

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre et de
l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Département : ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

THÈME :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIODIVERSITE PHYTOPLANCTONIQUE DE LA RETENUE COLLINAIRE HADJAR GAFTA - NECHMAYA (GUELMA)

Présenté par :

- ALLAL Chayma
- DJEDOU Malak
- LAYADA Riane

Devant le jury composé de :

Président	Mr. RAMDANI Kamel	MCB	Université de Guelma
Examinatrice	Mme. BOUSSAADIA Meriem Imen	MCB	Université de Guelma
Encadreur	Mr. ROUABHIA Kamel	MAA	Université de Guelma

Année universitaire : 2020/2021



Remerciements

La thèse est un travail collectif et s'enrichit de divers échanges et collaborations. Tout d'abord et à la fin de ce travail, nous remercions « **ALLAH** » Tout-Puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté de faire ce modeste travail.

Nous exprimons également nos meilleurs sentiments de gratitude aux honorables membres du jury :

M. RAMDANI Kamel, qui a l'honneur d'accepter la présidence du jury, et **Mme BOUSSAADIA Meriem Imane**, qui a gracieusement jugé ce travail. Nous remercions tout particulièrement notre directeur de thèse **M. ROUABHIA Kamel** pour avoir accepté la direction de notre thèse et pour sa grande compétence, ses qualités humaines et ses conseils avisés qui ont été pour nous une source inestimable de réconfort et d'encouragement pour faire ce travail. Sa présence et son soutien nous ont été précieux pour accompagner et mener à bien ce travail.

Nous remercions également, sans oublier, les **responsables des laboratoires pédagogiques** de la Faculté des sciences naturelles et biologiques qui nous ont tendu la main alors que nous étions au laboratoire pour faire la partie appliquée et ne nous ont pas épargné les outils nécessaires à l'avancement de nos travaux, notamment la **directrice du laboratoire, Mme Houria**

Nous ne saurons finir sans remercier toute la **promotion sortante (Microbiologie appliquée 2020/2021)**, et tous ceux qui de près ou de loin ont participé à l'élaboration directe et /ou indirecte de ce modeste travail.

Au les meilleurs délégués de la promotion Microbiologie Appliquée 2020/2021 « **SELMI Amir** » et « **MESBAHI Aymen** », merci pour tout votre travail acharné au cours des années que nous avons étudiées ensemble.

Nous exprimons également nos sincères remerciements et notre gratitude aux **propriétaires respectés** de la "**Bibliothèque Al-Amal**", Frères « **Fateh** » et « **Houssem** », pour leur avoir fourni un coup de main pour nous aider à mettre en œuvre ce travail et tous les précieux conseils et efforts qu'ils ont fournis gratuitement. nous leur souhaitons donc plein succès. Dieu a fait cela dans la balance de leurs bonnes actions le Jour de la Résurrection.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenus et encouragés lors de la réalisation de ce travail. Merci à **mes parents, ma famille, mes amis** et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de cet humble travail.

Chayma, Riane et Malak





Dédicaces

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

Je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents « LOUIZA » et « RAMADANE » qui
ont toujours été là pour moi, Pour leur amour, leur
gentillesse, le soutien qu'ils m'ont apporté et la confiance
qu'ils m'ont toujours témoignée. Merci d'avoir toujours été à
mes côtés, d'avoir cru en ma réussite et de m'avoir donné les
moyens de réaliser mes projets.*

Qu'Allah vous bénisse et vous garde pour moi.

*A L'âme pure de mon cher frère « ZINE LABIDINNE » qui a
quitté la vie avant que je partage la joie de mon diplôme. Que
dieu ait pitié de lui et assure le paradis*

*A ma chère sœur « Mahacén » et son fils « Anas » qui m'a
supporté tout au long de ce projet avec un amour incessant
À Toute ma grande famille « LAYADA » pour leur soutien
tout au long de mon parcours universitaire*

*A mes chers amies et mes sœurs de cœur « katre-nada » et
« chayma » que m'a soutenue durant les moments difficiles de
ma vie que dieu protège notre amitié*

*A tous mes proches amies : Katre- nada ; Chayma ; Nour ;
Safinez ; Roumaissa ; Ferial ; Radwa ; Imen ; Raounek*

A mes chers binômes : Chayma et Malek

*A tous mes enseignants du primaire jusqu'aujourd'hui
Sans oublier tous ceux qui connue pré ou loin.*

Rayane

Dédicaces

Avant tout, louange à « **ALLAH** » Tout-Puissant qu'Il m'a guidé tout au long de ma vie, qu'Il m'ait donné le courage et la patience de traverser tous les moments difficiles, et qu'Il m'ait permis d'achever ce travail et a pu le remettre entre mes mains aujourd'hui.

Je dédie le fruit de 18 ans de mes études privées à :

L'aimé de mon cœur et le premier homme de ma vie, à celui qui était la raison de mon existence, à celui qui était mon soutien et toute ma vie et le secret de mon bonheur, à celui qui est décédé et était le meilleur exemple du chef de famille, à mon cher père, avec un cœur pur et une bonne âme « *Sherif Allal* » la miséricorde de Dieu sur lui. A qui le Dieu Tout-Puissant a mis le Paradis sous ses pieds, A celle qui a passé sa vie à nous élever après la mort de mon père, A celle qui nous a enseigné les valeurs, les principes et la morale, ma mère, « *Allal Samia* », que Dieu la préserve, la préserve pour nous et prolonge sa vie.

Un autre nom pour l'amour, un morceau de père et de mère, Mon âme sœur, à celle qui m'a soutenu dans la vie, ma chère sœur

« *Fayrouz* », à son mari, « *Said* ».

Celui qui a dit de lui cette montagne sur laquelle quand le monde s'appuie sur moi, je m'appuie dans l'adversité est le compagnon du chemin et l'âme de la vie à la chose la plus précieuse que je possède dans l'existence, mon seul frère « *Haitham* ».

Que Dieu te protège et te garde en sécurité pour moi.

A l'âme de mes grands-mères « *Masuda* », « *Khadija* », et de mon cher grand-père, que nous avons perdu récemment, qui était notre soutien après mon père « *Baba Moubarak* »

A mon fiancé « *Khalil* » pour son soutien inconditionnel et ses encouragements, que Dieu le protège et le garde en sécurité pour moi. A toutes mes tantes, oncles, maris et femmes, et à tous leurs enfants Au poussin le plus doux, le premier petit-fils de notre maison, qui a répandu la joie dans nos cœurs « *Taim El-Rahman* »

A ceux qui ne m'ont épargné aucune information concernant mes études depuis que nous l'avons connu à ce jour, merci pour tout ce que vous m'avez donné, le mari de ma tante « *Dr Farou Brahim* » A tous mes amis avec qui j'ai partagé des moments exceptionnels de joie et de bonheur en souvenir des moments délicats que nous avons passés ensemble et des liens forts qui nous ont réunis et unis lors de la réalisation de ce travail qui ont été avec moi à travers vents et marées, surtout « *Katre-Nada* » et « *Rayane* » sans oublier les amis d'enfance « *Yousra* » et « *Amira* », que Dieu préserve notre amitié.

A toute ma famille « *Allal* » et ma deuxième famille à « *Bouledroua* »

A mes chers binômes : « *Rayane* » et « *Malek* »

Chayma



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail : Tous d'abord, louange à « **ALLAH** » qui m'avoir donné la capacité d'écrire et De réfléchir, la force d'y croire.

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi mon très chère père « **SALAH** » et ma très chère mère « **MOUNIRA** », Pour leur amour, leur gentillesse, le soutien qu'ils m'ont apporté et la confiance qu'ils m'ont toujours témoignée. Merci d'avoir toujours été à mes côtés, d'avoir cru en ma réussite et de m'avoir donné les moyens de réaliser mes projets, qui ont toujours crus en moi et encouragée, qui ont été toujours là pour moi.

A mon cher et adorable : « **Raouf** » que j'adore et que j'aime profondément.

A mes chers frères : « **Abd Raouf** », « **Housseem-el dine** » et sa femme « **Salma** ».

Et qui me donner le soutien moral A mes très cher Sœur « **Rima** », « **Nesrin** », « **Abir** », Et leurs maris « **Rachid** », « **Ahmed** », « **Amar** » et A tous les anges de la maison : « **Miral** », « **Djad** », « **Mayar** », « **Moutaz** », « **Noor** » et ma mère « **Naziha** » et mon père « **Halim** ».

Et ma sœur « **Bouchra** » et sa fille « **Rahaf** ».

Et Ma seule tante « **Malika** ».

A tous la famille « **Djedou** » et « **Bechiri** ».

A ma chère amis « **Marwa** »

A mes chers binômes : **Chayma et Riane**

A tous ceux qui croient à la réussite, je dédie ce travail.

Malak

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

المخلص

Introduction.....	1
Chapitre I : Etude bibliographique de phytoplancton	3
1. Définition.....	3
2. Reproduction du phytoplancton	3
2.1. Reproduction asexuée	3
2.2. Reproduction sexuée	4
3. Taille du phytoplancton	4
4. Différentes formes du phytoplancton	4
4.1. Formes unicellulaires	4
4.2. Formes coloniales	5
4.3. Formes filamenteuses.....	6
4.4. Formes pseudo –filamenteuses.....	7
5. Clés d'identification du phytoplancton	7
5.1. Cas des algues vraies.....	7
5.2. Cas des Cyanobactéries	8
6. Systématique et Organisation	8
6.1 Cyanophycées	9
6.2 Dinoflagellés (Dinophycées).....	10
6.3 Diatomées	11
6.4 Chlorophycées.....	12
6.5 Chrysophycées	13
6.6 Cryptophycées	13
6.7 Euglénophycées.....	13
6.8 Glaucophycées	14
6.9 Xanthophycées.....	14
6.10 Haptophycées.....	15
6.11 Rhodophycées	15

7.	Ecologie du phytoplancton	15
8.	Le rôle du phytoplancton.....	16
9.	Facteurs de croissance de phytoplancton.....	17
10.	Importance du phytoplancton.....	18
10.1.	Intérêt écologique	18
10.2.	Culture des microalgues et importance économique et industrielle.....	19
11.	Impacts du phytoplancton sur les écosystèmes aquatiques.....	20
11.1.	Effet sur le zooplancton	20
11.2.	Effet sur les mollusques et les crustacés.....	20
11.3.	Effet sur les poissons	21
11.4.	Impact sur les vertébrés terrestres	21
11.5.	Intoxications humaines	22
12.	Application des phytoplanctons.....	23
12.1.	Application alimentaire	23
12.2.	Applications pharmaceutiques.....	23
12.3.	Applications cosmétiques.....	24
12.4.	Approvisionnement agricole et traitement de l'eau	24
Chapitre II : Matériel et méthodes		26
1.	Description de site	26
1.1.	Présentation de la wilaya de Guelma.....	26
1.2.	Situation de la commune de Nechmeya.....	26
2.	Présentation de stations des prélèvements.....	27
3.	Méthodes du travail	28
3.1.	Prélèvement.....	28
3.2.	Fixation.....	28
3.3.	Enregistrement et étiquetage des échantillons.....	29
3.4.	Transport et conservation des échantillons avant l'analyse.....	29
4.	Les analyses physicochimiques phytoplanctoniques.....	29
4.1.	Les méthodes d'analyse et les instruments utilisés.....	29
4.2.	Les analyses physicochimiques	30
4.2.1	La Température.....	31
4.2.2	Le potentiel hydrogène pH	32
4.2.3	Conductivité électrique.....	33
4.2.4	La salinité	34
4.2.5	L'oxygène dissous.....	35
4.3.	L'analyse phytoplanctonique	35
4.3.1	Analyse qualitative (Identification du phytoplancton)	35

4.3.2	Analyse quantitative (dénombrement du phytoplancton)	36
4.3.2.1.	Dominance	36
4.3.2.2.	Densité	36
4.3.2.3.	La Diversité Spécifique	36
4.3.2.3.1	Richesse spécifique	36
4.3.2.3.2	Indice de Shannon (H')	36
4.3.2.3.3	Indice d'équitabilité de Piélou (J')	37
4.3.2.3.4	Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson	37
Chapitre III: Résultats et discussions		38
1.	Les résultats des analyses physicochimiques et leurs interprétations	38
1.1.	La température	38
1.2.	Le potentiel hydrogène pH	38
1.3.	Conductivité électrique	39
1.4.	La salinité	40
1.5.	L'oxygène dissous	41
2.	Résultats des analyses phytoplanctoniques	42
2.1.	Résultats d'analyse qualitative et composition du phytoplancton	42
2.2.	Contributions des genres de la population phytoplanctonique	50
Références bibliographiques		54

Liste des figures

Figure 01: Les formes unicellulaires du phytoplancton d'eau douce.....	5
Figure 02: Les formes coloniales du phytoplancton d'eau douce.....	6
Figure 03 : Les formes filamenteuses du phytoplancton d'eau douce.....	7
Figure 04 : Les formes pseudo filamenteuses du phytoplancton d'eau douce.....	7
Figure 05 : Photographie du phytoplancton procaryotes, Cyanophycées.....	10
Figure 06: Différentes espèces des dinoflagellés.....	10
Figure 07: Cycle de vie dinoflagellés (<i>Alexandrium</i> sp.).....	11
Figure 08: Diversité taxonomique des Chlorophycées.....	12
Figure 09: Photomicrographies d' <i>Euglena gracilis</i>	14
Figure 10 : Cellules d'algues. (1) : Cyanophyte, (2) : Glaucophytes.....	14
Figure 11: Localisation du site de l'étude (la commune de Nechmaya) (google earth2021)	27
Figure 12: Localisation de station de prélèvement	27
Figure 13: La station des prélèvements au mois d'Avril et de mars (Photos prise personnel en 2021)	28
Figure 14 : Représente le matériel utilisé pour l'analyse des échantillons au laboratoire.....	30
Figure 15: Photos de multi paramètre utilisé (WTW Multi 350i) (Photos prise personnel en situ de prélèvement).....	31
Figure 16: Les variations de la température de l'eau du HADJAR GAFTA.....	38
Figure 17: Les variations du pH de l'eau du HADJAR GAFTA.....	39
Figure 18: Les variations de la Conductivité électrique de l'eau du HADJAR GAFTA.....	40
Figure 19 : Les variations de la salinité de l'eau du HADJAR GAFTA.....	41
Figure 20: Les variations de l'oxygène dissous de l'eau du HADJAR GAFTA.....	42
Figure 21: Contributions des genres dans la population phytoplanctonique de la retenue collinaire « HADJAR GAFTA »	51

Liste des tableaux

Tableau 01 : Différents Embranchements des microalgues, d'après.....	9
Tableau 02: Présentation de stations des prélèvements.	28
Tableau 03: Le matériel utilisé pour les analyses sur terrain et au laboratoire.....	30
Tableau 04: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température.....	32
Tableau 05: Les variations du pH de l'eau.	33
Tableau 06: Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique.....	34
Tableau 07: Classification des eaux selon la salinité.....	34
Tableau 08: La grille de la qualité des eaux en fonction de l'Oxygène dissous.....	35
Tableau 09: Aspent microscopique du phytoplanctoniques du retenue collinaire Hadjar Gafta au mois de Avril et mai 2021 (observation x100)	43

Liste des symboles

PO₄ : phosphate

NO₃ : nitrate

CO₂ : dioxyde de carbone

SiO₄ : silicate

ADN : acide désoxyribonucléique

DSP : diarrhéique Shellfish Poison

PSP : paralytique Shellfish Poison

G.P.S : global positioning system (en français : système mondial de positionnement)

PH : potentiel d'Hydrogène

OD : Oxygène dissous

CE : Conductivité Electrique

TDS : Taux de Solides Dissous

µs : micro-semence

ppm : Particules par million

Résumé

Le réservoir de HADJAR GAFTA est un petit barrage artificiel situé à 2 km de la commune de NECHMEYA, Wilaya de GUELMA à l'extrême nord-est de l'ALGERIE, au N 36°36 et E 007°29. Il est classé dans les eaux de surface et joue un rôle important dans l'irrigation des terres agricoles avoisinantes. Cette étude s'intéresse à l'étude des paramètres physico-chimiques de l'eau et de la diversité du phytoplancton qu'elle contient, qui a été effectuée en avril et mai (2021). Les résultats obtenus ont montré que ce barrage est caractérisé par une température saisonnière qui change avec le changement de la température du temps qui prévaut dans la région. Et avec une faible salinité, qui est l'état de la plupart des eaux douces de surface en général, avec un pH alcalin estimé à $\text{pH} > 8$. Quant à la conductivité électrique dans ces eaux, elle était élevée en avril, lorsque le pourcentage d'oxygène le plus élevé a été enregistré dans les eaux de ce barrage le même mois. Selon l'analyse des résultats du phytoplancton, il a été permis d'inventorier et de classer 41 espèces appartenant à 25 genres et réparties en 6 classes : Chrysophycées, cyanophycées, chlorophycées, euglénophytes, Cryptophycées, et Dinophycées. Les Chrysophycées sont les plus représentatives représentant la plus grande proportion de phytoplancton estimée à (36,58). Suivent les Chlorophycées, qui représentent un pourcentage de (26,83), comme pour les Cryptophycées, son pourcentage est estimé à (14,63), et avec un pourcentage de (9,76), on retrouve les deux groupes Euglénophycées et Cyanophycées, et enfin vient les Dinophycées avec un très faible pourcentage, représenté par (2,43)

Mots clés : Facteurs physico-chimiques, phytoplancton, diversité, retenue collinaire, HADJAR GAFTA, NECHMAYA.

Abstract

The hill reservoir of HADJAR GAFTA is an artificial dam located 2 km from the municipality of NECHMEYA, Wilaya of GUELMA in the extreme northeast of ALGERIA, between N 36 ° 36 and E 007 ° 29. It is classified as surface water and plays an important role in irrigating surrounding agricultural land. This study focuses on the study of the physicochemical parameters of water and the diversity of the phytoplankton it contains, which was carried out in April and May (2021). The results obtained showed that this dam is characterized by a seasonal temperature which changes with the change of the weather temperature prevailing in the region. And with a low salinity, which is the state of most fresh surface waters in general, with an alkaline pH estimated at $\text{pH} > 8$. As for the electrical conductivity in these waters, it was high in April, when the percentage the highest oxygen levels were recorded in the waters of this dam in the same month. According to the analysis of the phytoplankton results, it was possible to inventory and classify 41 species belonging to 25 genera and divided into 6 classes: Chrysophyceae, cyanophyceae, chlorophyceae, euglenophytes, chryptophyceae, and dinophyceae. Chrysophyceae are the most representative, representing the greatest proportion of phytoplankton estimated at (36,58). Chlorophyceae follow, which represent a percentage of (26.83), as for Cryptophyceae, its percentage is estimated at (14.63), and with a percentage of (9.76), we find the two groups Euglénophyceae and Cyanophyceae, and finally comes the Dinophyceae with a very low percentage, represented by (2.43)

Keywords: Physico-chemical factors, phytoplankton, diversity, hill reservoir, HADJAR GAFTA, NECHMAYA.

الملخص

الخران التلي حجر قفطة هو سد اصطناعي صغير يقع على بعد 2 كم من بلدية النشماية - ولاية قالمة في أقصى شمال شرق الجزائر ما بين خطي $N 36^{\circ}36$ و $E 007^{\circ}29$ ، يصنف ضمن المياه السطحية يلعب دورا هاما في ري الاراضي الزراعية القريبة. هذه الدراسة تهتم بدراسة العوامل الفيزيوكيميائية للمياه وتنوع العوالق النباتية بها، والتي أجريت شهري أفريل وماي (2021). النتائج المتحصل عليها بينت أن هذا السد يتميز بدرجة حرارة موسمية تتغير مع تغير حرارة الطقس السائد في المنطقة. وبتدني نسبة الملوحة وهي حالة معظم المياه السطحية العذبة بشكل عام وبدرجة حموضة قلووية قدرت ب $pH > 8$. أما بالنسبة للناقلية الكهربائية في هذه المياه فكانت عالية في شهر أفريل، أين تم تسجيل أعلى نسبة للأكسجين في مياه هذا السد في نفس الشهر. ووفقا لتحليل نتائج العوالق النباتية سمح بجدد وتصنيف 41 نوعا تنتمي الى 25 جنسا وموزعة في 6 فئات : *Chrysophycées* و *Chlorophycées* و *cyanophycées* و *Euglénophytes* و *chryptophycées* و *Dinophycées*. *Chrysophycées* هي الأكثر تمثيلا تمثل أكبر نسبة من العوالق النباتية قدرت ب (36.58). تليها *Chlorophycées* والتي تمثل نسبة (26.83)، أما عن *Cryptophycées* فقدرت نسبتها (14.63)، وبنسبة (9.76) نجد المجموعتين *Euglénophycées* و *Cyanophycée* أخيرا تأتي *Dinophycées* بنسبة قليلة جدا والمتمثلة في (2.43).

الكلمات المفتاحية: العوامل الفيزيوكيميائية، العوالق النباتية، التنوع، خزان تلي، حجر قفطة، النشماية.

Introduction



Introduction

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs à cause de leurs utilisations multiples, ces eaux continentales sont d'une très grande importance pour les activités humaines : pour les activités domestiques comme la consommation et les loisirs, pour les activités agricoles et halieutiques et pour les activités industrielles (**Benfiala et al., 2013**).

L'eau est indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. L'eau douce est vitale, elle nourrit les plantes et les animaux de presque tous les écosystèmes, même ceux du désert. Les écosystèmes aquatiques constituent les écosystèmes les plus grands et les plus stables des systèmes écologiques naturels et /ou artificiels, illustrant de mieux l'importance de l'eau douce (lacs, étangs, cours d'eau, ruisseaux et terres humides) en aidant à la survie d'une grande diversité d'espèces (microorganismes, zooplancton et phytoplancton), et jouent un rôle écologique essentiel (**ONU, 2000**).

L'ALGERIE est riche de 254 zones humides naturelles, dont 26 sont d'une importance internationale (**Boumezbeur, 2002**), 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 de cyanobactéries potentiellement toxiques (**Bouaïcha, 2002**).

Toutes les zones humides ont des valeurs importantes ; toutes apportent des avantages La maîtrise des crues la recharge des eaux souterraines, la stabilisation du littoral et protection contre les tempêtes, la rétention et exportation des sédiments et nutriments, L'atténuation des changements climatiques, l'épuration de l'eau, réservoir de diversité biologique, produits des zones humides, loisirs et tourisme, valeur culturelle qui se mesurent à la qualité des écosystèmes et dont les êtres humains dépendent [1].

Les phytoplanctons sont des organismes unicellulaires végétaux qui vivent sur les couches supérieures des océans et des lacs. Ils jouent un rôle important dans les écosystèmes aquatiques. Non seulement, le phytoplancton représente le premier maillon de la chaîne alimentaire aquatique, mais, il est également considéré comme le « poumon » de notre planète, il est responsable de 46% de la production primaire mondiale (**Dufossé, 2014**)

Toutefois, certains phytoplanctons (les dinoflagellés, par exemple) sont hétérotrophes et utilisent des substances organiques à la base de leur métabolisme (**De Reviere, 2003**)

Nous avons essayé d'étudier et de la biodiversité phytoplanctonique de la retenue collinaire de HADJAR GAFTA qui se situe dans la région de Guelma et ceci dans le but d'évaluer sa qualité, son impact sur l'environnement et si cette retenue peut être utilisée pour l'irrigation.

Notre mémoire est partagé en trois parties bibliographique, description du site d'étude et pratique :

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

Chapitre I : Etude bibliographique de phytoplancton



Chapitre I : Etude bibliographique de phytoplancton

1. Définition

Le phytoplancton (du grec phyto : plante) et plancton : qui flotte. Plus précisément il s'agit de l'ensemble des espèces de plancton autotrophe vis-à-vis du carbone (y compris les bactéries telles les cyanobactéries).

Le phytoplancton est composé d'organismes végétaux (unicellulaires, filamenteux ou coloniaux) microscopiques en suspension dans la colonne d'eau, caractérisés par la présence de pigments chlorophylliens dont majoritairement la chlorophylle a. ces microorganismes sont qualifiés de thallophytes, c'est-à-dire dépourvus de tige, racine et de vaisseaux conducteurs (**Ghedadbia, 2012**).

Ces plantes microscopiques varient en taille de 1/1000 de millimètre à 2 (ml) et flottent ou nagent dans les 100 m supérieurs de l'océan, où elles dépendent de la lumière du soleil pour la photosynthèse. En plus de la lumière et de l'oxygène (O₂), ils nécessitent des nutriments chimiques inorganiques simples de base, tels que le phosphate (PO₄) et le nitrate (NO₃). Ils ont également besoin de carbone sous forme de dioxyde de carbone (CO₂). Certains phytoplanctons, les diatomées, nécessitent également une forme de silicium (silicate, SiO₄) car ils ont une coque « en verre » (**Verlecar et Desai, 2004**).

La phototrophie représente la principale source énergétique chez ces organismes. Par ailleurs, certains phytoplanctons sont dits mixotrophes combinent les modes de nutrition autotrophe et hétérotrophe, les chrysophycées, par exemple, ont la capacité de tirer leur énergie par phagocytose des bactéries (**KAFI, 2017**). Certaines espèces « principalement les Dinoflagellés » peuvent temporairement être hétérotrophes, donc ils sont qualifiés de « mixotrophes » (**Stickney et al, 2000**). Ces organismes phytoplanctoniques sont à la base de la chaîne trophique pélagique.

2. Reproduction du phytoplancton

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

2.1.Reproduction asexuée

Elle existe 3 types :

- Fragmentation : le thalle se sépare en deux parties qui redonneront chacune un nouveau thalle.

- Sporulation : des spores peuvent être formées dans les cellules végétatives ordinaires ou dans des structures spécialisées appelées sporanges.
- Scission binaire : division du noyau puis du cytoplasme (**Kafi, 2017**).

2.2.Reproduction sexuée

Il y a une fusion de gamètes mâles et femelles dans la reproduction sexuée pour produire un zygote diploïde. Les œufs se forment dans des cellules réceptives semblables aux cellules somatiques (*Spirogyra*) ou dans des oogones, qui sont des cellules de femelle végétatives qui n'ont pas été altérées (*Fucus*). Les spores sont produites dans des structures mammifères spécialisées connues sous le nom d'anthéridies (**Kafi, 2017**).

Ce mode de reproduction augmenterait la variation génétique par recombinaison permettant ainsi aux organismes de s'adapter plus rapidement.

3. Taille du phytoplancton

Les critères de taille sont couramment utilisés pour séparer les groupes de phytoplancton : Picoplancton (moins de 2 m), nanoplancton (entre 2 m et 20 m) et microplancton (au-delà de 2 m et jusqu'à quelques millimètres) (**Alvain, 2005**).

4. Différentes formes du phytoplancton

4.1.Formes unicellulaires

Espèces qui se présentent sous forme de cellules solitaires qui peuvent être non mobiles ou mobiles, Ces dernières se déplaçant en utilisant un ou plus de flagelles ou glissant le long des surfaces via le mucilage ou d'autres moyens. Les mono cellules se présentent sous une large gamme de formes, y compris celles contenues dans la gélatine (Fig. 01.A), les cellules avec des formes, des murs et des étiquettes complexes (Fig. 01.B et C) et les cellules avec des formes de cellules flexibles (Fig. 01.D) (**Boulefa et Bouldjedri, 2020**).

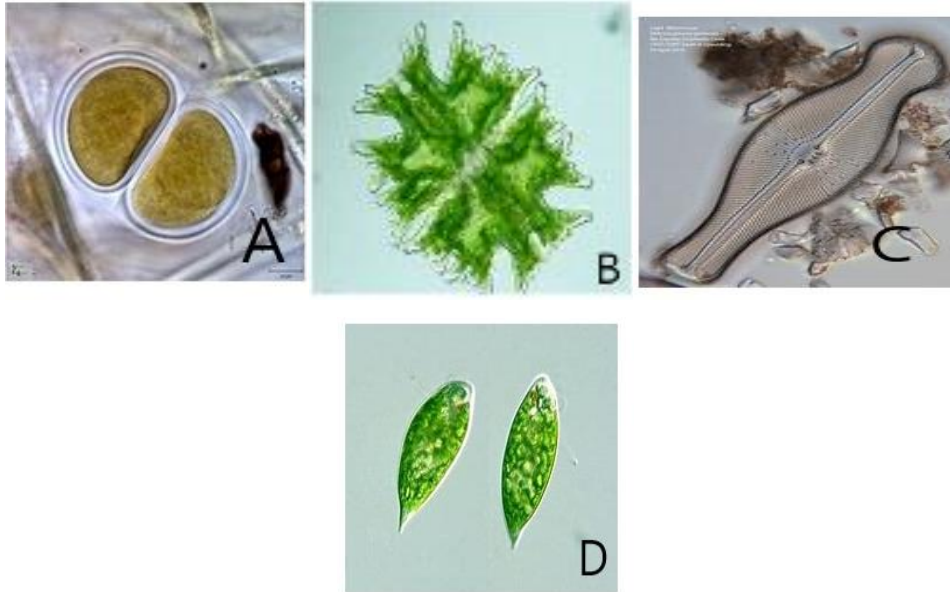


Figure 01: Les formes unicellulaires du phytoplancton d'eau douce.

A : *Chroococcus giganteus* (cyanobactérie coccoïde), un seul à petit groupe de cellules contenues dans des gaines gélatineuses en couches concentriques. **B :** *Micrasterias americana* (conjuguant algue verte, desmid), un unicellulaire avec une incision profonde (isthme) qui divise deux demicellules (la zone centrale claire est le noyau), chacune ayant plusieurs incisions profondes qui peuvent être subdivisé en une série de lobes et de lobules. **C :** *Didymosphenia geminata* (diatomée pennale), une grande cellule unique dont les parois sont en silice. **D :** *Euglena sp* (euglénoïde photosynthétique), un uni flagellé unicellulaire avec plusieurs chloroplastes verts (Sheath et Wehr, 2015).

4.2. Formes coloniales

Groupe de cellules qui sont conservées ensemble, soit dans un modèle lâche (Fig. 02.A et B), soit de manière bien organisée (Fig. 02.C). Les colonies peuvent contenir un nombre variable de cellules ou rester constantes tout au long de leur développement, selon le taxon d'algues (coenobium). Les colonies peuvent être composées de cellules flagellées ou non flagellées et la base de la connexion cellulaire varie selon les colonies, y compris une matrice gélatineuse environnante (Fig. 02.A), tiges gélatineuses (Fig. 02.B) ou une paroi parentale commune (Fig. 02.C) (Boulefa et Bouldjedri, 2020).

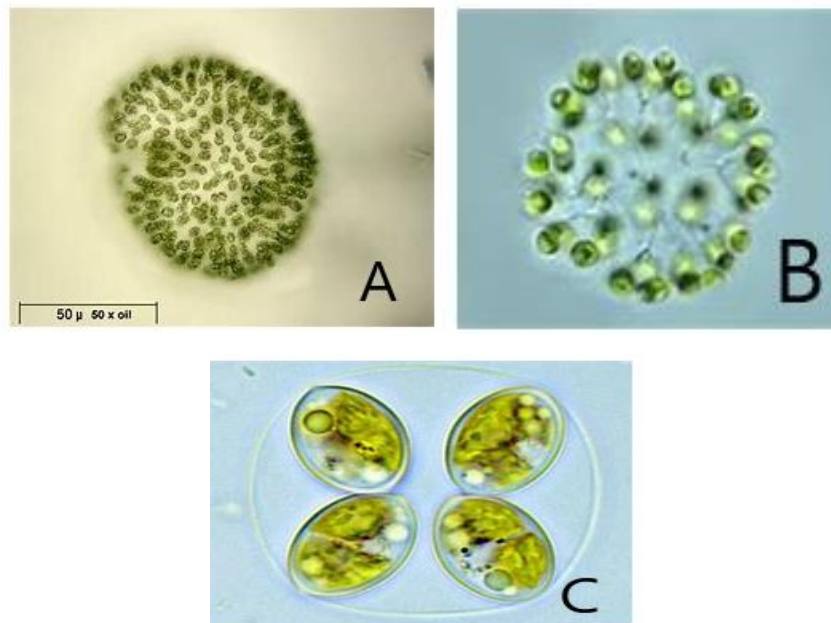


Figure 02: Les formes coloniales du phytoplancton d'eau douce

A : *Woronichinia naegeliana* (cyanobactérie), une colonie à cellules sphériques ou ovoïdes disposées à la périphérie d'une matrice gélatineuse. **B :** *Dictyosphaerium granulatum*, algue verte coloniale non motile. **C :** *Oocystis lacustris*, algue verte coloniale non motile (**Sheath et Wehr, 2015**).

4.3. Formes filamenteuses

Chaîne ou série de cellules dans laquelle les cellules sont disposées bout à bout avec des cellules adjacentes partageant un paroi transversale (Fig. 03.A et B). Traditionnellement les colonies linéaires se distinguent des vrais filaments par le fait que les cellules coloniales contiguës possèdent chacune leurs propres parois entières, par exemple (Fig. 03.C), alors que les vrais filaments ne le font pas (Fig. 03.A) (**Boulefa et Bouldjedri, 2020**).

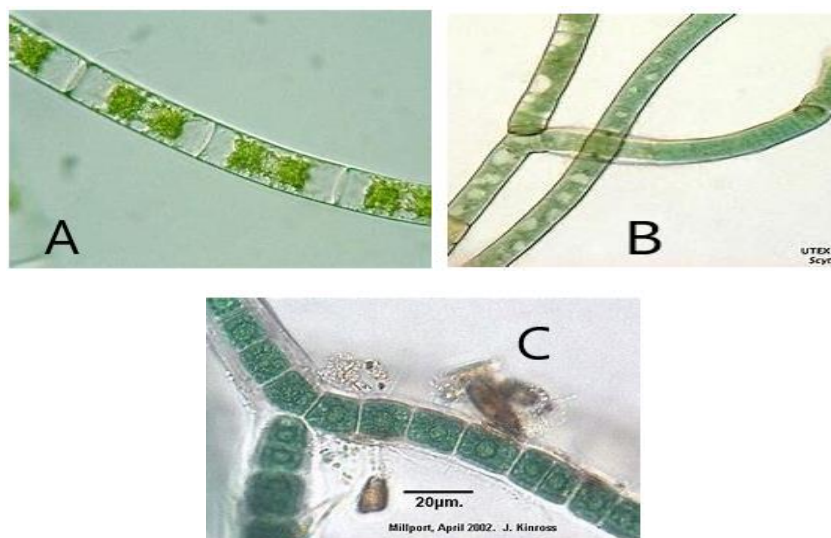


Figure 03 : Les formes filamenteuses du phytoplancton d'eau douce.

A : *Zygnema sp* (Algue verte conjuguée), un filament non ramifié sans matrice gélatineuse.
B : *Scytonema sp* (Cyanobactérie filamenteuse), un filament dans une gaine commune qui produit de doubles fausses branches résultant de la rupture et de la croissance supplémentaire de chaque fragment. **C :** *Chroodactylon sp* (algue rouge) (Sheath et Wehr, 2015).

4.4. Formes pseudo –filamenteuses

Agglomération symbiotique de cellules. Les cellules ne sont pas directement connectées les unes aux autres ; au contraire, ils sont séparés et peuvent être contenus dans une matrice ou un gaine gélatineux commun (Fig. 04.A). Quelques cyanobactéries pseudo filamenteuses forment des croûtes macroscopiquement reconnaissables sur les roches (Fig. 04.B) (Boulefa et Bouldjedri, 2020).

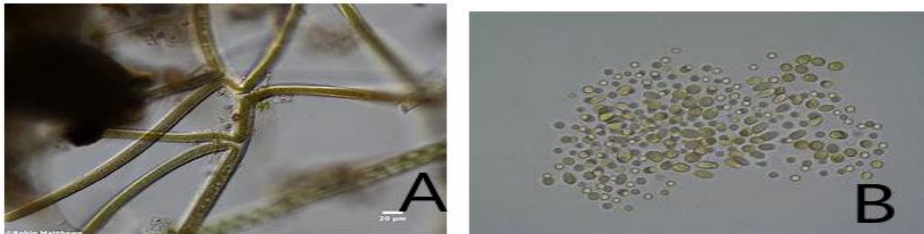


Figure 04 : Les formes pseudo filamenteuses du phytoplancton d'eau douce.

A : *Stichosiphon willei* (cyanobactérie), une série de cellules individuelles contenues dans une mucilagineuse commune gaine, formant un pseudo filament. **B :** *Chamaesiphon sp.* (cyanobactérie) formant des plaques de croûtes brunes sur un rocher provenant d'un ruisseau à écoulement rapide (Sheath et Wehr, 2015).

5. Clés d'identification du phytoplancton

Il existe deux clés permettant l'identification du phytoplancton peuvent être résumées comme suit :

5.1. Cas des algues vraies

Dans la systématique des algues vraies, les critères de classification proposée par (Bourelly, 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.

5.2.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 microalgue « 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 ».

6. Systématique et Organisation

Le phytoplancton est un groupe diversifié de micro-organismes en termes de taille (allant de micromètres à des dizaines de millimètres), d'organisation (solitaire, colonial, filament) et de forme **(Boulefa et Bouldjedri, 2020)**.

Il associe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cellulaire principalement par la présence (eucaryotes) ou l'absence (procaryotes) du noyau cellulaire (l'ADN est confiné à l'enveloppe nucléaire)

Le premier niveau de classification est basé sur les pigments photosynthétiques, les produits de réserve et leur localisation cytoplasmique, ainsi que leur niveau de complexité intracellulaire. D'autres critères communs comme la reproduction, le caractère squelette et la mobilité permettent de classer les microalgues en plusieurs groupes. La Phylogénie bat actuellement son plein, grâce aux avancées technologiques en biologie moléculaire, par exemple.

Les principaux groupes se distinguent par des critères morphologiques, cytologiques et biochimiques, ainsi que par les espèces reproductrices les plus abondantes dans les milieux aquatiques.

Tableau 01 : Différents Embranchements des microalgues, d'après **Sharma et Rai (2011)**.

Taxons	Nombre d'espèces	Nom commun	Genres représentatifs
Cyanophytes	10 000	Algues bleu-vert – Cyanobactéries	<i>Anabaena, Nostoc, Microcystis</i>
Bacillariophytes	5 600	Diatomées	<i>Tabellaria, Nitzchia, Skeletonema</i>
Dinophytes	3 000	Dinoflagellés– Péridiniens	<i>Gymnodinium, Ceratium, Alexandrium</i>
Chlorophytes	7 500	Algues vertes	<i>Chlamydomonas, Chlorella, Spirogyra,</i>
Chrysophytes	200	Algues brunes	<i>Dinobryon, Phaeococcus</i>
Rhodophytes	200	Algues rouges	<i>Hildenbrandia, Batrachospermum, Cyanidioschyzon</i>
Euglenophytes	800	Les Euglènes	<i>Euglena, Phacus, Trachelmonas</i>
Haptophytes	300	Prymnesiophytes	<i>Phaeocystis, Dicronema, Cocclithus</i>
Glaucophytes	13	Algues bleues flagellées	<i>Cyanophora, Glaucocystis</i>
Xantophytes	600	Algues vert-jaune	<i>Tribonema, Goniochloris, Nephrodiella</i>
Cryptophytes	200	Cryptomonades	<i>Cryptomonas, Chilomonas Plagioselmi</i>

6.1 Cyanophycées

Sont des algues bleues procaryotes (Fig. 05) dont la principale espèce cultivée est la spiruline. Apparues il y a environ 3,8 milliards d'années elles auraient permis la production d'oxygène dans l'atmosphère en réalisant la photosynthèse. La photosynthèse se produit directement dans le cytoplasme (**Person, 2010**).

Plus de 1300 espèces de cyanophycées sont décrites en eau douce. Les cellules renferment de la chlorophylle a, la Zeaxanthine, des phycobiliprotéines (phycocyanine et phycoérythrine) et des caroténoïdes (**Schagerl et Donabaum, 2003**).

Les réserves sont constituées par le glycogène, la cyanophycine et des gouttelettes lipidiques. Certaines cyanobactéries possèdent des vacuoles gazeuses qui leur permettent de réguler leur position dans la colonne d'eau et de se maintenir à une profondeur où la température, la lumière et les éléments nutritifs sont favorables à leur développement (**Groga, 2012**).

La multiplication s'effectue principalement par division cellulaire et par fragmentation chez les filamenteux. La reproduction sexuée est inconnue.

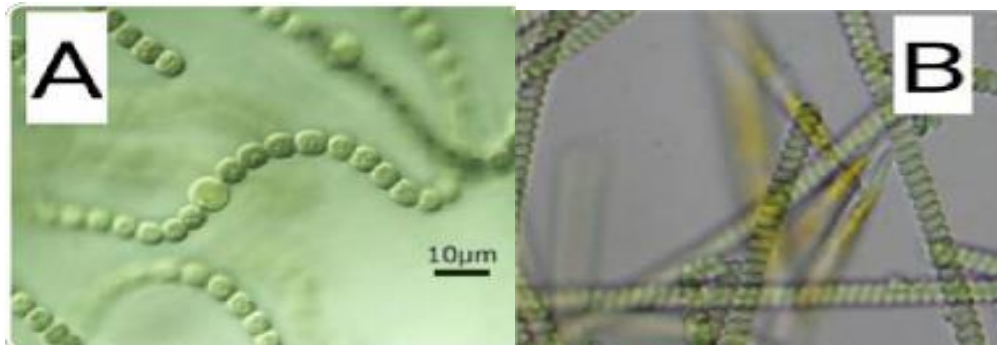


Figure 05 : Photographie du phytoplancton procaryotes, Cyanophycées.

A : *Nostoc sphaericum*, **B :** *Spirulina* (Djamai, 2019).

6.2 Dinoflagellés (Dinophycées)

Les dinophycées, aussi connues sous le nom de Dinoflagellés, forment un groupe de plus de 1300 espèces (Fig. 06). Les cellules d'un diamètre de 10 à 200 µm (micromètres) peuvent être isolées ou regroupées en colonies. Ils ont 20 ordres, dont 5 sont des parasites.

Les dinoflagellés se distinguent par la présence de deux flagelles dissemblables : l'un transversal et l'autre longitudinal, qui sont disposés en deux sillons orthogonaux : la sulcature et le cingulum, dont la jonction définit le ventral de l'organisme visage. Ils peuvent coloniser des milieux d'eau douce, d'eau salée ou marins et peuvent être planctoniques, benthiques, épiphytes, symbiotiques ou parasitaires (Boulefa et Bouldjedri, 2020).

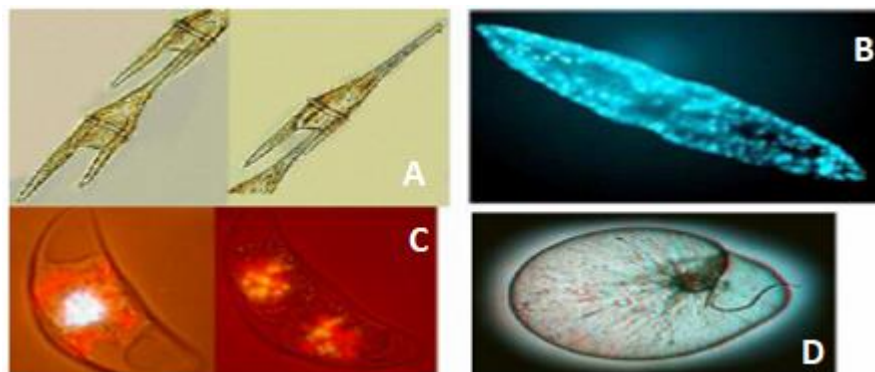


Figure 06: Différentes espèces des dinoflagellés.

A : *Ceratium furca*, **B :** *Pyrocystis fusiformis*, **C :** *Dissodinium pseudolunula*, **D :** *Noctiluca scintillans*.

Le cycle de vie des dinoflagellés comprend une haploïde végétative, au cours de laquelle la cellule peut se diviser et être mobile dans la colonne d'eau grâce à des flagelles ; et un stade diploïde associé à la reproduction sexuée (Fig. 07) (Haberkorn, 2009).

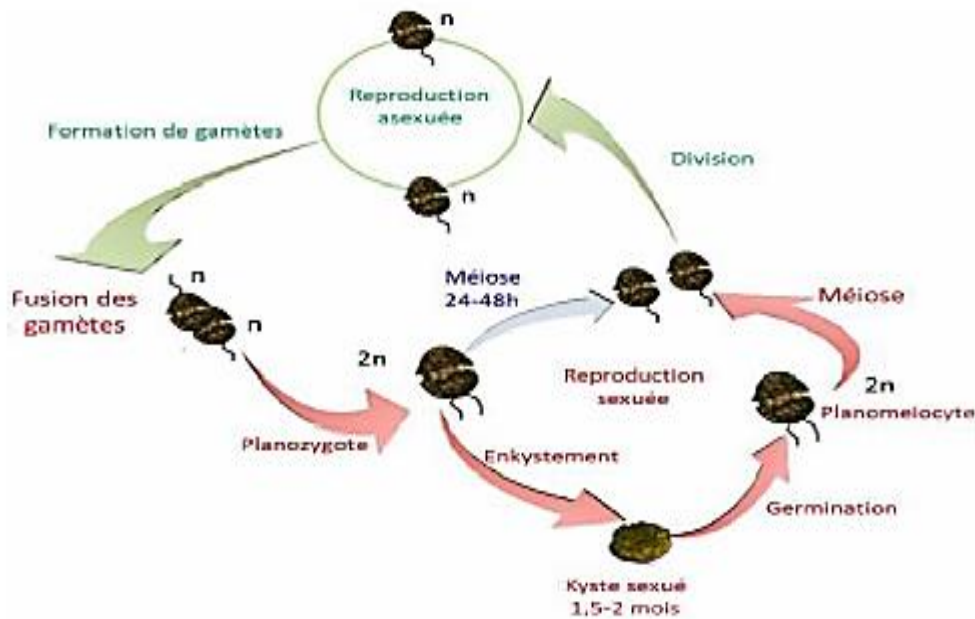


Figure 07: Cycle de vie dinoflagellés (*Alexandrium* sp.) (Figuroa *et al*, 2010).

Bien que la reproduction sexuée se produise de temps en temps, la reproduction asexuée prédomine par la formation d'aplanospores (spores non flagellés) et/ou par division cellulaire (Feki-Sahnoun, 2013).

6.3 Diatomées

Les diatomées sont des algues unicellulaires qui sont divisées en trois groupes : algues jaune brun, algues vert-jaune et diatomées (également connues sous le nom de bacillariophycées) (Burckle, 1998).

Ils se comptent par dizaines de milliers. La présence d'une paroi siliceuse cellulaire connue sous le nom de frustule est leur caractéristique la plus distinctive. Chez certaines espèces, une fente raphé traverse une partie ou la cellule entière, mais chez d'autres, une fente pseudoraphé traverse toute la cellule. Ils sont exempts de flagelles et leurs mouvements sont facilités par la sécrétion de mucilage, qui sert également à connecter les cellules au sein des colonies et à permettre aux espèces benthiques d'adhérer au substrat (Feki-Sahnoun, 2013).

Les diatomées sont également des indicateurs de la qualité de l'environnement, et un système de catégorisation basé sur la diatomée a été développé (Prygiel *et al.*, 1996).

Les diatomées se reproduisent principalement par reproduction végétative, c'est-à-dire par mitoses consécutives, ou par reproduction sexuée. La croissance de la biomasse est obtenue par multiplication cellulaire végétative, ce qui se traduit par des populations monoclonales, dans lesquelles tous les membres d'une population ont le même génotype.

Toutefois, ce type de multiplication a pour inconvénient d'entraîner la diminution de la taille des cellules des diatomées (Hermann, 2011).

6.4 Chlorophycées

Ce groupe est extrêmement vaste et morphologiquement diversifié, avec 500 genres représentant environ 15000 espèces, unicellulaires ou pluricellulaires, largement réparties dans tous les milieux (marins, d'eau douce et d'eau salée) (Chrétiennot-Dinet, 1990).

Cependant, la présence d'autres pigments peut modifier la coloration de certaines espèces, ce qui entraîne des individus de diverses espèces d'algues vertes avec des couleurs allant du vert clair au vert foncé, presque noir.

Pour assurer leur reproduction, ces organismes produisent typiquement des zoospores au sein de la cellule mère paroi cellulaire. Dans les formes coloniales, chaque cellule coloniale est divisée végétativement en n unités cellulaires, ce qui donne $2 \times n$ unités cellulaires. On retrouve également 3 types de reproduction sexuée : isogamie (2 gamètes de même taille), anisogamie (gamète male plus petit que gamète femelle) et oogamie (gamète femelle non flagellé et gamète mâle flagellé) (Nozaki, 2003).

Certaines espèces d'algues vertes se reproduisent asexuellement, généralement par simple fission ou fragmentation, cependant, certaines espèces produisent des spores (Hollar, 2011).

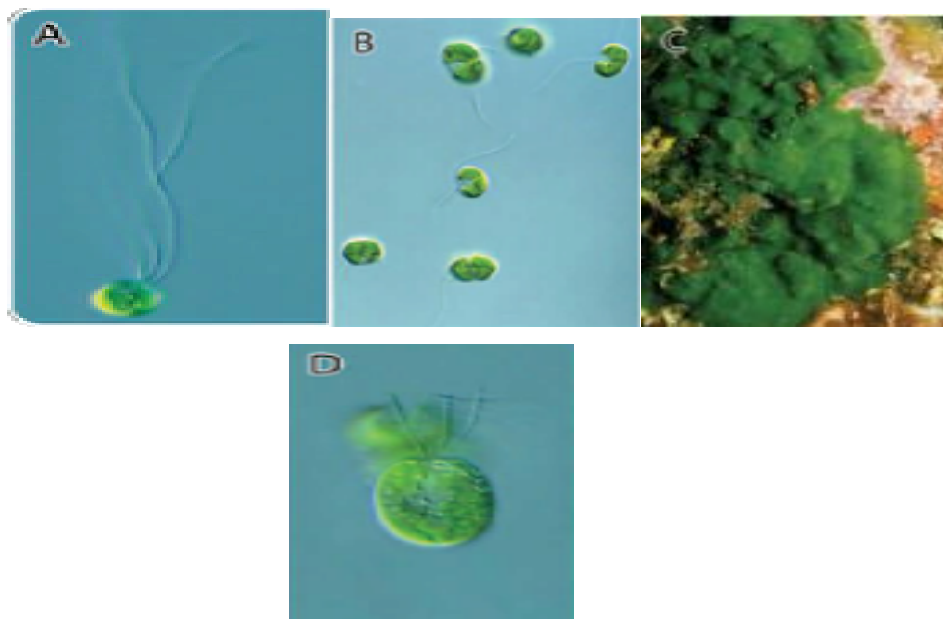


Figure 08: Diversité taxonomique des Chlorophycées.

A : *Pterosperma* (*Pyramimonadales*), **B :** *Nephroselmis*, **C :** *Palmophyllum*,

D : *Tetraselmis* (Leliaert *et al.*, 2012).

6.5 Chrysophycées

Les chrysophycées sont des microalgues unicellulaires de couleur jaune à brune, de forme allongée et de petite taille (2 à 3 microns). Elles vivent en colonies ou seuls dans les océans et sur terre dans les zones de climat tempéré et chaud (**Mollo et Nourry, 2013**).

La majorité de ces cellules viennent de mixotrophie. La majorité des cellules ne sont pas imprégnées, bien que d'autres aient deux flagelles qui sont à peu près de la même taille. De nombreuses espèces n'ont pas de membrane cellulaire et sont plutôt entourées d'une membrane cytoplasmique. D'autres possèdent une surface cellulaire couverte de plaques ou d'écailles siliceuses ou calcaires. Bien que la majorité de ces micro-organismes soient des dulçaquicoles libres ou fixes, il existe quelques taxons marins (**Feki-Sahnoun, 2013**).

6.6 Cryptophycées

Les cryptophytes sont une évolution unique et écologiquement significative des eucaryotes qui vit dans des environnements marins, saumâtres et d'eau douce. Les cryptophytes sont principalement photosynthétiques, avec des plastes contenant de la chlorophylle a et c et des pigments phycobilines comme pigments supplémentaires. Ils sont composés de groupes de couleurs photosynthétiques bruns, rouges ou bleu-vert (**Kim et al., 2017**).

En fait, l'enveloppe qui les entoure est connue sous le nom de 13 périplastes et est composée de deux couches distinctes : un périplaste interne (succession de plaques protéiques) et un périplaste externe (un seul protéique membrane) qui entoure la membrane plasmique (**Kugrens et Clay, 2003**).

6.7 Euglénophycées

Ce sont de petites algues flagellées avec pas ou peu de chloroplastes qui vivent principalement en eau douce. Ils sont membres de la famille des euglenozoa. Il existe 13 catégories différentes et environ 2000 espèces différentes (fig. 09). Ils sont presque toujours unicellulaires, sans paroi celluloïd, et ont un, deux ou trois flagelles qui sont le résultat d'une invagination de membrane celluloïd, d'une vacuole contractile, et d'un stigmate rouge composé de globules caroténoïdes.

Malgré le fait que certaines euglènes sont non pigmentées, phagotrophes (capables d'ingérer des particules solides), et donc classés comme protistes animaux (ex protozoaires), la majorité sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes (**Boulefa et Bouldjedri, 2020**).

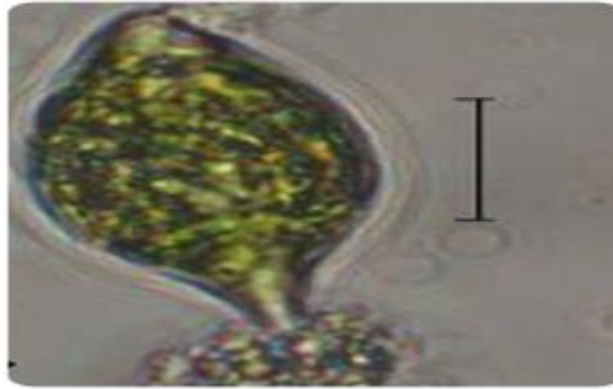


Figure 09: Photomicrographies d'*Euglena gracilis* (Roy et Pal, 2016).

6.8 Glaucophycées

Les Glaucophytes (également connus sous le nom de Glaucocystophytes) ont été le premier groupe d'eucaryotes photosynthétiques. Il s'agit d'une petite catégorie d'algues unicellulaires que l'on trouve dans les milieux d'eau douce et terrestres. Le plaste des Glaucophytes est original car il possède des caractéristiques structurales très proches de celles des cyanobactéries : paroi de peptidoglycane de type procaryote autour du plaste, chlorophylle a et phycobiline comme unique pigment (Andersen, 2013). Les chloroplastes des Glaucophytes sont bleu-vert et ont l'apparence de chloroplastes cyanobactériens.

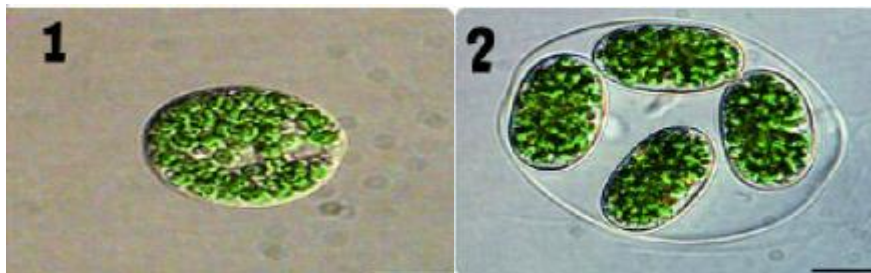


Figure 10 : Cellules d'algues. (1) : Cyanophyte, (2) : Glaucophytes (Price et al., 2017).

6.9 Xanthophycées

Il existe environ 100 genres différents de xanthophycées et près de 600 espèces différentes de dulçaquicoles. Ils existent à l'état unicellulaire, colonial ou filamenteux, et se distinguent par une proportion plus élevée de pigments caroténoïdes (-carotène) que la chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-vert. Les xanthophycées ont 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 sont divisées principalement par fission binaire, bien qu'elles puissent également produire des zoospores. Lorsque la reproduction sexuée se produit, elle est presque toujours isogame (Rolland, 2009).

6.10 Haptophycées

Les coccolithophores sont membres de l'embranchement Haptophyta, qui est l'un des trois principaux groupes de producteurs primaires marins, avec Dinophyta et Ochrophyta. Ses représentants sont surtout rencontrés dans les milieux océaniques oligotrophes mais sont susceptibles de coloniser tous les types de milieux aquatiques dans des proportions plus ou moins importantes (y compris des espèces d'eau douce comme la coccolithophore *Hymenomonas roseola*).

À l'exception des colonies de *Phaeocystis*, qui peuvent atteindre des tailles d'échelle millimétrique, les haptophytes sont des unicellulaires qui vivent principalement dans le nanoplancton et très rarement dans le Picoplancton. Cet embranchement compte environ 80 genres et près de 300 espèces rassemblées dans deux classes : les Pavlovophyceae et les Prymnesiophyce (**Houdan, 2003**).

6.11 Rhodophycées

Elles sont souvent connues sous le nom d'algues rouges et sont représentées par les Rhodophycées, une seule famille d'algues. Ils sont souvent filamenteux, largement distribués dans les mers et rétrécissent dans l'eau douce chez certains genres. Seulement 29 des 600 genres connus se trouvent en eau douce, avec environ 180 espèces.

La différence entre les cyanophycées et les autres plantes est souvent difficile à faire car les pigments sont similaires : Mis à part la chlorophylle a et d, il existe des pigments bleus et rouges : Phycoérythrine et Phycocyanine, avec Xanthophylles et Caroténoïdes. Cependant, et à la différence des Cyanobactéries, ces pigments seront portés par un ou plusieurs plastes. Les réserves sont constituées par de l'amidon floridéen ou rhodamylon qui est une amylopectine proche du glycogène prenant une teinte acajou avec la solution iodo-iodurée (**Boulefa et Bouldjedri, 2020**).

Les algues rouges sont divisées en deux groupes : les Bangiophycées (qualitatifs originaux) et les Floridéophycées (plus complexes). Ils se distinguent souvent par un cycle de reproduction particulièrement compliqué (**Garon-Lardiere, 2004**).

7. Ecologie du phytoplancton

Le phytoplancton a une plasticité écologique importante. Ces espèces très ubiquistes colonisent les biotopes terrestres et aquatiques, et se retrouvent dans l'eau douce, saumâtre ou salée. Certaines espèces vivent en association avec d'autres animaux tels que les protozoaires, les spongiaires et les ascidies (endozoïques). De plus ces organismes vivent en symbiose avec

des champignons et des algues vertes pour former les lichens. Les phytoplanctons sont une remarquable adaptation à la température et une excellente adaptabilité aux variations lumineuses grâce à une composition pigmentaire qui leur permet d'utiliser une large gamme du spectre lumineux (**Bensafia, 2005**).

Le phytoplancton tient la place de producteur primaire dans le réseau trophique et il évolue de façon saisonnière aussi bien en milieu lacustre. Ce qui a pour conséquence de structurer le réseau trophique, les niveaux trophiques supérieurs dépendant directement ou indirectement de cette saisonnalité (**Rossi, 2008**).

Dans les écosystèmes océaniques hauturiers généralement oligotrophes, les efflorescences phytoplanctoniques sont observées au printemps, lorsque les conditions sont favorables à la formation d'une couche de mélange. Ceci permet au phytoplancton de se maintenir dans les eaux de surface, riches en nutriments d'une part, et où la disponibilité en énergie lumineuse est importante d'autre part. En milieu côtier, les apports terrigènes permettent le maintien des concentrations élevées en sels nutritifs dans le milieu et plusieurs blooms successifs peuvent être observés. La dynamique du phytoplancton est ainsi plus complexe en domaine côtier, plusieurs facteurs pouvant agir sur la croissance de sa biomasse (**Gailhard, 2003**).

8. Le rôle du phytoplancton

Parmi toutes les créatures de notre planète, beaucoup ont été complètement entrevues : c'est le cas des microalgues. Parce qu'elles sont apparentées aux macros algues, elles sont intégrées au monde des plantes aquatiques, et leur originalité s'étend aux structures unicellulaires. En fait, tout le monde est constitué d'une seule cellule, où toutes les fonctions se conjuguent : respiration et photosynthèse, assimilation, reproduction. Environ 6000 espèces de microalgues ont été trouvées dans le milieu marin et plus de 14 000 espèces ont été trouvées dans les eaux douces. Si les microalgues de petite taille ne peuvent être observées qu'au microscope, elles peuvent parfois être détectées en grande quantité par la couleur de l'eau : verte, brune, rouge... Chaque cellule contient des pigments dont la fonction est d'assurer la photosynthèse, fournissant ainsi 60 sortes de pigment. Jusqu'à 80 % d'oxygène dans l'atmosphère.

Le phytoplancton est également une riche source de nutriments bénéfiques pour notre santé, tels que des protéines, des vitamines et des minéraux. Le plancton végétal est la principale source de de la nutrition pour aquatiques herbivores, donc phytoplanctonique la

biodiversité est un important de facteur. La croissance du cycle des microalgues populations influe sur le mode de vie de leurs consommateurs (primaires consommateurs), qui à leur tour influencent le mode de vie des carnivores qui consomment les (Consommateurs secondaires).

Le plancton végétal est donc le fondement de l'édifice qui est l'aquatique assemblage

Le plancton végétal est un remarquable compartiment à cause de l'rôle qu'il joue non seulement dans le milieu aquatique environnement, mais aussi dans tous les aspects de nos vies : l'environnement qualité (oxygène), la nutrition (poissons et mer fruits), le bien-être (santé et beauté), et des ressources industrielles (**Prescott et al., 2003**).

9. Facteurs de croissance de phytoplancton

Divers facteurs environnementaux, comme les nutriments, la lumière et la température, influencent l'abondance et la propagation du phytoplancton dans les milieux naturels. L'effet de chaque facteur, ou stress, varie avec le temps et l'espace, et l'importance relative de chaque facteur varie également. Il n'est plus difficile d'identifier le facteur de contrôle la productivité primaire est importante, mais il faut du temps et des efforts pour identifier la source du stress environnemental. Cette difficulté est due en partie à l'action simultanée de plus d'un facteur de stress, et elle est exacerbée par notre manque général de compréhension de la façon dont un facteur interagit avec les autres dans le contrôle de la croissance (**Rhee, 1982**).

Ainsi que la croissance de phytoplancton nécessite des sels minéraux (nitrate, phosphore, silicate, potassium), des oligo-éléments (magnésium, fer) et de carbone atmosphérique (CO₂), ainsi que certaines conditions du milieu (**Saoudi, 2008**) :

- ✓ Température et niveau des précipitations
- ✓ Turbidité (degré d'opacité) de l'eau
- ✓ Taux d'ensoleillement,
- ✓ Degré de la pollution Dans un cycle annuel

Le phytoplancton a beaucoup de variations saisonnières ; leur croissance est mieux observée au printemps et à l'automne, lorsque les conditions sont idéales. À l'heure actuelle, ce cycle annuel a été perturbé en raison des changements dans l'environnement récepteur causés par les apports excessifs de nutriments et les changements climatiques. La photosynthèse est un processus qui nécessite deux comportements interdépendants dans le

phytoplancton : l'extraction du dioxyde de carbone de l'atmosphère (CO₂), nécessaire au cycle de Calvin, et la colonisation de la couche superficielle de l'océan, qui varie en raison de changements de température, de salinité ou d'intensité du vent (**Cadier, 2016**).

Le phytoplancton, comme tous les autres êtres vivants, génère de l'énergie par photosynthèse, un processus qui utilise l'énergie du soleil pour produire des glucides. (Tels les troncs et les branches des arbres) (**Yon, 2004**).

Ils, en revanche, consomment la même quantité de CO₂ lors de réactions photosynthétiques et aident ainsi à régénérer l'oxygène (O₂). À partir d'observations par satellite, la concentration de chlorophylle a, le pigment principal dans les réactions photosynthétiques, peut être utilisée pour déterminer l'abondance des communautés de phytoplancton au niveau de l'océan (**Benabdellouahad, 2006**).

10. Importance du phytoplancton

10.1. Intérêt écologique

Un grand nombre d'êtres vivants sur notre planète passent complètement inaperçus : c'est le cas des microalgues, également connues sous le nom de « phytoplancton ». Ils font partie du monde des plantes aquatiques en raison de leur filiation avec de grandes algues, et leur caractère unique provient de leur composition unicellulaire. En fait, chaque individu est constitué d'une seule cellule qui abrite toutes les fonctions : respiration et photosynthèse, assimilation et reproduction (**Mollo et Noury, 2013**).

Dans le milieu marin, environ 6 000 espèces de microalgues ont été identifiées, dont plus de 14 000 en eau douce. Bien que la petite taille des microalgues limite leur observation à un microscope, leur présence en grand nombre peut parfois être détectée par la couleur de l'eau : verte, brune, ou rouge... En fait, chaque cellule contient des pigments dont la fonction est d'assurer l'efficacité photosynthétique. Laquelle fournit de 60 à 80 % de l'oxygène atmosphérique. Le phytoplancton est également une source de produits bénéfiques pour la santé humaine : protéines, vitamines et minéraux qui y sont concentrés. Les microalgues, comme les plantes terrestres, sont sensibles à leur environnement et évoluent à un rythme saisonnier, le plus grand nombre de divisions cellulaires se produisant au printemps et à la fin de l'été. La qualité chimique de l'eau est l'un des déterminants du bon développement des populations de phytoplancton (**Mollo et Noury, 2013**).

Le phytoplancton est la principale source de nutrition des herbivores aquatiques, c'est pourquoi la biodiversité des populations de phytoplancton est un facteur important. Le taux

de développement des populations de microalgues influence le rythme de vie de leurs consommateurs (consommateurs primaires), et ceux-ci régulent à leur tour le taux de consommation par les carnivores (consommateurs secondaires). Le phytoplancton est donc le fondement de l'édifice qui abrite tous les organismes aquatiques. Le phytoplancton est un compartiment remarquable en raison du rôle important qu'il joue non seulement dans le milieu aquatique, mais aussi dans tous les aspects de la vie humaine : qualité de l'environnement (oxygène), nutrition (poissons et fruits de mer), bien-être (santé mentale, beauté), et ressource industrielle (**Mollo et Noury, 2013**).

10.2. Culture des microalgues et importance économique et industrielle

La fabrication de microalgues et de cyanobactéries est en hausse dans le monde entier. En cinq ans, elle est passée de 5 000 tonnes par an à plus de 10.000. Les cultures de biomasse à grande échelle riches en protéines, vitamines, minéraux, pigments, antioxydants, acides gras polyinsaturés à longue chaîne et autres nutriments sont principalement utilisées dans l'industrie cosmétique et des compléments alimentaires. La Spiruline (*Arthrospira platensis*), famille Oscillatoriaceae, ordre Nostocales, et *Chlorella* spp, famille Chlorellaceae, ordre Chlorellales, sont les espèces les plus souvent cultivées dans cette région. D'autres espèces sont cultivées en aquaculture pour produire du zooplancton, nourrir les larves de poissons et nourrir les bivalves, entre autres (**Cadoret et Bernard, 2008**).

Microscopiques algues jouent un important rôle dans une variété de domaines, y compris l'agriculture comme un biologique engrais pour les pauvres sols, en particulier Sahariens squelettiques, dont la structure est perturbée par une abondance de sodium des ions dans l'irrigation de l'eau, résultant en très défavorables asphyxiants conditions. En un résultat, l'ajout d'Azote riches microalgues à ce genre de sol peut être en mesure de compenser pour le manque d'organique la matière. De plus, ces mêmes algues représentent une source non négligeable de protéines alimentaires (50 à 60 % du poids total) pour l'homme et les animaux, qu'ils soient terrestres ou aquatiques. Microalgues également produire une variété de produits chimiques produits qui sont uniques à eux, y compris l'agar-agar, alginates, carraghénanes, et une variété d'autres polysaccharides (**Chader et Touzi, 2001**).

- Les alginates Ils sont largement utilisés comme émulsifiants et colloïdes stabilisateurs dans les aliments, textiles, cosmétiques, et papier industries, comme ainsi que dans la médecine dentaire et produits pharmaceutiques (**RAVEN et al., 2003**).
- L'agar : Il est utilisé dans la fabrication de capsules contenant des vitamines et des médicaments, comme ainsi que les matériaux utilisés dans l'art dentaire implants,

comme ainsi que comme un point de départ pour les cosmétiques et une culture moyenne de bactéries et d'autres microorganismes. Purifié agarose gel est le plus couramment utilisé du gel dans biochimie recherche Electrophorèse. Agar est également utilisé pour prévenir la déshydratation de boulangerie produits dans la préparation de prêt-à-manger gelées et desserts, aussi bien que pour le temporaire de stockage de la viande et du poisson dans tropicales régions (**RAVEN *et al.*, 2003**).

- Carrageen : est un voisin colloïde dérivé d'algues ; il est préféré à la gélose pour la stabilisation des émulsions telles que les peintures, les cosmétiques et les produits laitiers (**RAVEN *et al.*, 2003**).

11. Impacts du phytoplancton sur les écosystèmes aquatiques

Les liens entre les nutriments, l'eutrophisation, l'hypoxie, et nocive d'algues reproduction, aussi bien que leurs effets sur les marins écosystèmes, sont nombreux et difficiles à quantifier. Les termes « zones mortes » se réfère à la mer les zones où la dissolution de l'oxygène concentration est insuffisante (hypoxie). La plupart sont insatisfaits de leur vie aquatique. Ils sont bien connus à travers le monde et sont à l'origine d'un déclin dans biologique diversité.

Microscopiquement morts algues se décomposent au le fond des océans due à des bactéries action qui consomme une grande partie de l'oxygène dissipée par mer profonde eau. En raison de la stratification des annuelles océaniques les eaux, les profondes eaux restent hypoxiques et deviennent inhospitalières. Dans certains cas, l'oxygène devient rare si rapidement que la faune ne pas avoir le temps de fuir, entraînant en massif poissons mortalité (**Labeled et Si Bachir, 2015**).

11.1. Effet sur le zooplancton

Bien que le phytoplancton n'affecte pas directement l'homme, sa croissance peut conduire à une diminution de la variété des poissons et fruits de mer de leur menu à travers le zooplancton permanent. Pour préserver l'abondance de nourriture que fournit l'océan , l'homme doit protéger en permanence le zooplancton et ainsi surveiller la diversité du phytoplancton. Pour ce faire, ils doivent porter leur attention sur la qualité de l'eau et la prévention des diverses pollutions qui nuisent aux océans et mettent en danger l'ensemble de la chaîne alimentaire marine (**Mollo et Noury, 2013**).

11.2. Effet sur les mollusques et les crustacés

Il a été découvert que les toxines cyanobactériennes s'accumulent essentiellement dans l'hépatopancréas des crustacés. Ces toxines sont produites par la consommation de cyanobactéries, aussi bien que par la directe ingestion de libres toxines dans l'eau. Parce que

les escargots ne pas apparaître à être sensibles à ces toxines, ils peuvent accumuler les et forme, comme les mollusques, Une importante source de contamination pour plus trophiques niveaux (**Fremy et Lassus, 2001**).

11.3. Effet sur les poissons

En plus de les indirects effets que les cyanobactéries peuvent avoir sur les poissons par leur incidence sur zooplancton, il est également important de rappeler que la floraison des périodes peut causer anoxie dans l'environnement, ce qui peut avoir des mortelles conséquences pour Piscicole populations (**Fremy et Lassus, 2001**).

Les décès de poissons causés par les cyanobactéries sont, en fait, principalement attribuables à la désoxygénation causée par la décomposition d'une glace Banquise. De plus, les cyanobactéries libèrent des geosmines, qui donnent au poisson ce goût désagréable de vase. Ce genre de nuisance apparaît dans l'hiver comme un résultat de l'élaboration d'une Phormidium espèces dans la Phormidiaceae famille, qui vit à la surface de la vase (**Billard, 1998**).

De nombreux articles ont décrit expérimentalement les effets des toxines cyanobactériennes, en particulier des micro cystines, sur la Truite et la Carpe. Ces études ont révélé que les principaux organes touchés étaient la foie, les reins et les branchies. Cependant, peu d'études ont été menées sur les effets des toxines cyanobactériennes sur les poissons en milieu naturel. Cependant, des études ont montré que les micro cystéines causent des dommages à l'épithélium branchial des sauvages Truite des populations, aussi bien que brèmes et gardons (**Fremy et Lassus, 2001**).

Ces producteurs de toxines espèces, qui ont également été identifiés comme toxiques, ont donné lieu à la mort de poissons, notamment carpes (**Billard, 1998**).

11.4. Impact sur les vertébrés terrestres

Les petits mammifères sont sensibles à venir en contact avec des toxiques Cyanobactéries en dehors du laboratoire quand ils visitent l'eau corps à dessaler. Un important nombre d'intoxications cas impliquant ovins, en particulier cattle, ont maintenant été rapportés dans la littérature (**Fremy et Lassus, 2001**).

De nombreuses bien documentées exemples de l'États-Unis décrivent cyanobactéries épidémies. *Microcystis aeruginosa*, un membre de la famille des Microcystaceae, était fréquemment associé à ces incidents. En dehors de l'États-Unis, il est important de noter que semblables événements ont eu lieu dans d'autres pays tels que l'Afrique, le Canada, et la Suisse. Dans le plus récent cas, les décès de plus de 100 vaches, la plupart des qui affichent des symptômes de foie toxicité et, dans de rares cas, neurotoxicité, ont été signalés sur un 20

ans période dans divers endroits à travers la Suisse Alpes. De plus des intoxications d'oiseaux ainsi que de singes ont été signalées (**Fremy et Lassus, 2001**).

11.5. Intoxications humaines

Les toxines produites par les cyanobactéries sont principalement des endotoxines qui s'accumulent dans les cellules des algues. Ils agissent soit après l'ingestion de ces microalgues ou après la libération de la lyse algale (**Fremy et Lassus, 2001**).

L'ingestion de la mer des fruits contenant des algues toxine concentrations dans leurs tissus peut entraîner dans neurologiques, digestifs, et musculo - squelettiques symptômes qui peuvent conduire à la mort .Lorsque les conditions sont favorables, toxiques microalgues prolifèrent dans douce l'eau, causant d'énormes animaux morts et potentiellement mettre en danger la santé des baigneurs, des problèmes allant de la petite peau irritation de irréversibles neurologiques ou hépatiques lésions (**Fernandez, 2002**).

Il existe deux principales espèces de dinoflagellés qui ont été redistribuées. Dinophysis, famille Dinophysaceae (50 microns), contient une toxine (DSP : diarrhéique Shellfish Poison) qui accumule dans la chaise de coquillages (moules, palourdes, Saint-Jacques coquilles, Huîtres ...) Même si ces coquillages ne pas apparaître à être affectées par la présence de ce toxique microalgue, ils sont impropres à la consommation, provoquant gastro-intestinaux problèmes dans les humains. Les symptômes apparaissent douze heures après l'ingestion et provoquent des diarrhées, des douleurs abdominales et, dans certains cas, des vomissements (**Mollo et Noury, 2013**).

Alexandrium, un membre de la Gonyaulacaceae famille (taille de 20 à 25 microns), produit qui paralysent les toxines (PSP : paralytique Shellfish Poison) que la cause intoxication dans les consommateurs de contaminé crustacés, avec des symptômes apparaissant en moins de trente minutes : fourmillements et picotements, extrémité en largement, vertigo et, dans les cas les plus graves, paralysie des muscles respiratoires pouvant conduire à la mort (rare). À l'heure actuelle, il n'y a pas de traitement pour ces questions. Les toxines attaquent le système nerveux de la personne qui les consomme, mais n'ont aucun effet sur les coquillages (**Mollo et Noury, 2013**).

Les pseudo-nitzschia, de la famille des Bacillariacées, peuvent également être toxiques. Depuis 1999, deux espèces de diatomées, Pseudo-nitzschia, ont été prolifèrent sur nos côtes, infestant les poissons et fruits de mer (toxiques à 100 000 cellules par litre). Des vomissements et des diarrhées apparaissent entre deux et vingt-quatre heures après l'ingestion pour le consommateur, suivis de maux de tête et de troubles de l'équilibre et de la vision (**Mollo et Noury, 2013**). Suite à une floraison d'Anabaena sp. Famille des Nostocacées et

Microcystis sp. Famille de Microcystaceae dans un barrage à Itaparica, Brésil, en 1993, 2000 personnes ont été infectées par des symptômes gastro-intestinaux. Cette grave intoxication a tué 88 personnes, la majorité des qui étaient des enfants. Une autre fatale intoxication a eu lieu en 1996, en prenant la vie de plus de 50 personnes dans une dialyse centre à Caruaru, Brésil, en raison d'une énorme croissance de Microcystis, Anabaena, et Anabaenopsis, aussi bien que la présence de hepatotoxines « micro cystéines et nodulaires » dans le réservoir d'eau du centre (**Fremy et Lassus, 2001**).

12. Application des phytoplanctons

Il existe de nombreuses applications pour ces microalgues, y compris la nutrition humaine et animale, les cosmétiques et les produits pharmaceutiques. Chaque espèce de microalgue a des propriétés uniques, et aucune des microalgues produites n'a une seule application. Ces microalgues ont un large éventail d'applications, y compris la nutrition humaine, la nutrition animale, les cosmétiques et les produits pharmaceutiques. Chaque espèce de microalgue a des propriétés uniques, et aucune microalgue produite n'a une seule application. Il est possible de classer les espèces en fonction de leurs utilisations principales (**Filali, 2012**).

12.1. Application alimentaire

Certaines espèces de microalgues peuvent être consommées comme légumes. *Undariapinnatifida*, *Laminariajaponica* et *Porphyra* sp sont les plus couramment consommées espèces. Les microalgues dans les aliments sont bénéfiques en plus de leurs propriétés épaississantes, émulsifiantes ou stabilisantes, qui sont bien connues et largement utilisées par les industries agricoles et alimentaires. Ils ont également des propriétés nutritionnellement intéressantes en nutrition humaine.

La composition de l'eau de mer est remarquable par sa consistance. Elle contient tous les éléments nécessaires à la vie de l'entretien, qui les microalgues absorbent et concentré dans leurs tissus (**Abadli et Harkati, 2005**).

12.2. Applications pharmaceutiques

L'industrie pharmaceutique utilise également des extraits de microalgue. Les principes actifs extraits de microalgues sont utilisés comme anti-inflammatoire sophagien, pour lutter contre l'embolie, pour des effets laxatifs, ou encore pour des pansements, pour les microalgues peuvent être utilisés pour améliorer le confort diabétique. En effet, certains polysaccharides dérivés des microalgues des côtes françaises peuvent moduler l'absorption

intestinale du glucose et la réponse insulínique aux aliments. De plus, oligosaccharides extraits de microalgues ont été montrés pour améliorer l'équilibre de la flore intestinale en encourageant la croissance des bactéries bénéfiques. Ces bactéries sont actuellement largement utilisées dans les préparations lactées hypocaloriques, riches en vitamines et minéraux. Les microalgues alimentaires contiennent une variété de polysaccharides qui diffèrent grandement de ceux trouvés dans les plantes terrestres. Ces polysaccharides représentent pour entre 30% et 70% du poids sec de microalgues, selon l'espèce (**Gana, 2014**).

Le phytoplancton est connu pour libérer des substances antibactériennes dans l'environnement (**Barnabé et Barnabé-Quet, 1997**).

Certaines espèces de *Scenedesmus* et de *Chlorella* ont un effet inhibiteur sur *Bacillus cereus* et *Pseudomonas* sp, tandis que d'autres ont un effet biocide sur les coliformes et les *Salmonella* (**Champiat et Larpent, 1994**).

12.3. Applications cosmétiques

Les microalgues utilisées dans l'industrie cosmétique sont souvent les mêmes que celles utilisées dans les applications alimentaires. Cependant, des projets de recherche ont mis au jour de nouvelles applications pour de nouvelles espèces. Les microalgues sont utilisées dans l'industrie cosmétique comme extraits de plantes, broyées (par exemple, pour les gommages) et colorants.

Compte tenu de l'importance du marketing dans l'industrie cosmétique, les microalgues sont fréquemment utilisées pour projeter une image positive des produits naturels qui offrent des avantages de la mer (**Amina, 2020**).

12.4. Approvisionnement agricole et traitement de l'eau

En agriculture, les microalgues sont principalement utilisées comme engrais ou comme ingrédient dans la production d'aliments pour animaux. Dans le cas de l'engrais, les algues sont broyées en poudre, en extraits liquides ou en microbilles avant d'être étalées sur le sol.

Les microalgues, d'autre part, favorisent la croissance des plantes, la résistance aux maladies dans l'eau douce et la production de produits chimiques anti-gastéropode.

Fucales sont utilisés comme compléments alimentaires dans l'alimentation animale en raison de leurs propriétés digestives. Ils sont transformés en farinas mélangés à des aliments **(Abadli et Harkati, 2015)**.

Chapitre II : Matériel et méthodes



Chapitre II : Matériel et méthodes

Après avoir terminé la première moitié, qui est l'aspect théorique, nous passerons à l'aspect pratique, qui est l'aspect le plus essentiel de notre recherche, où nous discuterons de tous les outils et méthodes qui ont contribué à l succès de ce processus.

1. Description de site

1.1. Présentation de la wilaya de Guelma

La wilaya de GUELMA est située au Nord-Est de l'ALGERIE à 60 km environ de la Méditerranée. Elle est limitée au Nord par la wilaya d'ANNABA, au Nord-Est par la wilaya d'EL TARF, au Sud-Est par la wilaya de SOUK AHRAS et OUM-EL BOUAGUI, à l'Ouest par la wilaya de CONSTANTINE et au Nord-Ouest par la wilaya de SKIKDA. Elle s'étend sur une superficie de 3686,84 Km². La zone d'étude se situe dans la plaine de GUELMA. Elle concerne la commune de GUELMA, BELKHEIR, BOUMAHRA AHMED.

Sur l'aspect administratif : la Wilaya de GUELMA a été créée en 1974, comprend 10 Daïras et 34 Communes.

Ci-dessous, nous allons présenter la commune de NECHMAYA, qui appartient à la Daïra de GUELLAT BOU SBAA où nous trouvons notre site d'étude.

1.2. Situation de la commune de Nechmaya

Sur le plan administratif la commune de NECHMEYA appartient à la daïra de GUELLAT BOU SBAA et à la wilaya de GUELMA, elle a été créée en 1855. La ville compte 9 964 habitants d'après le dernier recensement de la population en 2013.

Elle est délimitée au Nord par la commune d'AÏN BERDA (Wilaya d'ANNABA), au Sud par la commune de GUELLAT BOU SBAA et DJEBALLAH KHMISSI, à l'Est par la commune d'AIN BEN BEIDA et vers l'Ouest par la commune de BOUATI MAHMOUD et HELIOPOLIS (Fig. 11).

La commune de NECHMEYA est distante de la wilaya de GUELMA de 20 Km (C.D.N, 2014). Ses coordonnées géographiques sont :

Latitude : 36° ' 63 41 " Nord ;

Longitude : 7° 63' 48 " Est ;

Altitude : 254 m

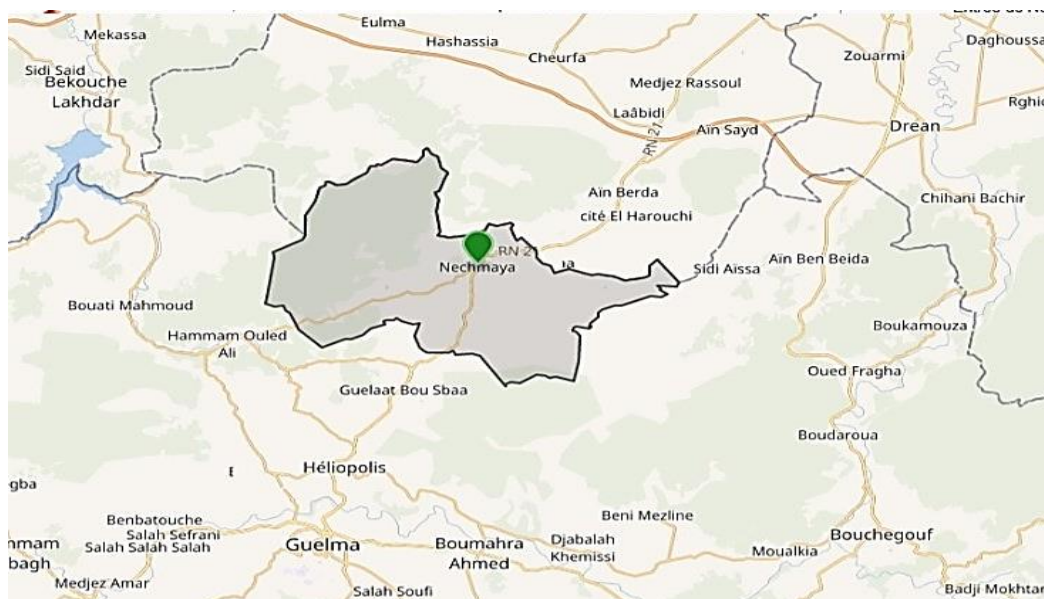


Figure 11: Localisation du site de l'étude (la commune de Nechmaya) (google earth2021)

2. Présentation de stations des prélèvements

La sélection des stations d'entraînement est basée sur l'accessibilité des stations. La première étape dans la contribution à l'étude de la biodiversité phytoplanctonique de la retenue collinaire HADJAR GAFTA est le choix de la période de prélèvement (Fig. 12).



Figure 12: Localisation de station de prélèvement (Google maps, 2021)

Nos études se sont étendues à la période printanière, lorsque nous avons fait deux sorties. Première sortie se fait le 24/04/2021, et la deuxième se fait le 30/05/2021 (Fig. 13).



Figure 13: La station des prélèvements au mois d'Avril et de mars (Photos prise personnel en 2021)

Tableau 2: Présentation de stations des prélèvements.

Date des prélèvements	Heure de prélèvement	Les coordonnées G.P. S	Caractéristiques et observations
Prélèvement 1 24/04/2021	15 :20h	X : 36°36.003' N Y : 007° 29.271' E Z : 298.8 m	-Situé à Sud de la retenue. -Très proche de la route de Nechmaya - Hammam Ouled Ali.
Prélèvement 2 30/05/2021	11 :15h		

3. Méthodes du travail

Ce travail de recherche s'est basé sur :

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

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

3.1.Prélèvement

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

3.2.Fixation

Pour fixer les structures phytoplanctoniques incluses dans les échantillons, un volume de Lugol concentré a été ajouté immédiatement après leur collecte (5 ml pour une bouteille

de 1 L) (**Bourelly, 1966 ; Thronsen, 1978**). Ensuite les échantillons sont transportés au laboratoire pour être analysés.

Avant leurs analyses les bouteilles sont conservées dans un milieu frais à l'abri de la lumière afin d'éviter la décoloration et la détérioration des cellules. On transfère 25 ml de l'échantillon mère fixé préalablement avec le Lugol dans un tube à essai et on le laisse décanté 24 h (**Bourelly, 1990**).

3.3. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Avant de prélever l'échantillon, des autocollants de bonne qualité et non détachables doivent être apposés sur la bouteille en plastique, dans ces derniers, on doit noter avec précision : La date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (**Lightfoot, 2002**).

3.4. Transport et conservation des échantillons avant l'analyse

Après le prélèvement des échantillons d'eaux, ils risquent de subir des modifications dans le flacon. Pour éviter ce risque, doivent être transporté à l'obscurité, ce qui permet d'assurer une conservation satisfaisante.

Après 4 jour, Les analyses ont été effectuées le plus rapidement possible au laboratoire de microbiologie du département de biologie université 08 mai 1945 Guelma.

4. Les analyses physicochimiques phytoplanctoniques

4.1. Les méthodes d'analyse et les instruments utilisés

Ce travail de recherche s'est basé sur :

- La mesure des paramètres physico- chimiques (Température, pH, TDS, la salinité et la conductivité électrique)
- L'identification des différentes espèces algales au niveau des deux sorties.

Deux types d'analyses sont réalisées au laboratoire : une analyse qualitative (identifications des phytoplanctons) et une analyse quantitative (dénombrement des individus). Dans notre recherche, nous aborderons l'analyse qualitative (identifications des phytoplanctons)

Les matériels utilisés pour l'étude de la communauté algale :

- ✚ Matériel biologique : Il s’agissait d’échantillons d’eau contenant des souches d’algues qui sont prélevés au niveau des échantillonnages de deux sorties.

Tableau 03: Le matériel utilisé pour les analyses sur terrain et au laboratoire.

Pour les analyses de laboratoire	Pour les analyses de terrain
<ul style="list-style-type: none"> -Microscope optique. - Des tubes secs. -Les lames en verre - Lamelles en verre -Micropipette. - Lugol. - Eprouvette graduée. -Portoire. -Vernie transparent. -huile d’immersion 	<ul style="list-style-type: none"> -Multiparamètres (Multiparamètre water quality monitoring system WTW Multi 350i) - L’eau distillée. -Deux bouteilles en plastiques de 1, 5L -Des étiquettes et un stylo indélébile -GPS



Figure 14 : Représente le matériel utilisé pour l'analyse des échantillons au laboratoire.
(Photos prise personnel au laboratoire d’université 8 mai 1945)

4.2.Les analyses physicochimiques

Les mesures in situ sont des analyses réalisées sur place en plongeant directement les sondes de multi paramètre utiliser dans l’eau (Fig. 15). Ces paramètres Sont très sensibles aux

conditions du milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur place (**Rodier et al., 2009**), sont mesurés in situ au moment du prélèvement.

Les mesures des paramètres physicochimiques (T° , pH, taux d'oxygène dissous, salinité et la conductivité électrique (CE)) ont été réalisées in situ à l'aide d'un multi paramètres « WTW. Multi 350i » (Fig. 15).



Figure 15: Photos de multi paramètre utilisé (WTW Multi 350i) (Photos prise personnel en situ de prélèvement)

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

4.2.1 La Température

La température est un facteur très important, dans l'étude du climat de la région. (**Chettibi, 2014**).

Il est essentiel d'avoir une compréhension précise de la température de l'eau. En effet, il est utilisé pour déterminer la solubilité des gaz, la dissociation des sels dissociés, le pH, l'origine de l'eau, et les mélanges possibles, entre autres.

De plus, cette mesure est très utile pour la recherche limnologique. En général, la température de l'eau est influencée par la source (de surface ou profonde) d'où elle provient (**Manel, Amal et Nihad, 2020**).

D'une façon générale, La température de l'eau affecte sa densité et sa viscosité, la solubilité des gaz et en particulier de l'oxygène, la vitesse de réactions chimiques et biochimiques. Ces changements ont le potentiel de tuer certaines espèces aviaires tout en favorisant la croissance d'autres, ce qui entraîne un déséquilibre écologique. Chaque espèce ne peut survivre que dans une plage spécifique de températures au-delà de laquelle elle est

destinée à périr ; il a un préférendum thermique (terme dérivé du latin préférendum, qui signifie « préférer »), qui est la valeur d'une variable ou d'un gradient, tel que la température, auquel un organisme vivant, ou plus généralement une espèce, peut atteindre son développement maximal (Arrignon, 1998).

La température est mesurée sur terrain, par un thermomètre ou un thermomètre multi paramètre est fréquemment utilisé à cette fin. Après une immersion de 10 minutes, la conférence commence (Amal, Abir et Ibtissem, 2020).

Tableau 04: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Monod, 1989).

Température	Qualité
< 20 °C	Normale
20 °C – 22 °C	Bonne
22 °C – 25 °C	Moyenne
25 °C – 30 °C	Médiocre
> 30 °C	Mauvaise

4.2.2 Le potentiel hydrogène pH

Le pH des écosystèmes aquatiques est utilisé comme substitut au pH de la chimie de l'eau pour représenter les relations complexes entre la chimie de l'eau et les effets biologiques (Bousaaroura, 2011).

Le caractère des terrains parcourus affecte le pH des eaux naturelles. Du point de vue de la santé, un pH élevé peut causer de la corrosion, tandis qu'un pH bas peut modifier le goût de l'eau (Aouissi, 2009).

L'échelle de pH détermine si un matériau est acide, neutre ou basique, et elle est calculée en utilisant le nombre d'ions hydrogène présents. Le pH d'une solution aqueuse varie de 0 à 14, un pH 7 signifie que la solution est neutre. Un pH inférieur à 7 indique que la solution est acide, et un pH supérieur à 7 indique que la solution est basique, une solution est neutre lorsqu'il y a autant de H⁺ que d'OH⁻ (Tab. 05) (Rodier *et al.*, 1996).

Le pH affecte la toxicité de certains éléments en régulant un grand nombre de réactions chimiques. La plage de fluctuation du pH est généralement comprise entre 6, 3 et 8, 3 unités (Mddelcc, 2014).

Tableau 05: Les variations du pH de l'eau (Zerluth, 2004).

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

4.2.3 Conductivité électrique

La conductivité électrique est une représentation numérique de la capacité d'une solution à transporter du courant électrique. La majorité des minéraux en solution sont de bons conducteurs. Les composés organiques, en revanche, sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (ms/m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise Entre 50 et 1500 μ s/cm (Villers, 2005).

La conductivité électrique de l'eau fournit une bonne indication de la charge minérale ainsi que de la salinité de l'eau. Elle varie avec la température et est proportionnelle au degré de minéralisation (concentration globale de minéraux généralement ionisés). Cependant, il est essentiel de noter qu'une augmentation de la conductivité est également liée à la quantité d'eaux usées éjectées à la suite des activités agricoles (Amira, 2008).

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale (Sayad, 2008). L'eau pure est un mauvais conducteur de courant électrique car elle contient très peu de particules chargées électriquement (ion) capables de se déplacer dans un champ (Rodier *et al.*, 1996).

Pour mesurer la conductivité, plongez la sonde dans l'environnement à étudier, retirez doucement la sonde et attendez que le lecteur se stabilise. Rincer les sondes à l'eau déminéralisée après chaque utilisation (Agrigon, 2000).

Dans un étang stagnant, il y a toujours des invisibles (flux). L'eau transporte la chaleur, l'électricité et le son, ce dernier se propageant beaucoup plus rapidement que dans l'air (Zerluth, 2004). Et selon le (Tab. 06), on détermine leur qualité.

Tableau 6: Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique (**Monod, 1989**)

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

La quantité totale de matériaux dissous peut être calculée en multipliant la valeur de conductivité par un facteur empirique basé sur le type de matériaux dissous et la température de l'eau. Connaître le contenu des dissous sels est crucial car chaque créature aquatique a ses propres exigences dans ce domaine. Les espèces aquatiques ne supportent généralement pas des variations importantes en sels dissous qui peuvent être observées par exemple en cas de déversements d'eaux usées (**Villers, 2005**).

4.2.4 La salinité

La salinité de l'eau est l'une de ses caractéristiques physico-chimiques ; elle est déterminée en mesurant la concentration d'une eau dans les dissous sels à l'aide de la conductivité électrique de cette eau (**Bousaaroura, 2011**).

Certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température de densité maximale) sont altérées par la présence de sel dans l'eau, tandis que d'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas affectées. Enfin certaines sont essentiellement déterminées par la qualité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (**Merzoug, 2009**). Généralement la salinité présente peu de variations ; s'observent essentiellement durant la période pluvieuse.

En fonction de la salinité, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du tableau suivant :

Tableau 07: Classification des eaux selon la salinité (**Chevallier, 2007**).

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

4.2.5 L'oxygène dissous

La grande majorité des organismes vivants, tant sur terre que dans l'eau, ont besoin d'oxygène pour survivre (**Villeneuve et al., 2006**). Environ 35 pourcents du gaz dissous dans l'eau est de l'oxygène. Il joue un rôle crucial dans les eaux de surface car il influence les processus d'auto-purification et de préservation de la vie aquatique (**Gaujous, 1995**).

La fonction chlorophylle des plantes, les algues planctoniques dans les lacs et les phanérogames aquatiques dans les zones littorales des plans d'eau contribuent tous à l'oxygène présent dans l'eau (**Arrignon, 1991**).

La concentration d'oxygène dans l'eau est généralement exprimée en milligrammes par litre (mg/l) ou en pourcentage de saturation. C'est l'un des paramètres les plus sensibles à l'apport de pollution organique dans un cours d'eau (**Bontoux, 1983**).

La température et la salinité ont un impact direct sur la concentration en oxygène ; par exemple, moins d'eau salée est plus froide et dissipe plus d'oxygène (**Sacchi et Testard, 1971**).

Tableau 08: La grille de la qualité des eaux en fonction de l'Oxygène dissous (**Monod, 1989**).

Oxygène dissous (mg/l) Oxygène de saturation (%)	Qualité des eaux	Classe
> 7 mg/l >90%	Normale	1A
Entre 5 et 7mg/l 70% à 90%	Bonne	1B
Entre 3 et 5 mg/l 50% à 70%	Moyenne	2
< 3mg/l < 50%	Médiocre	3

4.3.L'analyse phytoplanctonique

4.3.1 Analyse qualitative (Identification du phytoplancton)

L'identification taxinomique des différentes espèces phytoplanctoniques a été faite jusqu'à l'espèce quand cela était possible selon les clés d'identification proposées par Bourrelly, basées sur les caractères morphologiques (**Bourrelly, 1966, 1968, 1970 et 1985**). Comme ainsi que divers ouvrages et publications sur le phytoplancton taxonomie qui sont disponibles à l'CNRDPA laboratoire, 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)**.

4.3.2 Analyse quantitative (dénombrement du phytoplancton)

Les chefs d'accusation ont été faites en prenant en compte le réel nombre de cellules par personne pour chaque organisme, si elle était unicellulaire, colonial, ou filamenteuse.

Les indices écologiques suivants ont été utilisés pour évaluer la structure de la communauté phytoplanctonique dans la zone d'étude :

4.3.2.1. Dominance

En termes de concepts environnementaux, l'abondance est une composante importante de la diversité (**Hurlbert, 1971**).

C'est une population caractéristique qui permet de nous de déterminer l'importance d'une espèce au sein d'une communauté.

Elle représente le rapport, du nombre d'individus (Q_i) d'une espèce donnée, sur le nombre total d'individus (Q) présent dans un échantillon donné. Elle est exprimée en pourcentage.

4.3.2.2. Densité

C'est un paramètre quantitatif important pour la description de la structure des peuplements phytoplanctoniques, il est calculé selon la méthode de comptage d'UTERMÖL et est exprimé en Nombre de cellules par litre.

4.3.2.3. La Diversité Spécifique

4.3.2.3.1 Richesse spécifique

C'est le total de nombre de taxonomie catégories à laquelle les organismes affectés à un Echantillonnage poste appartiennent.

Elle est la mesure la plus fondamentale de la diversité, basée directement sur le nombre total d'espèces sur un site. Un grand nombre d'espèces augmente la diversité spécifique (**Ngansoumana, 2006**).

4.3.2.3.2 Indice de Shannon (H')

L'indice de Shannon exprime la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. En un résultat, une communauté dominée par une seule espèce a un faible coefficient d'une communauté dans laquelle toutes les espèces codominante (**In Boudjenah, 2012**). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{pi}^S i = 1 \log pi$$

Où :

-Pi : abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $pi=ni/N$;

-S : nombre total d'espèces ;

-ni : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

-N : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

4.3.2.3.3 Indice d'équitabilité de Piélou (J')

L'indice d'équité mesure la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur va de 0 (dominance d'une espèce) à 1 (équilibration des individus au sein de l'espèce).

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Piélou dont la formule est la suivante :

$$J' = H' / H' \text{ max}$$

Avec : $H' \text{ max} = \log S$ (S : nombre total d'espèces).

Ces deux indices continuent à être déterminés par la taille de la Échantillons et le genre d'habitat. Même lorsqu'ils ne sont pas perturbés, leur valeur est relativement faible dans les eaux de transition telles que les lagunes, les deltas et les estuaires.

De ce fait, il est difficile de créer un descripteur de l'état d'un milieu donné sans déterminer au préalable des valeurs seuil pour chaque type d'habitat et pour une surface échantillonnée donnée, comme cela a été proposé (Simboura et Zenetos, 2002).

4.3.2.3.4 Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson

Cet indice a été proposé par (Simpson 1965). Il calcule la probabilité que deux individus choisis au hasard appartiennent à la même espèce. Pour un échantillon fini, l'indice est donné par :

$$L = \sum [ni (ni-1)] / [N (N-1)]$$

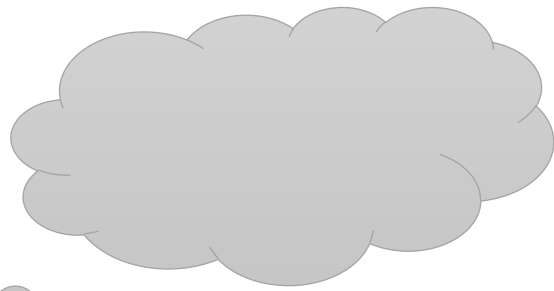
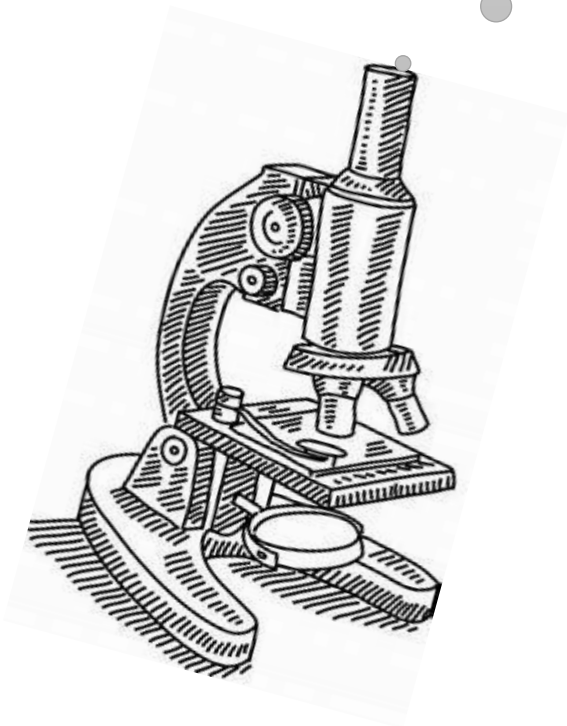
Où' :

ni : nombre d'individus dans l'espèce i ;

N : nombre total d'individus ;

Lorsque la diversité est maximale, sa valeur est 0, lorsque la diversité est minimale la valeur tend vers 1.

Chapitre III : Résultats et discussions



Chapitre III : Résultats et interprétations

1. Les résultats des analyses physicochimiques et leurs interprétations

1.1. La température

Les paramètres de la Température de l'eau changent avec le temps et la météo ; donc elle est obligatoire de mesurée in situ.

Parmi les résultats présentés ci-dessous (fig. 16) ; nous remarquons que la température des deux sorties (deux prélèvements) est variable, la température minimale de l'eau de la retenue collinaire HADJAR GAFTA est de 19.8C° enregistrée pendant le mois d'Avril ; et la température maximale est de 24.2C° pendant le mois de Mai.

D'après le tableau ci-dessus (Tab. 04 : de grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température), nous pouvons affirmer que l'eau de la retenue collinaire HADJAR GAFTA est normale au niveau de mois d'Avril et moyenne au niveau de mois de mai. D'une manière générale, ces températures sont saisonnières et favorables à l'apparition et au développement du phytoplancton selon les observations faites par (**Reynolds, 1998 et Zongo, 2007**).

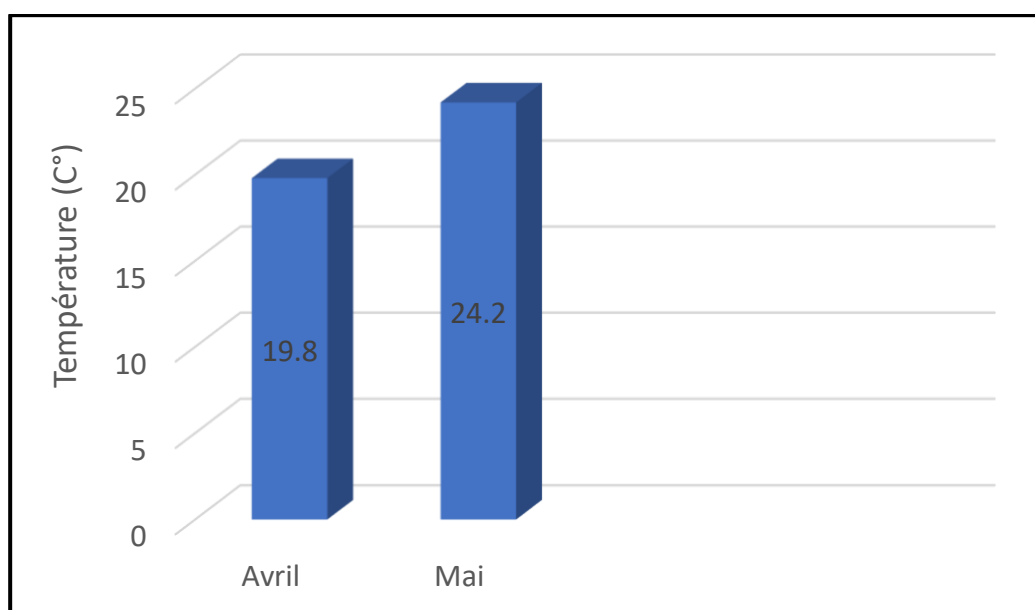


Figure 16: Les variations de la température de l'eau du HADJAR GAFTA.

1.2. Le potentiel hydrogène pH

Le pH de l'eau a un impact important sur la vie du phytoplancton dans les Lacs et les barrages, car il affecte la quantité de nutriments (tels que le phosphore et l'azote) et les métaux lourds (tels que le plomb, le mercure et le cuivre), dissous dans l'eau et disponible pour les organismes aquatiques (**Abouabdellah, 2012**).

Par conséquent, le pH doit être compris entre 5 et 9 pour permettre le développement normal et la survie des plantes et des animaux. Du point de vue sanitaire, Un pH élevé peut causer de la corrosion, tandis qu'un pH bas peut modifier le goût de l'eau (**Benmira et al., 2012**).

La figure ci-dessous (Fig. 17) montre les valeurs d'acidité que nous avons enregistrées au niveau de l'eau du barrage (HADJAR GAFTA), ou l'on peut noter que la valeur du pH enregistrée en Avril (9.34) et la valeur enregistrée au mois de Mai (9.45) sont très proches.

Alors, d'après (Tab. 05) précédent qui représente les valeurs de pH de l'eau et la signification de chaque valeur nous montrent que l'eau de barrage de HADJAR GAFTA est généralement alcaline, ce qui est le cas de la majorité des eaux de surface. Cette alcalinité indique que la production de phytoplancton augmente et cela est dû à l'activité photosynthétique des plantes (**Dupont, 2004**).

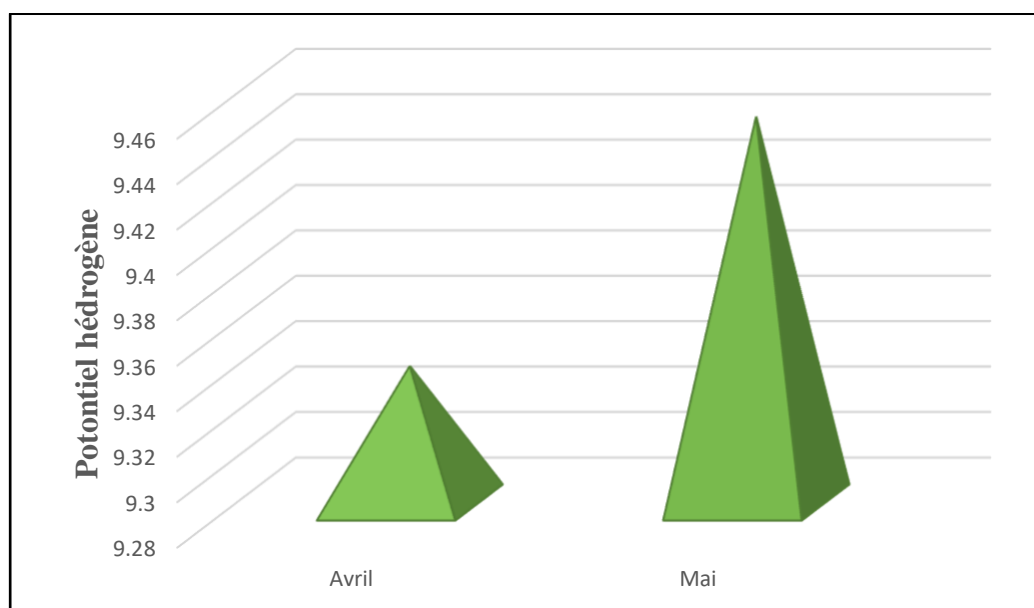


Figure 17: Les variations du pH de l'eau du HADJAR GAFTA.

1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique de l'eau est une mesure de sa capacité à transporter un courant électrique, et donc une mesure indirecte de sa teneur en ions. (2)

La conductivité mesure permet d'une rapide mais approximative évaluation de globale de l'eau la minéralisation et le suivi de son évolution. En général, la conductivité augmente progressivement de l'amont à l'aval des cours d'eau (**Rodier et al., 2009**).

La conductivité de l'eau est également affectée par sa température ; elle est plus importante lorsque la température est élevée (**Detay, 1993**).

La conductivité de l'eau la retenue collinaire HADJAR GAFTA varie entre 432 et 360 $\mu\text{s}/\text{cm}$ respectueusement dans des deux sorties (deux prélèvements) ce qui signifie que l'eau est moyennement minéralisée, parce qu'il s'agit de l'eau douce (Fig. 18).

Sur la base de tableau 06 qui représente la qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique, nous pouvons déterminer la qualité de l'eau de Barrage à travers les valeurs de conductivité des deux prélèvements, donc nous avons conclu que la qualité des eaux est bonne.

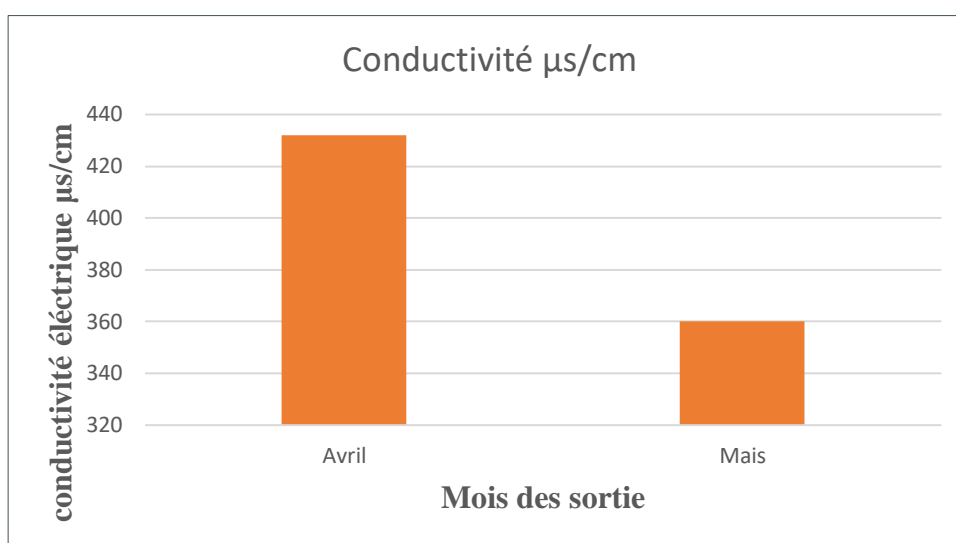


Figure 18: Les variations de la Conductivité électrique de l'eau du HADJAR GAFTA.

1.4.La salinité

À l'origine, la salinité était définie comme la quantité de sels dissous dans l'eau (**Bouchar F., 2010**).

Ce paramètre varie en proportion directe de la conductivité. Si l'eau est riche en ions calcium ou en minéraux en général, on dit qu'elle est dure ou calcaire. Quand elle est déficiente en ces éléments, en revanche, elle est douce (**Rejsek, 2002**).

La salinité de l'eau est l'une de ses propriétés physico-chimiques ; il mesure la concentration d'eau dans les sels dissous via la conductivité électrique de l'eau [3].

Selon les résultats illustrés dans l'histogramme ci-dessous (Fig. 19), la salinité des eaux de la retenue collinaire HADJAR GAFTA est toujours autour de 0.1 (g/l ou ppm) dans les deux mois de sortie, le cas de la salinité des eaux de surface. La salinité très faible. Due

probablement à l'effet de dilution des eaux engendré par les apports en eau douce ayant pour origine les précipitations (la période pluviale) et la faible évaporation de l'eau.



Figure 19 : Les variations de la salinité de l'eau du HADJAR GAFTA

1.5.L'oxygène dissous

L'oxygène représente environ 35% de gaz dissous dans l'eau. Elle est cruciale dans les eaux de surface car elle influence les processus d'auto-épuration et de préservation de la vie aquatique (**Gaujous, 1995**).

La diminution de sa teneur génère un milieu favorable à la fermentation et aux dégagements d'odeur (**Rodier, 1996**).

Elle est principalement dépendante de la respiration et photosynthétique activité des planctoniques populations, comme ainsi que la minéralisation de la biomasse (**Villeneuve et al., 2006**).

La solubilité de l'oxygène dans l'eau varie en fonction de la température et de la pression atmosphérique (**Winkler, 1888**).

Grâce aux résultats obtenus (Fig. 20) la valeur a été enregistrée (11,30 mg/L) en avril et (7,30 mg/L) en mai. On remarque une diminution de L'oxygène dissous en mai par rapport à avril, due à la température élevée puisqu'elle a été prise Cet échantillon au printemps et en été, on constate que lorsque la température augmente, la concentration d'oxygène dissous diminue, la température affecte particulièrement les processus biologiques qui se produisent

dans l'eau tels que la respiration et la photosynthèse. Cependant, nous remarquons d'après (Tab. 08) que la qualité de l'eau est normale.

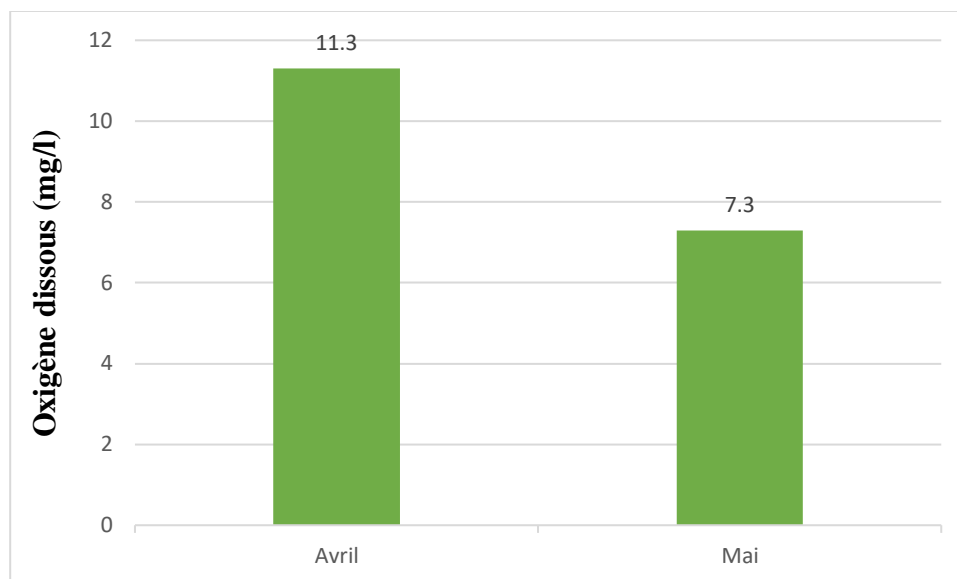


Figure 20: Les variations de l'oxygène dissous de l'eau du HADJAR GAFTA

2. Résultats des analyses phytoplanctoniques

2.1. Résultats d'analyse qualitative et composition du phytoplancton

Au cours des mois d'Avril et Mai 2021 et exactement le 24/04 et 30/05/2021, un échantillon a été prélevé de la retenue de HADJAR GAFTA afin d'étudier les algues d'eau douce. Notre travail a été effectué dans le laboratoire pédagogique de l'université 8 mai 1945 de GUELMA.

Les prélèvements réalisés ont permis de décrire une variété des taxons des phytoplanctons. Le tableau dissous montre l'Aspect microscopique et identification des taxons phytoplanctoniques répertoriées dans les eaux de la retenue de HADJAR GAFTA.

L'étude a abouti à l'enregistrement de 06 classes : Les Chrysophycées qui représentent (15sp) de la population phytoplanctonique au niveau de situ d'étude, les Chlorophycées (11sp), les Cryptophycées (06sp), les Cyanophycées (04sp), les Euglénophycées (04sp) et les Dinophycées (01sp).

Tableau 09: Aspect microscopique du phytoplanctoniques du retenue collinaire Hadjar Gafta au mois de Avril et mai 2021 (observation x100)







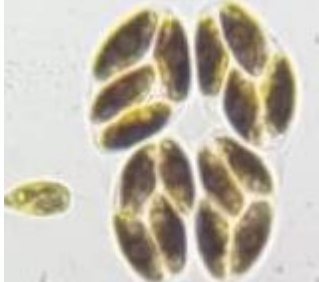
Classe : Chlorophycée		
Genres	Espèces	Aspect microscopique
<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Ankistrodesmus falcutus</i>	
	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	
<i>Monoraphidium</i>	<i>Monoraphidium contortum</i>	
	<i>Monoraphidium minutum</i>	
	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	
<i>Oocystis</i>	<i>Oocystis marssonii</i>	
	<i>Oocystis lacustris</i>	

Tableau 09 : (Suite)

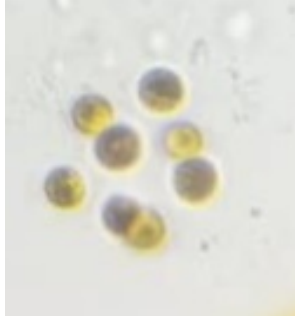


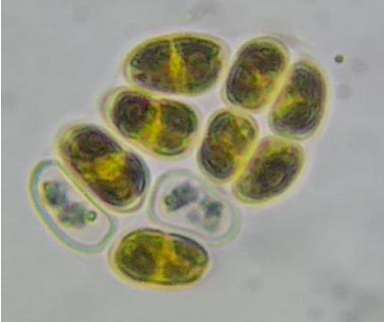
<p><i>Sphaerocystis</i></p>	<p><i>Sphaerocystis</i> sp.</p>	
<p><i>Botryococcus</i></p>	<p><i>Botryococcus braunii</i></p>	
<p><i>Staurastrum</i></p>	<p><i>Staurastrum orbiculare</i></p>	
<p><i>Tetrachlorella</i></p>	<p><i>Tetrachlorella alternans</i></p>	

Tableau 09 : (Suite)






Classe : Cryptophycées		
<i>Cryptomonas</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	
	<i>Cryptomonas marsoni</i>	
	<i>Cryptomonas ovata</i>	
	<i>Cryptomonas sp.</i>	
<i>Plagioselmis</i>	<i>Plagioselmis sp.</i>	

Tableau 09 : (Suite)


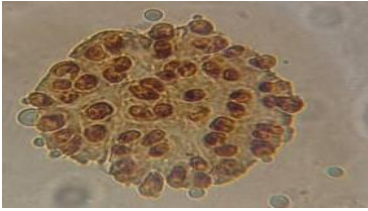
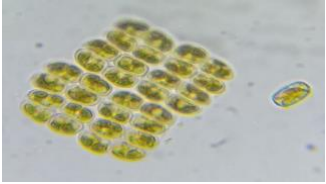

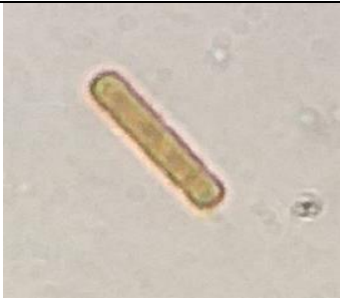
<i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium regnellii</i>	
<i>Classe Cyanophycée</i>		
<i>Aphanocapsa</i>	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	
<i>Merismopedia</i>	<i>Merismopedia glauca</i>	
<i>Pseudanabaena</i>	<i>Pseudanabaena Limnetica</i>	
<i>Cylindrospermum</i>	<i>Cylindrospermum sp</i>	

Tableau 09 : (Suite)





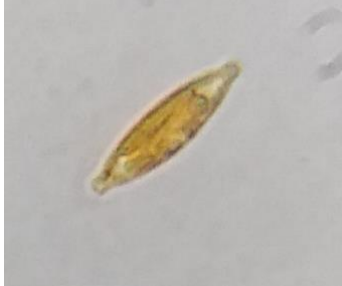


Classe : Chrysophycées		
<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia Bizertensis</i>	
	<i>Nitzschia sigma</i>	
	<i>Nitzschia Subcurvata</i>	
<i>Navicula</i>	<i>Navicula gregaria</i>	
	<i>Navicula trivialis</i>	
	<i>Navicula gracilis</i>	
	<i>Navicula radiosa</i>	

Tableau 09 : (Suite)


<p><i>Synedra</i></p>	<p><i>Synedra ulna</i></p>	
<p><i>Neidium</i></p>	<p><i>Neidium iridis</i></p>	
<p><i>Achnanthes</i></p>	<p><i>Achnanthes minutissima</i></p>	
<p><i>Cocconeis</i></p>	<p><i>Cocconeis pediculus</i></p>	
<p><i>Gomphonema</i></p>	<p><i>Gomphonema sp.</i></p>	

Tableau 09 : (Suite)






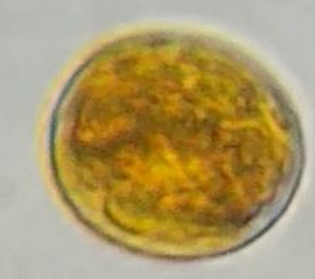


<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	
	<i>Cyclotella comta</i>	
	<i>Cyclotella sp.</i>	
Classe :Euglenophycées		
<i>Trachelomonas</i>	<i>Trachelomonas woycickii</i>	
	<i>Trachelomonas intermedia</i>	
	<i>Trachelomonas volvocina</i>	

Tableau 09 : (Suite)

<i>Lepocinclis</i>	<i>Lepocinclis sp</i>	
Classe : Dinophycées		
<i>Ceratium</i>	<i>Ceratium hirundinella</i>	

2.2. Contributions des genres de la population phytoplanctonique

Les Chrysophycées comptent 08 genres et 15 espèces et représentent ainsi 36,59% du nombre total des genres recensés (Fig. 21). Les Chlorophycées viennent en deuxième position en comptabilisant 07 genres et 11 espèces ; ils représentent ainsi 26,83% du nombre total des espèces. La troisième position est occupée par les Cryptophycées compte 02 genres et 05 espèces, qui représente 14,63% du nombre total des espèces recensées et la quatrième position est occupée par les Cyanophycées et les Euglenophycées représente 9,76% du nombre totale par 04 genre pour cyanophycées et 02 genre pour Euglenophycées et 04 une espèce pour chaque embranchement et la dernière position est occupée par Dinophycées représente 2,43 % du nombre totale par un seul genre et une seule espèce.

La grande contribution des chrysophycées est due au fait que les espèces de ce groupe préfèrent les eaux stagnantes riches en éléments minéraux, et pour les Chlorophycées elles vivent dans des milieux très divers. Beaucoup d'entre eux conviennent à l'eau douce.

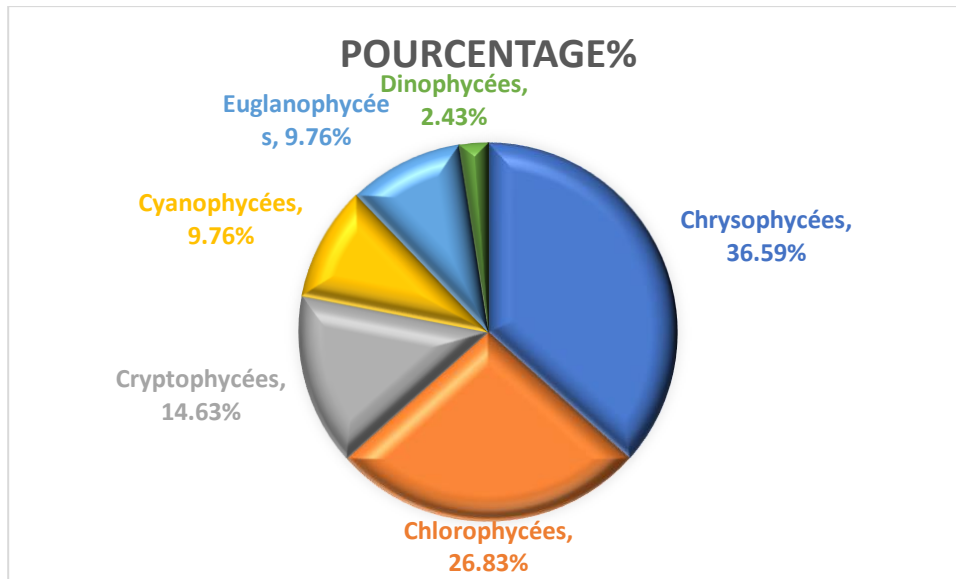


Figure 21: Contributions des genres dans la population phytoplanctonique de la retenue collinaire « HADJAR GAFTA »

Conclusion



Conclusion

Notre travail a porté sur l'évaluation de la qualité physicochimique et à la description et l'identification des communautés phytoplanctoniques des eaux de la retenue collinaire « HADJAR GAFTA » de NECHEMEYA - GUELMA.

Plusieurs retenues de barrages et lacs en Algérie sont rapidement eutrophisés, ce qui devient un enjeu mondial majeur. Et plus brièvement l'eutrophisation c'est un processus naturel très lent, par lequel les plans d'eau reçoivent une grande quantité d'éléments nutritifs (notamment du phosphore et de l'azote), ce qui stimule la croissance des algues et des plantes aquatiques.

L'étude de la qualité physico-chimiques et phytoplanctonique de l'eau de la retenue collinaire de HADJAR GAFTA, Pendant les mois d'avril et mai 2021, a aboutie à des résultats de l'analyse des différents paramètres. Ces résultats présentent des températures saisonnières principalement liée au climat de la région, varie entre (19,8 et 24,2 °C), un pH plus au moins alcalin varie entre 9.34 et 9.45, ce qui est le cas de la majorité des eaux de surface. Avec une conductivité varie entre 432 et 360 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ce qui signifie que l'eau est moyennement minéralisée donc de bonne qualité, une salinité constante de 0.1 nLF, et une bonne oxygénation...etc.

L'observation des caractères morpho-anatomiques des taxons phytoplanctoniques récoltés dans la retenue collinaire

Les résultats des analyses phytoplanctoniques des eaux à partir des deux prélèvements, nous a permis de répertorier 41 espèces appartenant aux 25 genres, répartis en six groupes comme suit : Les Chrysophycées avec 36.59 % de l'ensemble des genres par 15 espèces et 8 genres, les Chlorophycées 26.83% par 11 espèces et 07 genres, les Cryptophycées 14.63% par 06 espèces et 03 genres, les Cyanophycées et Euglénophycées avec 9.76% l'un par 4 espèces et 4 genres et l'autre par 4 espèces et 2 genres et en dernier lieu, nous trouvons à la fois les Dinophycées représentent 2.43% pour chaque groupe, par une seule espèce et seulement un genre. Ces résultats mettent en évidence la dominance des Chrysophycées sur la population phytoplanctonique de la retenue collinaire selon le nombre d'espèces.

La forte présence de Chrysophycées est liée au mouvement de la colonne d'eau et le mélange des sédiments, ce qui contribue à fournir l'élément de silicium et de réduire le phénomène de la prédation de ces espèces par le zooplancton

L'augmentation du nombre d'espèces des Chlorophycées liée au pH et à la température qui conviennent à la croissance de cette classe, ainsi que l'abondance des nutriments dans l'eau en raison de l'utilisation d'engrais agricoles. Par contre, pour les cyanophycées et les Euglénophycées on n'a enregistré que des faibles abondances, Quant aux cyanobactéries, leur nombre est dû au manque de phosphate et d'azote dans les engrais agricoles et pour les Euglénophycées Leur faible nombre est associé à de fortes pluies et à un manque d'ensoleillement pendant plusieurs jours, ce qui a entraîné une baisse des températures et un retard de croissance.

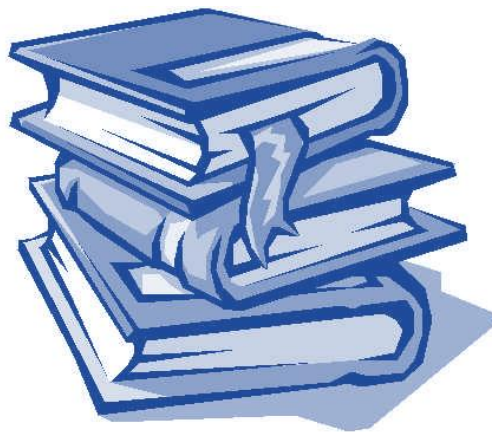
Enfin, nous recommandons que pour cette étude soit complète il faut un suivi mensuel de cette communauté phytoplanctonique en particulier pour les espèces toxiques ainsi que le dosage des toxines, pour éviter tout problème de dysfonctionnement de cet écosystème aquatique naturel ou de santé publique.

Réaliser l'identification spécifique du phytoplancton.

Procéder à la mise en place d'un programme de surveillance de la retenue afin de déterminer son profil phytoplanctonique.

Evaluer les risques que pourraient engendrer les toxines produites par les espèces toxiques.

Références bibliographiques



Références bibliographiques

-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

Abdennadher M., 2014. Étude Taxonomique et Écophysiologique des dinoflagellés toxiques du Golfe de Gabès : *Alexandrium minutum*, *Prorocentrum lima*, *Coolia spp.* & *Ostreopsis ovata* (Doctoral dissertation, Université de Sfax, Faculté des Sciences, (Tunisie))

Abouabdellah R., 2012. Etude des phycotoxines paralytiques et lipophiles chez les mollusques bivalves de l'Atlantique sud marocain.

Alvain S., 2005. Étude de la distribution des principaux groupes de phytoplancton par télédétection satellitaire : Développement de la méthode PHYSAT à partir des données GeP et CO et application à l'archive SEAWIFS entre 1998 et 2004.thèse de doctorat. Spécialité : Climatologie. Université Paris-Diderot.p. 217

Amal H., Abir D. et Ibtissem G., 2020. APPROCHE QUALITATIVE DU PHYTOPLANCTON DU MARAIS DE BOUSSEDRA (EL-BOUNI, ANNABA).

Amina K., 2020. Le phytoplancton des eaux douces : Synthèse bibliographique et méthodes d'études. Mémoire de Master en microbiologie appliquée, Université de 8 mai 1945 Guelma.

Amira W. et Houhamdi M. R., 2008. Degré de contamination des eaux de la mare Redjla (Taher, Jijel) par les nitrates : détermination de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau (Doctoral dissertation).

Andersen R.A., 2013. The Microalgal Cell, in: Richmond A et Hu Q, Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology 2nd Edition, Wiley-Blackwell, pp. 1–20.

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

Aouissi A., 2010. Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-est de l'Algérie). Mémoire de Magister en Hydro-écologie. Guelma, Université de 8 mai 1945. 120 p

Arrignon J., 1998. Aménagement piscicole des eaux douces. Lavoisier TEC & DOC.

Asma B., Meriem H. et Asma O., 2011. Etude de la qualité bactériologique et physicochimique du Lac Tonga

-8-

Bafu B.F.U., 2007. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Kieselgen Stufe F (Flächendeckend).

Benabdellouahad S., 2006. Structure, dynamique et typologies physico-chimiques et phytoplantoniques de l'estuaire du BOU REGREG (côte atlantique marocaine). Hydrobiologie et biodiversité aquatique, Université MOHAMMED V – AGDAL faculté des sciences Rabat. Thèse de doctorat : 252p

Benamira M, Halassi I., 2012. Evaluation de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau du lac souterrain : Bir Osman hammam Dabagh-Guelma. Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 de Guelma, 60p.

Benfiala Zineb., Mefatih Hadjer et Rouighi Zineb., 2013. Contribution à la détermination de la communauté de phytoplancton peuplant le lac Méggarine(Touggourt). Mémoire de Licence, Université kasdi merbah, ouargla, p1.

Bensafia N., 2005. Les peuplements de cyanobactéries de deux plans d'eau douce (lac Oubeïra, lac Tonga inventaire et dynamique spatiotemporelle. Département des sciences de la mer, Université Badji-Mokhtar, Annaba. Magister en Sciences de la Mer : 110.

BILLARD R., 1998. Les carpes, biologie et élevage, Ed Quae, Paris, 388p.

Bontoux J., 1983. Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson.

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

Bouchar F., 2010. Mesure de Salinité-réalisation d'un conductimètre. TENUM Toulouse.

Boudjenah M., 2012. Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplantoniques des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger. Mémoire de Magister de l'université de MOSTAGANEM 86p

Boulefa W., et Bouldjedri M. E., 2020. Dynamique et structure du phytoplancton des milieux lentiques et lotiques (Doctoral dissertation, Université de jijel).

Boumezbeur A., 2002. Atlas : des 26 zones humides Algériennes d'importance internationale 2002. P : 63-64, 80-81.

Bourrelly P., 1966. Les Algues d'eau douce : les algues vertes, éd. N. Boubée, 1572p

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

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

Bourrelly P., 1970. Les algues d'eau douce : les algues bleues et rouges. Boubée.

Bourrelly p., 1985. Les algues bleues ou cyanophycées, 5ème partie. Edition Boubée

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

Burckle L. H., 1998. In Introduction to marine micropaleontology. [Éd] B. U. Haq et A. Boersma.p.376.

-e-

C.D.N., 2014. Rapport interne sur la situation de la commune de Nechmaya, (commune de Nechmaya)

Cadier M., 2016. Diversité des communautés phytoplanctoniques en relation avec les facteurs environnementaux en mer d'Iroise : approche par la modélisation 3D (Doctoral dissertation, Université de Bretagne occidentale-Brest)

Cadoret J. P. et Bernard O., 2008. La production de biocarburants lipidiques avec des microalgues : promesses et défis. Journal de la société de biologie. 202(3). P 201-210.

Chader S. et Touzi A., 2001. Biomasse algale : Source énergétique et alimentaire. Rev. Energ. Ren: production et valorisation–biomasse : pp 47-50

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

Chettibi F., 2014. Ecologie de l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides de la Numidie algérienne (du Littoral Est de l'Algérie). Université Badji Mokhtar. Annaba. 126p.

Chevallier H., 2007. L'eau un enjeu pour demain. 352p.

Chrétiennot-Dinet M. J., 1990. Atlas du phytoplancton marin. Editions du CNRS, Paris : 261pp

-D-

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

Detay M. L., 1993. Le Forge D'eau, Réalisation, Entretien et Réhabilitation. Masson .393P.

Djami W., 2019. Valorisation des microalgues par extraction et séparation des molécules bioactives. Thèse de doctorat. Spécialité : Chimie Physique et Analytique. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. P 94.

Dufossé F., 2014. Effets de la limitation en sels nutritifs, de la température et de leurs interactions sur la réponse de cinq espèces phytoplanctoniques : Approche multifactorielle expérimentale en monoculture et en communauté. Thèse de Doctorat, à l'école doctorale des sciences de la matière, du rayonnement et de l'environnement, université de Lille1 sciences et technologies. P3

Dupont, J. (2004). *La problématique des lacs acides au Québec.* Direction du suivi de l'état de l'environnement, Environnement Québec.

-F-

Feki-Sahnoun W., 2013. Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations phytoplanctoniques observées dans le réseau national de surveillance du phytoplancton dans le golfe de Gabés (Doctoral dissertation).

Fernandez F., 2002. Le monde des algues, La Garance Voyageuse N°57.

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.

Fremy J. M. et Lassus P., 2001. Toxine d'algues dans l'alimentation. Ed. Quae, France, 553p

-9-

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) (Doctoral dissertation, Université de la Méditerranée Aix-Marseille II).

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

Gana N., 2014. Détermination de certains paramètres biochimiques urinaires chez le rat wistar recevant un régime cafeteria supplémenté en algues vertes (Doctoral dissertation).

Garon-Lardiere S., 2004. Etude structurale des polysaccharides pariétaux de l'algue rouge *Asparagopsis armata* (Bonnemaisoniales). Thèse de doctorat. Spécialité : chimie. Université de Bretagne Occidentale. P 226.

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

Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Technique et documentation. Lavoisier. Paris, 220P.

Ghedadbia M., 2012. La contribution à l'identification générique des cyanobactéries potentiellement toxiques et l'étude de leurs paramètres de croissance : cas du lac Tonga (Doctoral dissertation, Université Badji Mokhtar

Groga N., 2012. Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Ecologie Fonctionnelle. Université de Toulouse. P224.

-7-

Haberkorn H., 2009. Impact du dinoflagellé toxique, *Alexandrium minutum*, sur l'huître creuse, *Crassostrea gigas* : approche intégrative. Thèse de Doctorat. Spécialité : Océanologie biologique. Université de Bretagne occidentale.p.187.

Hansen G., Turquet J., Quod J. P., Ten Hage L., Lugomela C., Kyewalyanga M., Hurbungs M., Wawiye P., Ogongo B., Tunje S. et Rakotoarinjanahary H., 2001. Potentially Harmful Microalgae of the Western Indian Ocean. Manuals and Guides 41. P : 5, 79

Hermann D., 2011. Caractérisation d'éléments transposables de type marinier chez les microalgues marines (Doctoral dissertation, Université du Maine).

Hollar S., (Ed.) 2011. A Closer Look at Biology, Microbiology, and the Cell. Britannica Educational Publishing.

Houdan A., 2003. Cycle biologique et stratégies de développement chez les coccolithophores (Prymnesiophyceae, Haptophyta). Implications écologiques (Doctoral dissertation, Université de Caen).

Hurlbert S. H., 1971. The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters. Ecology, 52 : 577-586

-R-

Kafi S., 2017. Etude de la diversité et la structure du peuplement de phytoplanctons au niveau du barrage de Tilesdit (wilaya de Bouira) (Doctoral dissertation, Université de Bouira.)

Kim J. I., Moore C. E., Archibald J. M., Bhattacharya D. Yi. G., Yoon H. S. et Shin W., 2017. Evolutionary dynamics of cryptophyte plastid genomes. Genome biology and evolution, 9(7), 1859-1872.

Kugrens P. et 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-

Labed A. et Si Bachir A., 2015. Biodiversité et dynamique spatio-temporelle de la communauté phytoplanctonique de la zone humide artificielle du barrage

Leliaert F., Smith D. R., Moreau H., Herron M. D., Verbruggen H., Delwiche C. F. et Clerck O. D., 2012. Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. Taylor & Francis. Vol 31, pp.1-46.

Lightfoot N. F., 2002. Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directives pour l'assurance qualité. France. 387p

-M-

Manel K., Amal E. et Nihad S., 2020. Contribution à l'identification du phytoplancton des eaux du Lac Tonga (Nord-Est Algérie).

MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques), 2014b. Le Réseau de surveillance volontaire des lacs: les méthodes. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm> (Page consultée le 15 août 2020).

Merzoug S. E., 2009. Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, wilaya de Skikda (Doctoral dissertation, Université 8 mai 1945 de Guelma).

Mollo P. et Nourry A., 2013. Le manuel du plancton. [Éd] Charles Léopold Mayer. p.197

Mollo P. et Nourry A., 2013. Le manuel du plancton, Éditions Charles Léopold Mayer, Essai N° 195, France, 198p.

Mollo P. et Nourry A., 2013. Le manuel du plancton (Vol. 195). ECLM.

Monod T., 1989. Méharées géographie. France loisire. 233p.

Monod T., 1989. Méharées géographiques (N.A.N.I) normes Algérienne et normes international (2002). France loisir. 233p.

-n-

Nezan E., Piclet G. et Grossel H., 1997. Guide pratique du Réseau National de Surveillance du phytoplancton

Ngansoumana B. A., 2006. La communauté phytoplanctonique du lac de guiers (Sénégal): types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. Thèse de Doctorat de 3e Cycle. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 135p. novembre 2005, INOC. 29-30.

Nozaki H., 2003. Flagellated Green Algae. Dans : Freshwater Algae of North America Ecology and Classification. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris

-o-

ONU, 2000. L'avenir de l'environnement mondial, Programme des Nations Unies pour L'environnement et De Boeck Université.

Ouarti M., 2018. Contribution à l'étude De La Biodiversité Phytoplanktonique Dans Le Lac Oubeira-El-Kala (Nord-Est Algerien). Mémoire de Master en microbiologie appliquée, Université de 8 mai 1945 Guelma.

-P-

Person J., 2010. LIVRE TURQUOISE Algues, filières du futur. s.l. : Adebiotech, Romainville, 2010. p. 182.

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.

Prescott L. M., Harley J. P., Klein D. A., 2003. Microbiologie, 2ème édition. De boeck Université, Bruxelles

Price D. C., Steiner J. M., Yoon H. S., Bhattacharya D. et Löffelhardt W., 2017. Glaucophyta. In Handbook of the Protists: Second Edition (pp. 23-87). Springer International Publishing.

Prygiel J., Leveque L. et Iserentant R., 1996. Un nouvel indice diatomique pratique pour l'évaluation de la qualité des eaux en réseau de surveillance. Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science, 9(1), 97-113.

-R-

Ravin P. H., Evert R. F., Echlom S. E. et Bouharmont J., 2003. Biologie végétale. Ed. De Boeck, Belgique, 968 p

Rejesk F., 2002. Analyse De L'eau ; Aspects Régimentaires Et Techniques .Sceren .Paris 360p.

Rhee G. Y., 1982. Effects of environmental factors and their interactions on phytoplankton growth. Advances in microbial ecology, 33-74.

Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H. et Rodi L., 1996. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème édition. Dunod.Paris. 1383 p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H. et Rodi L., 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème édit. Dunod. P : 4,6.

Rodier J., Legube B. et Marlet N., 2009. L'analyse de l'eau. 9ème édition Dunod. Paris, 1579 p.

Rolland A., 2009. Dynamique et diversité du phytoplancton dans le réservoir Marne (Bassin versant de la Seine) (Doctoral dissertation, Université de Savoie).

Rossi N., 2008. Écologie des communautés planctoniques méditerranéennes et étude des métaux lourds (Cuivre, Plomb, Cadmium) dans différents compartiments de deux écosystèmes côtiers (Toulon, France) (Doctoral dissertation, Université du Sud Toulon Var).

Roy A. S. et Pal R., 2016. Fresh Water Euglenophytes from East Kolkata Wetlands - A Ramsar Site. *phytomorphology* .vol.66,pp. 113-121.

-S-

Sacchi C. F. et Testard P., 1971. Écologie animale : organismes et milieu (No. 574.5 SACe)

SAOUDI A., 2008. Isolement, culture et evaluation de la toxicite des efflorescences à microcystis sp; du barrage mexa (el-tarf) (Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar)

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.

Schagerl M. et Donabaum K., 2003, March. Patterns of major photosynthetic pigments in freshwater algae. 1. Cyanoprokaryota, Rhodophyta and Cryptophyta. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 39, No. 1, pp. 35-47). EDP Sciences.

Sharma N. K. et Rai A. K., 2011. Biodiversity and biogeography of microalgae: progress and pitfalls. *Environmental Reviews*, 19(NA), 1-15.

Sheath R. G. et Wehr J. D., 2015. Introduction to the Freshwater Algae. In: Wehr J.D, Sheath R.G et Kociolek J.P, *Freshwater Algae of North America*, Academic Press, San Diego, pp. 1-11. ISBN: 978-0-12-385876-4

Simboura N. et Zenetos A., 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Med. Mar. Sci.*, 3(2): 77-111. (In Boudjenah, 2012).

Stickney H. L., Hood R. R. et Stoecker D. K., 2000. The impact of mixotrophy on planktonic marine ecosystems. *Ecological Modelling*, 125(2-3), 203-230.

Straub F., 1984. Note algologique I : Observation de quelques Diatomées (Bacillariophyceae). Extrait du Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences naturelles 1. 107 : 5-9.,

Straub F., Pokorni B., Miserez J. J. et Montandon P. E., 2004. Note algologique III : Nuisances algales dans le Jura Suisse en 2003,2004. Bulletin de la Société Neuchâteloise des sciences naturelles. 127 : 57-67.

-7-

Thronsen J., 1978. Préservation and storage. In: Sournia A (ed). Phytoplankton manual. Monographs on oceanographic methodology. UNESCO. P: 67-74

Trégouboff G et Rose M., 1978. Manuel de Planctologie Méditerranéenne. Tome 1. CNRS, P : 128.,

-8-

Verlecar X. N. et Desai S. R., 2004. Phytoplankton identification manual

Véronique Y. O. N., 2004. Mesure en continu de l'oxygène dissous dans le lac du bourget (savoie), relation avec la production phytoplanctonique. Mars

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

Villeneuve V., Légaré S., Painchaud J. et Vincent W., 2006. Dynamique et modélisation de l'oxygène dissous en rivière. Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science, 19(4), 259-274.

Villers J., Squilbin M. et Yourassowsky C., 2005. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre général Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement

-9-

Winkler L.W., 1888. Die Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffes. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 21, page 2843

-3-

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

Webographie :

[1] http://www.dgf.gov.dz/zones_humides/zhumide.php

[2] <http://crelaurentides.org>

[3] <http://www.alloprof.qc.ca/BV/pages/s1342.aspx>