

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



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

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

### THÈME :

## Contribution à l'étude phytoplanctonique de la retenue collinaire BESBESSA (Guelma Nord-est Algérien)

Présenté par :

- MAIZI Boutheyna
- ZERROUG Selma

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. RAMDANI.K	MCB	Université de Guelma
Examineur :	Mr. ATHAMNIA.M	MCB	Université de Guelma
Encadreur :	Mr. ROUABHIA.K	MAA	Université de Guelma

Année universitaire : 2020/2021

## *Remerciement*

**O***N remercie le dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entourer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr. ROUABHIA KAMEL, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel pour sa patience et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*On tient également à remercier aussi les membres de jury :*

- *Mr. ATHAMNIA MOUHAMED, de nous avoir honoré d'examiner le jury de la soutenance et pour son aide pratique et son soutien moral et son encouragement.*
- *Mr. RAMDANI KAMEL, de nous faire l'honneur de présider le contenu de présent travail.*

*Nous remercions aussi Mme HASSIBA responsable de laboratoire 9, pour son aide durant notre travail pratique ainsi que tous les professeurs de la faculté de S.N.V et S.T.U de l'université de 08 mai 1945 –GUELMA- qui nous a enseigné durant notre cycle d'étude.*

*A tous ceux qui nous ont aidé et encouragée de près ou de loin.*

*Merci !*

## *Dédicace*

*Je tiens c'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail :*

*A ma maman,*

*Quoi que je fasse ou je dise je ne saurai point de te remercier comme il se doit, votre affection et bienveillance me guide et votre présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon papa,*

*Tu as toujours été à mes côtés par me soutenir et encourager et me faire ce que je suis aujourd'hui, que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes chers frères : kheireddine, Nabil, Adbrezak et Hakim*

*Vous m'avez toujours soutenue et encouragé durant ma période d'étude.*

*A ma chère sœur : widad*

*Merci énormément pour ton grand cœur toutes vos qualités, merci pour ton soutien.*

*A mes très chères copines : Wahiba, Rania khelfellaoui, Nadra, Widad, Nour, Marwa, Rana, Manel, Rania chettibi et ma cousine Zaineb.*

*A Boutheyna chère amie avant d'être binôme,*

*A toute personne qui occupe une place dans mon cœur,*

*Puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage, et surtout réussite.*

*Je vous aime !*

*Selma.*

## ***Dédicace***

*Je tiens c'est avec un grand plaisir que je dédie ce modeste travail :*

*A mon papa,*

*Tu as toujours été à mes côtés par me soutenir et encourager et me faire ce que je suis  
aujourd'hui, que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A ma maman,*

*Quoi que je fasse ou je dise je ne saurai point de te remercier comme il se doit, votre affection  
et bienveillance me guide et votre présence à mes côtés a toujours été ma source de force  
pour affronter les différents obstacles.*

*A mon cher frère : Abderahmen,*

*Tu m'as toujours soutenue et encouragé durant ma période d'étude.*

*A mon fiancé et ma belle-famille.*

*A mes très chères copines : Rayane, Nawal, Dounia, Hanane, Amina*

*A Selma ma chère amie avant d'être binôme,*

*A toute personne qui occupe une place dans mon cœur,*

*Puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage, et surtout réussite.*

*Je vous aime !*

*Boutheyne.*

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Quelques exemples sur les Cyanobactéries.....	<b>P09</b>
<b>Figure 02</b> : Quelques exemples sur les Chlorophytes.....	<b>P10</b>
<b>Figure 03</b> : Un exemple sur les Pyrophytées.....	<b>P10</b>
<b>Figure 04</b> : Une Euglène .....	<b>P10</b>
<b>Figure 05</b> : Les maillons de la chaîne alimentaire marine .....	<b>P13</b>
<b>Figure 06</b> : Limites géographiques de la wilaya de Guelma .....	<b>P20</b>
<b>Figure 07</b> : La retenue collinaire BESBESSA .....	<b>P23</b>
<b>Figure 08</b> : Photo de site d'étude .....	<b>P23</b>
<b>Figure 09</b> : Le site de prélèvement .....	<b>P25</b>
<b>Figure 10</b> : Multi-paramètre SI.....	<b>P26</b>
<b>Figure 11</b> : Multi-paramètre WTW multi350i .....	<b>P26</b>
<b>Figure 12</b> : Variation de la conductivité électrique.....	<b>P29</b>
<b>Figure 13</b> : Variation d'oxygène dissous.....	<b>P30</b>
<b>Figure 14</b> : Variation du pH.....	<b>P30</b>
<b>Figure 15</b> : Variation de la salinité.....	<b>P31</b>
<b>Figure 16</b> : variation de température.....	<b>P32</b>
<b>Figure 17</b> : La phénologie temporelle des groupes phytoplanctoniques dans les eaux de la retenue collinaire BESBESSA.....	<b>P42</b>

## Liste des tableaux

**Tableau 01** : Etat d'inventaire d'ouvrage et installation de BESBESSA.....P22

**Tableau 02** : Les coordonnées de la retenue collinaire Besbessa.....P24

**Tableau 03** : Variation des paramètres physico-chimiques pendant la période d'étude.....P29

**Tableau 04** : Aspect microscopique et identification des taxons phytoplanctoniques répertoriées dans la retenue collinaire BESBESSA.....P33

## Liste des abréviations

**CE** : Conductivité électrique

**DCE** : Directrice cadre sur l'eau

**J/AN** : Jour par année

**DO** : Densité optique

**OX-RED** : Oxydo-réduction

**POS** : Plan d'occupation des sols

**PSU** : Unité photosynthétique

**SP** : Espèce

**TDS** : Taux des sels dissous

**Contribution à l'étude phytoplanctonique de la retenue collinaire  
BESBESSA « GUELMA Nord-est Algérien »**

**Table des matières**

Liste des figures

Listes des tableaux

Listes des abréviations

*Résumé*

*المخلص*

*Abstract*

*Introduction* .....1

***CHAPITRE I : Généralités sur les phytoplanctons***

1	Phytoplanctons	5
2	Habitat et écologie	5
3	Systématiques	6
3.1	Les procaryotes	6
3.1.1	Les cyanobactéries	6
3.2	Les eucaryotes	7
3.2.1	Les chlorophycées	7
3.2.2	Les chromophycées	7
3.2.3	Les pyrophycées	8
3.2.4	Les euglénophycées	8
4	Clés d'identification du phytoplancton	11
4.1	Cas des algues vrais	11
4.2	Cas des Cyanobactéries	11
5	Rôle et Intérêt du phytoplancton	11
5.1	La photosynthèse	12
5.2	Chaine alimentaire	12
5.3	Bio-indicateur des eaux	13

6	Ecophysiologie de phytoplancton .....	13
7	Facteurs biotiques et abiotiques .....	14
7.1	Facteurs abiotiques .....	15
7.1.1	La température .....	15
7.1.2	La lumière.....	15
7.1.3	La salinité .....	16
7.1.4	Le vent .....	16
7.1.5	Oxygène dissous .....	16
7.1.6	Conductivité électrique .....	17
7.1.7	Potentiel d'hydrogène pH .....	17
7.1.8	Les nutriments .....	17
7.2	Facteurs biotiques .....	18

***Chapitre II : Matériel et méthodes***

1	Description de la zone de l'étude .....	20
1.1	Présentation la région d'étude .....	20
1.2	Etude climatique .....	21
1.3	Accessibilité .....	21
2	Présentation de la retenue collinaire BESBESSA (Belkheir, Guelma) .....	22
2.1	Localisation .....	22
2.2	La richesse biologique .....	24
3	Méthode de travail .....	25
3.1	Choix de station .....	25
3.2	Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques .....	25
3.2.1	La température .....	26
3.2.2	Potentiel d'hydrogène pH .....	26
3.2.3	Conductivité électrique .....	27
3.2.4	Oxygène dissous .....	27

3.2.5 La salinité .....	27
4 Identification des phytoplanctons .....	27
4.1 La richesse spécifique .....	27

### ***Chapitre III : Résultats et discussion***

1 Résultats des analyses physico-chimiques .....	29
1.1 Conductivité électrique .....	29
1.2 Oxygène dissous .....	30
1.3 Potentiel d'hydrogène pH .....	30
1.4 La salinité .....	31
1.5 La température .....	32
2 Résultats de l'analyse qualitative du phytoplancton .....	33
2.1 Méthode d'observation (LAME ET LAMELLE) .....	33
3 Résultat de l'analyse quantitative .....	41
3.1 Richesse spécifique de la population phytoplanctonique .....	41
3.1.1 Richesse spécifique totale des groupes phytoplanctoniques .....	42
3.1.2 Variation de la richesse spécifique des groupes phytoplanctoniques .....	42
<b><i>Conclusion</i></b> .....	<b>44</b>
<b><i>Références bibliographiques</i></b> .....	

**Résumé :**

Cette étude porte sur la composition phytoplanctonique dans les eaux de la retenue collinaire BESBESSA, situé à BELKHEIR wilaya de GUELMA, Nord-est Algérien. Des prélèvements sont réalisés au niveau la retenue on avril et mai 2021 pour mesurer les paramètres physico-chimiques et faire des analyses qualitatives et inventaire du phytoplancton. Les résultats des analyses physico chimiques montrent que les eaux de la retenue collinaire BESBESSA ont les mêmes caractéristiques que les eaux superficielles avec un pH alcalin et une température saisonnière. Nous avons identifié 43 espèces appartiennent aux 28 genres et 05 classes : les Chromophycées, les *Cyanobactéries*, les *Euglenophycées*, les *Chlorophycées* et les *Pyrhrophycées*. La composition phytoplanctoniques la retenue collinaire BESBESSA est dominée par les *Chromophycées* suivit des *Chlorophycées*, et les *Pyrhrophycées* qui sont les moins abondants. Parmi les genres de Cyanobactéries connus pour produire des toxiques, on trouve le genre *Anabaena*.

**Mots clés :** Phytoplancton, paramètres physico-chimiques, retenue collinaire, BESBESSA, Guelma.

## الملخص :

ترتكز هذه الدراسة على جرد والتعريف بالعوالق النباتية المتواجدة على مستوى السد التلي بسباسة الواقع في بلخير بولاية قالمة، شمال شرق الجزائر. تم أخذ العينات من الخزان في شهري أبريل وماي من سنة 2021 لقياس العوامل الفيزيوكيميائية والقيام بتحليلات وجرّد العوالق النباتية. تظهر نتائج التحليلات الفيزيو كيميائية أن مياه السد التلي بسباسة لها نفس خصائص المياه السطحية ذات pH قاعدي ودرجة حرارة موسمية. كما تم تعريف 43 نوعاً تنتمي إلى 28 جنساً و05 فئات أو أقسام هي Chlorophyceae وEuglénophyceae وCyanobacteria وChromophyceae وPyrrhophyceae. يهيمن على عشيرة العوالق النباتية في خزان بسباسة chromophyceae تليها chlorophyceae، وpyrrhophyceae الأقل وفرة. من بين أجناس البكتيريا الزرقاء المعروفة بإنتاج السموم المضرة أو لا نجد جنس Anabaena .

**الكلمات المفتاحية:** العوالق النباتية ، العوامل الفيزيوكيميائية ، خزان تلي ، بسباسة ، قالمة.

**Abstract:**

This study concerns the phytoplankton composition in the waters of the BESBESSA hill reservoir, located in BELKHEIR wilaya of GUELMA, North-East of Algeria. Samples are taken at the reservoir on April and May 2021 to measure the physico-chemical parameters and carry out qualitative analyzes and inventory phytoplankton. The result of the physico-chemical analyzes show that the waters of the BESBESSA hill reservoir have the same characteristics as surface waters with an alkaline pH and a seasonal temperature. We have identified 43 species belong to 28 genera and 05 classes: Chromophyceae, Cyanobacteria, Euglenophyceae, Chlorophyceae and Pyrrhophyceae. The phytoplanktonic composition BESBESSA hill reservoir is dominated by chromophyceae followed by chlorophyceae, and pyrrhophyceae which are the least abundant. Among the genera of cyanobacteria known to produce toxins is the genus *Anabaena*.

**Key Word:** Phytoplankton, physico-chemical parameters, hill reservoir, BESBESSA, Guelma.

# **Introduction**

## Introduction

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Elle est aussi considérée comme un transporteur potentiel de nombreuses maladies (**Houhamdi et Aouissi, 2014**).

L'eau est également un élément indispensable utilisé par l'irrigation agricole, la production d'énergie et l'industrie. Les eaux continentales attirent et concentrent de nombreuses populations pour leurs activités qui en retour doivent veiller à leur gestion et à leur pérennité (**Vasquez et Favila, 1998 ; Dokulil *et al.*, 2000 ; Tazi *et al.*, 2001**).

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 (**Reynolds *et al.*, 1993**) à la température (**Reynolds, 1998**) et à la lumière (**Dusenberry *et al.*, 1999**). Ces efflorescences peuvent avoir de nombreuses conséquences sanitaires, écologiques et économiques. Le phytoplancton est constitué de l'ensemble des micro-organismes végétaux en suspension dans l'eau, capables d'élaborer par photosynthèse leur propre substance organique, à partir de l'énergie solaire, de l'eau, d'oxygène et des sels nutritifs. Le rôle joué par le phytoplancton dans le fonctionnement des écosystèmes lacustres. De ce fait, les variations de la production biologique ont des conséquences majeures sur les flux de matières à l'intérieur de l'écosystème.

Dans le cadre de ce travail et pour connaître la biodiversité phytoplanctonique de la retenue collinaire BESBESSA, notre objectif est résumé dans les points suivants :

- Etudier et mesurer quelque paramètre physicochimique des eaux de la retenue collinaire BESBESSA.
- L'évaluation de la diversité phytoplanctonique à travers l'identification des espèces trouvés dans la retenue.

Ce manuscrit est divisé en trois chapitre :

- Chapitre 1 : une étude bibliographique présente une généralité sur les phytoplanctons ;
- Chapitre 2 : une étude expérimentale consacrée aux présentation du matériel et méthodologie suivie pour la réalisation des analyses physiques et phytoplanctoniques effectués ;
- Chapitre 3 : ce sont les résultats obtenus au cours de notre étude accompagnée avec les graphs et les tableaux suivi par discussion qui lui convient et enfin une conclusion clôturant le mémoire.

# **Chapitre 1**

**Généralités sur les phytoplanctons.**

## 1. Le phytoplancton

Le phytoplancton (du grec « phton = plante », « plankton = errante ») est le plancton végétal vivant en suspension dans l'eau capable de photosynthèse (**Bon, 2012**). Le phytoplancton est composé de cyanobactéries, des bactéries douées de photosynthèse et de micro algues principalement les diatomées (**Bon, 2015**), que l'on retrouve dans les eaux froides et les dinoflagellés, abondants dans les mers chaudes.

Ces organismes aquatiques chlorophylliens se multipliant par division cellulaire, le développement du phytoplancton dépend en grande partie de la quantité de nutriments présents dans l'eau (phosphate, azote, fer, calcium...) mais il est aussi influencé par la salinité, la luminosité, la profondeur, de l'eau ou le vent et les saisons. La plupart de ces derniers sont trop petits pour être visibles à l'œil nu, mais s'ils sont en quantité suffisante, ils apparaissent à la surface de l'eau comme des étendues colorées. Ceci est dû à la présence de pigments dans leurs cellules, principalement la chlorophylle, mais aussi les phycobiliprotéines et xanthophylles (**Fabregat *et al.*, 2019**).

## 2. Habitat et écologie

Les organismes qui constituent le phytoplancton est d'une extrême plasticité écologique. Ces espèces très ubiquistes colonisent les biotopes terrestres et aquatiques (**Fogg *et al.*, 1973**), et se retrouve dans l'eau douce saumâtre ou salée. Quelques espèces sont recensées dans les eaux thermales tant dis que d'autres tolèrent les basses températures des lacs arctiques et antarctiques (**Skulberg, 1996**).

Certaines espèces vivent en association avec des animaux comme des protozoaires, des éponges ou des ascidies « endozoïques », ou avec des végétaux comme des fougères aquatiques ou des angiospermes « endophytiques » (**Couté et Bernard, 2001**).

Elles peuvent encore vivre en symbiose avec des champignons et des algues vertes comme dans le cas des lichens. Au cas où elles sont strictement aquatiques, elles peuvent être planctoniques, vivant dans la colonne d'eau, ou benthiques, fixées ou très proches des divers substrats (roches, coraux, algues, animaux) et se développent même à l'intérieur des sédiments (**Mur *et al.*, 1999 ; Couté et Bernard, 2001**).

### 3. Systématiques

En eau douce comme en milieu marin, une multiplicité de formes de vie du phytoplancton existe. La détermination des taxons en microscopie optique, méthode employée dans notre étude, s'effectue selon des critères morphologiques, de coloration pigmentaire et de mode d'organisation des différentes espèces. La dénomination du phytoplancton repose sur la classification linnéenne qui assigne des rangs taxonomiques à la classification des êtres vivants (classes, ordres, familles, ...etc.) (**Baillet, 2013**).

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

#### 3.1. Les procaryotes

##### 3.1.1. Les cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des microorganismes aquatiques qui présentent à la fois des caractéristiques provenant des bactéries et des algues (**Laurentides 2009**). Se distinguent des Bactéries par la présence de chlorophylle A et de pigments accessoires hydrosolubles, les phycobilines rouge (phycoérythrine) et bleue (phycocyanine). Elles possèdent aussi des caroténoïdes :  $\beta$ -carotène, échinénone, zéaxanthine, myxoxanthophylle, etc.... (**Bourrelly et Couté, 1982 ; Lefeuvre et al, 1998**).

Il existe près de 2000 espèces (**fig. 01**) différentes réparties en 150 genres. Ces algues peuvent vivre à peu près partout, en eau douce, eau de mer et terre ferme, il s'agit d'une espèce photosynthétique, créant de l'énergie sous forme de glucide à partir de l'énergie du soleil. Elles ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique, ce qui est impossible pour les plantes et les algues, accumulent des corps gras et des poly glucosides voisins du glycogène, cette capacité permet à la cyanobactérie de s'adapter à n'importe quel milieu, même très pauvre (**Cassandr, 2020**).

Le seul moyen de reproduction des cyanobactéries est la bipartition, à ne pas confondre avec une mitose qui n'existe, elle, que chez les eucaryotes. Les cyanobactéries n'ont pas de reproduction sexuée (semble-t-il) même si on a connaissance de certains échanges de matériel génétique. Cette question n'est pas encore éclaircie. Certaines cyanobactéries

(Nostoc par exemple) ont de grosses cellules appelées hétérocystes au niveau desquelles un filament se partage en deux (Claire, 2018).

### 3.2. Les eucaryotes

#### 3.2.1. Les chlorophycées

Les chlorophycées sont des micro algues vertes vivant isolées ou organisées en colonies dans les eaux marines et douces des zones tempérées et chaudes. Unicellulaires ou pluricellulaires, de forme ovoïde, elles mesurent de 1 à 10 microns et peuvent, comme les chrysophycées, posséder deux flagelles qui leur permettent de se maintenir en surface (Mollo et Noury, 2013). Les Chlorophycées (*fig. 02*) sont toutes des algues eucaryotes à plastes verts renfermant de la chlorophylle a et de la chlorophylle b, associées à du  $\beta$ -carotène et à des xanthophylles identiques à celles des plantes supérieures (Feldmann, 1931).

Le chloroplaste peut être discoïde, en plaque, réticulaire, en forme de coupe, en spirale ou en forme de ruban dans différentes espèces. La plupart des membres ont un ou plusieurs organismes de stockage, appelés pyrénoides, situés dans le chloroplaste. Les pyrénoides contiennent des protéines en plus de l'amidon. Certaines algues vertes peuvent stocker de la nourriture sous forme de gouttelettes d'huile. Les algues vertes ont généralement une paroi cellulaire rigide constituée d'une couche interne de cellulose et la couche extérieure contient de la pectose. Le corps du végétal peut être unicellulaire, colonial ou filamenteux, ou pluricellulaire.

La reproduction végétative a généralement lieu par fragmentation. La reproduction asexuée est assurée par des zoospores flagellées. La reproduction sexuée montre des variations considérables dans le type et la formation des cellules sexuelles et il peut être isogame, anisogame ou oogame.

Les chlorophytes partagent de nombreuses similitudes avec les plantes supérieures, y compris la présence de cellules flagellées asymétriques, la répartition de l'enveloppe du noyau (enveloppe nucléaire) à la mitose, et la présence de phytochromes, les flavonoïdes et les précurseurs chimiques à la cuticule [1].

#### 3.2.2. Les chormophycées

Appelé aussi algues brunes sont appelées autrefois les Phéophytes. Ce sont des algues presque exclusivement marines. Leur couleur est due à l'abondance des pigments

bruns, la fucoxanthine, qui masque les chlorophylles a et c. Les Phéophytes montrent une grande diversité morphologique depuis les formes filamenteuses relativement simples aux grandes algues brunes dont l'organisation morphologique complexe évoque les tiges feuillées des végétaux supérieurs (**Bourrelly, 1966**). Cet embranchement se divise en quatre classes : les Chrysophycées, Xanthophycées, Diatomophycées, Phéophycées (**Bourrelly, 1970**).

### 3.2.3. Les pyrophycées

Les Pyrophycées (**fig. 03**) sont des algues vraies, qui possèdent 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 est extra-plastidiale. On les divise en Dinophycées (ou Péridiniens) et Cryptophytes (**Oertli et Frossard, 2013**).

Les Dinophycées appelées aussi Dinoflagellés ou péridiniens ces organismes sont composés de deux valves au contour plus ou moins globuleux terminées chacune par une pointe au niveau duquel s'insère un flagelle dévaginable, ces flagelles permettent un déplacement par rotation. Les Dinophycées possèdent plusieurs pigments chlorophylliens (a et c notamment) (**Oertli et Frossard, 2013**).

Les Cryptophycées possèdent des formes unicellulaires, à fouets légèrement inégaux dirigés dans le même sens, sortant d'un Cytopharynx (**Bourrelly, 1968**).

### 3.2.4. Les Euglenophycées

Les Euglénophytes sont des algues, unicellulaires, flagellées rarement coloniales, elles contiennent de la chlorophylle a et b associée à du  $\beta$  carotène et des xanthophylles. Les espèces sont dulçaquicoles surtout en milieux riches en matières organiques. Marines ou d'eaux saumâtres, elles se rencontrent en sols humides, dans les vases ou même dans l'intestin des batraciens. Le genre *Euglena* est connu pour être utilisé en expérimentation physiologique et fait l'objet d'intenses recherches dans les mécanismes de la photosynthèse (**Reviere, 2003**).

Pour la plupart des espèces d'Euglenales (**fig. 04**), la seule forme d'azote minérale utilisable est l'ammoniac, ces espèces sont également connues pour être très résistantes vis à vis du chrome, des sulfures, des eaux à pH très acides ou très basiques. Elles sont capables de se développer en anaérobioses et constituent d'intéressants indicateurs biologiques de la pollution des milieux aquatiques (**Anegili, 1980**).

Dans des conditions défavorables certaines Euglenophycées se déforment, perdent leurs flagelles et toute la cellule prend l'aspect d'une masse sphérique qui l'entoure d'une épaisse couche mucilagineuse. Cette forme de résistance accumule des réserves, qui lui permettent de vivre à l'état ralenti jusqu'au retour de conditions favorables (Gayral, 1975 ; Gaston et Maurice, 1977).

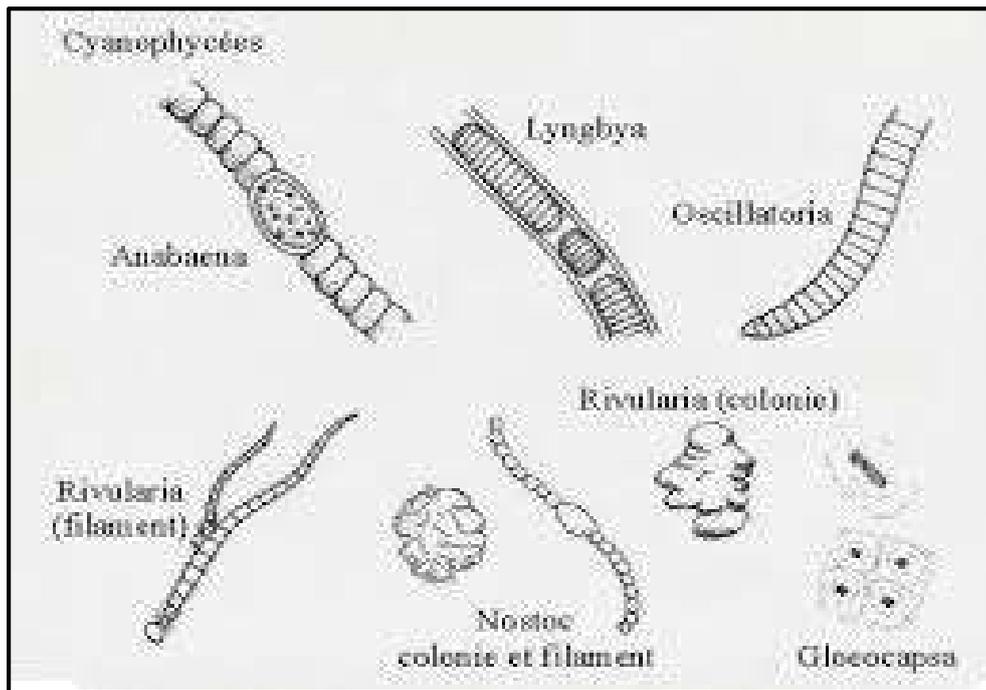
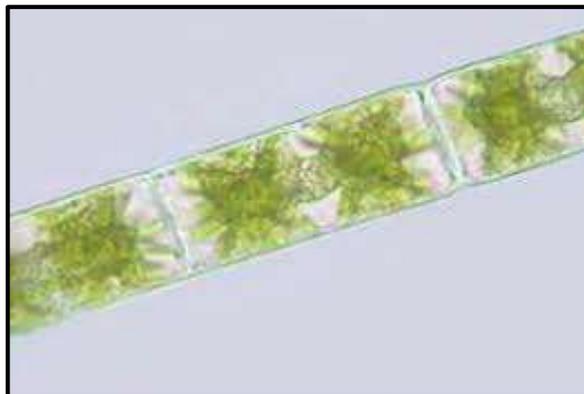


Figure 01 : Quelques exemples sur les Cyanobactéries [2].



**Figure 02 :** Quelques exemples sur les Chlorophytes [3].



**Figure 03 :** Un exemple sur les Pyrophycées [4].



**Figure 04 :** Une Euglène [5].

#### 4. Clés d'identification du phytoplancton

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

##### 4.1. Cas des algues vrais

Les critères de classification proposés 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.

##### 4.2. Cas des Cyanobactéries

Dans la systématique des Cyanobactéries, les caractères morphologiques représentent les clés 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 l'absence de structures cellulaires caractéristiques (akinètes, hétérocystes et vacuoles gazeuses).

#### 5. Rôle et Intérêt du phytoplancton

Chaque phytoplancton contient des pigments dont la fonction est d'assurer la photosynthèse, laquelle fournit de 60 à 80 % de l'oxygène atmosphérique. Le phytoplancton est également une source de produits intéressants pour notre santé : protéines, vitamines, minéraux qui s'y trouvent concentrés. À l'instar des végétaux terrestres, les micro-algues sont sensibles à leur environnement et évoluent selon un rythme saisonnier, avec un maximum de divisions cellulaires au printemps et en fin d'été. La qualité chimique de l'eau est l'un des facteurs déterminants pour le bon développement des populations **(Mollo et Noury, 2013)**.

Le phytoplancton constitue la base de l'alimentation chez les herbivores aquatiques, et c'est pourquoi la biodiversité des populations phytoplanctoniques est un facteur important.

Le rythme de développement des populations micro-algales conditionne ainsi le rythme de vie de leurs consommateurs (consommateurs primaires) et ceux-ci régulent à leur tour celui des carnivores qui les consomment (consommateurs secondaires).

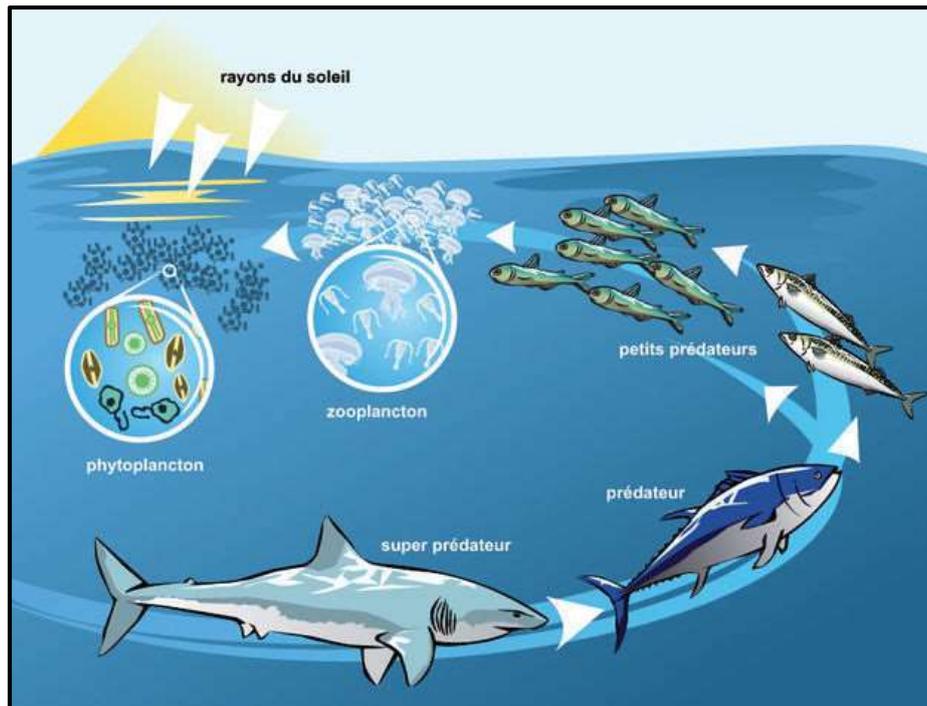
Le phytoplancton est donc la base de l'édifice que constitue l'ensemble des organismes aquatiques. Le phytoplancton représente un compartiment remarquable par le rôle qu'il joue, non seulement dans le milieu aquatique, mais aussi dans tous les domaines de notre vie : qualité d'environnement (oxygène),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

### **5.1. La photosynthèse**

Les micro-organismes du plancton capable d'effectuer la photosynthèse (le phytoplancton) captent l'énergie du soleil et produisent de l'oxygène ( $O_2$ ). Ils fabriquent de la matière organique à partir du gaz carbonique ( $CO_2$ ) atmosphérique, de l'eau ( $H_2O$ ) et de sel minéraux (**Christian, 2013**). Lors de la photosynthèse, les phytoplanctons sont capables de fixer en milieu entre  $20.10^9$  et  $55.10^9$  tonnes de carbone (**Mann et Lazier, 1966**).

### **5.2. Chaîne alimentaire**

Les phytoplanctons sont situés à la base de la chaîne trophique pélagique, il est responsable de la production primaire (**fig. 05**) dans les milieux aquatiques (**Reynolds, 1998**). De ce fait il conditionne la production de poissons, de moules, d'huitres, de crevettes et d'autres produits (**Hansen et al., 2001**).



**Figure 05** : Les maillons de la chaîne alimentaire marine [6].

### 5.3. Bio-indicateur des eaux

La prolifération du phytoplancton a un impact direct sur les écosystèmes aquatiques entraînant des modifications de la diversité et de la dynamique des populations. En outre, certaines espèces, dont les cyanobactéries, sont susceptibles de synthétiser des toxines à l'origine d'intoxications plus ou moins graves, représentant des risques importants pour la santé humaine et animale.

Les eaux douces et particulièrement les eaux de surface, qui représentent une ressource vitale pour l'homme, sont menacées par des pollutions diverses, d'origine anthropique. Le phytoplancton réagit à ces altérations et peut être considéré comme un indicateur de la dégradation de la qualité des eaux continentales, proposé par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) comme élément de qualité biologique (**Chorus et Bartram, 1999**).

## 6. Ecophysiologie de phytoplancton

Grace à leurs diversités et à leurs exigences écologiques très variées, le phytoplancton est susceptible de peupler les biotopes les plus divers (eaux marines, douces, thermales et même glaciales). La plupart des Cyanobactéries sont autotrophes et peuplent des milieux très variés (sources thermales, milieux aquatiques, terres humides) (**Des Abbayes et**

*al.*, 1978) et même dans le sable des déserts les plus arides (**Bourelly, 1985**). D'autres sont saprophytes, parasites ou symbiotes d'organismes très divers (**Ozenda, 2000**).

Le phytoplancton est ubiquiste et possède une grande adaptabilité à son environnement écologique, de ce fait la relation entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes est une question écologique fondamentale. Pour comprendre la structure et le fonctionnement d'un écosystème, il est indispensable de connaître les différents éléments qui le composent, exemple : la distribution des organismes dans le temps et dans l'espace (**Bengtsson, 1998**). La richesse spécifique d'un écosystème résulte, de l'interaction entre stratégies biodémographiques des populations qui visent à maximiser leur succès reproductif et la sélection qu'opèrent les changements environnementaux qui tendent à favoriser « les génotypes les plus efficaces ». Il s'agit là d'un mécanisme complexe dans la mesure où les organismes vivants sont eux-mêmes partie intégrante de l'environnement et aux modifications auxquelles ils contribuent (**Frontier et Etienne, 1990**).

Les conséquences éco-physiologiques associées à la richesse spécifique des population phytoplanctoniques sont nombreuses car les différentes espèces ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu. Afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives telles que (**Gailhard, 2003**) :

- Différents mécanismes favorisant la mobilité et la migration vers des zones riches en nutriments et en lumière.
- La compétition interspécifique et les mécanismes de défense contre la prédation, ainsi que le mode de nutrition auxotrophe.

### **7. Facteurs biotiques et abiotiques**

Les facteurs biotiques et abiotiques, sont les facteurs du milieu qui agissent sur les êtres vivants se classent en deux catégories : les facteurs abiotiques (ou physico-chimiques), généralement indépendants de la densité de la population sur laquelle ils exercent leurs effets et les facteurs biotiques (interactions des êtres vivants entre eux), le plus souvent dépendant de la densité de la population (nourriture disponible, pression de prédation) (**José, 2009 ; Davoust, Janvier 2021**).

## 7.1. Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont représentés par les phénomènes physico-chimiques (lumière, température, humidité de l'air, composition chimique de l'eau, pression atmosphérique et hydrostatique, structure physique et chimique du substrat). En réalité, les facteurs abiotiques eux-mêmes sont modifiés dans l'environnement d'un organisme par la présence d'autres organismes : pour les animaux, en particulier, presque tous les facteurs abiotiques du milieu sont triés, filtrés, modifiés par la végétation, qui constitue pour la faune à la fois la source de nourriture (ainsi que d'oxygène) et l'abri (**Molisso *et al*, 2010**).

### 7.1.1. La température

Influence plusieurs paramètres physicochimiques de l'eau tels que les concentrations en oxygène dissous et en nutriments. En effet, elle est un stimulus des phénomènes d'accroissement, de la reproduction et du développement de la majorité des espèces végétales macro et microscopiques. La croissance phytoplanctonique se trouvera ralentie dans les eaux froides (écosystèmes des hautes latitudes) par rapport à des eaux plus chaudes (régions tempérées).

L'élévation de la température de l'eau agit, positivement, sur la production primaire du phytoplancton en influençant le métabolisme des organismes par action sur la vitesse des réactions enzymatiques. La température pourrait aussi provoquer le déclin des proliférations micro-algales dans le cas du réchauffement climatique (**Dhib, 2015**).

### 7.1.2. La lumière

Ce facteur varie en fonction de l'heure du jour, les saisons et la couverture nuageuse, dans un système aquatique dont les caractères ne changent pas, la production phytoplanctonique est directement influencée par le degré d'ensoleillement durant les 48 heures précédentes. La qualité spectrale de la lumière conditionne fortement la production primaire en intervenant dans la stratification des organismes dans la colonne d'eau (**Robert et Catesson, 2000**).

Les organismes phytoplanctoniques exposés à des périodes de faible éclaircissement augmentent leur concentration en chlorophylle. La plupart des Dinoflagellés peuvent réagir aux variations de l'éclaircissement dans les deux sens (diminution ou augmentation) grâce à un accroissement de la taille et du nombre de leurs unités photosynthétiques (PSU) (**Smayda, 1997**).

### 7.1.3. La salinité

La salinité est un paramètre qui conditionne l'aire de répartition des espèces vivantes dans un milieu en fonction de leur référendum (hormis les espèces euryhalines supportant de grandes amplitudes de salinité). Si la salinité varie, la survie des organismes sera fonction de leur tolérance. La salinité est un paramètre dépendant des volumes d'eaux douces et d'eau de mer introduits dans l'estuaire entraînant des variations longitudinales des teneurs. Ce facteur varie très rapidement en fonction du cycle de marée, du coefficient de marée et du cycle hydrologique (**Foussard *et al.*, 2011**).

La salinité influence également la densité des eaux entraînant un second gradient vertical à l'origine d'une stratification des eaux (principalement aux environs du front de salinité) (**Foussard *et al.*, 2011**). Ainsi les fortes densités de salinité stimulent le développement du phytoplancton et augmentent la biomasse chlorophyllienne (**Dhib, 2015**). Enfin certains sont essentiellement déterminés par la qualité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (**Merzoug, 2009**).

### 7.1.4. Le vent

Il joue un rôle important dans le cycle de l'eau, il augmente l'évaporation consommatrice d'énergie et a donc un pouvoir de refroidissement considérable. Dans les systèmes aquatiques le vent détermine la profondeur maximale à laquelle se fait sentir l'action du vent. L'eau brassé devient homogène sur toute la hauteur d'une couche de mélange, par ailleurs ce processus y assure une bonne oxygénation dans les lacs profonds (**Richlifs et Miller, 2005**).

### 7.1.5. Oxygène dissous

L'oxygène constitue un excellent indicateur du fonctionnement du plan d'eau à différents titres : sur le plan physique comme indicateur de pollution ; et biologique comme vital aux organismes vivants (**Laurentides, 2009**). L'oxygène présent dans l'eau est également d'origine biologique par la fonction chlorophyllienne exercée par les végétaux, les algues planctoniques dans les lacs, par les phanérogames aquatiques dans les zones littorales des plans d'eau. Elle conduit également à la sursaturation si la flore aquatique est abondant et l'ensoleillement élevé. L'oxygène dissous est considéré comme l'élément le mieux explicitée des variations de la densité phytoplanctonique (**Arrignon, 1991**).

### 7.1.6. Conductivité électrique

La conductivité d'une eau est un critère qui donne une information sur son ionique chimique et sur la concentration des ions d'une solution elle est exprimé en  $\mu\text{s} / \text{cm}$  (**Dore, 1995**). La conductivité électrique l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau, en effet des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions, également en fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle sert aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (**Rodier, 1984**).

### 7.1.7. Potentiel d'hydrogène pH

Le pH est un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toute opération de traitement (**Rodier, 1996**). Doit être compris entre 5 et 8.5 dépassants cette fourchette, les espèces peuvent réguler leur croissance ou transformer même leur physiologie en développant ainsi un pouvoir de toxicité, dans les milieux très eutrophes, l'augmentation du pH entraîne une diminution de la solubilité des bicarbonates dans l'eau pouvant créer une limitation de croissance du phytoplancton (**Dhib, 2015**).

### 7.1.8. Les nutriments

Les nutriments sont des éléments présents dans le milieu en faible quantité, mais nécessaires à la croissance et à la survie des algues. Dans le milieu naturel leur concentration va varier en fonction, des conditions environnementales ou des pollutions anthropogéniques. Les nutriments tels que le carbone, l'azote et le phosphore jouent un rôle important dans le métabolisme cellulaire et la composition biochimique des micro-algues. Une altération de concentration en ces nutriments peut provoquer une teneur plus ou moins importante de lipides, de sucres ou des éléments tels que le  $\beta$ -carotène (**Richmond, 2007**).

Le phytoplancton utilise les oligoéléments tels que le soufre et le chlore (**Moss, 1980**), et utilise le phosphate sous la forme d'ortho-phosphates ; quelques-uns peuvent assimiler le phosphore organique (**Gayral, 1975**). Les teneurs en sels nutritifs, en azote et en phosphore, sont des éléments essentiels de croissance mais sont généralement limitées dans l'eau (**Wetzel et Linkens, 2000**).

Le phosphore peut être fortement adsorbé par des espèces phytoplanctoniques dont certaines sont prédisposées à la sédimentation et donc à terme être éliminées de la colonne d'eau (**Wech, 1980 ; Sonzogni *et al.*, 1982**).

## **7.2. Facteurs biotiques**

Les facteurs biotiques sont déterminés par la présence, à côté d'un organisme, d'organismes de la même espèce ou d'espèces différentes, qui exercent sur lui une concurrence, une compétition, une prédation, un parasitisme, et en subissent à leur tour l'influence. D'autres facteurs biotiques dépendent de la physiologie de l'organisme considéré (taux de croissance, d'alimentation, de reproduction ; durée de la vie ; capacités métaboliques diverses ; rythmes endogènes d'activité ; possibilités de déplacement) (**Otto, 1998**).

Le broutage par le zooplancton, l'un des facteurs de contrôle descendant du phytoplancton (**Lampert, 1987 ; Bouvy *et al.*, 2001**). Les facteurs interspécifiques, qui concernent les interactions entre population d'espèce différents [facteurs de prédation et de parasitisme] ou qui regroupent les interactions se déroulent à l'intérieur d'une même espèce [entre individus] (**Ramade, 1984 ; Olivier et Garf, 2000**).

# **Chapitre 2**

**Matériel et méthodes.**

## 1. Description de la zone de l'étude

### 1.1. Présentation la région d'étude

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba – Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum-El-Bouaghi et Tébessa), outre la proximité du territoire Tunisien à l'Est. Sur une superficie de 3.686,84 Km<sup>2</sup> et abrite une population (Estimée à fin 2009) de 494079 Habitants dont 25 % sont concentrés au niveau du Chef-Lieu de Wilaya (DGF, 2021).

La densité moyenne de cette population est de 132 Hab. / Km<sup>2</sup>. La Wilaya de Guelma (*fig 06*), créée en 1974 comprend 10 Dairate et 34 Communes. (Direction de commerce, 2021)

Hdjar mangoub est une zone de la commune de Belkheir, elle est située à environ 9 Km au sud du Chef-lieu, la surface du périmètre du P.O.S est de 152.8348 ha (Direction de l'environnement, 2013).

Le site est traversé par le chemin communal menant vers Ain Larbi sur une distance de 1390m, et traversé aussi par une piste menant vers la RN 80 par Bir BEN SIB sur une distance de 2142 m.



**Figure 06 :** Limites géographiques de la wilaya de Guelma (Direction d'environnement, 2021).

## 1.2. Etude climatique

Le territoire de la Wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La température qui varie de 4° C en hiver à plus de 35° C en été est en moyenne de 17,3° C.

Quant à la pluviométrie, on enregistre :

- 654 mm / an à la station de GUELMA
- 627 mm / an à la station de AIN-LARBI
- 526 mm / an à la station de MEDJEZ-AMMAR

Cette pluviométrie varie de 400 à 500 mm/an au Sud jusqu'à près de 1000 mm/an au Nord. Près de 57 % de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (Octobre –Mai).

Pour ce qui est de l'enneigement, on enregistre 12,7 j/an à la station d'AIN-LARBI, et s'il neige sur les principaux sommets, les risques sur les plaines sont minimes.

Quant au nombre de jours de gelées blanches, il est de l'ordre de :

- 11 j/an à la station de GUELMA,
- 33,5 j/an à la station d'AIN-LARBI

Par ailleurs, on ne relève que 2,2 j/an de grêle à la station de Guelma et 3,6 j/an à la station d'AIN-LARBI, Mais on enregistre 36,2 j/an de Sirocco, ce qui affecte parfois les productions agricoles. Ce climat dont jouit la Wilaya de Guelma est assez favorable à l'activité agricole et d'élevage.

## 1.3. Accessibilité

Le site de P.O.S est accessible à partir de plusieurs points :

- A l'est à partir de la ville de Guelma par le C.C reliant la R.N 80 et le C.W 123 menant vers Ain Larbi en passant par l'agglomération de Boumaaza said.
- A l'ouest à partir de la R.N 80 vers le site de Hdjar mangoub par l'agglomération secondaire Salah soufi et mechtat Bir Ben Sib.

Ces deux chemins offrent une très bonne liaison à notre site avec son environnement et notamment la ville de Guelma et le chef-lieu de Belkheir.

## 2. Présentation de la retenue collinaire BESBESSA (Belkheir, Guelma)

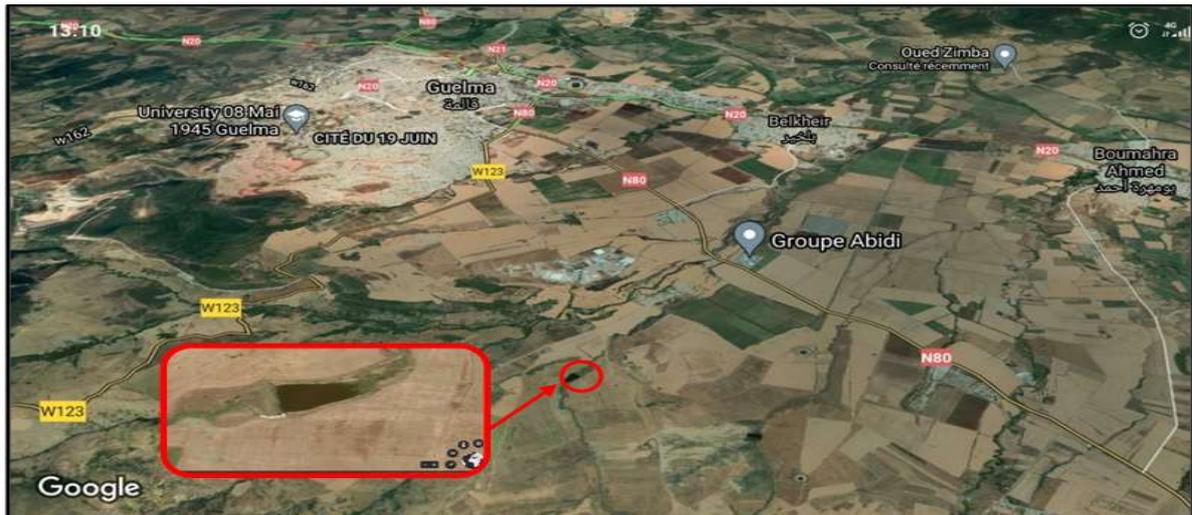
### 2.1. Localisation

La retenue collinaire BESBESSA (*fig. 07*) 36°24'50 est située à une zone de la commune de Belkheir Hdjar mangoub à l'est de la wilaya de Guelma, bassin versant 14 sous bassin 14-04, oued Chaabet BESBESSA, qui s'étend à une superficie 2,5 Km<sup>2</sup> avec une couverture végétale moyenne. Créée en 1985 et ré-habillée en 2006 (par EMIFOR + réhabilitation par BBS-SARL des travaux BATNA) (**Service de l'irrigation et de l'agriculture, 2006**).

La retenue a une capacité (*fig. 08*) annuelle mesurée 30 000 M<sup>3</sup>, son volume régularisé est 0,03 Hm<sup>3</sup> (*Tab. 1*). Le type de la digue est la terre avec une hauteur de 6m ainsi qu'un évacuateur de crue latéral. Cette retenue est utilisée pour l'irrigation d'une terre agricole qui a une superficie de 5 ha (*Tab. 2*).

**Tableau 1 : Etat d'inventaire d'ouvrage et installation de BESBESSA (Direction d'irrigation et d'agricole).**

Nom de l'ouvrage ou l'installation		BESBESSA
Code de l'ouvrage ou l'installation		RC02002
Nature de l'ouvrage ou l'installation		RC
Localisation géographique (indiquer la commune)		BELKHEIR
Coordonnées	X	927500
	Y	4 E+05
Capacité ou volume (Hm <sup>3</sup> )		0,03
Destination de l'ouvrage (AEP)		IRR
Organisation exploitant		Ferme pilote
Année de réalisation		1985
Année de mis en service		1985
Expropriation (oui/non)		NON



**Figure 07 :** La retenue collinaire BESBESSA (Google earth, 2021).



**Figure 08 :** Photo de site d'étude (photo prise par MAIZI, 2021).

**Tableau 02 : Les coordonnées de la retenue collinaire BESBESSA (Direction d'irrigation et d'agricole).**

<b>RETENUE COLLINAIRE DE BESBESSA</b> <b>X= 927,500 Y= 357,500</b>	<b>Date d'élaboration de la fiche</b> <b>31.12.2020</b>
Localisation : Commune : Belkheir Daïra : Guelaat Bou Sbaa Bassin versant : 14 Sous-bassin : 14-04 Oued : Chaabet Besbassa	Caractéristiques du bassin versant de la retenue collinaire : Superficie : 2,5 Km <sup>2</sup> Pluviométrie : 600 mm Couverture végétale : Moyenne
Caractéristiques de la digue : Type de digue : Terre Hauteur de la digue : 06 m Type d'évacuateur de crue : Latéral	Caractéristiques de la retenue : Capacité : 30 000 M <sup>3</sup> Volume régularisé .....0,03 Hm <sup>3</sup>
Données sur la réalisation de la retenue collinaire : Année de réalisation ...1985 + réhabilitation 2006 Coût de réalisation : 672.897,50 DA + 6 867 900,00 DA (réhabilitation) Programme PSD + PCSC (réhabilitation) Entreprise : EMIFOR + réhabilitation par BBS- SARL des travaux BATNA Bureau d'études : D.H.W Année...1985 + réhabilitation 2006	
Utilisation actuelle de la retenue : Irrigation Superficie irriguée 5 ha. Cultures pratiquées : Maraîchage 5. ha.	Autres usages Système d'irrigation pratiqué : Gravitaire ha. Aspersion 5 ha. Localisée ha.
Position du périmètre par rapport à la retenue :	Néant
Gestion de la retenue : Autres (à préciser) : Ferme pilote Boumaaza	
État actuel de la retenue : Moyen	

## 2.2. La richesse biologique

La région où se trouve la retenue collinaire BESBESSA est remarquable par sa diversité biologique en ce qui concerne la faune et la flore, on y trouve principalement : les vaches, les moutons, les loups, les renards, les cochons, les reptiles (*Natrix tessellata*) (couleuvre), Les amphibiens (tel que les têtards), les canards col vert, la poule d'eau gallinule, la cigogne blanche, la foulque macroule, les canards souchet, le grèbe castagneux. (**Direction de l'environnement, 2013**).

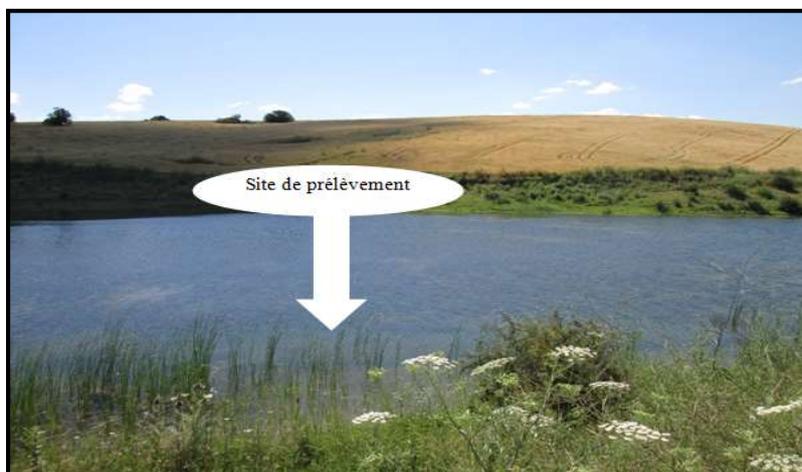
On trouve aussi les Insectes ; Hétéroptères (Nypa), les coléoptères aquatiques, les odonates, ainsi que les éphéméroptères et les annélides ; les achètes (sangues) et les oligochètes (lambic).

Quant à la flore, la patrimoine végétale de la région de la retenue BESBESSA est constitué de plusieurs espèces beaucoup plus agricole car la ferme pilote Boumaaza l'utilise dans l'irrigation de ses terres, il y a aussi *Anemone coronaria*, *Ampelodesmots tenax* , Bourrache, Bette, Azerolier, Alisier blanc, Ortie romaine, Laurier rose, *Centaurea calccitrapa*, *Matricaria chamomilla*, Camomille (grande), Myrte, *Laburnum anagyroides medic*, *Thuya articulata*, la bruyère, la cèdre, le lentisque, *Juniperus oxycedrus L*, Genet à balais, *Calycotome spinosa link*, *Quercus suber* et enfin l'Eucalyptus (**Direction de l'environnement, 2013**).

### 3. Méthode de travail

#### 3.1. Choix de station

Pour contribuer à l'évaluation de la qualité phytoplanctonique de l'eau de la retenue collinaire BESBESSA durant la période printanière, l'échantillonnage a été réalisé in situ, deux fois à raison d'un prélèvement dans deux conditions climatiques différents, dont le premier a été réalisé le 15 Avril 2021 à 15h :00 (journée pluvieuse) et le deuxième le 20 Mai 2021 à 09h : 00 (journée ensoleillée).



**Figure 09 : Le site de prélèvement (photo prise par ZERROUG, 2021).**

#### 3.2. Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques :

Les mesures des paramètres in situ : température (°C), pH, oxygène dissous (mg/l), conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et TDS ont été effectuées lors des deux prélèvements à l'aide d'un multi-paramètres WTW (Multi350i).

La mesure de ses paramètres se fait par faire plonger les sondes de ce dernier dans l'eau puis attendre quelques instants pour effectuer la lecture des valeurs affichés sur l'écran.

Pour confirmer les résultats il vaut mieux remesurer les valeurs in vivo en cas les sondes sont déséquilibrés.



**Figure 10 : Multi-paramètre SI (photo prise par ZERROUG, 2021).**



**Figure 11 : Multi-paramètre WTW multi350i (photo prise par MAIZI, 2021).**

### 3.2.1. Température

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre. La lecture est faite après avoir plongé le thermomètre dans l'eau pendant quelques secondes.

### 3.2.2. Potentiel d'hydrogène pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre de terrain « PHWE », la mesure est réalisée selon les étapes suivantes : plonger la sonde du pH mètre dans l'eau. Attendre quelques secondes la stabilisation de l'affichage sur l'écran, puis lire le résultat de la mesure.

### 3.2.3. Conductivité électrique

La conductivité est la mesure de la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. Elle est déterminée par l'utilisation d'un appareil de conductimètre.

### 3.2.4. Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous dans l'eau est communément exprimée en milligramme par litre (mg/l) ou en pourcentage de saturation (**CRE Laurentides, 2009**).

### 3.2.5. Salinité

On utilise le même multi-paramètre pour mesurer la salinité.

## 4. Identification des phytoplanctons

Tout d'abord mettre 50 ml d'échantillon dans une éprouvette graduée et le laisser sédimenter 72hr, puis on utilise la méthode LAME et LAMELLE dans notre recherche microscopique.

Dans un premier temps les échantillons destinés à la détermination des espèces ont été analysés comme suit. Après le dépôt des espèces phytoplanctoniques lugolées (5%) au fond du flacon, une goutte d'eau est prélevée au fond à l'aide d'une micropipette après homogénéisation. Cette goutte (environ 20  $\mu$ l) est déposée entre lame et lamelle puis observée au microscope optique à l'objectif x100 par un balayage de toute la surface de la lamelle.

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**), ainsi que différents ouvrages et publications traitant la taxonomie du phytoplancton, ont aidé à réaliser l'identification tels que : (**Trégouboff et Rose 1978**), (**Straub 1984**), (**Nezan et al., 1997**), (**Hansen et al., 2001**), (**Pierre, 2001**), (**Straub et al., 2004**), et (**Bafu, 2007**).

### 4.1. La richesse spécifique

C'est le nombre total des diverses catégories taxonomiques auxquelles appartiennent les espèces prélevées 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.

# Chapitre 3

**Résultats et discussion.**

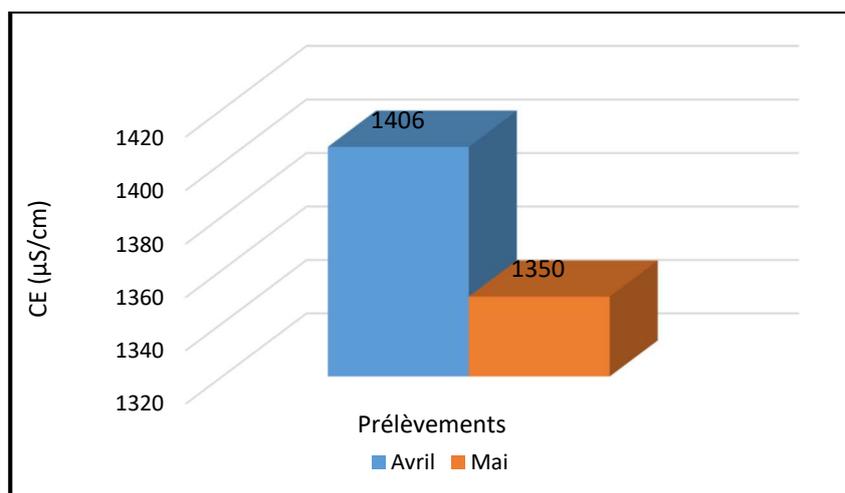
## 1. Résultats des analyses physico-chimiques

Les différentes analyses physico-chimiques ont été effectuées in situ deux fois durant la période mentionnée dans le tableau 03 au niveau de la retenue collinaire BESBESSA.

**Tableau 03** : Variation des paramètres physico-chimiques pendant la période d'étude.

Les paramètres	15/04/2021	20/05/2021
Conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1406	1350
Oxygène dissous (mg/l)	13,74	10,20
Potentiel hydrogène pH	10	11,6
Salinité	0,7	0,69
Température ( $^{\circ}\text{C}$ )	18	24,8

### 1.1. Conductivité électrique

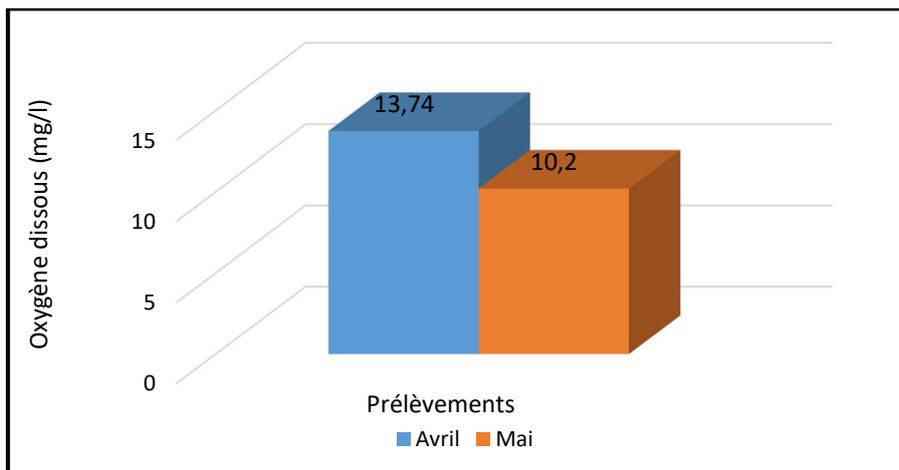


**Figure 12** : Variation de la conductivité électrique.

La conductivité électrique de cette retenue collinaire est élevée dans les deux mois d'étude (*fig 12*). La conductivité électrique était élevée au mois d'avril et cela est dû aux matériaux et aux éléments chimiques que l'eau de pluie a apportés ce mois-là. Alors qu'il diminue en mai en raison du dépôt au fond de la plupart de ces matériaux, éléments et molécules chimiques

- La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau (Rodier *et al.*, 1996).
- La conductivité électrique élevée est synonyme de pollution de l'eau. Elle permet d'avoir une idée sur la qualité de l'eau (Rodier *et al.*, 1996).

## 1.2. Oxygène dissous

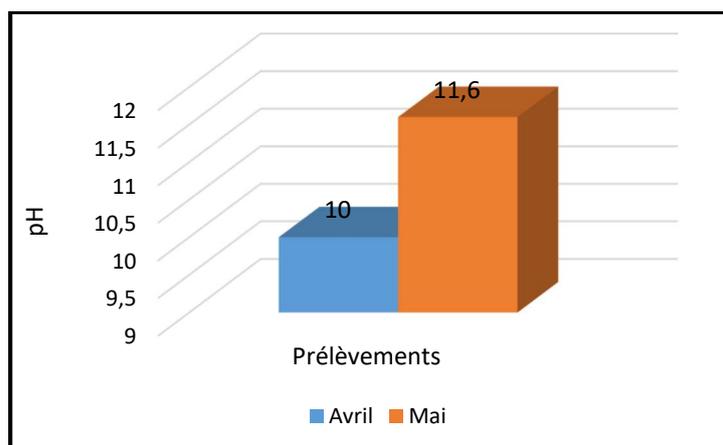


**Figure 13 :** Variation d'oxygène dissous.

On a enregistré une variation (*fig. 13*) dans la concentration de l'oxygène dissous lors la période d'étude mentionnée précédemment, le mois d'avril c'était 13,74 (mg/l) ainsi qu'en mai la valeur mesurée était 10,20 (mg/l). Les quantités élevées d'oxygène dissous dans l'eau enregistrées au mois d'avril étaient dues au mélange de la colonne d'eau avec l'air en raison des courants d'air et d'eau et des eaux torrentielles qui alimentent le barrage, et donc le mouvement de ce dernier conduit à mélanger l'eau avec l'air et à la saturer en oxygène.

L'oxygène dissous est composé essentiel de l'eau car il conditionne la vie des microorganismes aquatiques. La diminution de sa teneur génère un milieu favorable à la fermentation et aux dégagement d'odeur (**Rodier, 1996**).

## 1.3. Potentiel d'hydrogène pH



**Figure 14 :** Variation du pH.

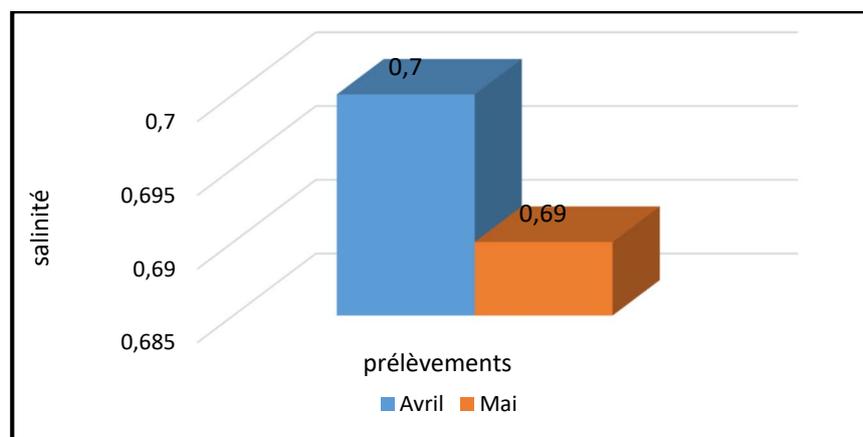
La (*fig 14*) présente la variation de pH du milieu dans la retenue collinaire BESBESSA lors de la période d'étude. D'après les valeurs mesurées en utilisant le multi-paramètre, en

avril on a le pH = 10 et en mai le pH = 11,6. Le pH de cette eau est généralement alcalin, et cela est dû à la nature chimique des terres entourant le barrage, sur lesquelles l'eau passe, ainsi qu'aux engrais agricoles utilisés en agriculture le long de ce plan d'eau élevé en mai et cela est dû à la température relativement élevée de ce mois.

Un paramètre important dans l'étude des milieux aquatique. C'est un indicateur de la quantité et de la nature des ions minéraux en solution dans l'eau (**Groga, 2012**).

L'évolution du potentiel hydrogène des stations d'étude indique que ses eaux sont de nature légèrement alcaline.

#### 1.4. Salinité

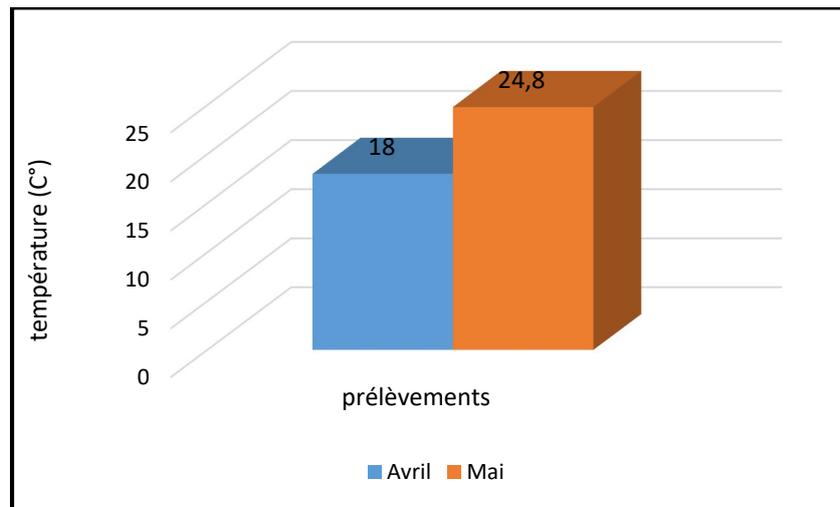


**Figure 15 :** Variation de la salinité.

Selon la (**fig 15**) les valeurs enregistrées pour la salinité au niveau de site d'étude sont homogènes. Elles se varient entre 0,7 (le mois d'avril) et 0,69 (le mois de mai). C'est dans la salinité de la plupart des eaux douces de surface.

L'eau est dite douce lorsque sa salinité est inférieure à 1g/l [7]

### 1.5. Température



**Figure 16** : variation de température.

D'après les résultats obtenus, la température minimale a été enregistrée le mois d'avril à 18°C par contre le mois de mai on a enregistré 24,8°C (*fig 16*). Ces changements de température sont considérés comme des changements saisonniers étroitement liés à la température de l'atmosphère et au climat dominant dans la région.

La température de l'eau est liée à celle de l'air en raison des échanges thermiques entre le milieu marin et l'air ambiant (**Ramade, 2009**), est influencé directement par les conditions climatiques. Aussi est un facteur environnemental important pour la vie aquatique contrôlant ainsi l'ensemble des processus biologiques (reproduction, croissance...etc.) liés à un environnement donné (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

## 2. Résultats de l'analyse qualitative du phytoplancton

### 2.1. Méthode d'observation (LAME ET LAMELLE)

Après l'examen microscopique des échantillons d'eau prélevés, l'observation des caractères morphologiques (formes, taille, couleur...etc.) et anatomique (disposition des chloroplastes, flagelles...etc.) du phytoplancton récolté dans la retenue collinaire BESBESSA nous a permis d'identifier 43 espèces.

D'après la classification proposée par Bourrelly les classes de notre lac sont : chlorophycées, Chromophycées, pyrophycées, Euglenophycées et cyanobactéries. L'identification a été conduite jusqu'à l'espèce.

Pour que cette recherche soit utile, on a classé les espèces trouvées dans un tableau (*Tableau 04*).

**Tableau 04** : Aspect microscopique et identification des taxons phytoplanctoniques répertoriées dans la retenue collinaire BESBESSA.

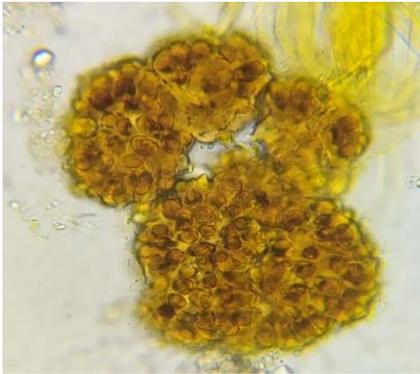
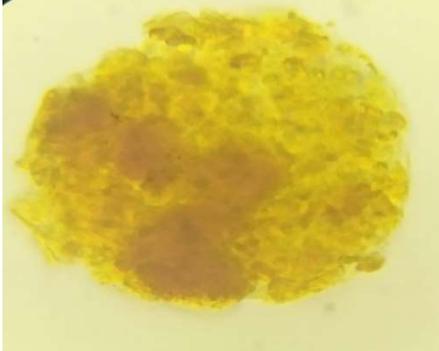
<i>Taxonomie</i>	<i>Aspect microscopique</i>
<i>Chlorophycées</i>	
<p><i>Ordre : Trebouxiales</i>  <i>Famille : Botryococcaceae</i>  <i>Genre : Botryococcus</i></p>	 <p><i>Botryococcus braunii</i> x100</p>
<p><i>Ordre : Trebouxiales</i>  <i>Famille : Botryococcaceae</i>  <i>Genre : Botryococcus</i></p>	 <p><i>Botryococcus kutwing</i> x100</p>

Tableau 3 : Suite

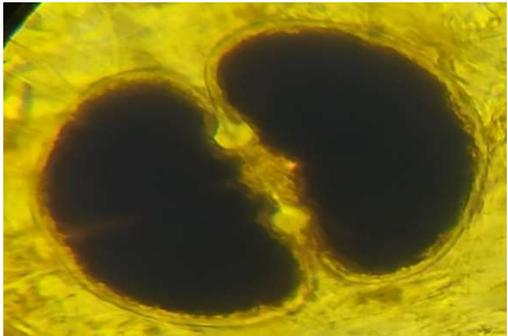
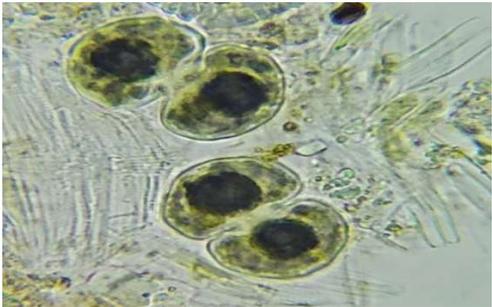
<p><b>Ordre :</b> Desmidiales  <b>Famille:</b> Closteriaceae  <b>Genre:</b> Closterium</p>	 <p><i>Closterium parvulum</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Desmidiales  <b>Famille :</b> Desmidiaceae  <b>Genre :</b> Cosmarium</p>	 <p><i>Cosmarium contractum</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Desmidiales  <b>Famille :</b> Desmidiaceae  <b>Genre :</b> Cosmarium</p>	 <p><i>Cosmarium depressum</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Desmidiales  <b>Famille :</b> Desmidiaceae  <b>Genre :</b> Cosmarium</p>	 <p><i>Cosmarium phaseolus</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Sphaeropleales  <b>Famille :</b> Selenastraceae  <b>Genre :</b> Monoraphidium</p>	 <p><i>Monoraphidium circinalis</i> x100</p>

Tableau 3 : Suite

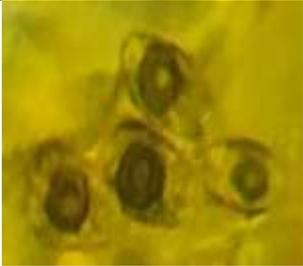
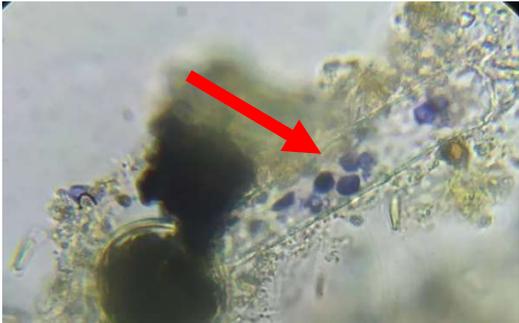
<p><b>Ordre :</b> Sphaeropleales  <b>Famille :</b> Scenedesmaceae  <b>Genre :</b> Scenedesmus</p>	 <p><i>Scenedesmus platydiscius</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Zygnematales  <b>Famille :</b> Zygnemataceae  <b>Genre :</b> Mougeotia</p>	 <p><i>Mougeotia scalaris</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Zygnematales  <b>Famille :</b> Zygnemataceae  <b>Genre :</b> Mougeotia</p>	 <p><i>Mougeotia nummuloides</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Stephanodiscales  <b>Famille :</b> Stephanodiscaceae  <b>Genre :</b> Cyclotella</p>	 <p><i>Cyclotella meneghiniana</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Chlorellales  <b>Famille :</b> Chlorellaceae  <b>Genre :</b> Mallomonas</p>	 <p><i>Mallomonas</i> sp x100</p>
<p><b>Ordre :</b> Chlamydomonadales  <b>Famille :</b> Chlamydomonadaceae  <b>Genre :</b> Chlamydomonas</p>	 <p><i>Chlamydomonas</i> sp x100</p>

Tableau 3 : Suite

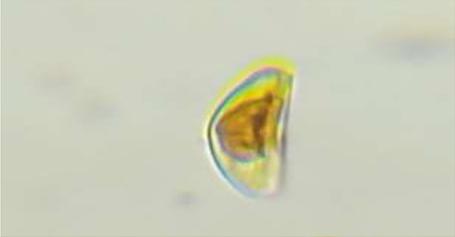
<i>Les Chromophytes / Chrysophycées</i>	
<p><b>Ordre :</b> <i>Cymbellales</i>  <b>Famille :</b> <i>Cymbellaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Cymbella</i></p>	 <i>Cymbella kolbei</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Cymbellales</i>  <b>Famille :</b> <i>Gomphonemataceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Gomphonema</i></p>	 <i>Gomphonema micropus</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Cymbellales</i>  <b>Famille :</b> <i>Gomphonemataceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Gomphonema</i></p>	 <i>Gomphonema lanceolatum</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Bacillariales</i>  <b>Famille :</b> <i>Bacillariaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Nitzschia</i></p>	 <i>Nitzschia dissipata</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Bacillariales</i>  <b>Famille :</b> <i>Bacillariaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Nitzschia</i></p>	 <i>Nitzschia fonticola</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Naviculales</i>  <b>Famille :</b> <i>Amphipleuraceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Navicula</i></p>	 <i>Navicula tripunctata</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Naviculales</i>  <b>Famille :</b> <i>Amphipleuraceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Navicula</i></p>	 <i>Navicula cryptocephala</i> x100

Tableau 3 : Suite

<p><b>Ordre :</b> <i>Naviculales</i>  <b>Famille :</b> <i>Amphipleuraceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Navicula</i></p>	 <i>Navicula viridula</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Naviculales</i>  <b>Famille :</b> <i>Amphipleuraceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Navicula</i></p>	 <i>Navicula frustulum</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Fragilariales</i>  <b>Famille :</b> <i>Fragilariaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Synedra</i></p>	 <i>Synedra ulna</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Mastogloiales</i>  <b>Famille :</b> <i>Achnanthaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Achnanthes</i></p>	 <i>Achnanthes minutissima</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Rhopalodiales</i>  <b>Famille :</b> <i>Rhopalodiaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Epithemia</i></p>	 <i>Epithemia sp</i> x100
<p><b>Ordre :</b> <i>Cymbellales</i>  <b>Famille :</b> <i>Anomoeoneidaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Anomoeoneis</i></p>	 <i>Anomoeoneis sp</i> x100

Tableau 3 : Suite

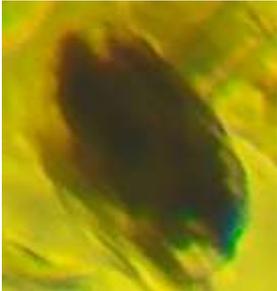
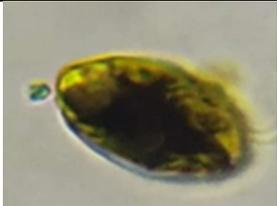
<p><b>Ordre :</b> <i>Thalassiophysales</i>  <b>Famille :</b> <i>Catenulaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Amphora</i></p>	 <p><i>Amphora sp</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> <i>Thalassiophysales</i>  <b>Famille :</b> <i>Catenulaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Amphora</i></p>	 <p><i>Amphora coffeaeformis</i> x100</p>
<p><b><i>Pyrhrophycées</i></b></p>	
<p><b>Ordre :</b> <i>Cryptomonadales</i>  <b>Famille :</b> <i>Cryptomonadaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Cryptomonas</i></p>	 <p><i>Cryptomonas obovata</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> <i>Cryptomonadales</i>  <b>Famille :</b> <i>Cryptomonadaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Cryptomonas</i></p>	 <p><i>Cryptomonas obovoidea</i> x100</p>

Tableau 3 : Suite

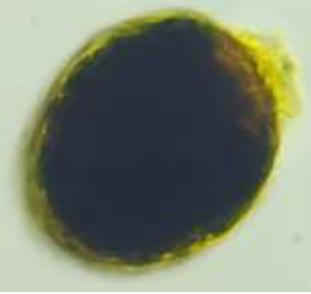
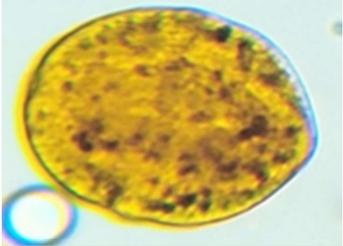
<p><b>Ordre :</b> Cryptomonadales  <b>Famille :</b> Cryptomonadaceae  <b>Genre :</b> Cryptomonas</p>	 <i>Cryptomonas marssonii</i> x100
<p><b>Ordre :</b> Gymnodiniales  <b>Famille :</b> Gymnodiniaceae  <b>Genre :</b> Gymnodinium</p>	 <i>Gymnodinium uberrimum</i> x100
<p><b>Euglenophycées</b></p>	
<p><b>Ordre :</b> Euglenales  <b>Famille :</b> Euglenaceae  <b>Genre :</b> Euglena</p>	 <i>Euglena gracilis</i> x100
<p><b>Ordre :</b> Euglenales  <b>Famille :</b> Euglenaceae  <b>Genre :</b> Trachelomonas</p>	 <i>Trachelomonas volvocina</i> x100
<p><b>Ordre :</b> Euglenales  <b>Famille :</b> Euglenaceae  <b>Genre :</b> Trachelomonas</p>	 <i>Trachelomonas acanthostoma</i> x100

Tableau 3 : Suite

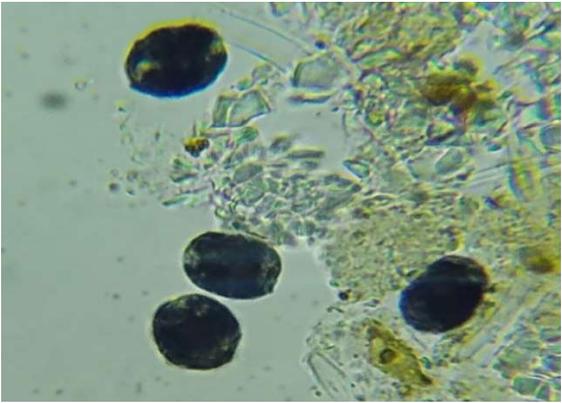
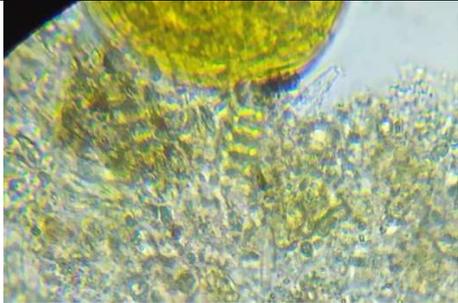
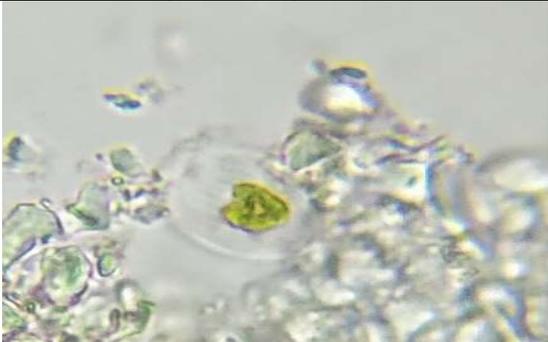
<p><i>Ordre : Euglenales</i>  <i>Famille : Phacaceae</i>  <i>Genre : Phacus</i></p>	 <p><i>Phacus caudatus</i> x100</p>
<p><i>Ordre : Euglenales</i>  <i>Famille : Phacaceae</i>  <i>Genre : Lepocinclis</i></p>	 <p><i>Lepocinclis salina</i> x100</p>
<p><i>Ordre : Euglenales</i>  <i>Famille : Phacaceae</i>  <i>Genre : Lepocinclis</i></p>	 <p><i>Lepocinclis fusiformis</i> x100</p>
<p><b>Cyanobactéries</b></p>	
<p><i>Ordre : Chroococcales</i>  <i>Famille : Chroococcaceae</i>  <i>Genre : Chroococcus</i></p>	 <p><i>Chroococcus turgidus</i> x100</p>

Tableau 3 : Suite

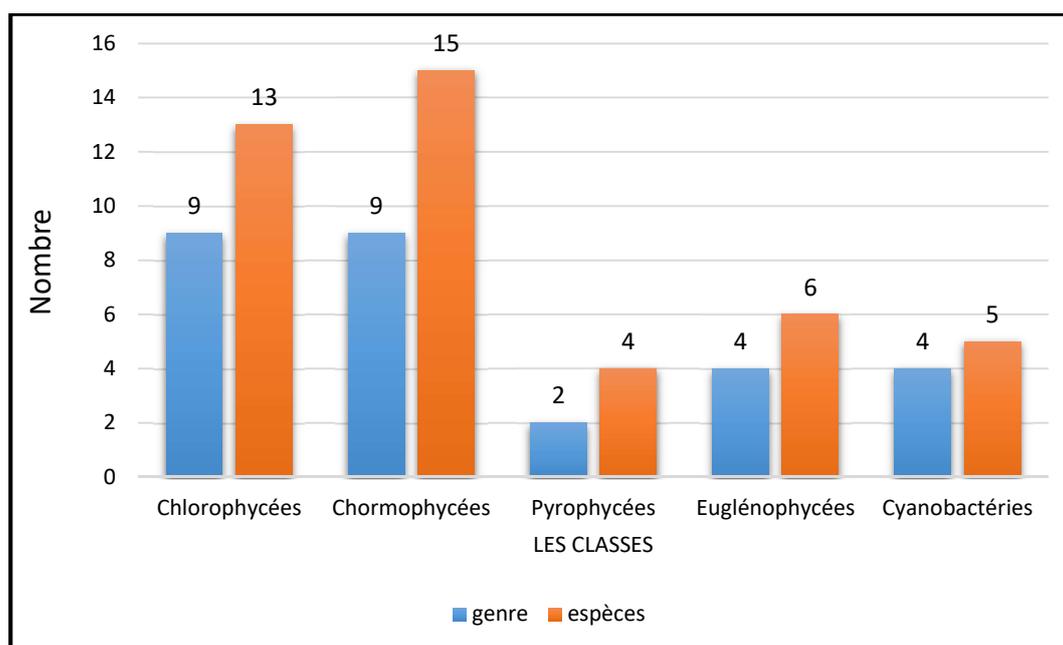
<p><b>Ordre :</b> <i>Chroococcales</i>  <b>Famille :</b> <i>Chroococcaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Chroococcus</i></p>	 <p><i>Chroococcus virescens</i> x100</p>
<p><b>Ordre :</b> <i>Nostocales</i>  <b>Famille :</b> <i>Nostocaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Anabaena</i></p>	 <p><i>Anabaena</i> sp x100</p>
<p><b>Ordre :</b> <i>Chroococcales</i>  <b>Famille :</b> <i>Spirulinaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Spirulina</i></p>	 <p><i>Spirulina</i> sp x100</p>
<p><b>Ordre :</b> <i>Achnanthes</i>  <b>Famille :</b> <i>Cocconeidaceae</i>  <b>Genre :</b> <i>Cocconeis</i></p>	 <p><i>Cocconeis</i> sp x100</p>

### 3. Résultats de l'analyse quantitative

#### 3.1. Richesse spécifique de la population phytoplanctonique

L'analyse des échantillons révèle que la retenue collinaire BESBESSA est caractérisée par une richesse spécifique importante (43 taxons). Toutefois, aucune différence significative de cette dernière n'a été observée entre les deux jours de prélèvement.

### 3.1.1. Richesse spécifique totale des groupes phytoplanctoniques



**Figure 17 :** La phénologie temporelle des groupes phytoplanctoniques dans les eaux de la retenue collinaire BESBESSA.

Selon (*fig. 17*) la retenue collinaire BESBESSA est caractérisée par un nombre d'espèces important, surtout pour les Chormophycées une richesse maximale (15 espèces) suivie par les Chlorophycées (13 espèces). Tandis que les pyrophycées présente la richesse spécifique la plus faible que les autres (4 espèces), par contre pour les Euglenophycées (6 espèces) et les Cyanobactéries (5 espèces) on a eu des valeurs approximatives avec une différence d'une espèce.

En termes de nombre de genres, les classes des Chlorophycées et Chormophycées sont les classes les plus importantes par 9 genres pour chacune, que les Pyrophycées forment la classe moins présentée avec seulement 2 genres.

### 3.1.2. Variation de la richesse spécifique des groupes phytoplanctoniques

D'après l'observation microscopique réalisée pour déterminer les taxons trouvés dans l'eau de la retenue collinaire BESBESSA on a pu constater que le site d'étude est dominé par essentiellement les Chromophycées et notamment par les espèces *Nitzschia*, *Navicula* et *Achnanthes*. L'augmentation du nombre d'espèce de cette classe liée au mouvement de la colonne d'eau et le mélange des sédiments, ce qui contribue de fournir l'élément de silicium et de réduire le phénomène de la prédation de ces espèces par les zooplanctons.

**COCLUSION**

## CONCLUSION

**L**E présent travail constitue une contribution à l'étude qualitative et l'identification des phytoplanctons dans les eaux de la retenue collinaire BESBESSA, situé à BELKHEIR wilaya de GUELMA, Nord-est Algérien.

Notre objectif était l'identification de différentes espèces phytoplanctoniques qui se trouve dans la retenue collinaire BESBESSA et la caractérisation physico-chimiques de l'eau. Nos résultats s'appuient sur des données collectées deux fois : le mois d'avril et le mois de mai au niveau de site d'étude.

Le suivi mensuel des conditions du milieu a montré que la retenue collinaire est caractérisée par des températures saisonnières étroitement liés à la température de l'atmosphère et au climat dominant dans la région, un pH alcalin Généralement, il varie entre 10 et 11.6 et une conductivité électrique plutôt élevée, surtout au mois d'avril, où elle a atteint 1406  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . L'eau de ce plan d'eau est de l'eau douce, tout comme la plupart des eaux de surface.

Les observations et les analyses des eaux de cette station, nous permettons de répertorier 43 taxons appartenant à 28 genres, répartis comme suit à 5 groupes : Chromophycées avec 34,88% de l'ensemble d'espèces par 15 espèces et 9 genres, Chlorophycées avec 30,23% par 13 espèces et 9 genres, Euglenophycées avec 13,95% par 6 espèces et 4 genres, Cyanobactéries avec 11,62% par 5 espèces et 4 genres et enfin Pyrophyccées avec 9,30% par 4 espèces et 2 genres.

La richesse spécifique étudiée a montré une variation au nombre de taxons dans la période d'étude qui est justifié par les changements des conditions physico-chimiques.

En perspective, ils seraient intéressant de :

- Etaler la période d'étude en un cycle annuel voir sur plusieurs stations au niveau de la retenue collinaire BESBESSA.
- Evaluer l'impact des paramètres physico-chimiques sur la dynamique mensuelle du phytoplancton.

## Références bibliographiques

### A

- **Aminot A., et Chaussepied M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin (No. 551.464 AMI).
- **Anegili, 1980.** Interaction entre la qualité des eaux et les éléments de son plancton. Gauthiervillars, pp.97-146
- **Aouissi et Houhamdi, 2014.** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de BELKHEIR et BOUMAHRA Ahmed (Wilaya de Guelma, Nord-est Algérien). In 1er Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques.
- **Arrignon, 1991.** Aménagement piscicole des eaux douces. Lavoisier TEC et DOC.

### B

- **Bafu ,2007.** Umwelt Schweiz 2007. Bern, Neuchâtel.
- **Baillet S., 2013.** Utilisation Des Groupes Morpho-Fonctionnels Du Phytoplancton Pour Le Diagnostic Ecologique Des Plans D'eau Du Bassin Loire Bretagne. Sciences de l'environnement.
- **Bengtsson, 1998.** Quelle espèce ? Quelle diversité ? Quelle fonction écosystémique ? Quelques problèmes dans l'étude des relations entre biodiversité et fonction écosystémique. Applied Soil Ecology, 10 (3), 191-199.
- **Bon D., 2012.** L'OGCN et la piété populaire dans les années 50 : pratiques sportives, pratiques votives
- **Bon D., 2015.** L'OGCN et la piété populaire dans les années 50 : pratiques sportives, pratiques votives
- **Bourelly, 1966.** Les algues d'eau douce : les algues vertes, éd. N.Boubée, 1 572 p.
- **Bourelly, 1968.** Les algues d'eau douces. Algues jaunes et brunes. Edition Boubée et Cie. Paris. 438.
- **Bourelly, 1970.** Algues d'eau douce ; Initiation à la systématique. Tome III : Les Algues bleues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Edition N.Boubée & Cie, 572 p.

- **Bourelly, 1985.** Les algues bleues ou Cyanophycées, 5ème partie. Edition Boubée Paris. pp : 297,303, 457-458,606.
- **Bourelly P. et Couté A., (1982).** Quelques algues d'eau douce de la Guyane Française. Amazoniana: Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas, 7(3), 221-292.
- **Bouvy M., Pagano M. et Troussellier M., 2001.** Effects of a Cyanobacteria bloom (Cylindrospermopsis raciborskii), on bacteria and zooplankton communities in ingazeira reservoir (northeast Brazil). Aquat. Microb. Ecol. **25** (3) : 215-227.

## C

- **Cassandre, 2020.** Tour d'horizon sur la cyanobactérie, le cauchemar des aquariophiles.
- **Chorusi et Bartram J., 1999.** Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. E & FN Spon : London. 416p.
- **Christian S., 2013.** Plancton -Aux Origines du vivant, Edition Ulmer (Paris, France),216pp.
- **Claire, 2018.** Les algues, de surprenants végétaux aquatiques, Les cyanobactéries : apparition, adaptation et reproduction. P 02
- **Couté et Bernard, 2001.** Les cyanobactéries toxiques. Toxines d'algues dans l'alimentation, Ed. Ifremer, Paris, 89-108.
- **Coute et Chauveau, 1994.** Algues : Encyclopaedia Biospeologica I. Juberthie C. et Decu V., éditeurs.
- **CRE Laurentides, 2009.** L'oxygène dissous.
- **Conservation des foret, 2021.** République Algérienne démocratique et Populaire Ministère de L'agriculture et du développement Rural Direction Générale des Forêts. Conservation des forets de la wilaya de Guelma. Développement des zones Montagneuses.

## D

- **Davoust, Janvier 2021.** Articles du mois en cours accès par thèmes liens et accès à des sites internet et articles (essentiels)
- **Des Abbayes, Alper H., Currie JK, et des Abbayes H.,1978.** Une synthèse douce et région spécifique du but-2-énolide et une préparation pratique de diènes acylés. Journal of the Chemical Society, Chemical Communications, (7), 311-312.

- **DGF, 2021.** Conservation des forets de Guelma
- **Dhib A., 2015.** Contribution à l'étude des successions écologiques du phytoplancton dans la lagune de Ghar El Melh. Biodiversité et Ecologie. Université de Franche-Comté.
- **Direction de l'environnement de la wilaya de Guelma,** service de la protection de la biodiversité et l'écosystème, 2013, 2021.
- **Direction du commerce de la wilaya de Guelma, 2021.**
- **Direction de l'irrigation et de l'agriculture, 2006.** Service irrigation, Guelma.
- **Dokulil M., Chen W. et CAI, Q., 2000.** Anthropogenic impacts to large lakes in China: The Tai Hu example. Aquatic Ecosystem Health and Management, 3. pp: 81 – 94.
- **Dore M., 1995.** Chimie des oxydants et traitement des eaux. Technique et Documentation-Lavoisier
- **Dusenberry J. A., Olson R. J. et Chisholm S. W., 1999.** Frequency distributions of phytoplankton single-cell fluorescence and vertical mixing in the surface ocean. Limnology and oceanography, 44(2), 431-435.

## F

- **Fabregat S., Dubos S., et Thrierr G., 2019.** Wind energy: building tomorrow's society- Actu Environnement, Special Issue-October 2019.
- **Feldmann J., 1931.** Note sur quelques algues marines de Tunisie.
- **Fogg *et al.*, 1973.** Le modèle de développement d'Anabaena dans la symbiose Azolla-Anabaena. Planta, 122 (2), 179-184.
- **Foussard V. et Etcheber H., 2011.** Proposition d'une stratégie de surveillance des paramètres physico-chimiques pour les estuaires de la seine, de la Loire et de la Gironde. Rapport.
- **Frontier et Etienne, 1990.** Etude de la diversité spécifique par le moyen des diagrammes rangs-fréquences : modélisation, variabilité d'échantillonnage. In : Biométrie et Océanographie. Société de Biométrie. Ifremer. Actes des colloques : 145-177.

## G

- **Gailhard I., Durbec J. P., Beliaeff B. et Sabatier R., 2003.** Phytoplankton ecology along the French coasts: inter-site comparison. *Comptes Rendus Biologies*, 326(9), 853-863.
- **Gaston et Maurice, 1977.** Atlas de microscopie des eaux douces Édition de CHEVALIER, Paris; 285 p.
- **Gayral P., 1975.** Les algues ; morphologie, cytologie, reproduction, écologie ; Edition Dion, Paris ; 51 p, 154 p.
- **Groga N., 2012.** Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire) (Doctoral dissertation).

## H

- **Hansen N. et Ostermeier A., 2001.** Auto-adaptation complètement dérandomisée dans les stratégies d'évolution. *Calcul évolutif*, 9 (2), 159-195.

## J

- **José C., 2009.** Facteurs biotiques et abiotiques influençant les communautés de zooplancton des étangs subarctiques et la répartition géographique des clones du complexe *Daphnia pulex* (Doctoral dissertation, Université du Québec à Rimouski).

## K

- **Kilham S.S. et Kilham P., 1984.** The importance of resource supply rates in determining phytoplankton community structure, p. 7-27. In *Trophic interactions within aquatic ecosystems*. Am. Assoc.

## L

- **Lampert W., 1987.** Laboratory studies on Zooplankton-Cyanobacteria interaction. *New. Zeal. Jour. Mar. Fresh. Res.* 21 : 483-490.
- **Laurentides, 2009.** Des mots des Basses-Laurentides, M. (2009). Les préjugés du monde.
- **Lefeuvre J., Vezie C., Brient L., Sivonen K., Bertru G.C. et Salkinoja-Salonen M., 1998.** Variation of microcystin content of cyanobacterial blooms and isolated strains in Lake Grand-Lieu (France). *Microbial ecology*, 35(2), 126-135.

## M

- **Mann et Lazier, 1966.** Dynamics of marine's ecosystems. Blackwell Science Inc. P : 394.
- **Merzoug, 2009.** Etude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, Wilaya de Skikda), mémoire de magister, université de Guelma. P : 51,68.
- **Mollo P. et Noury, A, 2013.** Le manuel du plancton (Vol. 195). ECLM.
- **Moss B., 1980:** Ecology of Freshwaters. Blackwell Scientific Publications, Oxford. NP
- **Mur, Couté, Bernard, Briand J. F., Jacquet S., Bernard C. et Humbert J. F., 1999.** Health hazards for terrestrial vertebrates from toxic cyanobacteria in surface water ecosystems. Veterinary research, 34(4), 361-377.
- **Molisso F., Insinga D., Marzaioli F., Sacchi M., et Lubritto C., 2010.** Datation au radiocarbone versus stratigraphie des événements volcaniques : modélisation de l'âge des séquences marines du Quaternaire dans la région côtière de la mer Tyrrhénienne orientale. Instruments et méthodes nucléaires dans la recherche en physique Section B : Interactions des faisceaux avec les matériaux et les atomes, 268 (7-8), 1236-1240.

## N

- **Nezan E., Piclet G. et Grossel H., 1997.** Guide pratique à l'usage des analystes du Réseau National de Surveillance du phytoplancton.

## O

- **Oertli B. et Frossard P. A., 2013.** Mares et étangs : Ecologie, conservation, gestion, valorisation. PPUR Presses polytechniques.
- **Oliver R. L. et Ganf G.G., 2000.** Freshwater Blooms. P: 149-194. In: Whitton B.A., et Potts M., The Ecology of Cyanobacteria. Their Diversity in Time and Space. Kluwer. Academic. Publishers.
- **Ozenda P. et Borel J.L., 2000.** Une carte écologique de l'Europe : pourquoi et comment ? Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Série III-Sciences de la Vie, 323 (11), 983-994.
- **Otto H. J. 1998.** Ecologie forestière. Forêt privée française.

## P

- **Pierre, 2001.** Examen invité : Intégration des résultats quantitatifs de plusieurs études à l'aide d'une méthodologie de modèle mixte. Journal de la science laitière, 84 (4), 741-755.

## R

- **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Édit Mc Graw-Hill. Paris. P : 61.
- **Ramade F., 2009.** Sur les traces de DARWIN : les GALÁPAGOS. LAVE. Liaison des amateurs de volcanologie européenne, (141), 18-29.
- **Reviere DE.** Biologie et phylogénie des algues. Belin, Paris. Collection Sup Sciences. Tome 2, 255p.
- **Reynolds CS., Padisák J. et Sommer U., 1993.** Intermediate disturbance in the ecology of phytoplankton and the maintenance of species diversity: a synthesis. Hydrobiologia 249: 183-188.
- **Reynolds RW. et Smith T M., 1998.** A High-Resolution Global Sea Surface Temperature Climatology for the 1961–90 Base Period. J. Climate, 11, 3320–3323.
- **Richlifs et Miller., 2005.** L'analyse de l'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer .8ème – Edition. Dunod. 1383p
- **Richmond, 2007.** Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology (Vol. 577). Oxford: Blackwell Science.
- **Robert D. et Catesson A M., 2000.** Organisation végétative (Vol. 2). Wolters Kluwer France.
- **Rodier et al, 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème édit. Dunod. P :4,6.

- **Rodier J., Geoffray C. et Rodi, L., 1984.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer : chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie (p. 1365). Paris : Dunod.

## S

- **Skulberg OM., Utkilen H., Underdal B., Gjølme N., Skulberg R., et Kotai J., 1996.** L'ascension et la chute d'une population toxigène de *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae/Cyanobactéries) - une décennie d'observations dans le lac Akersvatnet, en Norvège. *Phycologia*, 35 (sup6), 189-197.
- **Smayda T.J., 1997.** Blooms d'algues nuisibles : leur écophysologie et leur pertinence générale pour les blooms de phytoplancton en mer. *Limnologie et océanographie*, 42 (5part2), 1137-1153.
- **Sonzogni W.C., Chapra S.C., Armstrong D.E. et Logan T.J., 1982.** Bioavailability of Phosphorus inputs to lakes. *J. Environ. Qual.*, 11: 555–563
- **Straub, 1984.** Micelles inverses : pertinence biologique et technologique des structures amphiphiles en milieu apolaire. New York : Plénum.
- **Straub D., Boudreau M.C. et Gefen D., 2004.** Directives de validation pour la recherche positiviste des SI. *Communications de l'Association des systèmes d'information*, 13 (1), 24.

## T

- **Tazi O., Fahde A., et El Younoussi S., 2001.** Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca, Maroc. *Sécheresse*, 12 pp : 129 – 134.
- **Trégouboff et Rose, 1978.** Les « eaux rouges » dues au phytoplancton en Méditerranée. *Vie et Milieu*, 175-187.

## V

- **Vazquez G. et Favila M.E., 1998.** Status of the health conditions of subtropical Atezea lake. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1 pp: 245 – 255.

- **Welch E.B., 1980.** Ecological effects of waste water. Cambridge, Cambridge University Press, 337 p.
- **Wetzel R.G. et Likens G. E., 2000.** Limnologia Analyses, 3rd edition. Springer–Verlag. P : 429.

## Webographie

- [1] : <https://www.aquaportail.com/taxonomie-classe-40-chlorophyceae.html>
- [2] : <https://www.ecosociosystemes.fr/cyanophycees.html>
- [3] : <https://www.dico-sciences-animales.cirad.fr/liste-mots.php?fiche=948&def=algues+microscopiques>
- [4] : <https://algae-consulting.e-monsite.com/biologie-des-algues.html>
- [5] : <https://www.cpalb.fr/la-flore-lacustre-le-phytoplancton>
- [6] : <https://www.phenomer.org/Mieux-connaître-les-microalgues/Qu'est-ce-que-le-phytoplancton>
- [7] : <https://www.alloprof.qc.ca/BV/pages/1342.aspx>