygène de l'air de notre planète (**Mollo et Noury, 2003**).

Le phytoplancton, qui est donc fortement influencé par les changements environnementaux, 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 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:

- L'abondance et la composition phytoplanctonique.
- La biomasse phytoplanctonique.
- L'intensité et la fréquence des blooms planctoniques.

Donc certaines espèces du phytoplancton, peuvent être utilisées comme des indicateurs de pollution, ainsi *Chamaesiphon polonius* et *Calothrix sp* sont caractéristiques des eaux non polluées, par contre *Oxillatoria chlorina* et *Spirulina jenneri* peuvent survivre dans les milieux très pollués et pauvres en oxygène. Cependant *Phormidium sp* est présent dans les eaux moyennement polluées (**Champiat et Larpent, 1994**).

4. Dynamique de la communauté phytoplanctonique

La dynamique d'une population phytoplanctonique, résulte du bilan entre facteurs de croissance et de mortalité. Ces deux fonctions, dépendantes du temps et d'une multitude de facteurs, abiotiques ou biotiques, fluctuent au cours du temps.

4.1.Facteurs de croissance

La croissance du phytoplancton est fortement influencée par les facteurs abiotiques. Dans les océans, les nutriments interviennent dans la composition et le fonctionnement des cellules (**Redfield, 1934**).

Leur concentration est un des facteurs majeurs limitant la croissance des microalgues. Cette limitation concerne majoritairement l'azote et le phosphore qui sont disponibles dans les eaux côtières alimentées par les zones continentales. Les éléments traces comme le fer peut également limiter la production primaire, notamment dans certaines zones dites HNLC (High Nutrients Low Chlorophyll) comme les tourbillons subtropicaux (**Blains ; Queguiner et al, 2007**).

Le phytoplancton a besoin d'une quantité proportionnée de lumière pour sa croissance. En effet, en cas de faible intensité, la photosynthèse ne permet pas de satisfaire la demande énergétique du métabolisme cellulaire, tandis qu'exposé à de trop fortes intensités, l'appareil photosynthétique est dégradé et les rendements quantiques sont réduits (**Reynolds, 2006**).

4.2. Facteurs de mortalité

Le broutage par le zooplancton constitue un facteur important de mortalité. Les protistes nano flagellés et micro-ciliés se nourrissent de cyanobactéries et de picoplancton, tandis que les espèces Phytoplanctoniques plus grandes vont constituer la proie des protistes filtreurs (**Reynolds, 2006**).

Le taux de perte par le broutage peut être considérable, au point d'entraîner la disparition des populations de phytoplancton. Le taux de mortalité, engendré par le broutage, peut représenter de 40 à plus de 90 % du taux de croissance du phytoplancton selon les régions du monde (**Calbet, Schmoker et al, 2013**).

4.3. Effets des facteurs abiotiques

La croissance du phytoplancton est fortement influencée par les facteurs abiotiques (**Redfield, 1934**). Elles varient avec les saisons et dépendent de facteurs à la fois physique et chimique. Les concentrations de nutriments constituent des indicateurs fondamentaux de prolifération phytoplanctonique (**Findley et Klingh, 1994**).

4.3.1. Climat

Le climat est le principal facteur de répartition et de dynamique des écosystèmes (**Anglier, 2003 ; Ramade, 2005**). Il s'avère que l'altération des caractères physico-

chimiques de l'eau est doublée par une variabilité des conditions météorologiques (Chaocachi et al, 2002).

4.3.2. Température

Paramètre actif ; qui agit sur la rapidité des processus biologique. Par opposition aux milieux terrestres ; la température en milieu aquatique est plus tamponnée et moins sujette aux variations. (Findley et Klingh, 1994).

4.3.3. 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. Dans les systèmes aquatiques le vent détermine la profondeur maximale à laquelle se fait sentir l'action du vent. L'eau brassée devient homogène sur toute la hauteur d'une couche de mélange ; par ailleurs ce processus y assure une bonne oxygénation dans les lacs profonds.

D'autre part dans les lacs moins profonds on observe une remise en suspension du sédiment avec comme conséquences ; une augmentation de la turbidité ; réduction de la transparence et de la pénétration de la lumière (Ricklifs et Miller, 2005).

4.3.4. Lumière

La limitation de la croissance des organismes photosynthétiques entraîne progressivement une anoxie de la masse d'eau au fond du lac (Ricklifs et Miller, 2005). Les hautes intensités lumineuses ont une action inhibitrice sur le mécanisme photosynthétique ainsi que sur l'activité fixatrice des microorganismes photosynthétiques fixateurs d'azote.

En milieu aquatique on a observé une dominance des Chlorophycées filamenteuses en surface et des Cyanobactéries en profondeur. De ce fait ce groupe phytoplanctonique évite la surface trop exposée (Anglier, 2000).

4.3.5. Nutriment

Les éléments nutritifs sont des composés essentiels à la croissance et à la survie des organismes. Leurs apports dans un écosystème influent grandement sur l'abondance de la vie végétale et animale ainsi que sur le genre et la variété des espèces. Par ailleurs les

activités humaines ont considérablement accru la biodisponibilité de deux éléments nutritifs clefs de l'environnement ; soit l'azote et le phosphore (**Cemagref, 2003**).

4.4. Effets des facteurs biotiques

Les facteurs physico-chimiques d'origine biotique ont des conséquences des activités métaboliques et par sécrétions dans le milieu de substances favorables ou toxiques et pour les autres espèces. Les facteurs trophiques de nature biologique, à l'exemple des sels nutritifs libérés dans les eaux (ou le sol) sous l'action de la décomposition. Les facteurs intra spécifiques, qui regroupent les interactions se déroulent à l'intérieur d'une même espèce (entre individus). Les facteurs interspécifiques, qui concernent les interactions entre populations d'espèces différents (facteurs de prédation et parasitisme). La régulation de la position de la colonne d'eau par l'intermédiaire de vacuoles gazeuses est l'une des caractéristiques des cyanobactéries (**Olivier et Ganf, 2000 ; Ramade, 2005**).

5. Prolifération du phytoplancton

Dans ces eaux continentales, le phytoplancton constitue la base de la chaîne trophique. Ce phytoplancton peut former des efflorescences par suite de prolifération d'une ou de quelques espèces dans des conditions hydro-climatiques favorables et en particulier le déséquilibre du contrôle par la ressource nutritive ou par le broutage. Ainsi, l'apparition de ces efflorescences est liée à plusieurs facteurs, notamment aux concentrations élevées en nutriments. (**Kilham et Kilham, 1984**), à la stabilité hydrodynamique à la température (**Reynolds, 1998**) et à la lumière (**Dusenberry et al, 1999**).

Des proliférations Phytoplanctoniques, devenues plus fréquentes dans les milieux lenticules ces dernières années (**Hamilton et al, 1997**), perturbent le fonctionnement de leur écosystème en réduisant la transparence de l'eau et la concentration d'oxygène dissous, entraînant une perte de biodiversité de tous les niveaux trophiques (**Talita et al, 2011**).

Certaines espèces (environ 250), peuvent proliférer de façon massive en formant des eaux rouges, brunes vertes. Quelques espèces (2 %) sont indésirables et responsables d'épisodes de toxicité des coquillages et de mortalité des poissons (**Centre d'océanographie de Marseille LEBLANC Karine – UMR 6535 – L.O.B**).

5.1. Proliférations des cyanobactéries

5.1.1. Toxines (Cyanotoxines)

La présence de toxines a été rapportée dans pratiquement toutes les régions où les Cyanobactéries ont été étudiées, faisant de la cyanotoxicose un problème d'envergure mondiale. Les toxines de cyanobactéries sont généralement classées selon leur mode d'action : les hépatotoxines, les neurotoxines et les dermatoxines (**Suttle, 2000**). Il a été démontré qu'au moins 46 espèces de cyanobactéries ont le potentiel de produire des toxines. (**Ernst et al, 2005**). Les cyanotoxines les plus communes appartiennent au groupe des Microcystines (MC) (**Haider et al, 2003**). Jusqu'à présent, près de 80 variantes de MC ont été identifiées (**Dietrich & Hoeger, 2005**). Selon **Haider et al, (2003)**, le potentiel d'une souche de cyanobactéries à être toxique dépend principalement du fait qu'elle possède le gène de production de toxines. Le caractère toxique et non toxique d'une même espèce peut varier entre les différentes souches et entre les clones d'une même culture (**Carmichael, 1992**).

5.1.1.1. Hépatotoxines

a. Microcystines (MCs)

Il est important de signaler que leur structure chimique variable présente des différences de solubilité dans l'eau ce qui peut conduire à des variations dans les organes cibles, le métabolisme et la bioaccumulation (**Craig et al, 1993, Gupta et al, 2003**). La MC-LR, qui présente une toxicité élevée sur souris, est la toxine la plus fréquemment détectée dans les écosystèmes. Elle est de ce fait la plus étudiée et la mieux connue. Peu de données sont disponibles sur les autres variantes de la microcystine.

b. Nodularines (Nod)

Neuf nodularines ont été isolées à ce jour (**Codd et al, 2005**). Et la plus étudiée est la nodularines R. La molécule qui contient une valine à la place de l'arginine est connue sous le nom de motuporine et a été isolée d'une éponge de Papouasie- Nouvelle-Guinée (**De Silva et al, 1992**). La toxicité de la nodularines présente des similitudes avec celle des MCs.

c. **Cylindrospermopsine (CYN)**

La cylindrospermopsine (C₁₅H₂₁N₅O₇S) est un alcaloïde possède une unité guanidine cyclique. Elle est synthétisée par *Cylindrospermopsis raciborskii* qui apparaît souvent dans les eaux tropicales (**Hawkins et al, 1985**). La cylindrospermopsine est un alcaloïde agissant principalement sur le foie via l'inhibition de la synthèse **protéique** (**Terao et al, 1994 ; Hawkins et al, 1997**).

D'autres organes sont également atteints tels que les reins, les poumons, les intestins et le thymus (**Falconer et al, 1999 ; Seawright et al, 1999**). Cette toxine est également un agent mutagène connu (**Falconer et Humpage, 2000**).

5.1.1.2. Neurotoxines

Les toxines responsables sont l'anatoxine A (un alcaloïde) et l'anatoxine A (s) : un méthyle phosphate ester guanidine (**Carmichael et Falconer, 1993**). Aucun cas d'intoxication n'a été répertorié, car il semble peu probable qu'un empoisonnement humain puisse survenir par suite de la consommation d'eau contaminée ou d'un contact (**Falconer, 1999**).

5.2. Effets indésirables des proliférations des cyanobactéries

5.2.1. Impact sur l'environnement et le cadre de vie

- modification de l'aspect de la ressource par une coloration inhabituelle (bleue, rouge ou verte), des irisations en surface et/ou des masses d'écume se déplaçant au gré des vents.
- nuisance olfactive lors de la décomposition de la prolifération.

5.2.2. Impact sur les organismes vivants

- perturbation de la biodiversité de l'écosystème aquatique.
- perturbation des réseaux trophiques aquatiques car les cyanobactéries sont peu ou pas consommées par le zooplancton et leur prolifération s'effectue le plus souvent au détriment du développement des autres microorganismes photosynthétiques (compétition pour les nutriments et la lumière).
- intoxication d'animaux domestiques ou sauvages par abreuvement à proximité d'écumes toxiques (**Briand et al, 2003**).

5.2.3. Impact sur l'équilibre écologique

Les blooms à cyanobactéries ont provoqué de grands dégâts pour les animaux, dans les milieux naturels et dans les bassins d'aquaculture, conduisant à d'importantes pertes économiques. D'après la littérature plus de 80 incidents liés à la toxicité de cyanobactéries signalées depuis 1878 dans les cinq continents du monde. Ces intoxications animales atteignent surtout le bétail, les moutons, les chiens, les oiseaux et les poissons (**Codd et al, 1989 ; Henriksen et al, 1997 ; Zimba et al, 2001**). Les toxines mises en causes sont à parts égales, les neurotoxines et les hépatotoxines. Des expositions chroniques et subchroniques aux hépatotoxines favorisent l'apparition de tumeurs chez les animaux (**Carmichael et Falconer, 1993**).

Les effets néfastes des cyanobactéries se manifestent également sur la croissance, le développement et la reproduction de plusieurs espèces de zooplancton et de crustacés (**Vansconcelos, 1999**). Les blooms toxiques sont mêmes impliqués dans certains cas de mortalités de poissons (**Zimba et al, 2001**). En effet, toutes ces perturbations pourraient handicaper le fonctionnement des étangs de pisciculture et limiter l'introduction de poissons herbivores des retenues de barrages en vue de lutter contre l'eutrophisation. Enfin, les cyanobactéries ont un large spectre d'activités contre plusieurs espèces de bactéries comme *E. coli*. D'autres espèces de cyanobactéries au contraire, favorisent le développement de certaines bactéries pathogènes. C'est le cas de *Synechocystis* qui stimule la croissance de *Vibrio cholerae* (**Mezrioui et al, 1994**).

5.2.4. Impact sur la santé humaine

Certaines espèces Phytoplanctoniques produisent des phycotoxines, qui sont accumulées par les organismes phytoplanctonophages « les mollusques bivalves, gastéropodes, crustacés, ainsi que certains poissons ». Ces organismes jouent le rôle de vecteurs sains. Ils ne sont pas affectés par ces toxines, mais sont toxiques pour les consommateurs secondaires dont l'Homme (**Gailhard, 2003**). Les cyanobactéries ont causé la mort de plusieurs animaux à travers le monde (par ex., chiens, chats, vaches et moutons), et ce depuis plusieurs centaines d'années. En effet, le décès d'animaux associés aux cyanotoxines est rapporté depuis la fin des années 1800 (**Yoo et al, 1995**). Les lipopolysaccharides produits par les cyanobactéries peuvent également être des irritants cutanés et peuvent provoquer des réactions allergiques (**Sivonen et Jones, 1999**).

6. Application des phytoplanctons

Les applications de ces micro-algues sont multiples, de l'alimentation humaine, l'alimentation animale, les cosmétiques, pharmaceutique. Chaque espèce de micro-algues a des propriétés qui lui sont propres et toutes les micro-algues produites n'ont pas une application unique. Il est possible de regrouper les espèces en fonction de leurs principales utilisations (**Filali, 2012**).

6.1. Application alimentaire

Certaines espèces des micro-algues peuvent être consommées comme des légumes. Les principales espèces consommées sont : *Undariapinnatifida*, *Laminariajaponica* et *Porphyra sp.* Les micro-algues dans l'alimentation sont bénéfiques, outre leurs propriétés épaississantes, gélifiantes ou stabilisantes, bien connues et largement utilisées par des industries agro- alimentaires, elles ont aussi des propriétés nutritionnelles intéressantes en alimentation humaine. L'eau de mer offre une composition remarquablement constante. Elle contient en solution tous les éléments nécessaires au maintien de la vie, éléments que les micro-algues absorbent et concentrent dans leurs tissus (**Abadliet Harkati, 2005**).

6.2. Application pharmaceutiques

Les principes actifs extraits des micro-algues sont utilisés comme anti-inflammatoire œsophagien, pour lutter contre l'embonpoint, pour leurs effet laxatif ou encore pour les pansements, pour les micro-algues peuvent être utilisées dans une amélioration du confort des diabétiques. En effet certain polysaccharides issus des micro-algues des côtes françaises peuvent moduler l'absorption intestinale du glucose et la réponse insulinique à l'alimentation. Par ailleurs, des oligosaccharides extraits des micro-algues peuvent améliorer l'équilibre de la flore intestinale du colon, en favorisant la croissance des bactéries comme favorables pour la santé. Ces bactéries sont actuellement largement utilisées des préparations à base de lait peu caloriques, riche en vitamines et en minéraux.

Les micro- algues alimentaires sont source de polysaccharides divers, très différents de ceux prévenants des végétaux terrestres. Ces polysaccharides représentent entre 30% et 70% du poids sec des micro-algues, selon l'espèce (**Gana, 2014**).

Le phytoplancton est connu pour libérer dans le milieu des substances antibactériennes (**Barnabé et Barnabé-Quet, 1997**). Certaines espèces appartenant aux genres *Scenedesmus* et *Chlorella*, ont un effet inhibiteur sur *Bacillus cereus* et *Pseudomonas sp*, tandis que d'autres espèces présentent un effet biocide marqué vis à vis des Coliformes et des Salmonelles (**Champiat et Larpent, 1994**).

7. Clés d'identification du phytoplancton

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

7.1. Cas des algues vraies

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

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

7.2. Cas des Cyanobactéries

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

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

Selon Bourrelly, le sous embranchement des *Cyanoschizophytinées* appartient à l'embranchement des *Schizophytes*. Il forme la classe unique des *Cyanophycées*, qui est partagée en deux sous classes :

✓ Sous classe des *Coccogonophycidées*

Les *Coccogonophycidées* regroupent les formes solitaires ou coloniales, parfois filamenteuses mais sans hormogonie et se multiplient uniquement par spores unicellulaires, cette sous classe est reparti en trois ordres : *Chroococcales*, *Chamaesiphonales* et les *Pleurocapsales*.

✓ Sous classe des *Hormogonophycidées*

Les *Hormogonophycidées* regroupent les formes filamenteuses qui possèdent des trichomes, souvent engainés et se multiplient par hormogonies pluricellulaires, cette sous classe est reparti en deux ordres : *Stigonématales* et *Nostocales*.

Matériel et méthodes

I. Présentation du site d'étude

1. Le Parc National d'El Kala (PNEK)

La région d'El kala est considérée comme la région la plus humide d'Algérie du fait de sa grande diversité et sa richesse ; tant floristique que faunistique ; qui a fait l'objectif de plusieurs études depuis le siècle dernier (**Anonyme, 1996**).

Le parc national écologique d'El-kala (PNEK) situé dans la wilaya d'El- taraf au nord algérienne ; est une grande réserve hydrique naturelle faisant partie des réserves des zone humide en Algérie ; enregistré dans la convention de Ramsar à cause de nombreuses richesses regroupant plusieurs lacs d'eaux douces et salées (**Messerer, 1999**).

2. Le Lac Tonga

2.1. Contexte régional

La réserve intégrale du Lac Tonga est une zone d'importance internationale unique dans la région méditerranéenne. Il est situé à l'Est de la ville d'El-Kala (36°51'N-8°30'E) et occupe une vaste dépression côtière, d'une superficie de 2400 hectares. Il mesure 7,5 Km de long et 4 Km de large. Au Nord, il est séparé par la mer Méditerranée par des crêtes dunaires dont l'altitude peut atteindre 100 m (**Benyacoub et al, 1998**).

2.2. Contexte local

Lac Tonga a la forme ellipsoïde. Il est limité au Nord-Ouest par Djebel Agroub Errechd. A l'Est et au Sud, par les montagnes de Kroumirie qui épousent la frontière Algéro-tunisienne avec Kef Segleb qui culmine à 327 m et à l'Ouest, par le bassin versant du Lac Oubêtra dont les collines oscillent entre 50 et 70 m d'altitude (**Boumezbeur, 1993**).

D'une profondeur moyenne de 1 à 1,5 m, le Lac Tonga est relié à la mer par le canal de la Messida. Son bassin versant s'étend sur 155 Km². En effet, Nous distinguons deux sous bassins versants, celui d'Oued El-Hout au Sud et celui d'Oued El-Eurg au Nord (**Benyacoub et al, 1998**).

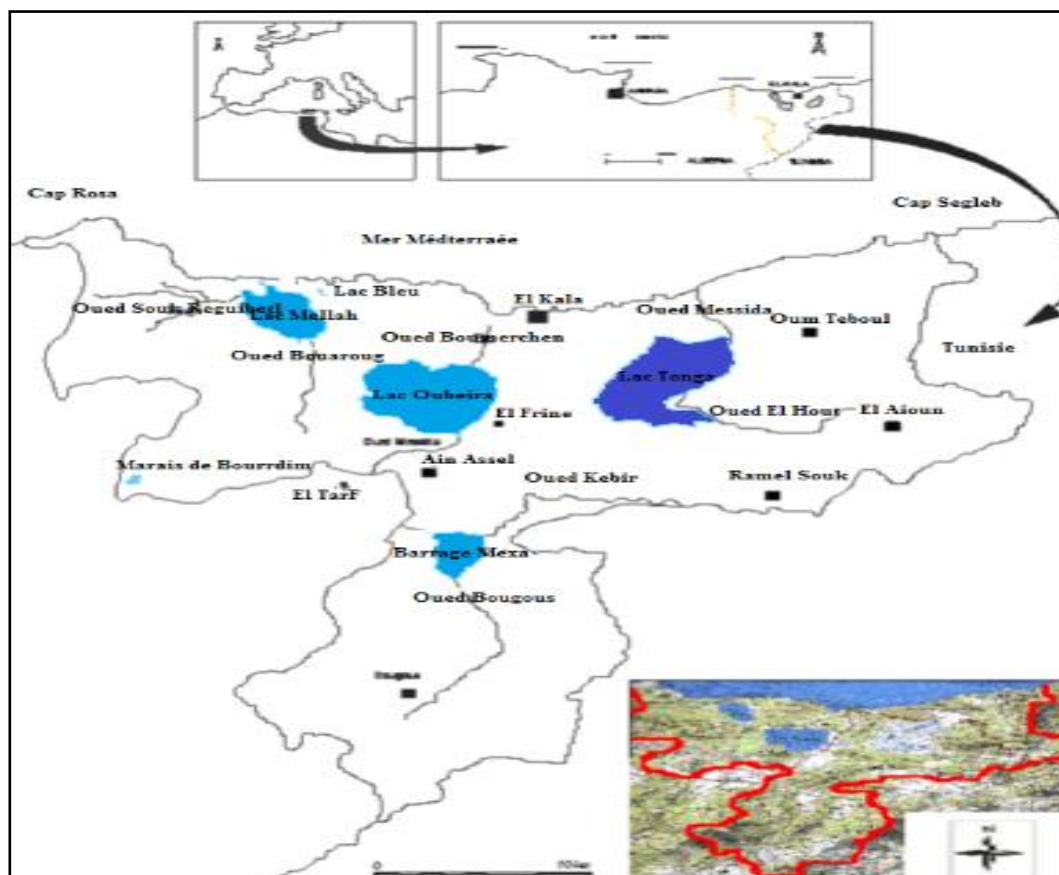


Figure 01 : Carte de localisation du lac Tonga (LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998).

3. Biodiversité du lac Tonga

3.1. La flore

Le bassin versant du lac Tonga se trouve dans l'étage bioclimatique de végétation méditerranéen tempéré au Nord, dans l'humide doux et l'humide chaud au Nord-Est, dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est ; ses collines occidentales sont communes avec celles du lac Oubeira (Belair, 1990). Le lac présente une physionomie dominée par la présence des scirpes *Cyperus lacustris*, les phragmites *typha angustifolia*, de nénuphar blanc *nymphaea alba*, et d'iris *Iris pseudoacorus* (Kadid, 1999).

Sa surface est recouverte à 90% par cette végétation émergente, il y existe 14 groupement dont dix associations, 82 espèces végétales recensées qui appartiennent à 31 familles botaniques, dont 32 espèces (39% de l'ensemble) sont classées d'assez rares à rarissimes. Parmi les espèces rares nous citons *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba*, *Utricularia exoleta* (Kadid, 1989).

3.2. La faune

Le lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau. Il abrite également 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'Erismature à tête blanche *Oxuyura leucocephala* (64, 108, 64 individus en 1990, 1991, 1992) et le Fuligule nyroca *Ayuthya nyroca* (724, 1424, 650 individus en 1990, 1991, 1992) (**Boumezbeur, 1993**).

La faune mammalienne du bassin versant du Tonga est représentée par 37 espèces. Certaines de ces espèces sont rares et localisées. La loutre *Lutra* espèce rare et menacée d'extinction, confinée au lac Tonga reste tributaire de l'intégrité de son biotope (**Ghalmi, 1997**).

Le lac Tonga recense 22 espèces d'odonates qui appartiennent à quatre familles taxonomiques : Lestidae, Coenagrillonidae, Aeshnidae et Libellulidae (**Saoueche, 1993**). Plusieurs espèces de reptiles et d'amphibiens vivent dans le bassin versant du Tonga: *Emys orbicularis*, emyde lépreuse *Mauremys leprosa*, la grenouille verte *Rana saharica*, le discoglosse peint *Discoglossus pictus*, le crapaud de Mauritanie *Buto mauritanicus*, le triton de poiret *Pleurodels poireti*, le psammodrome algiré *Psammodromus algirus*, le sep ocellé *Chalcides ocellatus*, le lézard ocellé *Lacerta pater* et la couleuvre vipérine *Natrix maura* *Testudo graeca* (**Rouag, 1999**).

II. Méthodes du travail

1. Stratégie d'échantillonnage et choix des stations

Afin d'inventorier et d'étudier les variations de la population printanière de phytoplancton au niveau du lac Tonga, deux échantillons ont été prélevés au début du printemps de l'année 2019 et deux autres à la fin de cette saison, comme indiqué dans le (**tab. 01**) à partir de deux points de prélèvement.

Tableau 01 : Calendrier des sorties sur terrain et coordonnées de stations du prélèvement.

	S1	S2
Localisation GPS des stations	36° 83'N- 8° 47'E	36° 87'N- 8° 52'E
Date	01.03.2019	05.05.2019
Saison	Sèche	Sèche
Heur	14:51	14 :51

Le site d'échantillonnage doit être à une distance suffisante de la berge pour s'affranchir des contaminations par les algues périphytiques et par les efflorescences accumulées sur les berges par les vents. Une fois localisée, cette station doit être positionnée au GPS afin de pouvoir être retrouvée à chaque campagne. (Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en oeuvre de la DCE.

Notre choix des stations d'échantillonnage était basé sur la direction des vents dominants dans la région, à savoir des vents du nord-est susceptibles d'affecter le brassage de la colonne d'eau, et donc le mouvement et la répartition du phytoplancton. La première station (S1) est située près d'Oued Messida (**fig.01**) et la deuxième station (S2) est située dans la partie sud-ouest du lac, cette dernière se caractérisant par une eau relativement calme par apport à la première station, où il y a des terres agricoles près de cette station.



Figure 02 : Photo satellite de la localisation des points de prélèvement (Google earth).

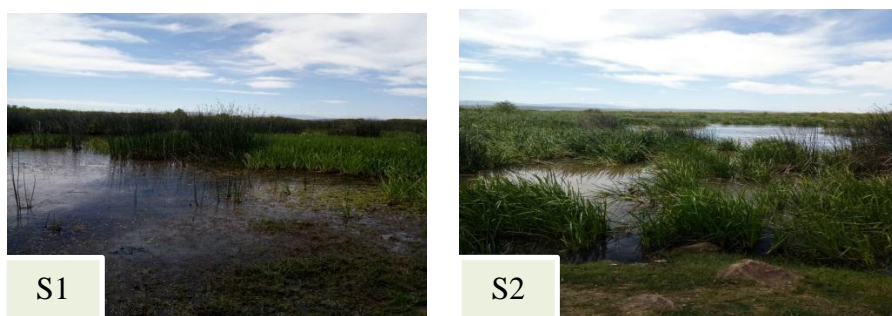


Figure 03 : Photos représentant les stations de prélèvement. (Photo prise par ROUABHIA Kamel, 2019)

2. Méthode de prélèvement

Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Pour une eau de surface (Eau Superficielle), les bouteilles sont plongées à une distance qui varie de 25 à 30 cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels ou artificiels (Rodier et al, 1996).

2.1. Transport et conservation des échantillons

L'échantillon de phytoplancton est fixé sur le terrain à l'aide d'une solution de Lugol Alcalin afin d'obtenir une concentration finale d'environ 0,5% dans l'échantillon ; soit environ 8 gouttes pour 100 ml (ou 2, 5 ml pour un flacon de 500ml) .cette concentration finale peut s'apprécier à la couleur brun clair ; Orangée (Christophe et al, 2009).

2.2. Analyse des paramètres physico-chimiques

L'analyse physico-chimique des eaux de lac Tonga faite dans deux mois, les mesures de la température (T°C), de pH, de la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$), salinité et de l'oxygène dissout (O_2 en mg/l) ; ont été réalisées à l'aide d'un multi paramètre de type (WTW 197i). Ces mesures ont été effectuées *in situ* à chaque station, pour chaque campagne d'échantillonnage.



Figure 04 : Le multi paramètre utilisé (Photo prise par ROUABHIA K.)

2.2.1. La température

La température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces aquatiques (Chaouch et al, 2009).

Elle agit ainsi sur la rapidité des processus biologiques. Par opposition aux milieux terrestres, en milieux aquatiques elle est plus tamponnée et moins sujette aux variations (Anglier, 2003 ; Ramade, 2005).

2.2.2. Le pH

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. (Aouissi., 2009).

Tableau 02: La variation du pH de l'eau (Zerluth, 2004).

Norme	Observation
$\text{pH} \leq 5$	Acidité forte = présence d'un acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
$\text{pH} = 7$	pH neutre
$7 \leq \text{pH} \leq 8$	Neutralité approchée la majorité des eaux de surface
$5.5 \leq \text{pH} \leq 8$	Majorité des eaux souterraines
$\text{pH} = 8$	Alcalinité forte évaporation intense

2.2.3. La conductivité

La conductivité électrique nous renseigne avec une bonne approximation sur la charge minérale des eaux ainsi que sur leur salinité. Elle est proportionnelle au degré de minéralisation (teneur globale en éléments minéraux généralement ionisés) et varié en fonction de la température. Cependant, il est impératif de signaler que l'accroissement de la conductivité est aussi relatif aux quantités de rejet de sels suite aux activités agricoles (Bensaci, 2007; Amira, 2008). La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale (Sayad, 2008).

Tableau 03 : 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

2.2.4. 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'auto-épuration et de préservation de la vie aquatique (**Gaujous, 1995**).

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau (**Rodier, 1984**). Il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique.

2.2.5. La salinité

Généralement la salinité présente peu de variations ; s'observent essentiellement durant la période pluvieuse (**Merzoug, 2009**).

2.3. Analyse des paramètres phytoplanctoniques

2.3.1. Analyse qualitative

A partir des échantillons d'eau brute fixés au Lugol ; un sous échantillonnage de 50 ml a été réalisé après agitation et homogénéisation ; on la laisse se sédimenter dans une éprouvette graduée pendant 24 h ; on garde que les 5ml qui se trouvent en bas et qui présente le sous échantillon ; et on se débarrasse du reste ; et à partir de cette petite quantité on fait notre analyse quantitative et qualitative en même temps après le partage dans des tube d'hémolyse.

La détermination des espèces ont été analysés comme suit. Au fond d'un tube d'hémolyse ; une quantité de 20 μ L d'échantillon à analyser est prélevée à l'aide d'une micropipette après homogénéisation Cette goutte est déposée entre lame et lamelle puis observée au microscope (**OPTIKA B-150** et **Leica CME**) à l'objectif 100 selon la méthode (**d'Utermöhl, 1958**) modifiée. Suivant la morphologie générale des taxons observés, une première détermination des espèces a été faite au laboratoire de biologie de l'Université 8 Mai 1945 Guelma.

L'identification du phytoplancton est réalisée, selon les clés d'identification proposées par Bourrelly, basées sur les caractères morphologiques (**Bourrelly, 1966, 1968, 1970 et 1985**).

2.3.2. Analyse quantitative

Elle basée sur des critères, parmi les on cite :

2.3.2.1. Richesse spécifique

C'est le nombre total des diverses catégories taxonomiques auxquelles appartiennent les organismes prélevés à une station d'échantillonnage. Elle mesure la diversité la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre total d'espèces dans un site. Un grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique. Toutefois, cette méthode dépend de la taille des échantillons et ne considère pas l'abondance relative des différentes espèces. Sa valeur écologique est donc limitée (**Travers, 1964**).

2.3.2.2. Abondance

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité (**Hurlbert, 1971**). Suivant le type d'organismes, l'unité de comptage a été soit une cellule, une colonie ou un filament. Dans chaque champ, le nombre d'individus (ou unité de comptage) a été déterminé.

Le comptage de nombre de peuplement phytoplanctonique est fait en même temps que l'identification, avec des balayages de toute la surface de la lamelle à l'aide d'un objectif x100.

L'indice de diversité donne une information synthétique sur la richesse spécifique et l'équilibre du peuplement considéré.

2.3.2.3. Diversité globale

De nombreux indices de diversité sont ainsi proposés et permettent de donner une expression qualitative plus ou moins pertinente de la structure de l'écosystème.

Dans cette étude, nous avons utilisé l'indice de Shannon qui considère à la fois l'abondance et la richesse spécifique.

L'indice de Shannon (**Ish**) peut se calculer sous la forme,

$$\text{Ish} = -\sum [(ni/N) \times \text{Ln}_2 (ni/N)]$$

Avec :

n_i = le biovolume ou l'effectif de la i ème espèce.

N = le nombre total d'individus dans l'échantillon.

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Piélou : L'équitabilité constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité, (**RAMADE, 1984**). Selon **DAJOZ(1975)**, c'est la distribution du nombre d'individus par espèces, elle s'exprime comme suite :

$$E = H' / H_{max}$$

$$H_{max} = \text{Log}_2(S)$$

S: Est le nombre total d'espèces.

L'équitabilité permet de comparer les structures des peuplements phytoplanctonique, et permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce (dominance d'une des espèces) à 1 lorsque toutes les espèces ont même abondance (équipartition des individus dans les espèces).

2.3.2.4. Les groupes fonctionnels du phytoplancton

Les groupes fonctionnels (Functional Groups, FG) élaborés par Reynolds dès 1984, regroupent, en différents assemblages, les espèces retrouvées fréquemment ensemble dans un même milieu et partageant les mêmes exigences écologiques. Ces assemblages d'espèces permettent une classification fonctionnelle des espèces communes du phytoplancton. Les FG s'inspirent des associations végétales employées en phytosociologie dans le domaine de la botanique. Selon la définition du phytosociologue Braun-Blanquet (1928) : « L'association végétale est un groupement végétal plus ou moins stable et en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisé par une composition floristique déterminée, dans laquelle certains éléments exclusifs ou à peu près (espèces caractéristiques) révèlent, par leur présence, une écologie particulière et autonome ». Selon la même réflexion, les FG regroupent les espèces présentant des similitudes écologiques, caractéristiques d'un type d'habitat. Une attention particulière est portée aux caractéristiques propres à chaque espèce représentative (**Reynolds, 2006**).

Ces groupes, souvent polyphylétiques, sont actuellement au nombre de 41 (**Padisák et al, 2009**) et dénommés sous le terme de codons. Un codon est formé d'une lettre parfois

avec un indice formé par une lettre ou un chiffre (ex : codon A, codon SN, codon S2,...). De nouvelles agrégations d'espèces ou de nouveaux codons sont régulièrement proposés par les utilisateurs des FG (Reynolds et al, 2002 ; Padisák et al, 2003 ; Callieri et al, 2006 ; Padisák et al, 2006 ; Borics et al, 2007 ; Souza et al, 2008 ; Padisák et al, 2009).

Au moment de la collecte du phytoplancton, une étude des conditions environnementales du milieu fournit une aide précieuse à l'attribution des codons, notamment lorsqu'une espèce est potentiellement présente dans plusieurs habitats. Des données sur les plans d'eau comme la profondeur, la richesse en nutriments, le cycle thermique, la taille de l'épilimnion se sont avérées utiles pour placer correctement les taxons potentiellement présent dans plusieurs codons. Le tableau 04 présente les codons décrits par (Reynolds et al, 2002) (Sonia, 2013).

Tableau 04 : Présentation des groupes fonctionnels (Reynolds et al, 2002). Description de l'habitat-type, des taxons représentatifs, des tolérances et des sensibilités des codons.

S1	Couches d'eaux troubles et Mélangées	<i>Planktothrix</i> <i>agardii</i> , <i>Limnothrix</i> <i>redekei</i> , <i>Pseudanabaena</i>	Conditions de très faible luminosité	Ecoulement
S2	Eaux peu profondes, couches d'eaux troubles et mélangées	<i>Spirulina</i> , <i>Arthrospira</i>	Conditions de faible luminosité	Ecoulement
Sn	Couches d'eaux chaudes et Mélangées	<i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Anabaena</i> <i>minutissima</i>	Conditions pauvres en azote	Ecoulement
Z	Eaux profondes, claires, couches Mélangées	<i>Synechococcus</i> , prokaryote Picoplankton	Faible concentration de nutriments	Manque de lumière, Broutage
X3	Eaux peu profondes, claires, couches mélangées	<i>Koliella</i> , <i>Chrysococcus</i> , Eukaryotepicoplankton	Faible alcalinité	Mélange, broutage

Tableau 04 : (suite)

X2	Eaux peu profondes, claires, couches mélangées dans des lacs méso-eutrophes	<i>Plagioselmis, Chrysochromulina</i>	Stratification	Mélange, organismes Filtreurs
X1	Eaux peu profondes, couches d'eaux mélangées et conditions enrichies	<i>Chlorella, Ankyra, Monoraphidium</i>	Stratification	Carence en nutriments, organismes filtreurs
Y	Lacs généralement petits et enrichis	<i>Cryptomonas, Peridinium Lomnickii</i>	Manque de lumière	Phagotrophes
E	Lacs généralement petits, oligotrophes, d'alcalinité faible, lacs ou étangs hétérotrophes	<i>Dinobryon, Mallomonas, Synura</i>	Carence en nutriments (recours à la mixotrophie)	Manque en CO2 Manque en CO2
F	Epilimnion claire	Chlorophytes coloniales: <i>Botryococcus, Pseudosphaerocystis, Coenochloris, Oocystis Lacustris</i>	Carence en nutriments	Manque en CO2 (?), Forte turbidité
G	Colonnes d'eaux petites et riches en Nutriments	<i>Eudorina, Volvox</i>	Forte luminosité	Carence en nutriments
J	Lacs, étangs ou rivières peu profonds et enrichis	<i>Pediastrum, Coelastrum, Scenedesmus, Golenkinia</i>		Faibles conditions de Luminosité
K	Colonnes d'eaux petites et avec des Nutriments	<i>Aphanothece, Aphanocapsa</i>		Mélange profond
H1	Nostocales fixatrices d'azote	<i>Anabaena flos-aquae, Aphanizomenon</i>	Faible azote et carbone	Mélange, faible lumière, et faible niveau de phosphore

Tableau 04 : (suite)

H2	Nostocales fixatrices d'azote de lacs mésotrophes plus vastes	<i>Anabaenalemmner manni</i> , <i>Gloeotrichiaechin ulata</i>	Faible azote	Mélange, faible lumière
U	Epilimnion d'été	<i>Uroglena</i>	Faibles nutriments	Manque de CO2
Lo	Epilimnion d'été sur lacs Mésotrophes	<i>Peridiniumwillei</i> , <i>Woronichinia</i>	Nutriments dispersés dans la colonne d'eau	Mélange prolongé ou Profond
LM	Epilimnion d'été sur lacs eutrophe	<i>Ceratium</i> , <i>Microcystis</i>	Très faibles niveaux de C, stratification	Mélange, faible lumière
M	Couches d'eaux mélangées de petits lacs eutrophes, faibles latitudes	<i>Microcystis</i> , <i>Sphaerocavum</i>	Fort ensoleillement	Écoulement, faible luminosité globale
R	Métalimnion de lacs mésotrophes Stratifiés	<i>Planktothrix rubescens</i> , <i>P. Mougeotia</i>	Faible lumière et forte ségrégation	Instabilité
V	Métalimnion de lacs eutrophes Stratifiés	<i>Chromatium</i> , <i>Chlorobium</i>	Très faible lumière et forte ségrégation	Instabilité
W1	Petits étangs naturels	Euglenoids, <i>Synura</i> , <i>Gonium</i>	DBO élevée	Broutage
W2	Lacs mésotrophes peu profonds	Bottom-dwelling <i>Trachelomonas</i> (e.g. <i>Trachelomonas volvocina</i>)	?	?
Q	Petits lacs humiques	<i>Gonyostomum</i>	Eaux troubles	?

Résultats et discussion

1. Résultats et discussion

Les résultats des analyses physicochimiques et Phytoplanctoniques des échantillons d'eau prélevés durant les deux mois : Mars et Mai sont résumés dans des figures, des graphes et des tableaux suivis de leur interprétation.

1.1. Résultats des analyses physico-chimiques

1.1.1. La Température

D'après les résultats ; La température de l'eau se diffère d'une station à l'autre ; et aussi d'un mois à autre. La température minimale est de 17,5 C° enregistrée dans la station 1 pendant le mois de Mars ; la température maximale est de 26,3C°noté ainsi dans la station 1 pendant le mois de Mai ; la température est liée directement avec les conditions climatiques. Ceux-ci s'expliquent par le fait que la surface de l'eau des lacs est réchauffée par l'énergie solaire (**Pourriot, 1982**) .ainsi que l'allongement des jours et la durée d'ensoleillement qui se produit à partir du printemps (**Bougis, 1974**).

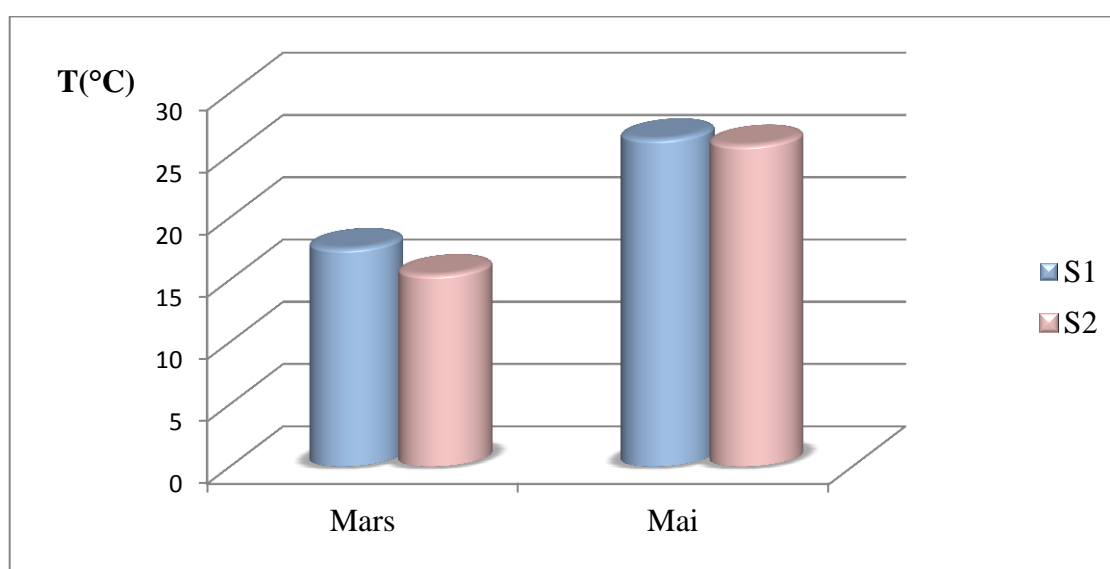


Figure 05 : Variation spatiotemporelle de la température de l'eau du lac Tonga.

1.1.2. Le pH

Le pH de l'eau du lac Tonga ne présente pas une grande variation entre les différentes stations prélevées pendant les deux mois d'étude le pH varie entre 7,56 et 8,86 (**fig. 6**) La valeur maximale est de 8,86 est relevée dans la station 1 au mois de Mars. Cependant à partir du mois de Mai le pH présente une diminution ou la valeur la plus basse est de 7,56 enregistrée dans la station 2 ces résultats montre que les valeurs

moyennes de pH de l'eau des stations d'études sont légèrement alcalines (Miri ; 1996, Bensafia, 2005). Selon l'OMS cette gamme de pH favorise la multiplication et la croissance des microorganismes.

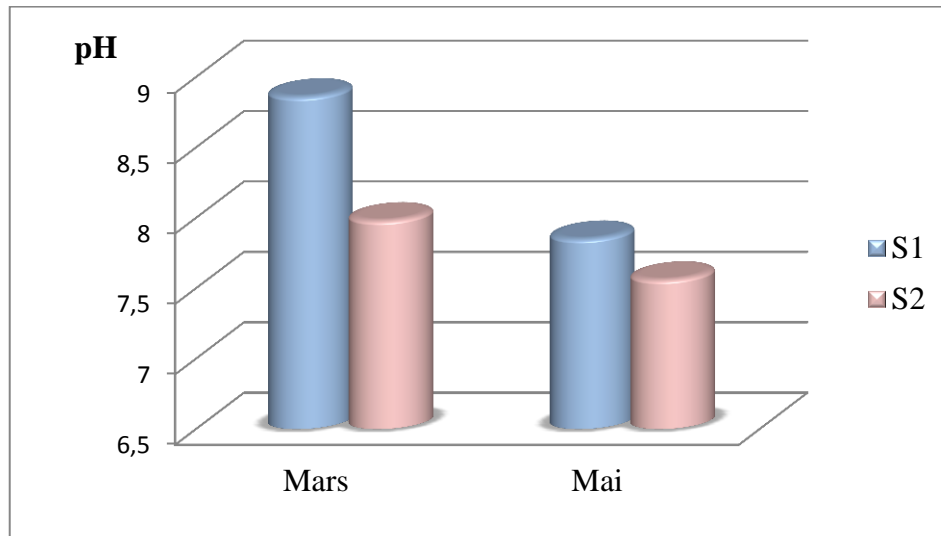


Figure 06 : Variation spatiotemporelle du pH de l'eau de lac Tonga.

1.1.3. La Conductivité électrique

Les valeurs maximales de la conductivité sont ($428\mu\text{S}/\text{cm}$) et $432 (\mu\text{S}/\text{cm})$ enregistrées dans les stations 2 et 1 au mois de Mars ; donc ces deux stations contiennent plus de sels minéraux que les deux stations de mois de Mai, qui ont enregistré une valeur minimale de (253 à $275\mu\text{S}/\text{cm}$).

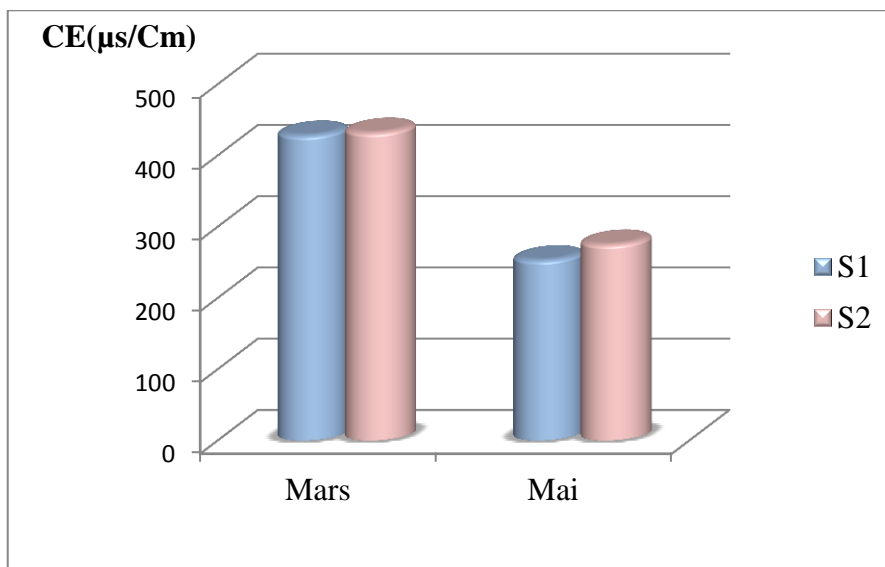


Figure 07 : Variation spatiotemporelle de la conductivité électrique de l'eau du lac Tonga.

D'une manière générale ; la diminution de la conductivité électrique dans les périodes pluviales peut être attribuée à un phénomène de dilution (Mehennaoui, 1998). Cependant ; ce paramètre croît progressivement avec l'évaporation de l'eau (période estivale).

La moyenne de la conductivité dans les deux stations du lac Tonga indique que l'eau est de bonne qualité.

1.1.4. L'oxygène dissous

Selon les résultats enregistrés (fig. 8), la teneur de l'oxygène varie entre 0 à 3,64 mg /L durant les deux mois. La valeur maximale est de 3,64 mg/l et 2,27mg/l respectivement dans la station 1 et 2 au mois de Mars. La valeur minimale (0 mg/l) est notée pendant le mois de Mai au niveau des deux stations 1 et 2. Cela peut s'expliquer par les variations de la température et la présence d'une très dense végétation ; et également à une forte agitation des masses d'eau.

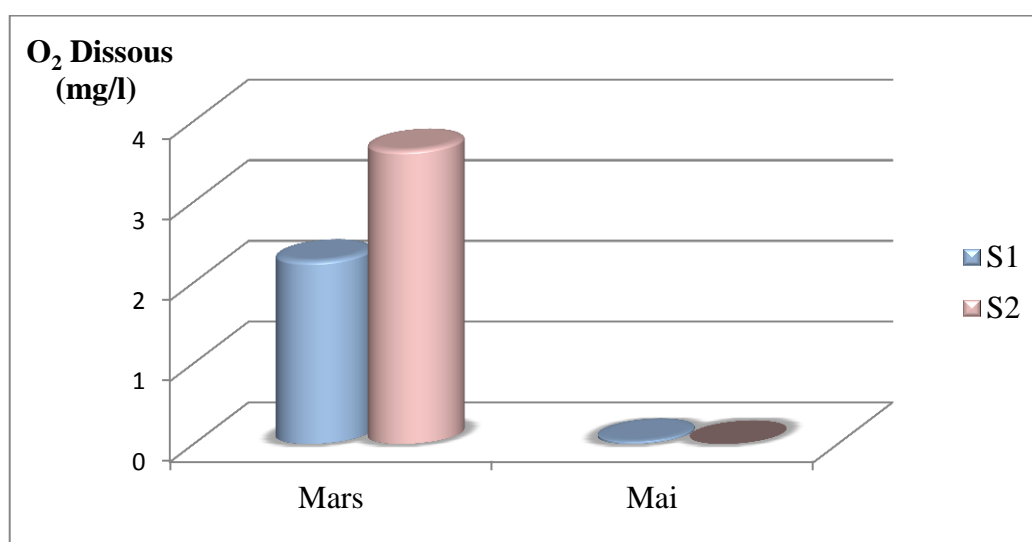


Figure 08 : Variation d'oxygène dissous de l'eau du lac Tonga.

1.1.5. La Salinité

D'après nos résultats la salinité du lac Tonga est toujours nulle donc on constate que lac Tonga est une eau purement douce.

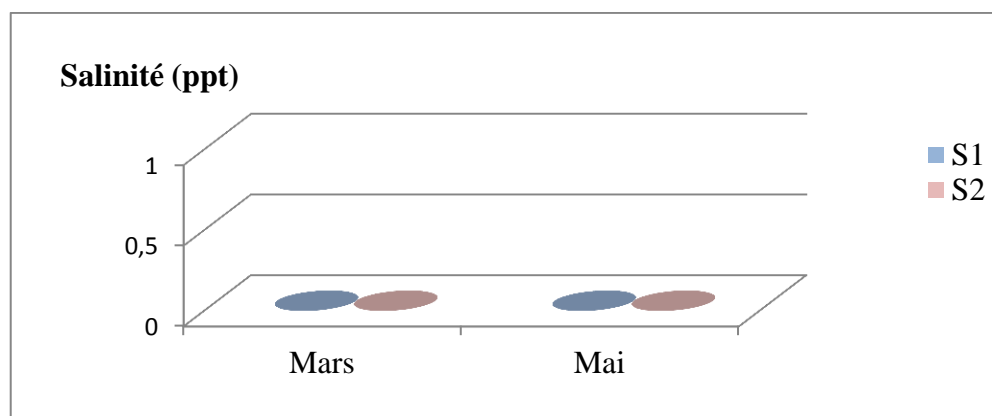


Figure 9 : Variation spatiotemporelle de la salinité du lac Tonga.

2. Résultats d'analyses phytoplanctonique

2.1. Résultats d'analyse qualitative

Les prélèvements réalisés pendant la période printanière au lac Tonga ont permis de décrire une variété des taxons des phytoplanctons dans les deux stations étudiées. Le tableau dissous montre l'Aspect microscopique et identification des taxons phytoplanctoniques répertoriés dans les eaux du lac Tonga :

Tableau 5: quelques inventaires représentatifs du lac Tonga.



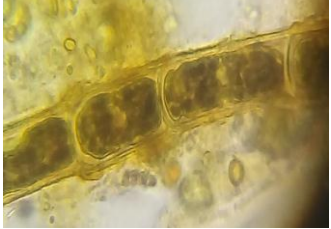
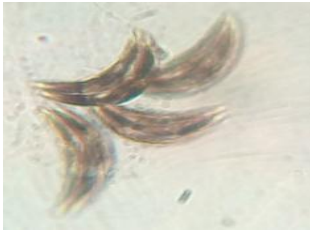
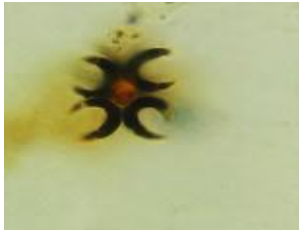

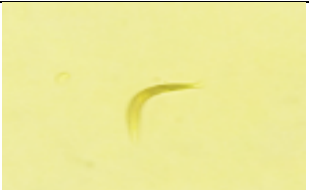
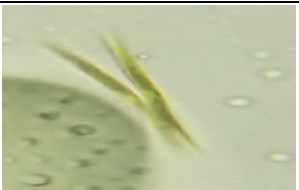
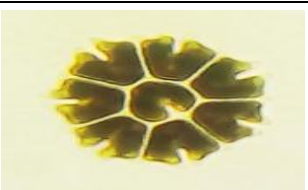
Classe : Chlorophycées		
		
<i>Selenastrum bibraianum</i>	<i>Tetradron proteiforme</i>	<i>Microspora indica</i>
		
<i>Scenedesmus incrassatulus</i>	<i>Selenastrum westii</i>	<i>Kirchneriella lunaris</i>
		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	<i>Monoraphidium griffithii</i>	<i>Pediasstrum tetras</i>

Tableau 5: (suite)



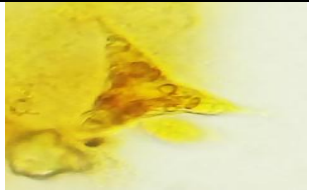
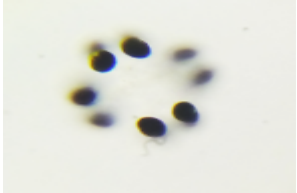

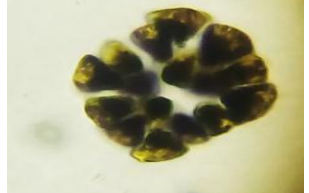
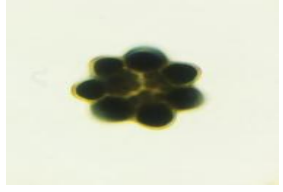
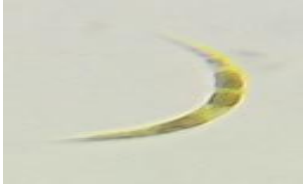


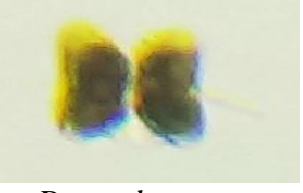

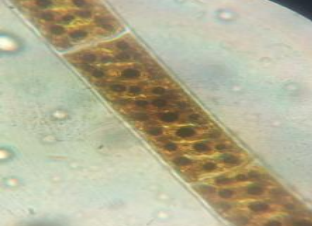



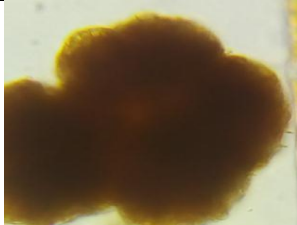

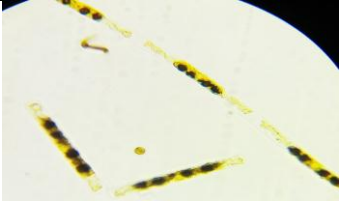
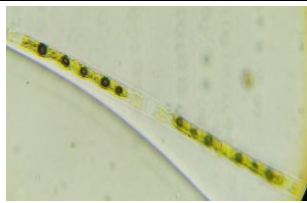
		
<i>Scenedesmus abundans</i>	<i>Scenedesmus disciformis</i>	<i>Tetraedron muticum</i>
		
<i>Westella botryoides</i>	<i>Coelastrum sphaericum</i>	<i>Pandorina morum</i>
		
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Ankistrodesmus arcuatus</i>	<i>Monoraphidium circinalis</i>
		
<i>Monoraphidium caribeum</i>	<i>Desmodesmus</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
		
<i>Spirogyra webri</i>	<i>Staurostrum gracile</i>	<i>Crucigeniella rectangularis</i>
		
<i>Chlorella luteoviridis</i>	<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Mougeotia nummuloides</i>
		
<i>Mougeotia boodlei</i>	<i>Mougeotia quadrangulata</i>	

Tableau 5: (suite)

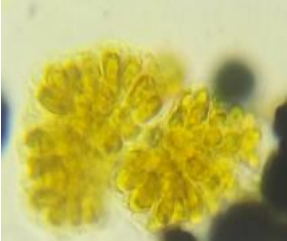
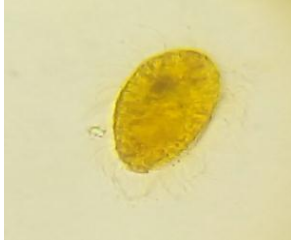

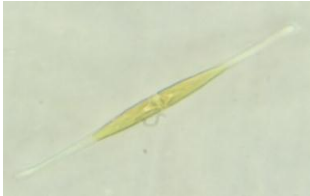


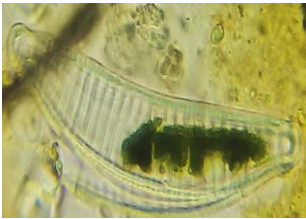



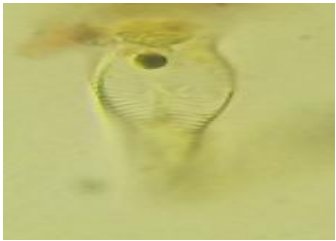
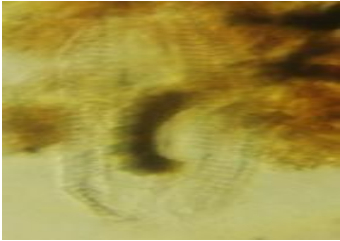






Classe : Chrysophycées		
		
<i>Synura uvella</i>	<i>Mallomonas heterospina</i>	<i>Fragilaria crotenensis</i>
		
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Synedra ulna</i>	<i>Synedra acus</i>
		
<i>Epithemia adnata</i>	<i>Hantzschia amphioxys</i>	<i>Navicula steckerae</i>
		
<i>Gomphonema truncatum</i>	<i>Gomphonema turgidum</i>	<i>Pinnularia viridis</i>
		
<i>Epithemia zebra</i>	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Nitzschia closterium</i>
		
<i>Melosira ambigua</i>	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	<i>Cyclotella acellata</i>

Tableau 5: (suite)

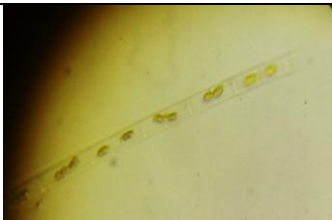






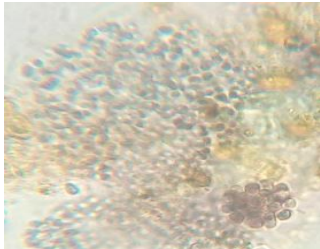
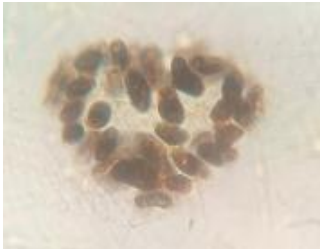




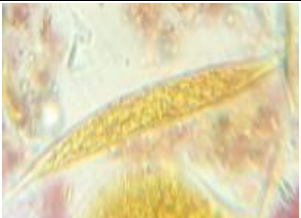




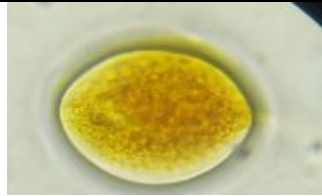




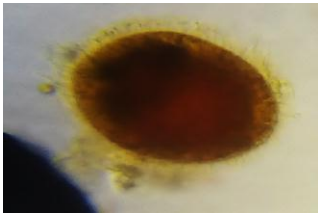
 <p><i>Aulacoseira ambigua</i></p>		
Classe : Cryptophycées		
 <p><i>Cryptomonas curvata</i></p>	 <p><i>Cryptomonas erosa</i></p>	 <p><i>Cryptomonas marssonii</i></p>
Classe : Cyanophycées		
 <p><i>Aphanocapsa delicatissima</i></p>	 <p><i>Aphanizomenon gracile</i></p>	 <p><i>Nostoc microscopicum</i></p>
 <p><i>Aphanocapsa delicatissima</i></p>	 <p><i>Gloeotheca linearis</i></p>	 <p><i>Chroococcus limneticus</i></p>
 <p><i>Microcystis aeruginosa</i></p>	 <p><i>Chroococcus minutus</i></p>	 <p><i>Anabaena flos-aquae</i></p>
Classe : Euglenophycées		
 <p><i>Euglena polymorpha</i></p>	 <p><i>Euglena oxyuris</i></p>	 <p><i>Euglena geniculata</i></p>

Tableau 5: (suite)

		
<i>Phacus helicoides</i>	<i>Phacus horridus</i>	<i>Phacus pleuronectes</i>
		
<i>Lepocinclis texta</i>	<i>Phacus caudatus</i>	<i>Trachelomonas armata</i>
		
<i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Trachelomonas hispida</i>	

Malgré ça on a 21 genres pas identifiée à cause de la quantité insuffisante des références et guide d'identification et le manque de temps pour une étude et recherche approfondie.

Tableau 6 : Espèces non identifiés durant la période d'étude.

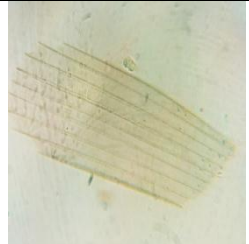
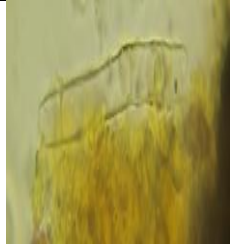

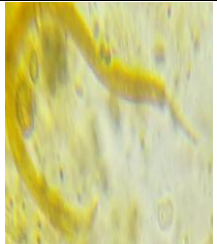
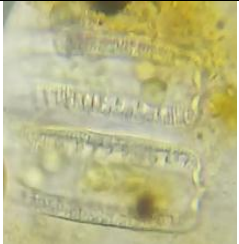
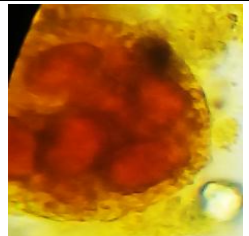
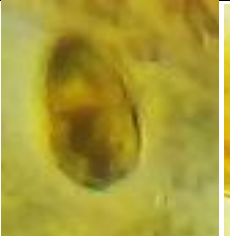
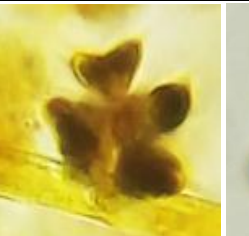

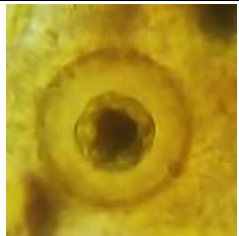



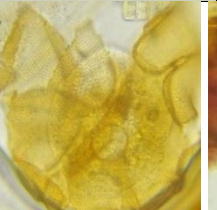
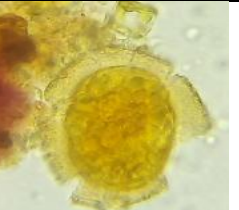
Espèces non identifiés				
				
				
				

Tableau 6 :(Suite)



2.2. Richesse spécifique Totale

Pendant la période d'étude de peuplement phytoplanctonique du lac Tonga, On remarque que le nombre de taxon augmenté dans le mois de Mai (55%) avec un nombre de 69 genre qui regroupe 167 espèces par rapport au Mars (45%) qui représenté 57 genre et 125 espèces dans le totale 27% genre et 73% espèces pendant la durée d'étude (**fig.10**).

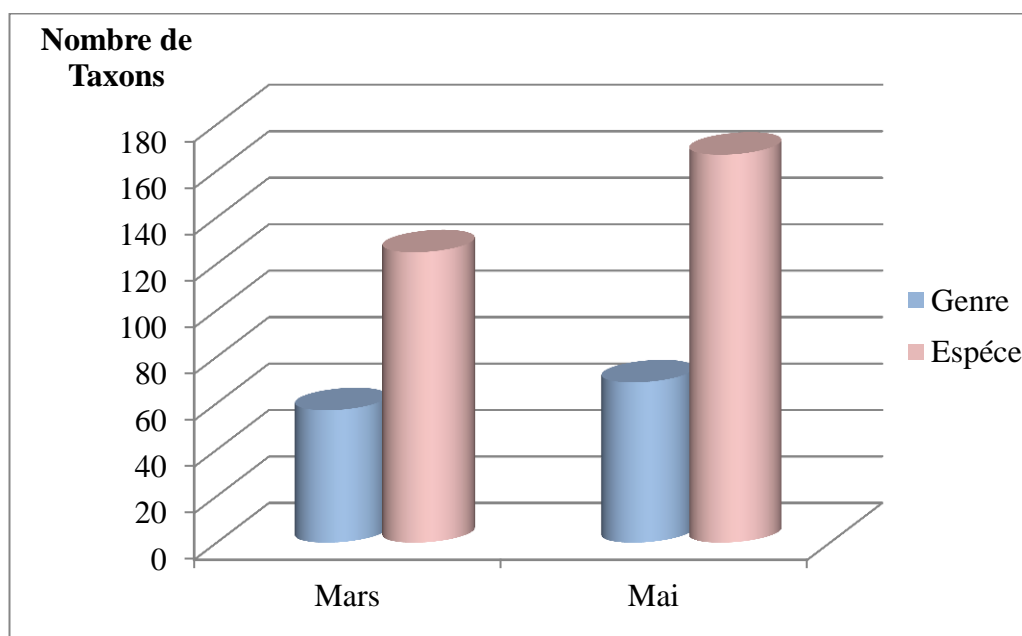


Figure 10 : Evolution de la richesse spécifique des groupes phytoplanctoniques du lac Tonga.

2.3. Contribution des classes dans la richesse spécifique totale

La richesse spécifique des groupes phytoplanctonique révèle une dominance générale des chlorophycées par espèces et genres (**Fig11**). Ceci s'explique par le fait qu'ils sont compétitifs que les autres micros algues, lorsque le milieu est pauvre en élément nutritifs (**Sakka et al, 2003**), ainsi que leurs capacité à utiliser de faible concentration en nutriments (**Sommer, 1983**).

En deuxième lieu on trouve Le groupe des Chrysophycées présenté par 47 espèce et 18 genre, la diminution de ce groupe et s'expliquée par le fait que les Chrysophycées ne tolèrent pas, des hautes teneurs en matières minérales et encore moins en matières organiques. En effet, ils ont une préférence pour les lacs oligotrophes, dont les eaux sont limpides et pures (Gayral, 1975 ; Nicholls, 1995).

Ensuite viennent les cyanobactéries avec 18 genres et les Euglénophycées avec 4 genres. Le nombre des espèces des cyanobactéries et des Euglénophycées varie respectivement de 38 et 32 espèces. D'après (Gayral, 1975), les Euglénophycées préfèrent les eaux riches en matières organiques. Donc On pourrait expliquer cette pauvreté en Euglénophycées à des faibles concentrations de nutriment qui a fait diminuer le développement.

Et enfin viennent les pyrrhophycées présentés par 10 espèces et seulement 3 genres

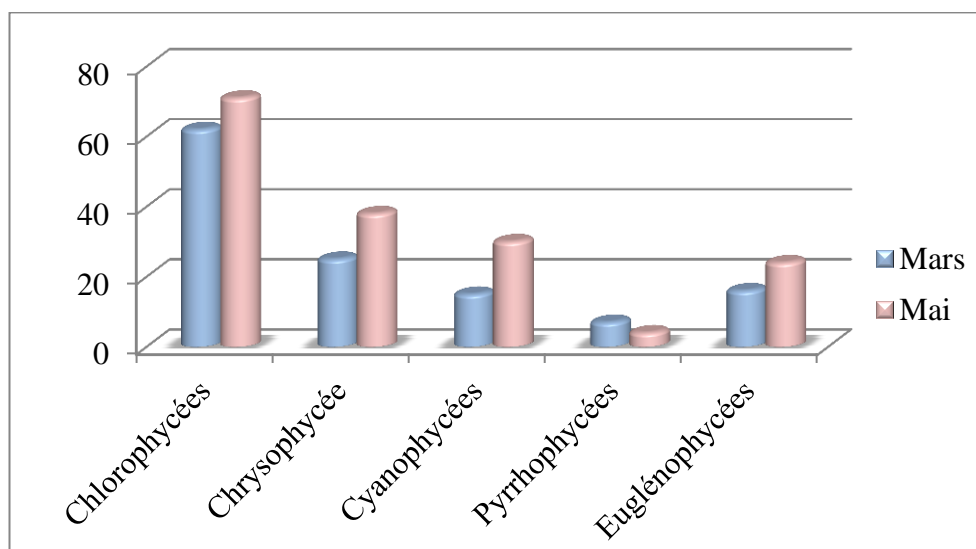


Figure 11 : Répartition des classes Phytoplanctoniques dans le lac Tonga.

2.4. Abondance totale du phytoplancton

Pour la variation temporelle phytoplanctoniques recensées, il apparait qu'à la fin de la saison pendant laquelle se concentrent les effectifs les plus élevés du peuplement au niveau des stations (fig.12).

La densité phytoplanctonique la plus élevée est enregistrée au mois de Mai (62%). Cependant cette dernière chute au mois de mars (38%), ceci est due, aux conditions

défavorables au développement de la communauté phytoplanctonique du lac Tonga ou l'influence de différents paramètres environnementaux (ou abiotiques) qui ont des effets directs ou indirects sur leurs prolifération.

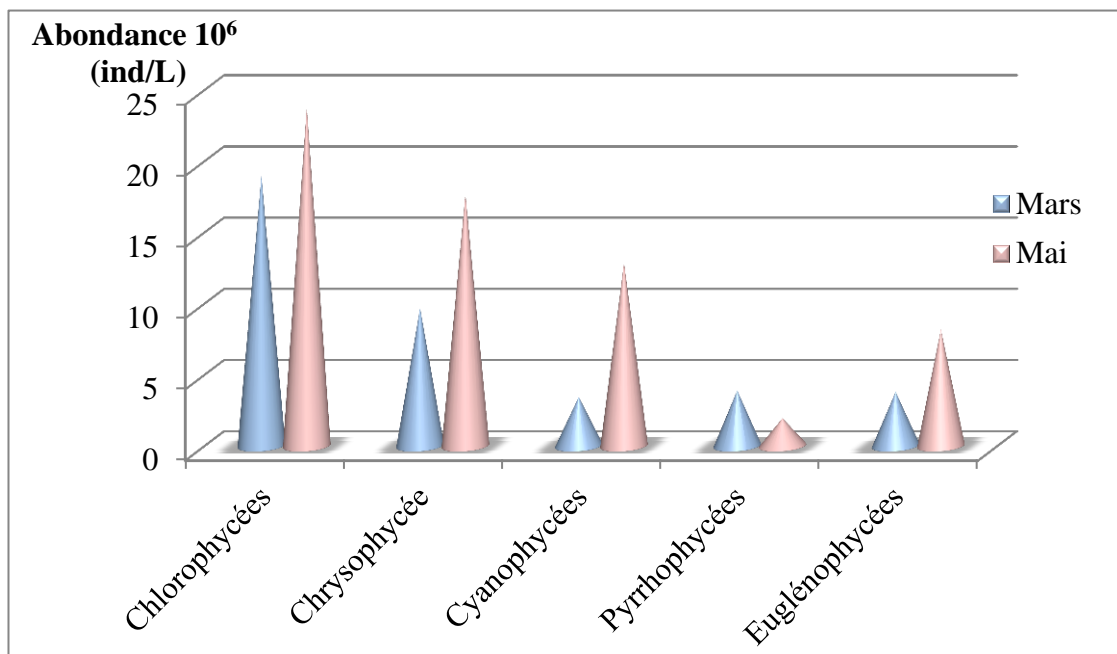


Figure 12 : Variation de la densité totale des groupes Phytoplanctoniques des eaux du lac Tonga.

Le recensement de l'abondance de phytoplanctons montre que la densité la plus élevée est remarquée par la classe des Chlorophyceae respectivement avec les Chrysophycées $23,83 \times 10^6$ ind/L et $17,7 \times 10^6$ ind/L suit par une densité de $12,88 \times 10^6$ ind/L de Cyanophycées aux mois de Mai et $3,34 \times 10^6$ ind/L au mois de Mars, la diminution s'explique probablement par le brassage de l'eau ou bien le facteur température.

La classe des Euglénophycées représente une densité moyenne de $8,2 \times 10^6$ ind/L au mois de Mai et $3,8 \times 10^6$ ind/L au mois de Mars.

Les fortes densités micro algales relevées en périodes printanières s'expliquent par l'évolution de facteurs physico-chimiques et surtout la température.

2.5. Indice de Shannon et d'équitabilité

La diversité spécifique des communautés phytoplanctoniques est évaluée à l'aide des richesses spécifiques et l'abondance observées et estimées.

De même, plusieurs indices ont été calculés, dans notre étude nous avons utilisé l'indice de Shannon et d'équitabilité pour calculer la diversité phytoplanctonique.

Selon l'indice de diversité Shannon et les résultats obtenues (**fig.13**), la classe la plus diversifiée au mois de Mars et de Mai est la classe des Chrysophycées et Chlorophycées respectivement (0,35 bit/ind et 0,32 bit/ind). Par contre, la diversité des Cyanophycées se diminue au mois de Mars et de Mai de (0,20 bit/ind et 0,32 bit/ind), et ce qui concerne les Euglénophycées et les Pyrrophycées sont moins diversifiées au mois de Mars et de Mai avec (0,223 bit/ind, 0,10 /ind) Ceci est lié probablement à la dilution du lac à cause des crues du Mars.

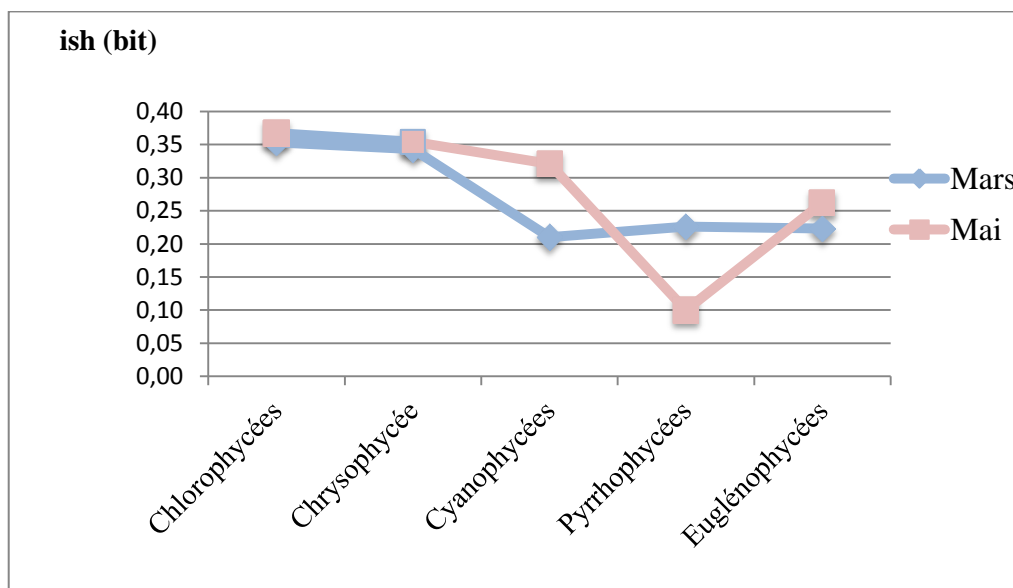


Figure 13 : Variation de la diversité des classes Phytoplanctoniques durant la période d'étude de Shannon.

Les résultats de notre analyse (**fig.14**) font apparaître que les effectifs variés de ($H=1,63$, $E=0,29$) au début de la saison à ($H=1,4$, $E=0,12$) à la fin de la saison. La valeur moyenne de l'équitabilité, au niveau du lac Tonga est égale à (0,21), donc elle tend vers 0. Donc on conclure que la quasi-totalité des effectifs est concentré sur une espèce et qu'il n'existe pas une équivalence de l'apparition des espèces pendant la période d'étude, avec une valeur maximale de E de Chlorophycées et Chrysophycées égale 0,06 dans le mois de Mars et une valeur de Chrysophycées et Cyanophycées égale 0,06 au mois de Mai.

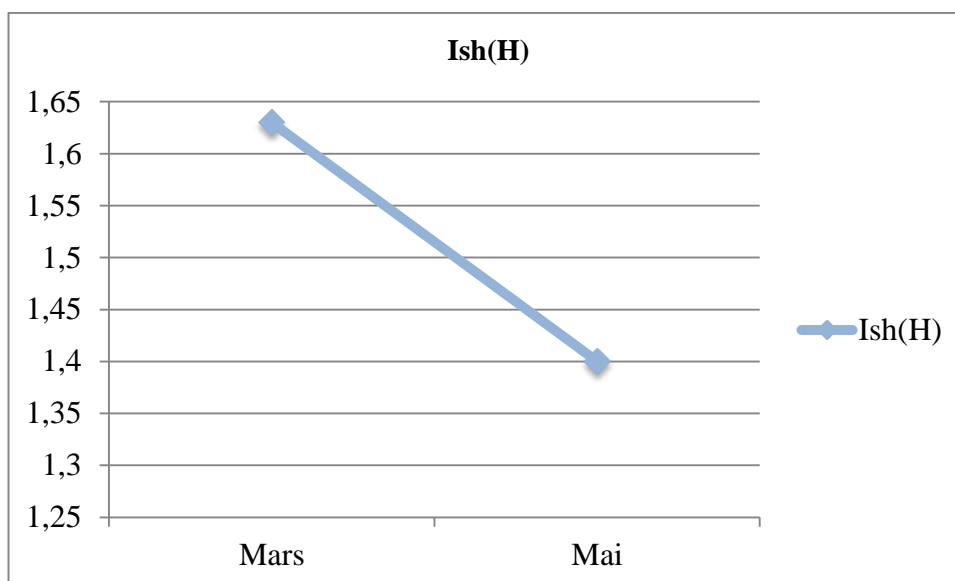


Figure 14 : Evolution de l'indice de Shannon à partir de l'abondance totale.

2.6. Groupe fonctionnelle

La structure des d'espèces phytoplanctonique au niveau du lac Tonga se caractérise par 15 groupes fonctionnels.

Pendant la phase printanière, et au cours de notre étude, l'essentiel de la biomasse est représenté par les groupes fonctionnels S1, S2, SN, Z, X1, Y, E, F, G, J, K, HI, HII, LM, M. Ces groupes rassemblent des taxons qui sont pauvres en azote comme par exemple (Aphanizomenon, Anabaena), d'autres taxons de faible concentration en nutriments (Synechococcus), et la majorité des espèces se caractérisent par une faible luminosité (Pseudanabaena, Spirulina). Les Cyanophycées représentent également une part importante de la biomasse ils rassemblent des taxons sensibles au carence des nutriments, Stratification et aussi sensible au broutage, Ils caractérisent des lacs peu profonds, troubles et enrichies, épilimnion eutrophes, se sont aussi des lacs généralement petits, oligotrophes, d'alcalinité faible, lacs hétérotrophes,

Ces groupes montrent que le lac Tonga est un écosystème aquatique méso-eutrophes à eutrophes peu profonds, trouble à couche mélangée stratifié avec la plupart des organismes tolérant la lumière faible et sensible à la carence en nutriments.

Conclusion

Conclusion

Dans les milieux aquatiques, la communauté phytoplanctonique joue un rôle clé dans la biodiversité de l'écosystème et par conséquent, dans la qualité de leurs eaux.

Le présent travail constitue une contribution à l'identification des phytoplanctons et l'étude de variations des paramètres physico-chimiques dans le lac Tonga, situé à l'Est de la ville d'El-Kala (36°51'N-8°30'E) et occupe une vaste dépression côtière, d'une superficie de 2400 hectares. Il mesure 7.5 Km de long et 4 Km de large.

Nos résultats s'appuient sur des données collectées durant deux mois (Mars et Mai 2019) au niveau de deux stations réparties sur le lac Tonga. L'échantillonnage a été effectué mensuellement. Parallèlement aux prélèvements de phytoplancton, quelques paramètres physico-chimiques ont été mesurés sur terrain pour mieux comprendre la répartition de ces organismes.

Les résultats obtenus font nettement ressortir le caractère patrimonial du lac Tonga qui se caractérise par des eaux relativement chaudes, de bonnes qualités et de faible salinité qui signifie que l'eau de ce lac est douce.

L'analyse des résultats Phytoplanctoniques permet d'identifier 73 taxons comportant 227 espèces appartiennent à 100 chlorophycées, 47 Chrysophycées, 38 cyanophycées, 32 Euglénophycées et 10 pyrrophycées.

Le genre *Scenedesmus* étant le plus représenté parmi les chlorophycées, il comptabilise 20 espèces différentes qui étaient particulièrement abondantes dans les échantillons de Mai que Mars, ceci peut être expliqué par l'évolution des paramètres physico-chimiques dans ce lac.

Comparativement avec quelques travaux précédents sur les phytoplancton, nous avons constaté que nos résultats sont un peu plus riches en terme de diversité taxonomique malgré la courte période d'étude qui n'a pas permis de couvrir plus de saison.

La densité Phytoplanctoniques la plus élevée été de 23.83×10^6 Ind/L, suivit par les Chrysophycées (17.7×10^6 Ind/L).les Cyanophycées ont une abondance plus élevés par rapport aux Euglénophycées et les Pyrrophycées respectivement de (12.88×10^6 Ind/L, 8.2×10^6 Ind/L, 1.95×10^6).

En effet, plusieurs variables environnementales contrôlent une grande partie de l'activité et de la dynamique des communautés Phytoplanctoniques plus que la température, à titre d'exemple : l'indice de Shannon qui nous renseigne sur la quantité d'information apportée par un échantillon sur les structures du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces, et l'indice d'équitabilité qui constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité.

Les variations des indices calculés montrent que le lac Tonga est plus désertifiée et les fortes densités micro algales sont relevées en mois de Mai que le mois de Mars.

En perspectives, ils seraient souhaitable de :

- D'approfondir cette étude en multipliant l'échantillonnage et à couvrir plus d'espèce ou la production végétale est élevée afin d'enrichir l'inventaire du phytoplancton de lac Tonga par lequel les études restent quasi inexistantes.
- En plus d'élargir la zone d'étude, il serait intéressant d'étaler les analyses des échantillons sur un cycle annuel afin de suivre le développement de ces organismes qui sont à la base de nombreux réseaux trophiques. Ceci pourrait nous aider éventuellement dans l'évaluation de la qualité des eaux de lac Tonga.



**Référence
bibliographique**

A

Abadli M., Harkati G., 2005. Contribution à l'inventaire des quelques micro-algues vert d'intérêt nutritionnel dans quelques zones humides de la wilaya d'El Oud (lac Ayata). Chott Merouane Sife Lemnade ; STEP Kouinine. Mémoire de Master. P : 7-9.

Amira W., 2008. Degré de contamination de l'eau de la mare Redjla (Taher) par les nitrates : Détermination de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau. Mémoire de magister. Université de Jijel. 103 p.

Anglier E., 2000. Ecologie des eaux courantes Edit : Tec et Doc : Paris p.350.

Anglier E., 2003. Introduction à l'écologie. Des écosystèmes naturels à l'écosystème humain. Edit Tec et Doc, Paris. 230P.

Anonyme., 1996. La wilaya d'El Taref vous invite à découvrir ses sites merveilleux. Direction de tourisme et de l'artisanat de la wilaya d'el-Tarf.10p.

Anonyme., 2009. La « Guerre de l'eau ». Nouveau moyen de pression économique pour demain.2p.

Aoussi A., 2009. Microbiologie et physico-chimie de l'eau de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma Nord-est de l'Algérie. Mémoire de Magister, Université 08 mais 1945, Guelma.141p.

B

Barnabé G. et Barnabé-Quet R., 1997. Ecologie aménagement des eaux côtières. Lavoisier. P : 131, 135,138.

Belair (de), G. 1990. « Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien) ». Thèse de doctorat, Montpellier, Université des sciences et techniques du Languedoc, 326 p.

Bensaci, T. (2007). Détermination de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface : cas du barrage Timgad (W. de Batna) et la retenue collinaire d'Ourkis (W. d'Oum El Bouaghi). Mémoire de Magister, Centre universitaire Larbi Ben M'hidi d'Oum El Bouaghi. 81 p.

Bensafia N., 2005. Le peuplement des Cyanobactéries de deux plans d'eau douce (lac Oubeira, lac Tonga). Thèse de magister. Université d'Annaba. P : 4.

Benyacoub et al., 1998. Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe de zones humides (wilaya d'El Tarf), projet banque mondiale 200p + 28 cartes.

Blains S. ; Queguiner B et al, 2007. Effect of natural iron fertilization on carbon sequestration in the southern ocean. *Nature* 446:1070-1071.

BORICS G., VARBIRO G., GRIGORSZKY I., KRASZNAI E., SZABO S., KISS K. T., (2007). A new evaluation technique of potamoplankton for the assessment of the ecological status of rivers. *Hydrobiologia*, 161 Supplement 17, Large Rivers, 465–486.

Bouaïcha N., 2002. La ruée vers l'eau en Algérie, Maroc et Tunisie. Université Paris -Sud, UFR de Pharmacie / Laboratoire Santé Publique-Environnement pp 1- 2.

Boumezbeur A., 1993. « Écologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) sur le lac Tonga et le lac des oiseaux (Est algérien) : *Mesures de protection et de gestion du lac Tonga* ". Thèse de doctorat, Montpellier, Université des hautes études de Montpellier, 254 p.

Bougis P., 1974. Ecologie du Plancton marins, Tome 1 : Le Phytoplancton. P : 38,61, 81-84.

Bourelly P., 1966. Les algues d'eau douces, Algues Vertes. Edition Boubée et Cie. Paris. P : 511.

Bourelly P., 1968. Les algues d'eau douces. Algues jaunes et brunes. Edition Boubée et Cie. Paris. P : 438.

Bourelly P., 1970. Les algues d'eau douces. Algues bleues et rouges. Edition Boubée et Cie. Paris.

Bourelly P., 1985. Les algues bleues ou Cyanophycées, 5ème partie. Edition Boubée Paris. P : 297,303, 457-458,606.

Bourelly P., 1985. Les algues d'eau douce : Initiation à la systématique. Tome I : Les Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.

Briand J. F.; Jacquet S. ; Bernard C et Humbert J.F., 2003. Health hazards for terrestrial vertebrates from toxic cyanobacteria in surface water ecosystems. *Vet. Res.*34, 361-377

Bright D.I., et Walsby A.E., 1999. The relationship between critical pressure and width of gas vesicles in isolates of *Planktothrix rubescens* from Lake Zurich.

C

Calbet A, Schmoker C et al; 2013. Micro zooplankton grazing in the oceans impacts, data variability; knowledge gaps and future directions. *Journal of Plankton research* 35(4):691-706.

CALLIERI C., CARAVATI E., MORABITO G., OGGIONI A., (2006). The unicellular freshwater cyanobacterium *Synechococcus* and mixotrophic flagellates: Evidence for a functional association in an oligotrophic, subalpine lake. *Freshwater Biology* 51, 263–273.

Canter-Lund.H & Lund J.W.G., 1995. Freshwater Algae: Their microscopic world explored.No.582.26CAN.

Carmichael W.; Falconer I.R., 1993. Diseases related to freshwater blue-green algal toxins and control measures. *In: Falconer I (edt) Algal toxins in sea food and drinking water. Academic. Press. London. P: 187.209.*

Carmichael, W. W (1992). Cyanobacteria secondary metabolites- The cyanotoxines. *Journal of applied bacteriology*, 72:445-459.

Castenholz, R. W. (2001) Phylum BX. Cyanobacteria. Oxygenic Photosynthetic Bacteria. *In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Volume 1: The Archaea and the Deeply Branching and Phototropic Bacteria. Second Edition. G. Garrity, D. R. Boone, and R. W. Castenholz (eds.) Springer-Verlag, New York.*

Cemagref. ,2003.Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau. Juillet 2003,24p.

Centre d'océanographie de Marseille LEBLANC Karine – UMR 6535 – L.O.B.

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

Chaocachi B., Ben Hassine O.K. et Lemoalle J., 2002. Impact du vent sur la transparence des eaux de la lagune de l'ICHKEUL .Bull. *Inst. Natu. Scien. Tech. Mer de Salammbö* .Vol. 29 .P: 87-93.

Chaouch R., Moumed S., Mebarki F., 2009. Suivi de quelques paramètres physicochimiques et bactériologiques dans les eaux du barrage et de l'Oued de Bouhamdane. Mémoire d'ingénieur. Université 8 Mai 1945 de Guelma.56p

Chorus I.; Bartram J.; 1999.Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to Their Public Health Consequences; Monitoring and Management. E &FN Spon : London.416p.

Christophe L-T., 2009. Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en œuvre de la CE édition Inra.

Codd G.A., Bell S.G., Brooks W.P 1989.Cyanobacterial toxins in water. *Water Science and technology*, 4: 499-511.

Codd G.A., Lindsay j., Morrison L.F., Metcalf J.S., 2005. Harmful cyanobacteria from mass mortalities to management measures. In: Huisman j., Matthijis H.C.P., Visser P.M. (eds) *Harmful Cyanobacteria*, Springer, Netherlands. P 1-23.

Coute A. & Chauveau O., 1994. Algae. *Encyclopaedia Biospeologica I*, éd., Société de Biopédologie, ISSN 0398-7973, 3ème trimestre : 371-380.

Craig M., McCready T.L., Luu H.A., Smillie M.A., Dubord P. ET Holmes c.f.b., 1993. Identification and characterization of hydrophobic microcystins in Canadian freshwater cyanobacteria. *Toxicon* 31(12), 1541_1549.

D

Dajoz R., 1975. Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée (3^e éd).Paris, Gauthier-Villars, 1-549.

Dauta A et Feuilla J.,1995.croissance et dynamique des populations algales. In : Limnologie générale.R.Pourriot et M.Meybeck.Paris ; Masson ; Coll.Ecol.25 :328-350.

De Reviere R., 2003. Biologie et phylogénie des algues. Belin, Paris. Collection Sup Sciences .Tome 2. P: 78, 255.

De Silva E.D., Williams D.E., Andersen R.J.,Klix H., Holmes C.f.b ET Allen T.M., 1992.Motuporin, a potent protein phosphatase inhibitor isolated from the Papua New Guinea sponge *Theonella swinhoei* Gray. *Tetrahedron Lett.*33 (12), 1561-1564.

Dietrich, D.R ET S.J. Hoeger, 2005. « Guidance values for microcystin in water and Cyanobacterial supplement products (blues-green algae supplements): a reasonable or misguided approach?» *Toxicology and applied Pharmacology*, vol.203, p.273-289.

Domaizon, I., Viboud, S. & Fontvieille, D. 2003. Taxon-specific and seasonal variations in flagellates grazing on heterotrophic bacteria in the oligotrophic Lake Annecy - importance of mixotrophy. *FEMS Microbiology Ecology.*46:317-329.

Dusenberry J. A., Olson R. J., Chisholm S. W. 1999. Frequency distributions of phytoplankton single cell fluorescence and vertical mixing in the surface oceans. *Limnol. Oceanogr.*; 44:431-435.

Duy TN, Lam PKS, Shaw GR ET Connell DW, 2000. Toxicology and risk assessment of Freshwater cyanobacteria (blue-green algal) toxins in water. *Rev. Environ. Contamination.Toxicology.*163:113-186.

E

Ernst, B., L.Dietz, S.J., Hoeger, D.R. Dietrich, 2005.”Recovery of MC-LR in Fish Liver Tissue”, *Environmental Toxicology*, vol.20, no 4, p. 449-458.

Ettl, H. 1978. Xanthophyceae. Ettl, H., Gerloff, J. ET Heynig, H. (Eds). *Süßwasserflora Von Mitteleuropa.* Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Ettl, H., 1983. Chlorophyta I phytomonadina. Ettl, H. Gerloff, Heynig, H et Mollenhauner.D. eds. subwasserfloravon Mitteleuropa. Gustav Fisher Verlag. Sautigart.

F

Falconer I.R., 1993. Potential impact on human health of toxic Cyanobacteria. *Phycologia* 35 supply: 6-11.

Falconer I.R., Hardy S.J., Humpage A.R., S.M., Tozer G.J. ET Hawkins P.R.1999. Hepatic and renal toxicity of the blue-green alga (cyanobacterium) *Cylindrospermopsis raciborskii* in male Swiss Albino mice. *Environ. Toxicol.*14:143-150.

Falconer I.ET Humpage A.R., 2000. Preliminary evidence for in vitro tumour initiation by oral administration of extracts of the blue-green alga *Cylindrospermopsis raciborskii* containing *Cylindrospermopsis*. *Environ. Toxicol.*16:192-152.

Fay P. (1983) the blue-greens, London; Baltimore, Md., U.S.A.: E. Arnold.

Filali R., 2012. Estimation et commande robustes de culture de microalgues pour la valorisation biologique de CO₂. Thèse doctorat Science et Technologies de l'information des télécommunications et des Systèmes, AUTOMATIQUE.HAL.221p.

Findlay D.L, et Klingr H.J., 1994 : protocole de mesure de la biodiversité : le phytoplancton d'eau douce. Ministère des Pêches et Océans Institut des Eaux douces .Université Crescent Winnipeg (Manitoba) R3T2N6.

Fogg, G.E., Stewart, W.D.P., Fay, P. & A.E.Walsby. Green algae. Academic Press. New York.1973.459pp.

G

Gadelle F., 1995 – Le monde manquera-t-il bientôt d'eau ? Science et changements planétaires. Sécheresse. Vol 6. No 1. P 9-14.

Gailhard I., 2003. Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations microalgales côtières observées par le « Réseau de surveillance du Phytoplancton et des phycotoxines » (REPHY). Thèse de Doctorat. Université de la Méditerranée (Aix–Marseille II).P : 1,14.

Gana N., 2014.Détermination de certains paramètres biochimiques urinaires chez le ratwistar recevant un régime cafeteria supplémenté en algues vertes. Mémoire master physiopathologie cellulaire. Université Abou Bakr Belkadi.Tlemcen, 41p.

Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. 2éme édit Paris. P : 40-44.

Gayral P., 1975. Les Algues : morphologie, cytologie, reproduction et écologie. Doin édit. Paris. P : 52,133-138.

Germain, H. 1981. Flore des diatomées : eaux douces et saumâtres. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.

Ghalmi, R. 1997. « Étude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le nord-est algérien (Parc National d'El Kala). Mémoire D.E.S, Université de liège, 57 p.

Gorenflot R. et Guern M., 1989. Organisation et Biologie des Thallophytes. Doin édit. Paris. P : 196, 201.

Gupta N., Pant S.C., Vijayaraghavan R., Rao P.V., 2003.Comparative toxicity evaluation of cyanobacterial cyclic peptide toxin microcystin variants (LR, RR, YR) in mice, Toxicology 188, 285-296.

H

Haider S., Viswanathan P.N. ET Kakkar P., 2003. Cyanobacterial toxins: a growing environmental concern. Chemosphere, 52, 1-21.

Hamilton D. P. et Schladow S. G., 1997: Prediction of water quality in lakes and reservoirs. Part I - Model description. Ecological Modelling, 96, (1-3), 91-110.

Hansen G., Turquet J., Quod J.P., Ten Hage L., Lugomela C., Kyewalyanga M ., Harris G.P. (1986). Phytoplankton Ecology: Structure, Function and Fluctuation. Chapman and Hall Ltd, New York, U. S. A.

Hawkins P.R., Runnegar M.T.C., Jackson A.R.B ET Falconer I., 1985. Severe hepatotoxicity caused by the tropical cyanobacterium (blue-green alga) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya and Subba Raju isolated from a domestic supply reservoir. *Appl. Environ. Microbiol.* 50 :1292-1295.

Hawkins P.R., Chandrasena N.R., Jones GJ., Humpage A.R. ET Falconer I.R., 1997. Isolation and toxicology of *Cylindrospermopsis raciborskii* from an ornamental lake, *Toxicon* 35, 341-346.

Henriksen P., Carmichael W.W., An J. ET Moestrup O., 1997_ Detection of an anatoxin a(s)_ like anticholinesterase in natural blooms and cultures of cyanobacteria/ blue green algae from Danish lakes and in the stomach contents of poisoned birds. *Toxicon*, 35:901-913.

HUISMAN, J., H. C. P. MATTHIJS ET P. M. VISSER (éd.). 2005. Harmful cyanobacteria, *Aquatic. Ecology Series*, vol. 3, Springer, Dordrecht, 241 pages.

HUISMAN, J. et F. D. HUIOT. 2005. Population dynamics of harmful cyanobacteria : factors affecting species composition, p. 143-176, dans J. HUISMAN, H. C. P. MATTHIJS et P. M. VISSER (éd.). *Harmful cyanobacteria, Aquatic ecology series*, vol. 3, Springer, Dordrecht.

Hurlbert S.H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52 1971. pp.577-586.

J

John D.M., 1994. Alternation of generations in algae: its complexity and evolution. *Biology Review.* 69 :275-291.

K

Kadid, Y. 1989. Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Mémoire d'Ingénieur d'état en agronomie INA, Alger.

Kilham S.S. and Kilham P. 1984. The importance of resource supply rates in determining phytoplankton community structure, p. 7-27.

Kofoid, C.A. 1909. On *Peridinium steinii* Jörgensen, with a note on the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae. Archiv für Protistenkunde.16 : 25-47.

Kouadri I., 2013. Analyse physico-chimique des eaux de différente origine. Mémoire de Master. Université 08Mai .Guelma p 32-34.

Kugrens, P & Clay, B.L. 2003. Cryptomonads. *Dans:* Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. Wehr, J.D. ET Sheath, R.G. (Eds). Academic Press, Paris.

L

Landscape aménagement Co, 1998. Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides+ 16 cartes au 1/25000. Agence nationale pour la conservation de la nature, Algérie p : 234. Mémoire des master contribution à l'étude de la qualité bactériologique et phytoplanctonique des eaux des lac Tonga (nord est Algérie) 2014 université 8 mai Guelma P. 09

Larpent J.P. & Larpent–Gourgand M., 1997. Mémento technique de microbiologie. 3ème édit. Paris. P : 245, 246.

Laurion W.F., Lavoie I.I.2007. Vincent les fleurs d'eau de cyanobactéries ; revue de littérature ; INRS rapport n° 916,2007 ; 120p.

Lee Robert E. (2008) Phycology (fourth edition), Cambridge University Press.

M

Mehennaoui F.Z., 1998.Contribution à l'étude physico-chimique et biologique de l'Oued Kébir-Rhumel et ces principaux affluents. Mémoire de magister en écologie. Université de Constantine.238p.

Merzoug S., 2009. Étude 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 8 mai 1945, Guelma. 113 p.

Messerery, 1999. Etude morphonétique et hydrologique du complexe lacustre d'El Kala, cas du lac Mellah et du lac Oubeira. Mémoire de magister. Université d'Annaba.

Mezrioui N., Oudra B., Oufdou K., Hassani L., Loudiki M. ET Darley J., 1994- Effect of microalgae growing on wastewater batch culture on E.Coli et V.Cholerae. Survival. Wat. Sci. Tech., 30(8) : 295-302.

Miri Y., 1996. Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeira (Parc national d'El-Kala). Approche phyto-écologique et analyse de l'organisation spatiales. Thèse Magister.INA.El-Harrach Alger. P : 99.

Mollo P., Noury A., 2013. Manuel du plancton. Edition : ECLM.Paris.P :198

Monod, J. (1989). Mémento technique de l'eau. 9ème édition. T1. Dégrémont. France. 591

Mur, L.R., Skumberg, O.M., & Utkilen, H., 1999. Cyanobacteria in the Environment. In: Chorus, I. ET Bartram, J. (Eds.). Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public Health consequences, monitoring and management. WHO Ed. E & FN SPON. pp. 41-111.

N

Nicholls K.H., 1995. *Chrysophytes* bloom in the plankton and neuston of marine and freshwater systems. P: 181-216. In: Sandgren C.D., Smol J.P. et Kristiansen J.(eds). *Chrysophytes algae: Ecology, phylogeny and development.* Cambridge University Press.

O

Oliver R. L. et Ganf G.G., 2000. Freshwater Blooms. P: 149-194. In: Whitton B.A., & Potts M., *The Ecology of Cyanobacteria .Their Diversity in Time and Space.* Kluwer. Academic. Publishers.

Ott, D.W. ET Oldham-Ott, C.K. 2003. Eustigmatophyte, Raphidophyte and Tribophyte Algae. Dans: *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification.* Wehr, J.D. ET Sheath, R.G. (Eds). Academic Press, Paris.

P

PADISÁK J., BARBOSA F. A. R., KOSCHEL R., KRIENITZ L., (2003). Deep layer cyanoprokaryota maxima are constitutional features of lakes: Examples from temperate and tropical regions. *Hydrobiologia*, 58 Special Issues, Advances in Limnology, 175–199.

PADISÁK J., GRIGORSZKY I., BORICS G., SOROCZKI-PINTER E., (2006). Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: The assemblage index. *Hydrobiologia* 553, 1–14.

PADISÁK J., CROSSETTI L. O., NASELLI-FLORES L., (2009). Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*, 621, 1-19.

Pierre J.F., 2001. Bulletin de l'académie lorraine des sciences : catalogue des algues (du Nord –Est de la France et des régions attenantes 1959-2001). P : 45-46.

Pourriot R., 1982. Ecologie du plancton des eaux continentales. *Masson*. Paris P : 198.

Prescott L.M., Harley J.P. et Klein D.A., 1995. Estimation de l'incertitude de mesure grâce aux essais inter laboratoires – paramètres chimiques : métaux sur eau propre. Microbiologie, Septembre. 1er édit. Bruxelles. P : 536.

Prescott L.M., Harley J.P. et Klein D.A., 2003. Microbiologie, 2^{ème} édition. De Boeck Université, Bruxelles.

R

Ramade F., 1984. Elements d'écologie : écologie fondamentale. Auckland, McGraw-Hill, p1-394.

Ramade P., 2005. Eléments d'écologie : écologie appliquée. Edit Dunod. 6 éditions. Paris, 863P.

Redfield A, 1934. On the proportions of organic derivatives in seawater and their relation to the composition of plankton. University Press of Liverpool.

Revière B. :2003.biologie et Phylogénie des algues.Belin ; aris .collection Sup ; Sciences .tome 2 :255p.

Reynolds C.S., 1998. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status. *Hudrobiologia*. 11 (26): 369-370.

REYNOLDS C. S., HUSZAR V., KRUK C., NASELLI-FLORES L., MELO S., (2002). Toward a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24, 417-428.

Reynolds C.S., 2006. The ecology of phytoplankton. Cambridge University Press.

Richliffs et Miller., 2005. L'analyse de l'eau ; Eaux Naturelles, Eaux résiduelles, Eaux De Mer. 8^{ème}- Edition. Dunod. 1383p.

Rodier, J. (1984). L'analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 7^{ème} édition. Bordas, Paris. 1334 p.

Rodier, J. (1996). L'analyse de l'eau « eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer » (8^e Edition) Paris : Dunod. 1434 pages.

Roland, V. (2010). Eau, environnement et santé publique. 3^{ème} édition. P : 7.

Rosowski, J.R. 2003. Photosynthetic Euglenoids. *Dans: Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification.* Wehr, J.D. ET Sheath, R.G. (Eds). Academic Press, Paris.

Rouag, J. 1999. Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie environnement, Université de Annaba, 61p.

S

Sakka Hlaili A., Chikhaoui M.A., El Grami B. et Hadj Mabrouk H., 2003. Variation hivernale de la communauté phytoplanctonique de la lagune de Bizerte en milieux naturel et fertilisé en nutriments. *Reve F.S.B. 2: 37-49.*

Sanders, R.W., Porter, K.G. et Caron, D.A. 1990. Relationship between phototrophy and phagotrophy in the mixotrophic chrysophyte *oteriochromonas malhamensis*. *Microbial Ecology. 19: 97-109.*

Saouache, y. 1993. « Étude de la reproduction et du développement larvaire des odonates du lac Tonga ». Thèse de magister, Université de Annaba, 150, p.

Sayad, L. (2008). Qualité physicochimique et bactériologique des eaux de l'écosystème lacustre, lac des oiseaux (wilaya El Taref). Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar, Annaba. 120 p.

Schanz, F., Micheletti, S. ET Walsby, A.E. 1997. Factors leading to the success of the cyanobacterium *Planktothrix rubescens* in Lake Zurich. *Phycologia. 36: 89-99.*

Seawright A.A., Nolan C.C., Shaw G.R., Chriswell R.K., Norris R.L., Moore M.R. & Smith M.j., 1999. The oral toxicity for mice of the tropical cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska). *Environ. Toxicol.*14:135-142

Sieburth J.M.; Smetacek V. & Lenz J.; 1978. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnol. Oceanogr.*23; 63.

Sivonen K. ET Jones G., 1999. Cyanobacterial toxins. In *Toxic Cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management.* E ET FN Spon, London.416p.

Solheim, A.L. 2005. Reference Conditions of European Lakes. Indicators and methods for the Water Framework Directive Assessment of Reference conditions. Version 5. REBECCA Working Group. 105pp.

Sommer U., 1983. Nutrient competition between phytoplankton species in multispecies chemostat experiments. *Arch. Hydrobiol.* **96**: 399-416.

Sonia Baillot. UTILISATION DES GROUPES MORPHO-FONCTIONNELS DU PHYTOPLANKTON POUR LE DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE DES PLANS D'EAU DU BASSIN LOIRE BRETAGNE. *Sciences de l'environnement.* 2013. hal-01572432.

SOUZA M. B. G., BARROS C. F. A., BARBOSA F. A. R., HAJNAL E., PADISÁK J., (2008). The role of atelomixis in phytoplankton assemblages' replacement in Dom Helvécio Lake, South-East Brazil. *Hydrobiologia*, 607, 211–224.

Gorlenko V.N., Kondratieva E.N., Eimhjellen K.E., Whittenburg R., Gherna R.L et Truper H.G., 1978. Proposal to place the nomenclature of the cyanobacteria (blue-green algae) under the rules of the international Code of Nomenclature of Bacteria. *Int.J.Syst.Bacteriol.*,28,335-336.

Starmach, K. 1974. Cryptophycées, Dinophycées, Raphidophyceae. *Flora Slodkowodna Polski.* Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Suttle, C.A., 2000. Cyanophages and their role in the ecology of cyanobacteria, p.563-589, dans B.A. Whitton ET M.Potts (éd.), the ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space, Boston, Kluwer Academic Publishers.

T

Talita SILVA, Bruno J. LEMAIRE et Brigitte VINÇON-LEITE., 2011 : Suivi du phytoplancton dans les lacs urbains à l'aide d'une bouée instrumentée : le cas du lac d'Enghien-les-Bains ; Université Paris-Est, LEESU, École des Ponts Paris Tech, 6 et 8 avenue Blaise Pascal, Cité Descartes, 77455 Marne la Vallée Cedex 2. 2011. page 2.

Terao K., Ohmori S., Igarashi K., Ohtani I., Watanabe M.F., Harada K.I., Ito E. ET Watanabe M., 1994. Electron microscopic studies on experimental poisoning in mice induced by cylindrospermopsin isolated from blue-green alga *Umezakia natans*. *Toxicon* 32, 833-843.

Thébault L. & Lesne J.P., 1995. Les toxines des cyanobactéries : quels risques pour la santé.

Travers M., 1964. Diversité du microplancton du Golf de Marseille. Station Marine d'Endoume et Centre d'Océanographie, Marseille, France : 308-343.

U

Utermöhl H. (1958). Zur Vervollkommung der quantitative Phytoplankton. *Methodik, Mitt. Int. Ver. Limnol.* 9:1-38.

V

Vansconcelos V.M., 1999- Cyanobacterial toxins in Portugal: Effects on aquatic animals and risk for human health. *Braz.J. Med.Biol.Res.Mar.*, 32(3): 249-254.

W

Walsby, A.E., Ng, G., Dunn, C. ET Davis, P.A. 2004. Comparison of the depth where *Planktothrix rubescens* stratifies and the depth where the daily insolation supports its neutral buoyancy. *New Phytologist*. 162: 133-145.

Walsby. A.E. 2005. Stratification by cyanobacteria in lakes: a dynamic buoyancy model indicates size limitations met by *Planktothrix rubescens* filaments. *New Phytologist*.168: 365-376.

Wetzel R.G., (2001), Limnology. Lake and river ecosystems 3 rd., Academic Press, London.

Woese C.R., 1987. Bacterial evolution. *Microbial Rev.* 51:221-227.

Y

Yoo S.R., Carmichael W.W., Hoehn R.C. ET Hrudey S.E., 1995. Cyanobacterial (blue-green Algal) Toxins: A Resource Guide: A WW a Research Foundation and American Water Works Association.

Z

Zeitzschel B., 1978. Why study phytoplankton? *In: Sournia A (Ed) Phytoplankton manual.* Monographs on oceanographic methodology - UNESCO: 1-6.

Zerluth J.et Gienger M., 2004. L'eau et ses secrets. Edition désirés.223p.

Zimba P.V, Khoo., Gaunt P., Carmichael W.W. ET Brittain S., 2001- Confirmation of catfish mortality from *Microcystis* toxins. *J. Fish. Dis.*, 24:41-47.

Zubkov, M.V.et Tarran, G.A.2008. High bacterivory by the smallest phytoplankton in the North Atlantic Ocean. *Nature*.455 :224.

Résumé

Résumé

Cette étude a été effectuée durant deux mois Mars et Mai (2019) dans le Lac Tonga (36°51'N-8°30'E) situé l'Est de la ville d'El-Kala, porte sur l'évaluation des paramètres physico-chimiques de l'eau et la diversité des peuplements Phytoplanctoniques. Ce lac se caractérise par une faible salinité qui est l'état de la plupart des eaux douces superficielles en général et un pH plutôt alcalin se situant entre 7 et 8. Et une température saisonnière, une conductivité est plus élevée en mars le mois pluvieux où on a trouvé aussi que l'oxygénation des eaux de ce lac est forte. L'analyse des résultats Phytoplanctoniques du lac Tonga permet d'identifier 227 taxons appartenant à 73 genres répartis en 5 groupes : Les Cyanophycées, les Chrysophycées, les Chlorophycées, les Euglénophycées et les Pyrrhophycées. Cette population et en termes de nombre d'espèces est dominée par la classe des *Chlorophycée*, suivit des Chrysophycées et les Cyanophycées. Ensuite on trouve les Euglénophycées et les Pyrrhophycées par une densité plus faible respectivement de (8,2 ind/l et 1,95 Ind/l). L'indice de diversité de Shannon montre que la communauté phytoplanctonique est plus diversifiée au mois de mars. Cette communauté est caractérisée par la présence de 15 groupes fonctionnels qui montrent que le lac Tonga est un écosystème aquatique méso-eutrophe à eutrophe peu profonds, trouble à couche mélangée stratifiée avec la plupart des organismes tolérant la lumière faible et sensible à la carence en nutriments.

Mots clés : Paramètres physico-chimiques, peuplements Phytoplanctoniques, diversité, Lac Tonga, El-Kala.

Abstract

This study was carried out two months March and May (2019) in Tonga Lake (36°51'N-8°30'E) located east of El-Kala city, bears on the evaluation of physicochemical parameters of water and the diversity of phytoplankton populations. This lake is characterized by low salinity which is the state of most fresh surface waters in general and a rather alkaline pH is between 7 and 8. And a seasonal temperature, conductivity is higher in March the rainy month where it was also found that the oxygenation of the waters of this lake is strong. The analysis of the phytoplankton results of Tonga Lake makes it possible to identify 227 taxa belonging to 73 genera divided into 5 groups: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae and Pyrrophyceae. This population and in terms of number of species is dominated by the Chlorophyceae class, followed by Chrysophyceae and Cyanophyceae. Then Euglenophyceae and Pyrrophyceae are found at a lower density of (8.2 ind / l and 1.95 Ind / l) respectively. The Shannon Diversity Index shows that the phytoplankton community is more diverse in March. This community is characterized by the presence of 15 functional groups that show that Tonga Lake is a shallow eutrophic meso-eutrophic aquatic ecosystem, a mixed-layer disorder stratified with most light-tolerant and nutrient-deficient organisms. .

Key words: Physico-chemical parameters, phytoplankton populations, diversity, Tonga Lake, El-Kala.

الملخص

أجريت هذه الدراسة شهري مارس وماي (2019) في بحيرة طونقا ($36^{\circ}51'N-8^{\circ}30'E$) الواقعة شرق مدينة القالة ، وهذا من أجل دراسة العوامل الفيزيوكيميائية للمياه وتنوع العوالق النباتية بها. النتائج المتحصل عليها بينت أن هذه البحيرة تتميز بتدني نسبة الملوحة وهي حالة معظم المياه السطحية العذبة بشكل عام وبدرجة حموضة قلوية تتراوح ما بين 7 و8. وبدرجة حرارة موسمية تتغير مع تغير حرارة الطقس السائد في المنطقة. أما الناقلية الكهربائية في هذه المياه فكانت عالية في شهر مارس، أين تم تسجيل أعلى نسبة للأكسجين في مياه هذه البحيرة في هذا الشهر. تحليل نتائج العوالق النباتية سمح بجدد وتعريف 227 وحدة تصنيفية تنتمي إلى 73 جنسًا وموزعة إلى 5 مجموعات: *Cyanophycées* و *Chrysophycées* و *Chlorophycées* و *Euglenophycées* و *Pyrrophyccées*. عشيرة العوالق النباتية هذه يهيمن عليها من حيث عدد الأنواع مجموعة الـ *Chlorophycées*، تليها *Chrysophycées* و *Cyanophycées*. ثم *Euglenophycées* وأخيرًا الـ *Pyrrophyccées* بكثافة أقل.. يوضح مؤشر شانون للتنوع أن مجتمع العوالق النباتية أكثر تنوعًا في شهر مارس. ويتميز هذا المجتمع بوجود 15 مجموعة وظيفية تظهر أن بحيرة طونقا هي بيئة مائية ضحلة متوسطة إلى جيدة درجة التغذية ، وهي خليط به طبقة حرارية تعيش به معظم العوالق النباتية التي تتحمل الضوء وحساسة إلى نقص العناصر الغذائية.

الكلمات المفتاحية: العوامل الفيزيوكيميائية ، العوالق النباتية ، التنوع ، بحيرة طونقا ، القالة.



Annexe

PREPARATION DU LUGOL

La préparation du Lugol (mélange iodo-ioduré de potassium) nécessite le mélange des produits dans l'ordre suivant :

- Préparer 100 ml d'eau distillée.
- Ajouter 50 g d'iodure de potassium (code chimie INRA : min 145)
- Agiter pendant 15 minutes (table d'agitation par exemple)
- Ajouter 25 g d'iode sublimé (code chimie INRA : min 15)
- Agiter pendant 15 minutes
- Ajouter 250 ml d'H₂O distillée
- Ajouter 25 g d'acétate de soude (code chimie INRA : min 166)
- Agiter pendant 15 minutes

Conserver au sombre, de préférence dans une bouteille ambrée de 500 ml avec bouchon rodé.

Ne pas utiliser de récipient en plastique.

Tableau 1: Présence et absence des espèces Phytoplanctoniques dans le lac Tonga

Genres	Espèces	Mars		Mai	
		S1	S2	S1	S2
Groupe 1 : Cyanophycées					
Anabaena	<i>Anabaena azollae</i>	-	-	+	-
	<i>Anabaena flos-aquae</i>	+	-	+	+
	<i>Anabaena sp</i>	+	-	-	-
	<i>Anabaena sphaerica</i>	-	+	+	-
	<i>Anabaena torulosa</i>	-	-	+	+
Aphanocapsa	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	-	-	+	+
	<i>Aphanocapsa sp</i>	-	+	-	-
Aphanizomenon	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	+	-	-	-
	<i>Aphanizomenon gracile</i>	-	-	-	+
Calothrix	<i>Calothrix polaris</i>	-	-	+	-
	<i>Calothrix pulvinata</i>	-	-	+	-
	<i>Calothrix sp</i>	-	-	+	-
Chroococcus	<i>Chroococcus indidus</i>	+	-	-	-
	<i>Chroococcus limneticus</i>	-	-	+	+
	<i>Chroococcus minor</i>	-	+	-	+
	<i>Chroococcus minutus</i>	-	-	+	-
	<i>Chroococcus turgidus</i>	+	+	+	+
	<i>Chroococcus varius</i>	-	-	-	+
Cyanidioschyzon	<i>Cyanidioschyzon merolae</i>	-	+	-	-
Cyanidium	<i>Cyanidium caldarium</i>	-	-	-	+
Cylindrospermopsis	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	-	-	-	+
	<i>Cylindrospermopsis sp</i>	-	-	-	+

Tableau : (suite)

Gleocapsa	<i>Gleocapsa magma</i>	+	-	-	-
	<i>Gleocapsa sp</i>	-	-	-	+
Gloeocapsopsis	<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i>	-	-	+	-
Gleothece	<i>Gleothece linearis</i>	-	-	+	-
Gomphosphaeria	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	-	-	+	-
Merismopedia	<i>Merismopedia elegans</i>	-	-	+	+
	<i>Merismopedia punctata</i>	-	-	+	+
	<i>Merismopedia tenuissima</i>	+	-	-	-
Microcystis	<i>Microcystis aeruginosa</i>	+	+	+	+
	<i>Microcystis viridis</i>	-	-	-	+
Nostoc	<i>Nostoc microscopicum</i>	-	-	-	+
Pseudanabaena	<i>Pseudanabaena galeata</i>	+	-	-	+
	<i>Pseudanabaena minima</i>	-	-	-	+
	<i>Pseudanabaena sp</i>	-	+	-	-
Spiruline	<i>Spiruline major</i>	+	-	-	+
Synechocystis	<i>Synechocystis aquatilis</i>	-	-	-	+
Groupe 2 : Chlorophycées					
Ankistrodesmus	<i>Ankistrodesmus arcuatus</i>	-	-	+	+
	<i>Ankistrodesmus falcutus</i>	+	-	+	-
	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	-	+	-	-
	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	+	-	-	-
	<i>Chlorella vulgaris</i>	-	+	-	-

Tableau :(suite)

Closterium	<i>Closterium acerosum</i>	+	+	+	+
	<i>Closterium aciculaire</i>	+	+	+	+
	<i>Closterium acuminatus</i>	-	-	+	-
	<i>Closterium acutum</i>	-	-	+	-
	<i>Closterium calosporum</i>	-	-	-	+
	<i>Closterium gracile</i>	-	-	-	+
	<i>Closterium macilentum</i>	-	-	-	+
	<i>Closterium parvulum</i>	+	+	-	-
	<i>Closterium pronum</i>	-	-	+	+
	<i>Closterium strigosum</i>	-	-	-	+
	<i>Closterium tortum</i>	-	-	-	+
	<i>Closterium venus</i>	-	-	-	+
Coelastrum	<i>Coelastrum astroideum</i>	-	-	-	+
	<i>Coelastrum indicum</i>	-	-	-	+
	<i>Coelastrum microporum</i>	-	+	+	+
	<i>Coelastrum proboscideum</i>	-	-	-	+
	<i>Coelastrum sp</i>	+	-	-	-
	<i>Coelastrum sphaericum</i>	-	+	+	-
Cosmarium	<i>Cosmarium crenatum</i>	+	-	-	-
	<i>Cosmarium granatum</i>	+	-	-	-
	<i>Cosmarium sp</i>	-	-	+	-

Tableau : (suite)

Crucigenia	<i>Crucigenia fenestrata</i>	+	+	-	-
	<i>Crucigenia quadrata</i>	-	+	-	-
	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	+	+	-	-
Crucigeniella	<i>Crucigeniella crucifera</i>	-	-	+	-
	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	-	-	-	+
	<i>Crucigeniella tetrapedia</i>	-	-	+	-
Desmodesmus	<i>Desmodesmus pseudodenticulatus</i>	-	-	+	+
Dictyosphaerium	<i>Dictyosphaerium eherenbeganum</i>	+	-	-	-
	<i>Dictyosphaerium sp</i>	-	+	-	-
Endorina	<i>Endorina elegans</i>	+	-	-	-
	<i>Endorina geniculata</i>	+	-	-	-
Klebsormidium	<i>Klebsormidium crenulatum</i>	-	-	+	-
Kirchneriella	<i>Kirchneriella contorta</i>	-	-	+	+
	<i>Kirchneriella lunaris</i>	+	-	+	-
Monoraphidium	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	+	+	+	-
	<i>Monoraphidium caribeum</i>	-	-	+	-
	<i>Monoraphidium circinalis</i>	+	+	+	-
	<i>Monoraphidium contortum</i>	+	-	-	+
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	+	+	+	+
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	+	+	+	+
	<i>Monoraphidium Komárková</i>	-	-	+	+
	<i>Monoraphidium tortile</i>	-	+	-	-

Tableau :(suite)

Mougeotia	<i>Mougeotia boodlet</i>	+	+	+	+
	<i>Mougeotia calaris</i>	+	-	-	-
	<i>Mougeotia longata</i>	-	+	-	-
	<i>Mougeotia nummuloides</i>	-	+	+	-
	<i>Mougeotia quadrangulata</i>	-	-	+	+
Oocystis	<i>Oocystis borgeif</i>	+	-	+	-
	<i>Oocystis lacustris</i>	+	-	-	-
	<i>Oocystis parva</i>	-	+	-	-
Pandorina	<i>Pandorina morum</i>	-	-	+	-
Pectinodesmus	<i>Pectinodesmus pectinatus</i>	-	-	+	-
Pediastrum	<i>Pediastrum duplex</i>	+	+	+	+
	<i>Pediastrum tetras</i>	-	-	+	+
Scenedesmus	<i>Scenedesmus abundans</i>	+	+	+	+
	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	+	-	-	+
	<i>Scenedesmus arcuatus</i>	+	-	-	-
	<i>Scenedesmus armatus</i>	+	+	-	+
	<i>Scenedesmus bernardii</i>	-	-	+	-
	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	+	+	-	+
	<i>Scenedesmus denticulatus</i>	-	+	-	-
	<i>Scenedesmus disciformis</i>	-	+	+	-
	<i>Scenedesmus ecornis</i>	-	-	+	+
	<i>Scenedesmus ellipticus</i>	-	-	+	-
	<i>Scenedesmus himorphis</i>	-	+	-	-

Tableau :(suite)

	<i>Scenedesmus incrassatulus</i>	-	-	+	-
	<i>Scenedesmus magnus</i>	+	-	-	+
	<i>Scenedesmus obliquus</i>	+	-	-	-
	<i>Scenedesmus obtusus</i>	-	-	+	+
	<i>Scenedesmus opoliensis</i>	+	+	+	-
	<i>Scenedesmus ovalternus</i>	-	-	+	-
	<i>Scenedesmus platydiscuis</i>	-	-	+	+
	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	+	+	+
	<i>Scenedesmus sp</i>	+	-	-	-
Selenastrum	<i>Selenastrum bibraianum</i>	-	-	+	+
	<i>Selenastrum gracile</i>	+	-	+	+
	<i>Selenastrum westii</i>	-	-	+	+
Siderocelis	<i>Siderocelis ornata</i>	-	-	+	-
Spirogyra	<i>Spirogyra artica</i>	-	-	+	-
	<i>Spirogyra sp</i>	+	-	-	-
	<i>Spirogyra webri</i>	+	-	-	+
Staurastrum	<i>Staurastrum gracile</i>	-	-	+	+
Stichococcus	<i>Stichococcus fragilis</i>	+	-	-	-
Synura	<i>Synura uvella</i>	-	-	+	+
Tetraedron	<i>Tetraedron aeruginosa</i>	-	+	-	-
	<i>Tetraedron caudatum</i>	-	+	-	-
	<i>Tetraedron minimum</i>	-	-	+	+
	<i>Tetraedron muticum</i>	-	-	+	-
	<i>Tetraparma insecta</i>	-	-	+	-

Tableau :(suite)

	<i>Tetraedron proteifarme</i>	-	+	-	+
Westella	<i>Westella botryoides</i>	+	-	+	-
Groupe 3 : Chrysophycées					
Achnanthes	<i>Achnanthes minutissima</i>	+	+	+	+
Aulacoseira	<i>Aulacoseira ambigua</i>	-	-	+	+
	<i>Aulacoseira granulata</i>	-	+	+	+
	<i>Aulacoseira islandica</i>	-	-	+	-
	<i>Aulacoseira ovichalcea</i>	-	-	-	+
Coconeis	<i>Coconeis placentula</i>	-	+	-	-
Cyclotella	<i>Cyclotella acellata</i>	+	-	+	-
	<i>Cyclotella bodanica</i>	-	-	+	-
	<i>Cyclotella comta</i>	-	+	+	+
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	-	+	+
	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	-	-	-	+
	<i>Cyclotella striata</i>	-	-	+	-
Cymbella	<i>Cymbella lanceolata</i>	+	-	-	-
	<i>Cymbella umerscens</i>	+	-	-	-
Diatoma	<i>Diatoma vulgare</i>	-	+	+	+
Fragilaria	<i>Fragilaria crotenensis</i>	+	-	+	-
Fragilariforma	<i>Fragilariforma virescens</i>	-	+	-	-
Frustulia	<i>Frustulia vulgaris</i>	+	-	-	-
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	-	-	-	+
	<i>Gomphonema constrictum</i>	-	-	-	+
	<i>Gomphonema lanceolatum</i>	+	+	-	-

Gomphonema					
	<i>Gomphonema subelavatum</i>	-	-	-	+
	<i>Gomphonema truncatum</i>	-	-	+	+
	<i>Gomphonema turgidum</i>	-	-	+	-
	<i>Gomphonema vibrio</i>	+	-	-	-
Hantzschia	<i>Hantzschia amphioxys</i>	-	-	-	+
Nitzschia	<i>Nitzschia acula</i>	-	-	-	+
	<i>Nitzschia closterium</i>	-	+	+	-
	<i>Nitzschia filiformis</i>	-	+	+	+
	<i>Nitzschia linearis</i>	-	-	+	-
	<i>Nitzschia longissima</i>	+	+	-	+
	<i>Nitzschia navis-varingica</i>	-	-	-	+
	<i>Nitzschia palea</i>	+	+	+	+
	<i>Nitzschia paleacea</i>	-	-	-	+
	<i>Nitzschia sigma</i>	+	-	-	-
	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	+	+	+	-
	<i>Nitzschia subcurvata</i>	+	-	+	-
	<i>Nitzschia reversa</i>	-	-	-	+
Pinnularia	<i>Pinnularia nobilis</i>	+	+	-	-
	<i>Pinnularia viridis</i>	-	-	+	-
Rhopalodia	<i>Rhopalodia gibba</i>	-	-	+	-
	<i>Rhopalodia musculus</i>	-	-	+	-
Stephanodiscuis	<i>Stephanodiscuis astraea</i>	-	+	+	-
Surirella	<i>Surirella elegans</i>	-	-	-	+
Synedra	<i>Synedra affinis</i>	+	+	-	+
	<i>Synedra ulna</i>	+	+	+	+

Tableau : (suite)

Tribonema	<i>Tribonema viride</i>	-	-	+	-
Groupe 4 : Euglénophycées					
Euglena	<i>Euglena acus</i>	+	+	+	+
	<i>Euglena anabaena</i>	-	-	-	+
	<i>Euglena formisproxima</i>	+	+	-	-
	<i>Euglena gaumei</i>	-	-	+	-
	<i>Euglena geniculata</i>	-	-	+	-
	<i>Euglena gracilis</i>	-	-	+	+
	<i>Euglena oxyuris</i>	-	-	+	+
	<i>Euglena pisciformis</i>	+	-	-	-
	<i>Euglena polymorpha</i>	-	-	+	+
	<i>Euglena proxima</i>	-	-	+	+
<i>Euglena viridis</i>	+	-	-	+	
Lepocinclis	<i>Lepocinclis acicularis</i>	-	-	+	-
	<i>Lepocinclis fusiformis</i>	+	-	-	-
	<i>Lepocinclis marssonii</i>	+	-	-	-
	<i>Lepocinclis salina</i>	+	-	-	-
	<i>Lepocinclis texta</i>	-	-	+	-
Phacus	<i>Phacus acuminatus</i>	-	-	-	+
	<i>Phacus caudatus</i>	-	+	+	-
	<i>Phacus helicoides</i>	-	-	+	+
	<i>Phacus horridus</i>	-	-	-	+
	<i>Phacus nordstedtu</i>	-	+	-	-

Tableau : (suite)

	<i>Phacus longicauda</i>	-	-	+	+
	<i>Phacus orbicularis</i>	-	-	+	-
	<i>Phacus pleuronectes</i>	-	+	+	+
	<i>Phacus pyrum</i>	-	+	-	-
Trachelomonas	<i>Trachelomonas armata</i>	-	-	+	-
	<i>Trachelomonas dybowskii</i>	-	+	-	+
	<i>Trachelomonas euchlora</i>	-	-	+	-
	<i>Trachelomonas hispida</i>	+	+	+	-
	<i>Trachelomonas intermedia</i>	-	+	+	+
	<i>Trachelomonas volvocina</i>	+	-	+	+
	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	-	+	-	-
Groupe 5 : Pyrrhophycées					
Cryptomonas	<i>Cryptomonas curvata</i>	-	-	+	+
	<i>Cryptomonas erosa</i>	-	+	+	+
	<i>Cryptomonas marssonii</i>	+	+	+	+
	<i>Cryptomonas ovata</i>	+	+	+	+
	<i>Cryptomonas tetrapyrenoidosa</i>	+	-	-	-
Gymnodinium	<i>Gymnodinium helveticum</i>	-	+	-	-
	<i>Gymnodinium mirabile</i>	+	-	-	-
	<i>Gymnodinium paradoxum</i>	-	+	-	-
Peridinium	<i>Peridinium cinclis</i>	-	+	-	-
	<i>Peridinium wolziti</i>	-	+	-	-