

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم العلوم البيولوجية



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche en
« Toxicologie Fondamentale et Appliquée »

THÈME

**Evaluation de la toxicité des eaux du barrage chaffia wilaya El Tarefà
l'aide des paramètres physico- chimique et biologique.**

Présenté Par : BOUHADDADA Manel
NECER Imane

Devant le jury composé de :

Mme : DJAKOUN Meryem	MCB	Présidente	UCBET
Mme : TOUIL Widad	MCB	Examinatrice	UCBET
Mme : GHERIB Imane	MAA	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2021 - 2022



Remerciement



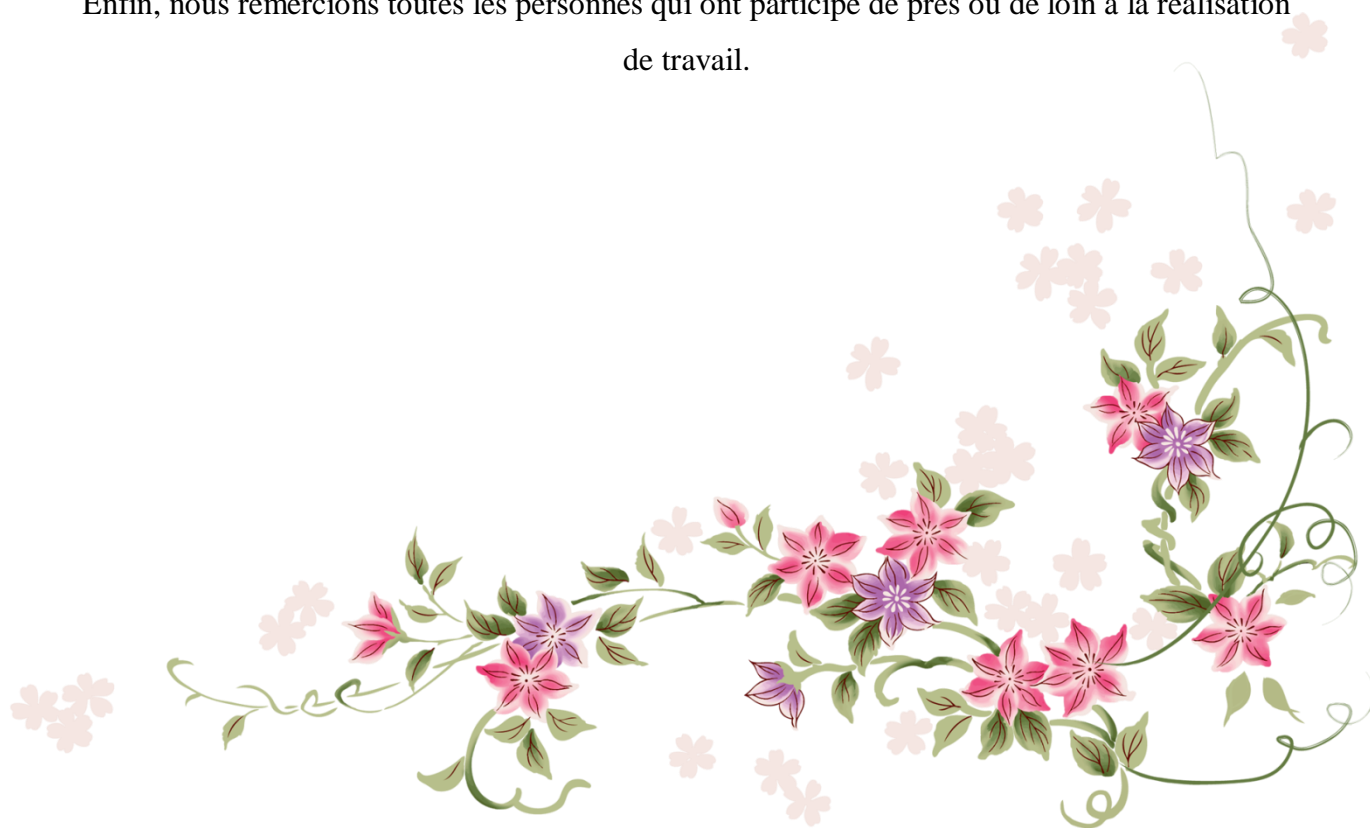
Nous remercions avant tous. *Allah* le tout puissant de nous avoir donné la force de bien mener ce modeste travail.

Nous voudrions exprimer notre profonde gratitude à madame « *Gherik Imene* » pour avoir accepté d'assurer notre encadrement. Ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu nous consacrer pour mener à bien cette étude.

Nous vif remercions vont également aux *membres du jury* pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leur proposition.

Nous remercions de tout cœur Mr *Benoumechiara Zouhir* pour avoir mis à notre disposition tous les moyens humains et matériels, nécessaires au bon déroulement de notre étude, et en particulier les matériels de laboratoire.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de travail.



Dédicaces

Je remercie ALLAH, le tout puissant pour m'avoir aidé à élaborer ce travail et qui m'a donné la patience par rapport aux moments difficiles rencontrés sur mon chemin.

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui m'ont soutenue tout au long de ma vie.

A papa "Louhaichi" qui m'a toujours aidé à faire le bon choix dans ma vie et qui m'a aidé avec son soutien et ses conseils.

A ma tendre mère "Noura" qui m'a beaucoup aidé par son soutien, sa compréhension et ses encouragements.

*A mon cher frère **Khaled** et mes charmantes sœurs **Wafa, Ahlem, Nour el houda**. Et les petites princesses « **Kenza Yasmine, Noursine** » et les princes « **Med moumene, Abdel Wadoud** ». Que Dieu les protège pour toujours.*

*A toute la famille **Necer, Benlaiche, Grèrra, Belhacene, Ziani et Mourakeb***

*A mes tantes et mes oncles (**Mohamed, Abed Rahmane, Ouahab, Abed Allah**).*

*A ma chère amie **Manel** et toute sa famille « **Bouhaddada** ». Je te souhaite beaucoup de succès, de prospérité et une vie pleine de joie et de bonheur.*

*A tous mes amis pour tous les moments passés ensemble **Imane, Amel, Raja, Abire**.*

A tous mes professeurs depuis le début de ma vie scolaire, je les remercie de l'avoir encouragé à atteindre ce stade.

A tous ceux qui sont pour la science, le savoir je dédie ce travail.

Imane.

Dédicaces

Merci Allah (dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu' au bout du rêve.

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents

Yousef et Rabiaa

Et

A mes chères tantes

Rebiha et Dalila

Qui joué le rôle de ma deuxième maman et ma troisième maman de ma naissance à aujourd'hui.

Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur. Je vous aime énormément !

*A mes chères frères **Samir et Saif Eddine***

Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

*A ma tante Zina, son mari Amar et ses enfants **iyad, loai, et Katia***

*A mes oncles **Mohammed, Mabrook et Salah** et leurs familles.*

*A ma chère amie **Imane** et toute sa famille « **Necer** ». Je te souhaite beaucoup de succès, de prospérité et une vie pleine de joie et de bonheur.*

*A tous mes amis pour tous les moments passés ensemble **Amel, Raja***

A tous mes professeurs qui nous ont suivis durant cette année.

A tous mes professeurs depuis le début de ma vie scolaire, je les remercie de l'avoir encouragé à atteindre ce stade.

Et à tout ce qui m'aider de près ou de loin.

Manel.

Résumé

Notre étude porte sur l'évaluation de la toxicité d'eaux de barrage chafia. Des prélèvements sont réalisés au niveau de 05 stations dans le mois de mars 2022.

Des paramètres physico-chimiques de la qualité des eaux ont montré que les eaux de barrage sont caractérisées par des normes de la qualité des eaux douces. Ph neutre et bien oxygénées. Avec une forte turbidité peut-être dû par la période pluvieuse.

La répartition spatiale du phytoplancton lors la période d'étude, indique que la station (S2) à cote de station de traitement abrite le pourcentage le plus haut de 33 %. Ceci est lie vraisemblablement à l'interaction de plusieurs facteurs tels que : L'oxygène dissous qui assure le développement des phytoplanctons.

L'analyse de l'évolution de la densité des Phytoplanctons a montré une variation en fonction de l'espace.

La composition phytoplanctoniques du barrage chafia est dominée par les *Diatomophycées*. Suivit les *Cyanophycées* suivi par *Dinophycée* et les *Cryptophycées*. Les *Zygophycées*, *Chlorophycées* et *Euglènes* présentes sont moins abondants. Nous avons identifiés 25 genres la communauté phytoplanctonique tel que, *Navicula sp*, *Oscillatoria sp*, *Closterium Sp*, *Euglen Sp*.

Mots clés : Répartition spatiale densité, L'analyse de l'évolution de la densité, phytoplancton.

Abstract

Our study concerns the evaluation of the toxicity of chafia dam waters. Samples are taken at 05 stations in the month of March 2022.

Physico-chemical water quality parameters have shown that dam waters are characterized by fresh water quality standards. Ph neutral and well oxygenated. With high turbidity perhaps due to the rainy period.

The spatial distribution of phytoplankton during the study period indicates that the station (S2) next to the treatment station houses the highest percentage of 33%. This is probably linked to the interaction of several factors such as: Dissolved oxygen which ensures the development of phytoplankton.

The analysis of the evolution of the density of Phytoplanktons showed a variation according to space.

The phytoplankton composition of the chafia dam is dominated by *Diatomophyceae*. Followed by *Cyanophyceae* followed by *Dinophyceae* and *Cryptophyceae*. The *Zygothryx*, *Chlorophyceae* and *Euglena* present are less abundant. We have identified 25 genera of the phytoplankton community such as *Navicula sp*, *Oscillatoria sp*, *Closterium Sp*, *Euglen Sp*.

Keywords: Density spatial distribution, Density evolution analysis, phytoplankton.

المخلص

تعلق دراستنا بتقييم سمية مياه سد الشافية. تؤخذ العينات في 05 محطات في شهر مارس 2022.

أظهرت معايير جودة المياه الفيزيائية والكيميائية أن مياه السدود تتميز بمعايير جودة المياه العذبة. درجة الحموضة محايدة والأكسجين جيد. مع ارتفاع درجة العكارة ربما بسبب فترة الأمطار.

يشير التوزيع المكاني للعوالق النباتية خلال فترة الدراسة إلى أن المحطة (S2) بجوار محطة المعالجة تضم أعلى نسبة 33% من المحتمل أن يكون هذا مرتبطاً بتفاعل عدة عوامل مثل: الأكسجين الذائب الذي يضمن نمو العوالق النباتية.

أظهر تحليل تطور كثافة العوالق النباتية تبايناً وفقاً للمكان.

تهيمن *Diatomophycées* على تكوين العوالق النباتية لسد الشافية. تليها *Cyanophycées* تليها *Dinophycée* و *Cryptophycées* و *Zygothycées* و *Chlorophycées* و *Euglènes* أقل وفرة. لقد حددنا 25 جنساً من مجتمع العوالق النباتية مثل: *Navicula sp* و *Oscillatoria sp* و *Closterium Sp* و *Euglen Sp*.

الكلمات المفتاحية: كثافة التوزيع المكاني ، تحليل تطور الكثافة ، العوالق النباتية.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Volume des ressources en eau de la wilaya d'El-Tarf.	08
02	Nombres des barrages, des retenues collinaires, des forages, des réservoirs d'eau.	08
03	Schéma de classification des différents groupes d'algues.	13
04	Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique.	25
05	Liste des espèces identifiées selon la classe.	42

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Ecoulement de l'eau souterraine	04
02	Les différentes formes du phytoplancton.	12
03	Les différentes formes des Cyanobactéries.	15
04	Les chlorophycées.	16
05	Les xanthophycées.	17
06	Les chrysophycées	18
07	Les cryptophycées	19
08	Les dinoflagellés.	20
09	Les euglènes.	21
10	Localisation des stations de prélèvement dans barrage Chafia	31
11	Variations de la température des eaux du barrage Chafia.	38
12	Variations de PH des eaux du barrage Chafia.	39
13	Variations de la conductivité des eaux du barrage Chafia.	39
14	Variations de la turbidité des eaux du barrage Chafia.	40
15	Variations de l'oxygène dissous des eaux du barrage Chafia.	41
16	Répartition spatiale des taux phytoplanctoniques (%) au niveau de Barrage Chafia.	44
17	Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 01 Entrée de barrage chaffia.	45
18	Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 02 à coté de station de traitement.	45
19	Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 03 Machta el sad.	46
20	Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 04 à côté de la route chafia-Ain el karma.	46
21	Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 05 à côté de hakoura.	47
22	Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 01 Entrée de barrage chaffia.	48
23	Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 02 à coté de station de traitement.	48
24	Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 03 Machta el sad.	49
25	Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 04 à côté de la route chaffia-Ain el karma.	50
26	Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 05 à côté de hakoura.	50

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Les mesures sur terrain à l'aide d'un multi paramètre.	34
02	Technique de récolte du phytoplancton.	34
03	échantillon d'eau (Dans chambre en verre).	37
04	microscope inversé.	37
05	Photographie de quelques genres des phytoplanctons identifiés au niveau de Barrage de chaffia.	43

Liste des abréviations

DCE : Directive cadre de l'eau.
SEQ-Eau : Le système d'évaluation de la qualité
L'ONU : Organisation des Nations Unies.
L'ABH : Agence de Bassin Hydrographique
T : Température.
Ph : Potentiel d'hydrogène.
NTU : Nephelometric Turbidity Unit.
EC : Conductivité électrique.
Od : Oxygène dissous.
Eh : Potentiel redox
TH : Titre hydrotimétrique.
Alc : Alcalinité.
TAC : Titre Alcalimétrique complet.
TDS : Sels dissous.
DBO : Demande biochimique en oxygène.
DCO : Demande chimique en oxygène.
MES : Matières en suspension.
MO : Matières organique.
CT : Coliformes totaux.
CF : Coliformes fécaux.
m : Mètre
m³ : Mètre cube
mg : Milligramme
ml : Millilitre
mg/l : Milligramme par litre.
% : Pourcentage.
cm : Centimètre
D.N.H. : Direction Nationale de l'Hydraulique
g : Gramme
g/L : Gramme par litre
h : Heure
Km : Kilomètre

m³/h : Mètre cube par heure.

m³/j : Mètre cube par jour.

mn : Minute.

m³/s : Mètre cube par seconde.

Na⁺: Ion sodium.

NO₃⁻ : Nitrates.

NO₂⁻ : Nitrites.

NH₄⁺ : Ammoniaque.

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé.

°C : Degré Celsius.

UTN : Unité Néphélométrique Turbidité.

µm : micromètre.

µS/cm : microsiemens par centimètre.

FTU: Formazine Turbidity Unit.

ASTM: American Society for Testing Material.

S/m: Le siemens par mètre.

ISO : L'Organisation Internationale de Standardisation.

NF : Norme française.

ADN: Acide Désoxyribo Nucléique.

O.M .S: Organisation mondiale de la santé

N: L'azote.

P : Le phosphore.

Fig. : figure

Sommaire

Introduction	1
---------------------	----------

CHAPITRE I : Généralités sur les ressources hydriques en Algérie

I .Généralités Sur Les Ressources Hydriques En Algérie	3
I.1. Les différents types des ressources hydriques	3
I.1.1. L'eau souterraine	3
I.1.2. L'eau de surface	4
I.2. Importance et usages des ressources hydriques	6
I.3. Potentiel hydrique de la wilaya d'El-Tarf	7

CHAPITRE II : Les Phytoplanctons

II.1. Généralités sur les phytoplanctons	9
II.2. La place des phytoplanctons dans le réseau trophique	10
II.3. Description morphologique des phytoplanctons	11
II.4. Description taxinomique	12
II.5. Description des principales classes du phytoplancton	14
II.5.1. Les cyanobactéries	14
II.5.2. Les chlorophycées	15
II.5.3. Les xanthophycées	16
II.5.4. Les chrysophycées	17
II.5.5. Les diatomées (Bacillariophycées)	18
II.5.6. Les cryptophycées	19
II.5.7. Les dinoflagellés	19
II.5.8. Les euglènes	20
II.6. Ecologie du phytoplancton	21

II.7. Effets de la prolifération des algues sur le milieu	21
II.8. Eutrophisation et risques sanitaires	22
II.9. Le phytoplancton indicateur de qualité biologique	22

CHAPITRE III : Les paramètres physico-chimiques de l'eau

III.1. Les paramètres physiques	24
III.1.1. Température (°C)	24
III.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)	24
III.1.3. La conductivité électrique (CE)	24
III.1.4. Oxygène dissous	25
III.1.5. Les Résidus Secs	26
III.2. Paramètres relatives à la pollution organique	26
III.2.1. Demande biochimique en oxygène (DBO)	26
III.2.2. Demande chimique en oxygène (DCO)	26
III.3. Les paramètres chimiques	27
III.3.1. L'azote ammoniacal	27
III.3.2. Les Nitrites (NO ₂ ⁻)	27
III.3.3. Les nitrates (NO ₃ ⁻)	28
III.3.4. Les phosphates (PO ₄ ⁻³)	28
III.4. Evaluation de la qualité des eaux	29
III.4.1. Le système d'évaluation de la qualité (SEQ-Eau)	29
III.4.2. La qualité physico-chimique des cours d'eau	29
III.5. Normes et classes de la qualité des eaux superficielles	30

CHAPITRE IV : Matériels et méthodes

IV.1. Description des sites d'échantillonnages	31
IV.1.1. Le barrage de Chafia	31
IV.2. Objectifs de l'étude	32

IV.3. Etude au terrain	32
IV.3.1. Présentation du matériel technique	32
IV.3.2. Protocole d'échantillonnages	33
IV.3.3. Mesure des paramètres physico-chimiques	33
IV.3.4. Mesure les paramètres biologiques	34
IV.3.4.1. Récolte du phytoplancton	34
IV.4. Identification et dénombrement du phytoplancton	35
IV.4. 1. Identification du phytoplancton	35
IV.4.2. Dénombrement des phytoplanctons	35
IV.4.3. Méthodes d'analyse	36

CHAPITRE V : Résultats et discussions

V.1. Les paramètres physico-chimiques des eaux du barrage Chafia	38
V.1.1. La température	38
V.1.2. Le potentiel Hydrogène	38
V.1.3. Conductivité électrique	39
V.1.4. Turbidité	40
V.1.5. Oxygène dissous	41
V.2. Le paramètre biologique des eaux du barrage Chafia	41
V.2.1. Étude qualitative des phytoplanctons récoltés	41
V.2.2. Étude quantitative des phytoplanctons récoltés	44
V.2.2.1. Répartition de la densité totale des phytoplanctons	44
V.2.2.2. Distribution des différentes classes des phytoplanctons dans chaque station	45
V.2.2.3. Evaluation de la densité des phytoplanctons de chaque station selon l'espèce	48
Discussion générale	52
Conclusion	55
Référence bibliographique	

Annexe

Introduction

Le milieu aquatique d'eau douce est soumis à une série de paramètres dont les plus importants sont sa composition chimique, son contenu biologique, sa température et la périodicité de son éclairage à ces paramètres s'ajoutant le climat et la nature géologique du terrain, facteurs dans l'influences sur les caractéristiques du milieu aquatique est loin d'être négligeable (**Nasri , 2001**).

Les algues sont des végétaux chlorophylliens qui se développent dans les eaux ou dans les milieux humides (**Iltis, 1981**). Elles constituent une part importante de l'écologie des milieux aquatiques (**Gayral, 1975**). Aussi, le premier maillon de la chaîne alimentaire en milieu aquatique qui produisent près de 70 % de l'oxygène atmosphérique (**Catarini, 1985**) et sont ainsi au cœur du monde vivant (**Chadefaud, 1960**).

Les microorganismes photosynthétiques occupent une fonction clé au sein des écosystèmes. Elles présentent une grande variété de modes de vies (mobiles, dérivant dans la colonne d'eau ou sessiles) et de morphologies cellulaires (sphériques, ovoïdes, fusiformes, cylindriques et même pyramidales). Ces organismes vivent principalement en cellules isolées de quelques microns à plusieurs centaines de microns pour les cellules les plus volumineuses, et parfois en colonies. Du fait de ces caractéristiques uniques, les microalgues sont aujourd'hui valorisées dans de nombreux domaines et notamment les industries pharmaceutiques, agroalimentaires, cosmétiques et aquacoles (**Spolaoreet al., 2006**).

Les proliférations d'algue peuvent avoir un impact majeur sur le fonctionnement des écosystèmes ainsi que sur la santé humaine et animale, autant lors de la consommation de l'eau que lors de loisirs aquatique, elle est favorisée par des facteurs principales qui sont : les concentrations élevées en nutriments (phosphore et azote), stabilité élevée de la colonne d'eau au moment de l'efflorescence et les conditions météorologiques (luminosité et température). Ces efflorescences peuvent avoir de nombreuses conséquences sanitaires, écologiques et économiques et peuvent entraîner des dysfonctionnements écologiques majeurs (anoxie, eutrophisation, pollution organique) pouvant conduire à des mortalités de macro invertébrés et de poissons (**Jones, 1987**).

La toxicité du phytoplancton est un problème dont l'importance est grandissante dans le monde. En fait , il semble que les efflorescences toxiques soient de plus en plus

fréquentes et associées à l'eutrophisation qui dépend de la géomorphologie et l'hydrodynamisme (profondeur et mélange des couches d'eaux, taux de renouvellement des eaux, les bassins versants des grands fleuves, le volume d'eau, et les apports d'eau douce (apports fluviaux et précipitation) des facteurs physicochimiques (oxygène dissous, température, lumière, turbidité et pH) et également l'enrichissement des eaux en nutriments essentiellement le phosphore et l'azote qui vont favoriser la croissance algale (**Lacaze, 1996**).

En Algérie, les besoins en eau s'accroissent de plus en plus dans tout le pays, notamment dans les régions à dominance agricole. La wilaya d'El Tarf est l'une de ces zones où la demande en eau devient de plus en plus forte surtout pour le domaine agricole. Chafia, est une commune située dans la partie centrale de la wilaya d'El Tarf à l'extrême Nord-est de l'Algérie, au relief montagneux, qui se poursuit au-delà de la frontière tunisienne.

Le barrage de chafia est un écosystème aquatique qui appartient à un ensemble biogéographique, exceptionnel par sa diversité biologique.

Nous sommes fixés pour objectif dans cette étude d'évaluation la toxicité des eaux de barrage chafia à l'aide des paramètres physique- chimique et biologique pour cela nous avons :

- Identifier les différents genres des phytoplanctons colonisant au niveau du barrage Chafia.
- L'évolution des phytoplanctons toxiques en fonction de quelques paramètres physique (température, pH, oxygène dissous, turbidité, conductivité) et des paramètres biologiques (identification des différents genres phytoplancton au nouveau du barrage Chafia).

I. Généralités sur les ressources hydriques en Algérie :

La Terre est la planète la plus fortunée du système solaire : elle est en effet la seule à posséder autant d'eau sur sa surface et dans son atmosphère. On la surnomme même la planète bleue depuis qu'elle est ainsi apparue aux premiers astronautes qui ont pu l'observer à distance. L'eau est très abondante sur notre planète. Elle est même probablement l'une des ressources les plus abondantes de la Terre. Mais, elle est très inégalement répartie sur la surface du globe et seule une part limitée de toute cette eau est réellement directement disponible pour notre consommation (*Anonyme, 2011*).

I.1. Les différents types des ressources hydriques:

I.1.1. L'eau souterraine :

Cette section s'intéresse à l'eau qui pénètre dans le sol et y séjourne, un court instant ou de longues années (phase souterraine du cycle de l'eau).

Pour faciliter l'étude de l'eau souterraine, nous distinguons toutefois (*Simpson, 2007*) :

- L'eau du sol, assimilée à celle se trouvant dans la zone non saturée. La zone de l'eau du sol est le siège des racines des végétaux et constitue surtout une limite supérieure importante des nappes (alimentation, évaporation) ; elle est également le lieu de transit de matières et de substances. Ces processus font partie du continuum sol-plante-atmosphère.
- L'eau du sous-sol correspondant à celle de la nappe (zone saturée). L'infiltration renouvelle l'eau du sous-sol et des réservoirs souterrains et entretient, par son circuit dans les aquifères, le débit de l'écoulement souterrain (débit de base). Celui-ci alimente les sources et les cours d'eau. Le niveau de l'eau souterraine est influencé par le régime de percolation de la pluie ou de l'eau d'irrigation à travers la zone non saturée.

En général, l'eau souterraine se déplace depuis des zones de recharge vers des zones d'évacuation, ces dernières étant les sources, cours d'eau, lacs, terres humides, etc. L'eau qui s'infiltré dans des terres hautes ou en amont d'une rivière pénètre dans le sol jusqu'à

l'aquifère superficiel, puis se déplace horizontalement à travers les différentes formations jusqu'au lit de la rivière, d'où elle est évacuée (Myslik, 2007) (Figure 01).

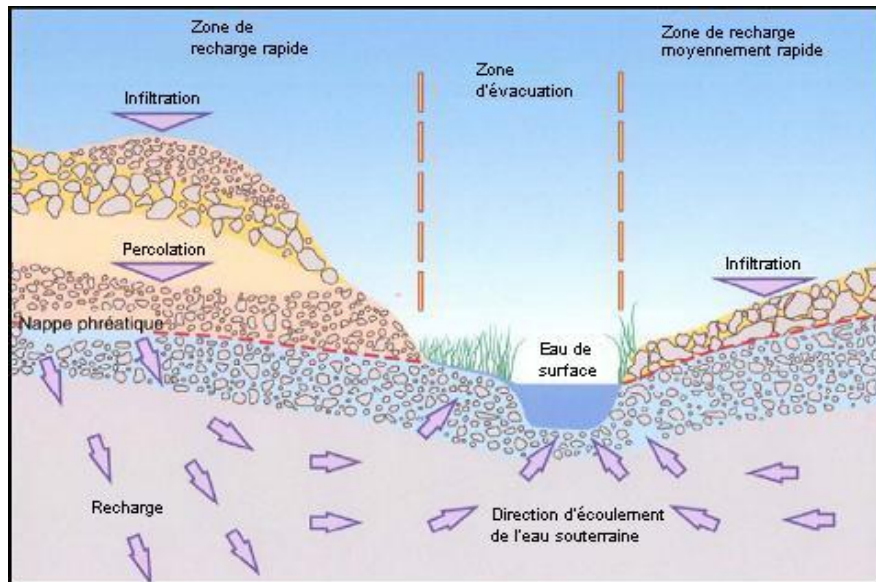


Figure 01 : Ecoulement de l'eau souterraine (Myslik, 2007).

I.1.2. L'eau de surface :

Toute l'eau captée dans les dépressions de surface, des plus petites, dues à la rugosité du sol, aux plus grandes plaines inondées, lacs, marais, étangs, etc., est désignée comme le stock d'eau de surface .

Selon l'échelle de temps (saison, année) et l'échelle spatiale (type de dépression), on peut donc distinguer (Narsis, 2008) :

- Les petites dépressions de surface qui se remplissent dès que l'intensité des précipitations est supérieure à la capacité d'absorption du sol. Lors d'averses suffisamment importantes, ces dépressions sont comblées et le surplus prend part au ruissellement de surface. Après l'averse, l'eau emmagasinée dans ces dépressions s'infiltré dans le sol, ou est utilisée par les végétaux ou encore s'évapore directement. Ces dépressions ne sont que de petits réservoirs temporaires, qui peuvent cependant agir comme tampons durant une averse sur un bassin versant.
- Les lacs , les étangs ou les plaines inondées sont des réservoirs d'eau de surface, naturels ou artificiels, de volume et superficie pouvant être très importants.

Les eaux de surface ont deux origines : les eaux de pluies et les eaux souterraines. L'eau de pluie qui ne pénètre pas dans le sol reste à sa surface. Elle peut s'écouler et former les cours d'eau, ou rester stockée lorsqu'un obstacle s'oppose à l'écoulement (lacs, mares, étangs,...). Les eaux souterraines permettent la formation de sources, à l'origine de cours d'eau ou d'étendue aquatique (*Anonyme, 2011*) :

➤ *Eaux courantes :*

Les eaux courantes sont les eaux qui subissent constamment un écoulement, de l'amont vers l'aval. Le cours d'eau dévale des pentes jusqu'à terminer sa course dans les mers et océans.

On distingue : les eaux courantes naturelles (oued, rivière, fleuve, etc.) et des affluents nombreux et qui se jettent le plus souvent dans la mer ou dans l'océan ; et les eaux courantes artificielles, telles que le canal, la rigole, etc.

➤ *Eaux stagnantes :*

Les eaux stagnantes apparaissent quand il y a une entrave à l'écoulement avec un obstacle. On distingue les eaux stagnantes naturelles (océan, mer, lacs, marais,...) et artificielles (les barrages, les retenues collinaires...) :

▪ *Les plans d'eau artificiels :*

Sont dus à l'homme, leur profondeur est beaucoup plus faible que pour un lac naturel et peut s'élever au maximum à plusieurs dizaines de mètres. Ces plans d'eau artificiels comprennent deux milieux :

- *Les étangs* : étendues plus petites que les lacs. Ils sont souvent créés dans le but de faire de l'élevage de poisson (pisciculture).

- *Les retenues d'eau* : consistent à collecter de l'eau en montagne ou dans les vallées. Ces retenues ont plusieurs vocations. Elles peuvent servir à la production d'électricité (barrage hydroélectrique), à l'augmentation du débit des cours d'eau lorsqu'il devient faible (soutien d'étiage), à la rétention des crues ou des eaux pluviales, à l'irrigation, à l'approvisionnement en eau potable ou encore aux loisirs.

▪ *Les marais :*

Correspondent à un affleurement d'une nappe d'eau peu profonde sur un terrain fortement végétalisé. Une forte quantité de sédiments, c'est-à-dire de dépôts laissés par l'eau, s'est accumulée au fond.

I.2. Importance et usages des ressources hydriques :

L'eau est une ressource assurant la pérennité de tous les êtres vivants. Elle est indispensable à la vie et à la plupart des activités humaines, telles qu'activités agricoles, industrielles et domestiques (alimentation en eau potable) et l'énergie (centrales nucléaires et thermiques). Elle est vitale pour le fonctionnement des écosystèmes terrestres (*Narsis, 2008*) :

✓ *L'agriculture :*

L'agriculture occasionne environ 70 % de toute la consommation d'eau douce sur la planète. Cette consommation est essentiellement, le fait de l'agriculture irriguée, qui occupe environ 17 % des terres cultivées mais assure 40 % de la production agricole mondiale (le reste étant assurée par l'agriculture dite pluviale). Les surfaces irriguées ont environ doublé dans le monde depuis 1960.

✓ *L'industrie :*

L'industrie est responsable d'environ 20 % de la consommation mondiale d'eau douce, et cette consommation industrielle augmente beaucoup depuis les années 1950. L'eau est en effet essentielle pour beaucoup de processus industriels : elle sert à refroidir, laver, lubrifier... .

Il faut 80 l d'eau pour produire 1 kg d'acier, 1250 l pour 1 kg d'aluminium et 8600 l pour produire une carte mémoire de six pouces.

✓ *La consommation domestique :*

La consommation domestique (pour la boisson, la cuisine, l'hygiène personnelle...) représente 8 à 10 % de la consommation totale sur la planète.

✓ *L'habitat :*

Les ressources hydriques ont une grande importance. L'exemple des rivières qui abritent de nombreux habitats et diverses espèces, dont certaines sont migratrices. Dans l'hémisphère nord, des espèces telles que Saumons, castors, loutres, écrevisses, invertébrés, plantes et algues y jouent des fonctions importantes.

Pour l'écologie du paysage, les rivières (et leurs berges et milieux associés) sont aussi considérées comme jouant un rôle majeur en tant que corridor biologique, qu'il convient donc de ne pas artificiellement les fragmenter sans mesure compensatoire, permettant aux espèces de circuler le plus normalement dans tout le cours d'eau.

✓ *Autres utilisations :*

Ils ont varié au cours du temps et selon les lieux ; les rivières ont été utilisées pour la boisson et la pêche, pour le cresson et comme moyens de transports dès la préhistoire (transport de personnes et/ou marchandises ou matériaux).

Elles ont ensuite été utilisées pour l'irrigation, l'arrosage, l'eau pour le bétail, et pour la force de l'eau, et/pour produire de l'électricité (barrage hydroélectrique). Egalement pour de loisir.

Les ressources en eau sont en quantité limitée, comme les sécheresses de ces dernières années l'ont particulièrement mis en évidence. Leur préservation est un enjeu essentiel car les activités humaines et la vie naturelle en dépendent.

I.3. Potentiel hydrique de la wilaya d'El-Tarf :

La wilaya d'El Tarf est située à l'extrême nord-est de l'Algérie, à la frontière tunisienne. Elle est délimitée au nord, par la mer Méditerranée ; à l'est, par la Tunisie ; au sud, par la wilaya de Souk Ahras ; au sud-est, par la wilaya de Guelma ; à l'est par la wilaya d'Annaba.

Le Potentiel hydrique de la wilaya d'El-Tarf est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 01 : Volume des ressources en eau de la wilaya d'El-Tarf (*Info Soir, 2005*).

Région	Quantité annuel des eaux	Quantité de l'eau superficielle	Quantité de l'eau souterraine
El-Tarf	718,8 hm ³	610,8 hm ³	108 hm ³

De cette importante quantité d'eau, seul un volume de l'ordre de 264,8 hm³ est réellement mobilisé sur un total de 600 hm³ possibles, avec une exploitation effective de 215 hm³.

«Le taux de mobilisation de cette ressource au niveau de cette wilaya est évalué à 45,43%», a indiqué le Directeur de l'hydraulique de la wilaya (DHW). Ces quantités d'eaux sont destinées à la satisfaction des besoins de la wilaya d'El-Tarf avec 67,8 hm³ destinés à l'Alimentation en eau potable (AEP), ainsi que 91,5 hm³ orientés vers l'agriculture et 105 hm³ transférés à la wilaya d'Annaba (*Info Soir, 2005*).

La wilaya d'El-Tarf dispose de barrages, de retenues collinaires, de forages, de réservoirs d'eau, etc. Le tableau 08 représente le volume de ces ressources hydriques :

Tableau 02 : Nombres des barrages, des retenues collinaires, des forages, des réservoirs d'eau. (*Info Soir, 2005*).

Barrages	Barrage de Bougous ,102 hm ³ ; Barrages de Chafia, 168 hm ³ ; Barrage de Mexa avec 52 hm ³ , soit une capacité globale de 220 hm ³ .
Des retenues collinaires	La retenue collinaire de Bebita, 1 hm ³ (dans la commune de Bouhadjar); 30 retenues collinaires, emmagasinent 3,24 hm ³ (destinés essentiellement à l'irrigation de 600 hectares).
Des forages	111 forages dont 30 sont destinés à la wilaya d'Annaba, totalisant un volume de 92 hm ³ .
Des réservoirs d'eau,	140 réservoirs permettant d'emmagasiner plus de 60 000 m ³

Dans le domaine de l'AEP, la dotation journalière des ménages est de 150 litres/jour/habitant. Le réseau d'AEP de cette wilaya est de 1 098 610 mètres linéaires, permettant le raccordement de 86,79% de la population totale, estimée à 400 000 âmes (*Info Soir, 2005*).

II. Les Phytoplanctons :

II.1. Généralités sur les phytoplanctons :

Le phytoplancton du grec *phyton* ou plante et *planktos* ou errant se définit comme le plancton de nature végétale, c'est-à-dire le plancton capable de synthétiser sa propre substance par photosynthèse à partir de l'eau, du gaz carbonique et de l'énergie lumineuse (**Bougis, 1974**). Anciennement connus sous le nom d'algues (**Ifermer, 2006**). Caractérisés par la présence de pigments chlorophylliens dont majoritairement la chlorophylle a (**Dauta et Feuillade, 1995**). Qui sont libres, passifs et en suspension dans la colonne d'eau (**Rolland, 2009**). Unicellulaires, filamenteux ou coloniaux. (**Dauta et Feuillade, 1995**). Ou en symbiose (**Sournia, 1973**).

Ces microorganismes sont qualifiés de thallophytes, c'est à dire dépourvus de tige, racine et de vaisseaux conducteurs (**Dauta et Feuillade, 1995**). Ne peuvent nager et dont les mouvements dépendent de ceux de l'environnement aquatique (n'ayant pas d'attaches directes avec un substrat passant leur vie entièrement ou partiellement dans le milieu aquatique) et/ou qui sont motiles (flagellés ou ciliés) mais dont les déplacements sont restreints (**Rolland, 2009**).

Le phytoplancton est capable d'élaborer par photosynthèse son propre substance organique, à partir de l'énergie solaire, de l'eau, du dioxyde de carbone et des sels nutritifs (**Gailhard, 2003**). Toutefois, certains groupes du phytoplancton comme les dinoflagellés sont hétérotrophes et utilisent des substances organiques à la base de leur métabolisme (**De Reviere, 2003**).

Les communautés phytoplanctoniques présentent des caractéristiques biologiques (taille, forme...) et physiologiques (mode de nutrition, taux de croissance...) très différentes (**Smayda, 1997 ; Gailhard, 2003**). Leur taille varie de quelques microns (< 20 μm) à quelques centaines de microns (200 μm). Leurs formes peuvent être extrêmement variées (**Sournia et al., 1997**).

Le phytoplancton est une composante majeure des écosystèmes aquatiques. Son étude, la compréhension de ses mécanismes internes de même que de sa dynamique en tant que population, est très importante, pour de nombreuses raisons (**Arino, 2001**).

Tout d'abord, le phytoplancton est à la base de toutes les chaînes trophiques aquatiques, il joue un rôle fondamental dans le fonctionnement de ces écosystèmes.

L'activité de la biomasse phytoplanctonique participe au flux de carbone entre l'océan et l'atmosphère, et contribue ainsi à la régulation de la concentration en dioxyde de carbone atmosphérique qui détermine l'évolution du climat à moyen et à long termes. De ce fait, les variations de la production biologique ont des conséquences majeures sur les flux de matière à l'intérieur de l'écosystème (**Gailhard, 2003**).

En effet, le phytoplancton est également responsable de la production d'une bonne partie de l'oxygène atmosphérique. (**Bains et al., 2000**).

Dans les lacs, la biomasse du phytoplancton a été employée pendant des décennies pour évaluer la chaîne trophique et pour identifier l'eutrophisation artificielle induite par des activités humaines (**Wetzel, 1983 ; Harper, 1992**). Dans les fleuves, la dynamique, la composition et la production des communautés d'algues sont moins bien comprises, ce qui constitue un frein à l'utilisation de ces organismes pour la gestion du milieu.

La dynamique phytoplanctonique répond d'abord à l'influence des facteurs physiques et peut fluctuer considérablement dans l'espace et dans le temps. L'abondance du phytoplancton des grands fleuves n'est souvent pas corrélée fortement avec la teneur en nutriments chimiques, comme cela a été observé sur la Severn (**Ruse et Love, 1997**), elle peut même être corrélée négativement, comme dans le fleuve Ohio (**Wehr et Thorp, 1997**). Cela peut être un élément explicatif du fait que les modèles prédictifs de la production du phytoplancton ou de la composition des espèces, n'ont rencontré qu'un succès modeste (**Billenet al., 1994**). Pourtant, les études menées sur le long terme sur la biomasse phytoplanctonique et la composition taxinomique ont prouvé que les organismes sont, en général, des indicateurs sensibles aux divers changements environnementaux (**Maberly et al., 1994**).

II.2. La place des phytoplanctons dans le réseau trophique :

Les organismes phytoplanctoniques représentent seulement 1% de la biomasse des organismes photosynthétiques sur Terre, ils assurent 45 % de la production primaire (**Chisholm 1995, Behrenfeld et al., 2001**). Ils sont ainsi à la

base de la chaîne trophique pélagique (**Azam et Malfatti, 2007**) et sont donc responsables d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques.

Lorsque certaines conditions sont favorables (températures élevées associées à des conditions météorologiques calmes, niveaux élevés d'éléments nutritifs d'origine anthropique ou naturelle), certaines espèces peuvent proliférer de manière significative (**Reynolds, 1998**). Selon (**MCQueen et al., 1986**), la structure de toute communauté aquatique est sous le contrôle de différents facteurs qui interagissent simultanément entre eux :

- Les facteurs ascendants qui se définissent en particulier par la dynamique des ressources nutritives (apports endogènes et exogènes) et qui vont déterminer le type de peuplement algal.
- Les facteurs descendants (« top-down » en anglais) qui sont définis en particulier par la pression de prédation exercée par les herbivores et qui vont en retour modifier la structure du réseau trophique (**Rolland, 2009**).

II.3. Description morphologique des phytoplanctons :

Très diverses également par leur morphologie et le degré de complication de leur structure, on peut, en outre, rencontrer parmi elles tous les types possibles de reproduction asexuée et de cycle de développement. Elles se multiplient par mitoses, et/ou parfois par reproduction sexuée.

Les algues présentent des formes variées dont les dimensions vont de quelques microns à plusieurs dizaines de mètres. Il existe différents types de morphologies :

- les algues unicellulaires, mobiles ou non.
- les algues pluricellulaires.

Le phytoplancton peut être subdivisé en trois classes de tailles : le microplancton (200-20 μm), le nanoplancton (20-2 μm) et le picoplancton (2-0.2 μm). (**Jeffrey et Hallegraeff, 1990**).

Il existe des milliers d'espèces de phytoplancton, dont beaucoup n'ont pas encore été décrites. L'enveloppe de la cellule du phytoplancton varie d'un groupement taxinomique à un autre et à l'intérieur de ceux-ci. Ces enveloppes sont de simples

membranes de plasma, des frustules thèques ornées et protectrices, des structures loricaire, des frustules siliceuses ou en cellulose. L'identification des espèces repose sur des caractéristiques morphologiques, la structure cellulaire, la couleur, la taille et la division cellulaire qui sont toutes visibles au microscope optique. On peut identifier les spécimens conservés ou vivants. Le microscope électronique améliore la taxinomie, particulièrement pour les taxons qui sont porteurs de caractéristiques externes reconnaissables, comme les diatomées.

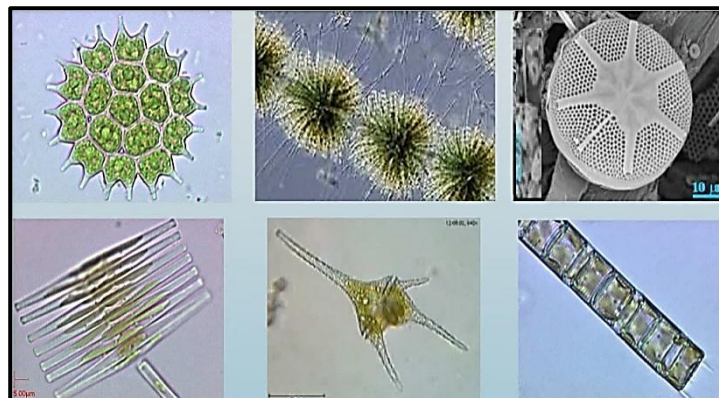


Figure 02 : Les différentes formes du phytoplancton.

La couleur des algues peut être très variée : verte, rouge ou brune. Les algues ne possèdent pas de tissus nettement individualisés, comme on peut en trouver parmi les végétaux terrestres vasculaires.

II.4. Description taxinomique :

Le phytoplancton regroupe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytologique essentiellement par la présence – eucaryotes – ou non – procaryotes - d'un noyau cellulaire (ADN confiné dans une enveloppe nucléaire) (**Prescott et al., 2003**). Actuellement, la phylogénie est en pleine évolution, grâce notamment aux avancées technologiques en biologie moléculaire (**Iglesias-Rodriguez et al., 2006 ; Not et al., 2007 ; Saez et al. 2008**).

Les schémas taxinomiques de classification du phytoplancton sont provisoires car la taxinomie est sous une révision rapide et constante à tous les niveaux en mettant chaque jour de nouvelles évidences génétiques et ultra structurales. Un schéma de classification provisoire a été adopté en se basant principalement sur les travaux de

(Van Den Hoeketal., 1995) et comparé avec la classification de (Graham & Wilcox, 2000). Les membres de procaryotes de ces assemblages sont regroupés en deux divisions : Cyanophyta et Prochlorophyta. Tandis que les membres eucaryotes sont regroupés en neuf divisions : Glaucophyta, Rhodophyta, Heterokontophyta, Haptophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Chlorarachniophyta et Chlorophyta (tableau 03) (Barsanti & Gualtieri, 2006).

Tableau03 : Schéma de classification des différents groupes d'algues (Barsanti&Gualtieri, 2006) :

Groupe	Division	Classe
Eubactérie procaryote	Cyanophyta	<i>Cyanophyceae</i>
	Prochlorophyta	<i>Prochlorophyceae</i>
Eucaryote	Glaucophyta	<i>Glaucophyceae</i>
	Rhodophyta	<i>Bangiophyceae</i>
		<i>Florideophyceae</i>
	Heterokontophyta	<i>Chrysophyceae</i>
		<i>Xanthophyceae</i>
		<i>Eustigmatophyceae</i>
		<i>Bacillariophyceae</i>
		<i>Raphidophyceae</i>
		<i>Dictyochophyceae</i>
		<i>Phaeophyceae</i>
	Haptophyta	<i>Haptophyceae</i>
	Cryptophyta	<i>Cryptophyceae</i>
	Dinophyta	<i>Dinophyceae</i>
	Euglenophyta	<i>Euglenophyceae</i>
Chlorarachniophyta	<i>Chlorarachniophyceae</i>	
Chlorophyta	<i>Prasinophyceae</i>	
	<i>Chlorophyceae</i>	
	<i>Ulvophyceae</i>	
	<i>Cladophorophyceae</i>	

		<i>Bryopsidophyceae</i> <i>Zygnematophyceae</i> <i>Trentepohliophyceae</i> <i>Klebsormidiophyceae</i> <i>Charophyceae</i> <i>Dasycladophyceae</i>
--	--	--

II.5. Description des principales classes du phytoplancton :

A ce jour, 8 principales classes différenciées selon des critères morphologiques, cytologiques, biochimiques et reproductifs sont recensées dans les milieux aquatiques.

II.5.1. Les cyanobactéries :

Organismes procaryotes, regroupent plus de 110 genres et environ 1000 espèces dulçaquicoles. La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées, (**Bourelly, 1985**). Les cellules appartenant à cette classe se caractérisent par l'absence de noyau, de plaste et de reproduction sexuée. Les cyanobactéries (ou « algues bleues ») se distinguent des procaryotes hétérotrophes par la présence de chlorophylle-a et de pigments accessoires (phycocyanine, phycoérythrine, caroténoïdes) (**Ganf et al., 1991 ; Schagerl et Donabaum, 2003 ; Colyer et al., 2005**). 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. Un bon exemple de cette propriété physiologique est fourni avec l'espèce *Planktothrix rubescens* (**Schanz et al., 1997 ; Bright et Walsby, 1999 ; Walsby et al., 2004 ; Walsby, 2005**). D'autres cyanobactéries, également filamenteuses comme la précédente, possèdent deux types de cellules particulières : des hétérocystes et des akinètes.

C'est par exemple le cas des genres *Anabaena* et *Nostoc* (**Stewart, 1973 ; Mur et al., 1999**). Les hétérocystes sont des cellules à membrane épaisse, à contenu cellulaire homogène et très clair, capables de fixer l'azote atmosphérique. Ces cyanobactéries sont donc avantagées en milieu limitant en azote assimilable. Les

akinètes sont des spores durables et chargées de réserves qui, une fois détachées en conditions favorables, forment un nouveau filament (**Bourelly, 1985**). Les cyanobactéries se divisent essentiellement par fission binaire ou division végétative, c'est à dire que la membrane cellulaire s'invagine et sépare la cellule mère en deux cellules filles isomorphiques. Généralement, cette division a lieu dans un, deux ou trois plans qui sont plus ou moins perpendiculaires les uns aux autres entre générations successives (**Komarek, 2003**). La diversité des cyanobactéries a été moins étudiée en milieu marin que dans les milieux d'eau douce. Cette différence résulte de l'occurrence de fortes efflorescences de cyanobactéries en milieu d'eau douce et du fait que les cyanobactéries marines sont constituées de deux principaux genres unicellulaires de petite taille (*Synechococcus* et *Prochlorococcus*) plus difficilement étudiables. *Prochlorococcus*, découverte en 1988 (**Chisholm et al., 1988**), est l'espèce photosynthétique la plus abondante de la biosphère (**Partensky et al., 1999**) contribue jusqu'à 84% de la fixation du CO₂ dans certaines eaux oligotrophes.

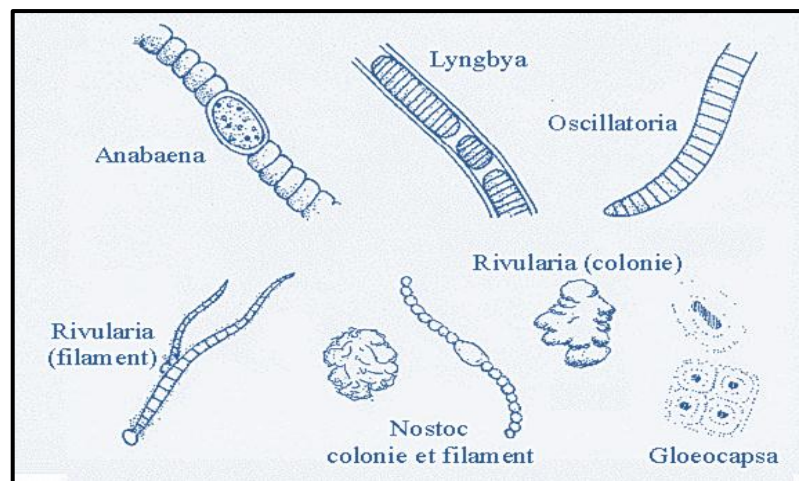


Figure 03 : Les différentes formes des Cyanobactéries.

II.5.2. Les chlorophycées :

Forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (**John, 1994**). Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partis de la classe des Euchlorophycées(**Bourelly, 1985b**).

Les cellules des Volvocales possèdent une paroi cellulaire glycoprotéique pourvue de 2, 4 ou 8 flagelles de même taille, 1 noyau et 2 vacuoles contractiles localisées à la base des flagelles. Les chloroplastes de la plupart des volvocales sont en forme de U et les chlorophylles a et b sont les pigments majeurs (Ettl, 1983). Les Chlorococcales sont unicellulaires ou coloniales avec une membrane bien définie, parfois de formes filamenteuses (Ettl et Gärtner, 1988). L'état végétatif est sous forme immobile et les flagelles sont absents au stade adulte. On distingue comme précédemment un noyau par cellule et les mêmes pigments majeurs (Bourelly, 1985b). Pour assurer leur reproduction, les Volvocales et les Chlorococcales forment des zoospores à l'intérieur de la paroi cellulaire de la cellule mère. On distingue 3 types de zoospores : celles avec membrane et 2 fouets égaux, celles sans membrane et à fouets égaux et celles sans membrane et à fouets légèrement inégaux mais de même structure (Bourelly, 1985b). Dans les formes coloniales, chaque cellule de la colonie se divise par division végétative en n cellules formant 2 x n cellules filles. On retrouve également 3 types de reproduction sexuée : isogamie (2 gamètes de même taille), anisogamie (gamète male plus petit que gamète femelle) et oogamie (gamète femelle non flagellé et gamète mâle flagellé) (Nozaki, 2003).

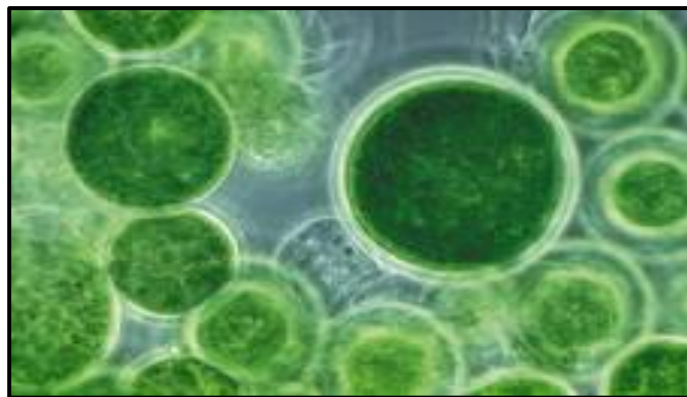


Figure 04 : Les chlorophycées.

II.5.3. Les xanthophycées :

Regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces dulçaquicoles. Elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou de filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes (β -carotène) que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte (Ettl, 1978). Les cellules mobiles possèdent deux flagelles de taille différente. La paroi cellulaire est souvent absente et quand elle est

présente elle contient une grande quantité de pectine et peut être siliceuse chez plusieurs espèces. Les xanthophycées se divisent essentiellement par fission binaire mais peuvent également former des zoospores. La reproduction sexuée, quand elle a lieu, est le plus souvent isogame (Ott et Oldham-Ott, 2003).



Figure 05: Les xanthophycées.

II.5.4. Les chrysophycées :

Sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique. Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes (β -carotène) masquant la couleur due aux chlorophylles aetc (Wetzel et al., 2001). La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie, c'est à dire qu'elle sont capables d'autotrophie et d'hétérotrophie. Dans le dernier cas, elles se nourrissent en consommant de la matière particulaire comme des bactéries ou des protistes (phagotrophie) ou bien en absorbant des molécules organiques complexes (osmotrophie) (Sanders et al., 1990 ; Domaizon et al., 2003).

Le nombre de flagelles est variable. La plupart des cellules sont uniflagellées mais d'autres possèdent deux flagelles généralement de même taille. Beaucoup des espèces appartenant à cette classe n'ont pas de paroi cellulaire mais sont juste entourées d'une membrane cytoplasmique. D'autres possèdent une surface cellulaire couverte de plaques ou d'écailles siliceuses ou calcaires. La multiplication se fait par fission binaire ou par zoosporulation. Les phénomènes sexuels, rarement signalés, sont de nature isogamique. En période de repos, la

formation endogène de kystes siliceux, globuleux, percés d'un pore obstrué par un bouchon, est caractéristique des Chrysophycées (**Rolland, 2009**).



Figure 06 : Les chrysophycées.

II.5.5. Les diatomées (Bacillariophycées) :

Engloberaient plus de 100 000 espèces et on estime que près de 15 000 ont été identifiées à ce jour. C'est un des groupes les plus importants du phytoplancton même si beaucoup d'espèces sont sessiles ou associées aux substrats littoraux. Leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse appelée frustule (**Germain, 1981**). Le pourtour des valves est connecté avec des bandes qui constituent la ceinture de la cellule. Ces microorganismes sont unicellulaires ou coloniaux et sont communément divisés en deux groupes : les diatomées centriques qui ont une symétrie radiale et les diatomées pennées qui ont une symétrie bilatérale. Les valves des diatomées pennées présentent des parties de cellules plus épaisses et dilatées. Chez certaines espèces, une fente, nommée raphée, traverse une partie ou la cellule entière alors que chez d'autres espèces, on observe une dépression de la paroi cellulaire appelée pseudoraphée.

Quatre groupes de diatomées pennées sont différenciés sur la base de ces structures : les Araphidées, les Raphidiodées, les Monoraphidées et les Biraphidées. La reproduction végétative par division cellulaire est le mode le plus commun de multiplication (**Canter-Lund et Lund, 1995**).

II.5.6. Les cryptophycées :

Sont unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvues de paroi cellulaire. En effet, l'enveloppe qui les entoure est appelée périplaste et est composé de deux couches distinctes, le périplaste interne (succession de plaques protéiques) et le périplaste externe (membrane protéique unique) qui entourent la membrane plasmique (**Kugrens et Clay, 2003**). Les cellules sont aplaties dorso-ventralement et sont pourvues d'une invagination antérieure qui porte les deux flagelles. Les cellules contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par fission binaire (**Starmach, 1974 ; Bourelly, 1985a**).



Figure 07: Les cryptophycées.

II.5.7. Les dinoflagellés :

Regroupent environ 300 espèces et sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles. Une ceinture transversale, le cingulum, encercle la cellule et la divise en une épithèque et une hypothèque alors qu'une invagination longitudinale, le sulcus, définit la face ventrale de la cellule. Ils possèdent des plaques de cellulose sur la partie externe de la membrane et la taxonomie de ces microorganismes est basée sur le nombre et l'arrangement de ces plaques (**Kofoid, 1909**). Ces plaques peuvent être très fines et sont parfois difficiles à voir par microscopie optique. Des pores apicaux, des extensions de plaques et des épines peuvent aussi apparaître chez certaines espèces. La chlorophylle a et c 2 sont deux pigments photosynthétiques majeurs des cellules de dinoflagellés. La péridinine qui fait partie des pigments accessoires de type caroténoïdes est

responsable de la couleur dorée bien que les cellules puissent apparaître jaunâtre voire marron. Bien que la reproduction sexuée se produise de temps en temps, la reproduction asexuée par la formation d'aplanospores (spores non flagellés) prédomine. En période de diapause, la formation de kystes peut s'accroître considérablement (Carty, 2003).

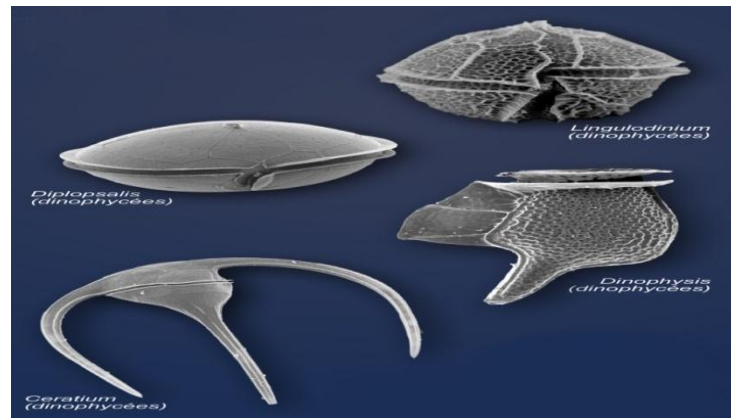


Figure 08: Les dinoflagellés.

II.5.8. Les euglènes :

Sont répartis en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire, possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma « eyespot » orange à rouge composé de globules de caroténoïdes (Rosowski 2003). Bien que certains euglènes soient non pigmentés, phagotrophes (capable d'ingérer des particules solides) et par conséquent considérés comme des protistes animaux (ex protozoaires), la plupart sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes. Il reste que même si la phagotrophie peut constituer le mode d'assimilation de carbone principal, aucune de ces espèces n'en dépend uniquement. Ce dernier est toujours combiné à l'absorption de composés organiques dissous. En ce qui concerne leur mode de reproduction, la division cellulaire semble être la règle pour cette classe du phytoplancton (Bourelly, 1985a).



Figure 09 : Les euglènes.

II.6. Ecologie du phytoplancton :

La littérature du 19^{ème} et du 20^{ème} siècle des diatomées a indiqué que ce groupe du phytoplancton colonise les eaux douces, saumâtres (Seckbach, 2007) et hypersalines (Janech et al., 2006). Ceci ne nie pas le fait que certaines espèces phytoplanctoniques possèdent la capacité de coloniser les environnements extrêmes : cyanobactéries thermophiles *Thermosynechococcus*, le genre d'algues verts halophiles ou extrêmement halotolérants, *Dunaliella*, dont *Dunaliella acidophila* qui est acidophile plutôt que halophile (Seckbach et al., 2005).

Certaines Diatomées sont thermophiles (Owen et al., 2005), d'autres sont acidophiles tels que le genre *Eunotia* qui colonise des environnements acides à pH 2,5 (Witkowski et al., 2007).

II.7. Effets de la prolifération des algues sur le milieu :

Les algues du phytoplancton ont une influence directe sur les conditions physicochimiques d'un écosystème aquatique.

❖ Oxygénation :

La présence de l'oxygène dans l'eau résulte d'une diffusion à partir de l'air au niveau de la surface et surtout de l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques, notamment des algues du phytoplancton (DABBADI, 1992 ; GAUJOUS, 1995). Ainsi, dans un milieu contenant beaucoup d'algues productrices d'oxygène par photosynthèse et peu de consommateurs (bactéries, zooplancton, poissons), la teneur en oxygène du milieu va

beaucoup varier au cours de la journée: minimale le matin, elle peut atteindre, voire dépasser largement 100% de saturation dans la journée (**DABBADI, 1992**).

❖ **Epuration :**

En se développant et en prélevant des éléments nutritifs dans le milieu, les algues contribuent à l'épurer. Il est donc possible de dépolluer des eaux usées en utilisant ces végétaux, c'est le principe du lagunage (**DABBADIE, 1992**).

II.8. Eutrophisation et risques sanitaires :

L'eutrophisation est le phénomène d'enrichissement excessif des eaux en éléments nutritifs notamment l'azote et le phosphore stimulateurs de la production primaire. C'est un problème qui se pose depuis longtemps dans les eaux douces et se trouve accéléré par les déchets agricoles et industriels suite activités anthropiques.

Il représente une menace croissante pour les plans d'eau en général et induit une dégradation importante de la qualité des eaux. Ceci peut se traduire par des pertes économiques et des risques pour la santé humaine (**LACAZE, 1996 ; CAPBLANCQ et DECAMPS, 2002**).

Désagréments associés à l'eutrophisation : L'eutrophisation est considérée comme indésirable, car les plans d'eau eutrophiés présentent des caractéristiques rarement compatibles avec les utilisations auxquelles ils sont destinés (potabilisation de l'eau, zone de loisirs, irrigation) (**LACAZE, 1996**).

II.9. Le phytoplancton indicateur de qualité biologique :

Qu'il s'agisse du phytoplancton, des macrophytes, des invertébrés ou des poissons, les indicateurs biologiques (bio-indicateurs) sont basés sur le même principe. La variété des taxons présents dans un prélèvement, leur assemblage, la présence ou l'absence de groupes sensibles (aux pollutions par exemple), donnent une indication sur la qualité des milieux.

Ainsi, (**Blandin, 1986**) a donné au terme bio-indicateur la définition suivante : «Un indicateur biologique (ou bio-indicateur) est un organisme ou un ensemble d'organismes qui :

- ❖ par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques.
- ❖ permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un éco-complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

A cet effet, **(Reynolds *et al.*, 2002)** ont publié une description détaillée de 31 assemblages phytoplanctoniques qui peuvent être vus comme des groupes fonctionnels, c'est à dire des groupes d'espèces avec une sensibilité plus ou moins grande pour différentes combinaisons de propriétés physiques, chimiques et biologiques internes au lac (profondeur de la zone de mélange, lumière, température, P, N, Si, CO et pression de prédation).

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

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

III. Les paramètres physico-chimiques de l'eau :

III.1. Les paramètres physiques :

III.1.1. Température (°C) :

La température de l'eau est un facteur écologique important des milieux aqueux et ses variations peuvent perturber fortement la vie d'un cours d'eau. La température de l'eau est fonction de la température ambiante, des processus chimiques et biochimiques qui ont cours dans le milieu aquatique, de la température des affluents au cours d'eau. Elle influence beaucoup de phénomènes physico-chimiques tels que le pouvoir auto épuratoire d'une eau polluée, la solubilité des gaz, la conductivité et le pH (**Leynaud, 1968**).

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Les vitesses des réactions chimiques et biochimiques sont accrues par la température d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10°C. Dès que l'on augmente la température de l'eau, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduelles chaudes (**Rodier, 1984**).

III.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression $\text{pH} = -\log \text{H}^+$ où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (**Ramade, 1998**).

Les équilibres physicochimiques sont conditionnés par le pH. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité et la température, Habituellement il varie entre 7,2 et 7,6 (**Bremond et Vuichard, 1973**). Cependant, dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés.

Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons. (**Rodier et al., 2009**).

III.1.3. La conductivité électrique (CE) :

Est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (ms /cm) à 20 °C. Une conductivité

élevée traduit, soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée qu'elle soit naturelle ou due à des rejets salins (Afri -Mehennaoui, 1998).

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique. On peut admettre que la situation est particulière ou anormale au-delà de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Une conductivité de l'eau supérieure à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ fait considérer une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées.

Tableau 04: Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique (Rodier, 2009).

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
$CE < 100 \mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation très faible
$100 < CE < 200$	$\mu\text{S}/\text{cm}$ Minéralisation faible
$200 < CE < 333 \mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne
$333 < CE < 666 \mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
$666 < CE < 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation importante
$CE > 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation élevée

III.1.4. Oxygène dissous :

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique (Rodier et al., 2009). L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration en oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau, une valeur inférieure à 1 mg/l d' O_2 indique un état proche de l'anaérobie. (Beupoil et Bornens, 1997).

III.1.5. Les Résidus Secs :

Reliquat obtenu à partir d'un prélèvement d'échantillon après dessiccation totale au four à 105 °C, c'est un indicateur qui exprime le taux de minéraux. Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (**Mekaoussi, 2014**). Il donne une indication du degré de minéralisation de l'eau (**Marcel, 1995**).

III.2. Paramètres relatives à la pollution organique :

De très nombreux paramètres permettent de qualifier la nature des pollutions, et le degré de pollution organique notamment : la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO), l'azote, sous forme réduite (ammoniacal) et oxydée (nitrites, nitrates), le phosphore.

III.2.1. Demande biochimique en oxygène (DBO) :

L'oxydation des composés organiques biodégradables par les microorganismes entraîne une consommation d'oxygène ; le milieu exerce donc une certaine demande biochimique d'oxygène. La mesure de la DBO permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables et donc, dans une certaine mesure, sa qualité ou son degré de pollution. La dégradation complète de la matière organique peut être relativement longue (plusieurs semaines). D'autre part, l'oxydation des dérivés ammoniacaux et des nitrites en nitrates (nitrification) absorbe également de l'oxygène. Cette nitrification, dans les eaux naturelles, ne débute qu'au bout d'une dizaine de jours. Pour ces deux raisons, on mesure la DBO en 5 jours, ou DBO₅, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommée pendant ce laps de temps, pour l'oxydation partielle des matières organiques biodégradables sous l'action des microorganismes ; elle s'exprime en milligrammes d'oxygène par litre (mg O₂/l) (**Beaudry et Henry, 1984**).

III.2.2. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (**Rodier et al., 2005**).

La DCO est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables dans des conditions de l'essai. Contrairement à la DBO5 où l'oxydation se fait lentement par l'activité des microorganismes, l'oxydation, pour la DCO, est provoquée à l'aide d'un puissant oxydant (bichromate de potassium) en milieu acide fort (H₂SO₄) et au reflux pendant deux heures. Alors que la DBO5 ne mesure que la matière organique naturellement dégradable (**Beaudry et Henry, 1984**).

La DCO permet de quantifier la majeure partie de la matière organique biodégradable. C'est pourquoi les valeurs de DCO sont nécessairement supérieures aux valeurs de la DBO5. Le rapport DCO/DBO5 permet d'évaluer le caractère biodégradable de la matière organique (le rapport à peu varier entre 1,5 et 2) (**Marcel, 1995**).

III.3. Les paramètres chimiques :

III.3.1. L'azote ammoniacal :

Est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Dans les eaux superficielles, il peut avoir pour origine : la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels, les engrais, etc. L'azote ammoniacal est fréquent dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. La nitrification des ions ammonium se fait en milieu aérobie faible. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne (**Bremond et Vuichard, 1973**). L'ammonium en lui-même n'est pas nuisible. Lorsque le pH augmente, on retrouve de l'ammoniac, qui est un gaz soluble dans l'eau et toxique pour la vie aquatique. Des problèmes apparaissent à partir d'une concentration de 0,1 mg NH₃⁺ / l (**De Villers et al., 2005**).

III.3.2. Les Nitrites (NO₂⁻) :

Les nitrites se forment lorsque les conditions sont réductrices et proviennent : soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. En l'absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites dans les eaux et dans les zones où l'autoépuration est active, les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles (de l'ordre de 0,01 mg/l). En dessous d'un centième de mg/l, les eaux peuvent être considérées comme pure ou se trouvant sous l'action d'une auto épuration active, en présence de quelques

dixièmes de mg/l, la pollution est sensible et devient significative au-delà de 1 mg/l (Rodier et al., 2009).

III.3.3. Les nitrates (NO₃⁻) :

L'azote des nitrates, comme celui des nitrites et de l'ammoniac, est un des éléments nutritifs des plantes et à ce titre il a donné lieu, au même titre qu'au phosphore, à des études intensives sur le terrain. Les nitrates présents naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de ruissellement des eaux sur le sol constituant le bassin versant (Bremond et Vuichard, 1973). Sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques (Ramade, 2000).

Le nitrate étant un sel très soluble dans l'eau, très mobile dans le sol, pénètre dans la nappe phréatique lorsque sa quantité dépasse ce que les plantes peuvent utiliser. (Kemoukh, 2007). Les nitrates sont utilisés comme indicateur de pollution (Djermakoye, 2005).

III.3.4. Les phosphates (PO₄⁻³) :

Sel de l'acide ortho-phosphorique, les phosphates représentent des éléments minéraux nutritifs essentiels pour les végétaux autotrophes. C'est un élément limitant pour la croissance et le développement des organismes dans le milieu aquatique. Dans la quasi-totalité des cas, les phosphates sont le type de nutriment présent en faible quantité. Leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, polyphosphates des formulations détergentes, eaux traitées aux phosphates, industrie chimique...) (Bremond et Vuichard, 1973).

Le contenu en phosphore total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates (50 µg P/l) (De Villers et al., 2005). Le phosphore est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible concentration ; compte tenu de son importance dans la constitution des êtres vivants, il joue souvent, vis-à-vis de leur développement, le rôle de "facteur limitant" (Afri-Mehennaoui, 1998).

La présence des phosphates dans les eaux naturelles à des concentrations supérieures à 0,1 ou

0,2 mg/l est l'indice d'une pollution par des eaux vannes contenant des phosphates organiques et des détergents synthétiques ainsi que par les eaux de ruissellement (Verneaux, 1973 ;inAfri-Mehennaoui, 1998).

III.4.Evaluation de la qualité des eaux :

Différents outils d'évaluation de la qualité des cours d'eau sont utilisés. La qualité physicochimique des eaux est évaluée grâce au système d'évaluation de la qualité (SEQ-Eau).

III.4.1.Le système d'évaluation de la qualité (SEQ-Eau) :

Le Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau, permet d'évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à assurer certaines fonctionnalités. Les évaluations sont réalisées au moyen de plusieurs paramètres physico-chimiques, le SEQ-Eau, permet un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les actions de correction nécessaires pour son amélioration en fonction des utilisations souhaitées (Boissonneault, 2009).

III.4.2. La qualité physico-chimique des cours d'eaux :

Les cours d'eau sont initialement classées en plusieurs catégories pour l'usage et la vie aquatique. Les pays développés ont fait beaucoup d'efforts pour définir les objectifs de la qualité des eaux et les classer en fonction de ces derniers. En fonction du degré de pollution, les agences de l'eau françaises ont classé les cours d'eau à partir des critères physicochimiques en quatre catégories principales :

- **Classe 1** : eaux d'excellente qualité considérées comme exemptes de pollution, aptes à satisfaire tous les usages possibles, même les plus exigeants.
- **Classe 1.b** : eaux de bonne qualité quoique légèrement moindre par rapport à de la classe précédente. Elles peuvent néanmoins satisfaire tous les usages et ne requièrent qu'un traitement simple pour l'approvisionnement en eau potable d'un réseau d'adduction urbain.
- **Classe 2** : eaux de qualité passable, suffisante pour l'irrigation et les usages industriels possibles, mais des traitements sévères sont requis pour la potabilisation, l'utilisation est tolérable pour abreuver les animaux domestiques.
- **Classe 3** : eaux de qualité médiocre juste aptes au refroidissement d'installation thermiques et à la navigation. L'usage est tolérable pour l'irrigation des cultures, l'utilisation est impossible pour les réseaux d'adduction d'eau potable.

- **Hors catégories** : forte pollution, eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptes à tout usage à l'exception de la navigation fluviale et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement (**Ramade, 2000**).

III.5. Normes et classes de la qualité des eaux superficielles :

La qualité des eaux est extrêmement variable dans le temps et elle est fonction de différents facteurs. Afin d'avoir une bonne connaissance de l'état global d'un cours d'eau, et de pouvoir suivre son évolution dans le temps ; le SEQ (Système d'Évaluation de la Qualité des eaux superficielles) a mis en place un outil d'évaluation qui permet d'obtenir une image globale de la qualité des cours d'eau, et définit les aptitudes à satisfaire les équilibres biologiques et les différents usages des cours d'eau. L'ABH est inspiré du SEQ pour classer les eaux superficielles. Cette classification repose sur une grille de la qualité des eaux superficielles. L'agence des bassins hydrographiques algérienne s'est inspirée de cette classification et elle a mis au point une classification de la qualité des eaux de surface utilisée pour les bassins hydrographiques.

IV. Matériels et méthodes :

IV.1. Description des sites d'échantillonnages :

IV.1.1. Le barrage de Chafia :

Le barrage de la Chafia se situe sur l'oued Bounamoussa à 50 Km au sud-Est d'Annaba. La mise en service des installations date de 1969 (Figure 10).

Le barrage, construit à l'entrée des gorges de la Chafia, à une capacité de 170Km^3 et permet d'emmagasiner 140Km^3 . Le volume régularisé est de 90Km^3 . Sa longueur est de 650m, sa superficie est de 10Km^2 .

Des millions de m^3 de ce barrage sont réservés annuellement à l'agriculture, 34 millions de m^3 aux villes et à l'industrie. Ce barrage a été ainsi entrepris dans le but d'irriguer les bonnes terres de la partie orientale de la plaine d'Annaba autour d'El-Asfour, de Zerizer et de Ben M'hidi. Les cultures envisagées sont celles du tabac, coton, tomate, agrumes, cultures maraichères et pâturages (Nasri, 2001).

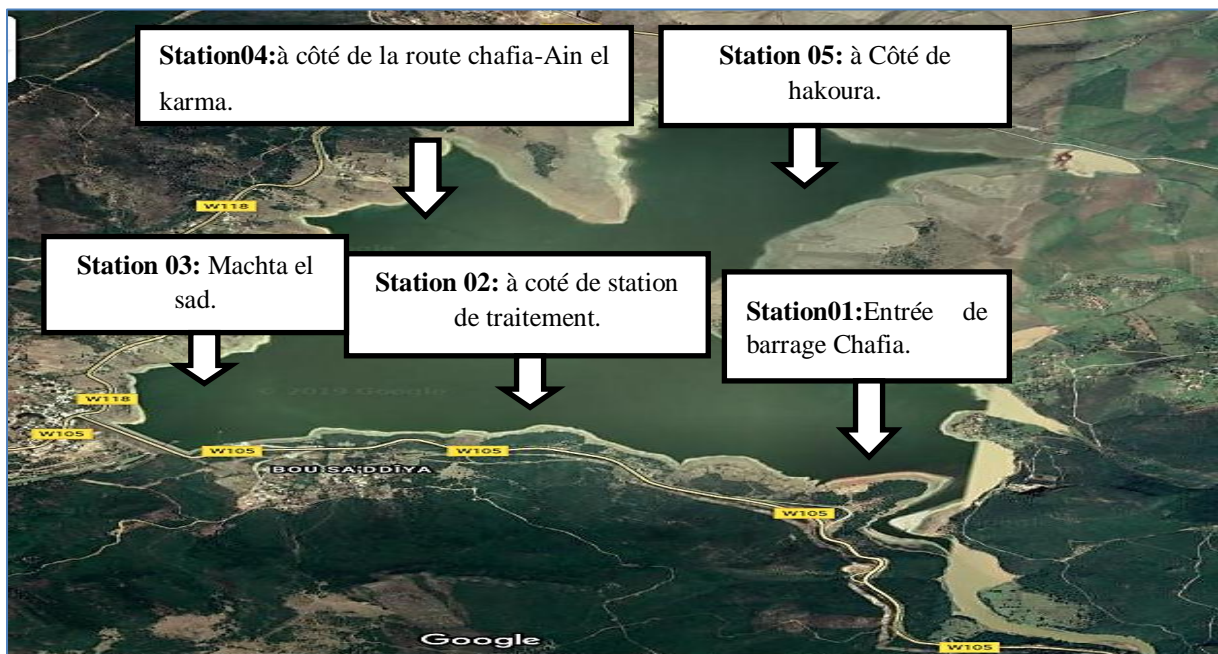


Figure10 : Localisation des stations de prélèvement dans barrage Chafia.

IV.2. Objectifs de l'étude :

L'objectif de notre travail s'agit de mesurer les paramètres physico-chimiques et les paramètres biologique du barrage Chafiaà partir des échantillons d'eau prélevés dans 05 stations au niveau de barrage pour évaluer la toxicité de l'eau de barrage.

IV.3. Etude au terrain:

Au niveau du barrage, nous avons procédé à la mesure des paramètres suivants en utilisant la valise multi paramètre de terrain : température, pH, conductivité et oxygène dissous. En effet 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 site.

IV.3.1. Présentation du matériel technique:

Pour le bon déroulement de notre travail, nous avons utilisé :

- Filet à plancton (20µm).
- Multi paramètre de terrain (**Horiba UV59**).
- Bouteille ombrée de 125ml.
- Bouteille en plastique de 1,5L.
- Papier aluminiums.
- Glacière.
- Chambre de comptage.
- Microscope inverse.
- Appareil photos numérique (**Sony**).
- Pipette graduée.
- Lugol .
- Burette.
- Seringue.

IV.3.2. Protocole d'échantillonnages :

Lors de notre étude, Les échantillons ont été prélevés durant pendant le mois mars 2022 dans 05 stations. Les techniques de prélèvements sont variables en fonction de la nature de l'analyse à effectuer et de la nature de l'eau à analyser: Pour les échantillons destinés à l'analyse physico-chimique, L'eau doit être prélevée dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser et fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

Une fois les flacons remplis, ils sont bouchés et étiquetés. Les prélèvements sont ensuite transportés dans des glacières où la température doit être de 4°C afin de permettre une conservation satisfaisante de l'échantillon et d'éviter une modification des constantes physico-chimiques.

Les Echantillons seront recueillies dans des flacons soumis au préalable à un nettoyage rigoureux et stérilisés (chaque station doit être recueillie par un flacon) pour l'élimination des bactéries. En même temps de prélèvement, nous avons calculé par le chronomètre le débit de ces sources et il faut laisser $\frac{3}{4}$ de vide dans chaque bouteilles.

Afin de prélèvement, tous ces flacons ont été mis dans les poches de glace pour partager cette eau et il est important de le diriger le plus rapidement possible au laboratoire. Normalement en moins de 4 heures.

Tout prélèvement doit être accompagné d'une fiche de renseignement sur la quelle ou note :

- o L'origine de l'eau.
- o L'adresse exacte du lieu de prélèvement.
- o La date du prélèvement.

IV.3.3. Mesure des paramètres physico-chimiques :

Au cours de l'échantillonnage, On a mesuré pour chaque station les variables abiotiques : le pH, la température de l'eau, la conductivité électrique et l'oxygène dissous. A l'aide d'un multi-paramètre de terrain Horiba(Photo01).



Photo 01: Les mesures sur terrain à l'aide d'un multi paramètre.
(Necer&Bouhaddada, 2022).

IV.3.4. Mesure les paramètres biologiques :

IV.3.4.1. Récolte du phytoplancton :

Lors de notre étude, des prélèvements mensuels ont été effectués pendant mars 2022 au niveau de barrage el chafia. Au cours de ces échantillonnages, les variables abiotiques et planctoniques ont été déterminées.

➤ Technique de récolte du phytoplancton :

La technique de récolte du phytoplancton consiste à filtrer 30 l d'eau brute au niveau de barrage chafia au moyen d'un filet à plancton de 20 μm de maille munie d'un robinet. Puis, récupérer 100ml du volume collecté dans une bouteille en verre ombrée.



Photo 02: Technique de récolte du phytoplancton (Necer & Bouhaddada, 2022).

IV.4. Identification et dénombrement du phytoplancton :

IV.4.1. Identification du phytoplancton :

L'identification du phytoplancton a été réalisée sous le microscope inversé au grossissement (x40) en fixant une goutte d'échantillon dans une boîte en verre. Ensuite, on fait un parcours différents champs sur toute la surface de la boîte (chambre en verre) en se décalant nettement sur la surface afin qu'il n'y ait pas de chevauchement. Pour chaque prélèvement on fait le comptage des espèces.

L'étude taxinomique des différentes classes des phytoplanctons ainsi que les différents taxa de chaque classe a été effectuée en se basant sur les manuels et le guide d'identification suivants :

- Atlas du phytoplancton marin (**Ricard, 1987**) :

L'identification a été réalisée selon les clés de détermination de (**Bourelly, 1985 ; Anagnostidis&Komàrek, 1988,1990 ; Chretiennot-Dinet, 1990 ; Komarek, 1991 ; Coute, 1995;Watanabe, 1996 ; Komàrek et al., 2003 ; Komàrek& Komàrkova,2003 ; Couté &Bouvy, 2004 ; Komàrek&Anagnostidis, 1986, 1989 ; 1998,2005**) et des ouvrages et publications spécifiques à l'Afrique et aux espèces rencontrées(**Fritsch &Rich, 1929 ; Frémy, 1930 ; Compère, 1974 ; Compère, 1991**), basée sur les critères morphologiques suivants :

- L'organisation du thalle (filamenteux, colonial, cellule isolé), sa forme (sphérique, cubique, amorphe, régulière, étirée, clathrée, droite, coudée, spiralee...).
- Les types cellulaires rencontrés (cellules végétatives, hétérocytes, akinètes), leur forme (sphérique, cylindrique, ellipsoïdale...).
- La présence d'un mucilage ou d'une gaine et ses caractéristiques (couleur, visibilité, aux contours nets ou diffluent, lamellés, homogènes...).
- Les dimensions des cellules et leur contenu (vacuoles à gaz, granules...).

IV.4.2. Dénombrement des phytoplanctons :

Le dénombrement des différents genres des phytoplanctons a été effectué sous microscope inversé au grossissement (x40) à partir d'un volume de 10 ml d'un échantillon préalablement homogénéisé.

A l'aide d'une pipette Pasteur on dépose dans la boîte en verre la goutte de l'échantillon à analyser puis on fait un parcours différents champs sur toute la surface de boîte ; cette opération est répétée chaque fois en se décalant nettement sur la surface de boîte , afin qu'il n'y ait pas de chevauchement .

IV.4.3.Méthodes d'analyse :

Abondance et identification (méthode Utermöhl)

Le principe de la méthode consiste à concentrer le phytoplancton en suspension dans un échantillon d'eau, sur une surface réduite directement observable par microscopie. En pratique, un volume connu d'échantillon d'eau est soumis à une étape de sédimentation verticale dans un contenant de faible section et dont le volume est calibré.

Après un temps de sédimentation suffisant, les phytoplanctons se répartissent sur le fond du contenant de manière aléatoire. Il est alors directement observable à l'aide d'un microscope inversé. Pour les eaux du Barrage elchafia, le volume analysé de 10ml nécessite d'avoir recours à une étape de filtration en remplacement de la sédimentation. L'échantillon est alors filtré sur une membrane en polycarbonate pour obtenir un concentra dont la totalité sera examinée dans une chambre de sédimentation.

La méthode implique l'utilisation d'échantillons préalablement fixés avec une solution de lugol alcalin fortement concentrée. La norme NF EN 15 204 : 2006 décrit globalement la méthode de sédimentation des phytoplanctons et précise que celle-ci peut présenter des limites en ce qui concerne la concentration « d'amas de phytoplancton flottantes ». Ilconvient donc d'être vigilant sur la présence ou non des phytoplanctons flottants dans les échantillons à analyser. Si des phytoplanctons flottantes sont observables dans l'échantillon, il est nécessaire en amont de l'étape de sédimentation, de recourir à un prétraitement permettant de réduire leur flottabilité.

Par ailleurs, l'efficacité de l'étape de sédimentation peut être affectée par des mouvements de convection dans l'échantillon ou par la présence de bulles d'air. Ces derniers doivent être réduits au maximum en équilibrant la température de l'échantillon et du matériel utilisé pendant l'étape de sédimentation et en s'assurant également de la stabilité de la température ambiante pendant toute la durée de la sédimentation(**GHEADABIA ,2012**).



Photo03 : Echantillon d'eau



Photo 04: Microscope inversé.

(Dans chambre en verre).

(Necer&Bouhaddada ,2022).

V: Résultats et discussions

V.1. Les paramètres physico-chimiques des eaux du barrage Chafia :

Les paramètres abiotiques de l'eau du barrage Chafia (T°, pH, Turbidité, oxygène dissous et conductivité) mesurés *in situ*.

V.1.1. La température :

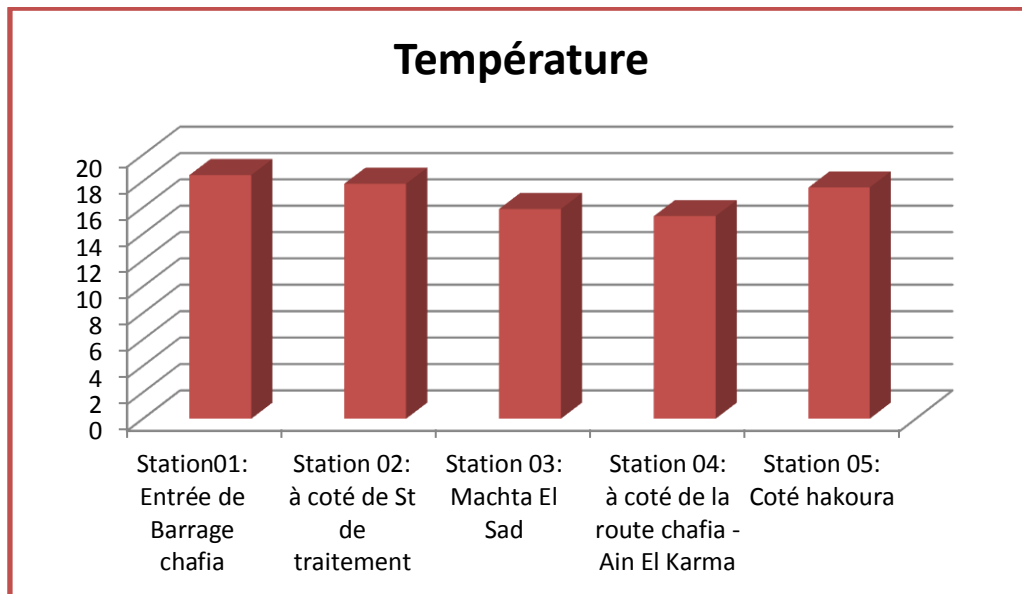


Figure 11: Variations de la température des eaux du barrage Chafia (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

Les valeurs de la température mesurée varient d'une station à l'autre, elle atteint la valeur maximum 18.46 °C dans la station 01 par contre la valeur minimum 15.34°C dans la station 04 au niveau du barrage de Chafia.

D'après (Ramade, 2000), la température est une mesure momentanée en fonction du temps, de l'heure et du lieu de prélèvement. Elle agit comme un facteur écologique majeur dans les biotopes terrestres et aquatiques.

V.1.2. Le potentiel Hydrogène :

La figure ci-dessous représente les variations du pH dans les cinq stations pendant la période d'étude.

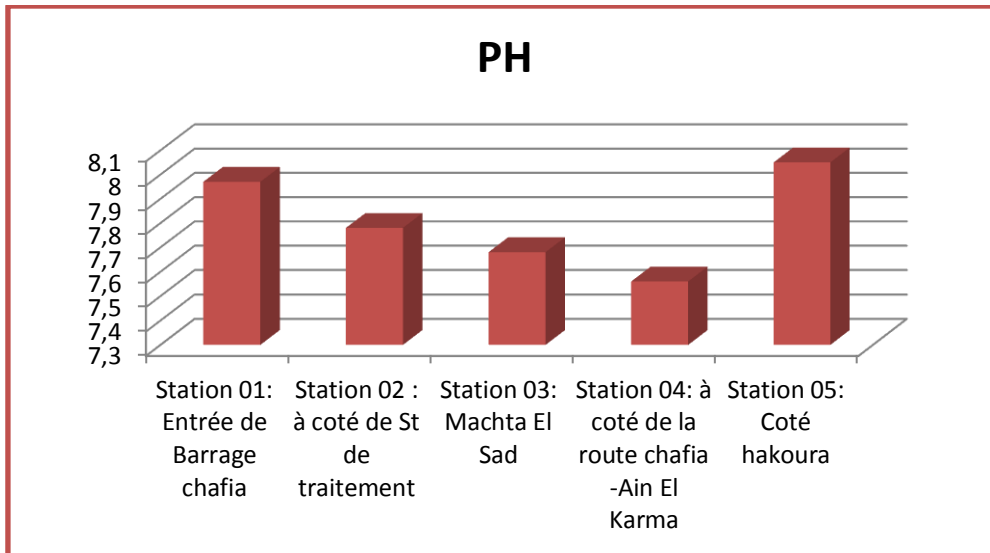


Figure 12 : Variations de PH des eaux du barrage Chafia

(Necer I & Bouhaddada M, 2022).

A partir de cet histogramme nous remarquons que dans le barrage de Chafia le PH est légèrement basique (alcalin) au niveau des stations 01, 02, 03,04, 05.

Le pH est un facteur complexe déterminé par divers facteurs chimiques (présence des carbonates, CO₂, HCO₃⁻), physiques (échange air-océan, etc.) et biologiques (équilibre entre l'activité des producteurs primaires et l'activité saprophytique du milieu).

V.1.3. Conductivité électrique :

La figure ci-dessous montre les variations de la Conductivité électrique.

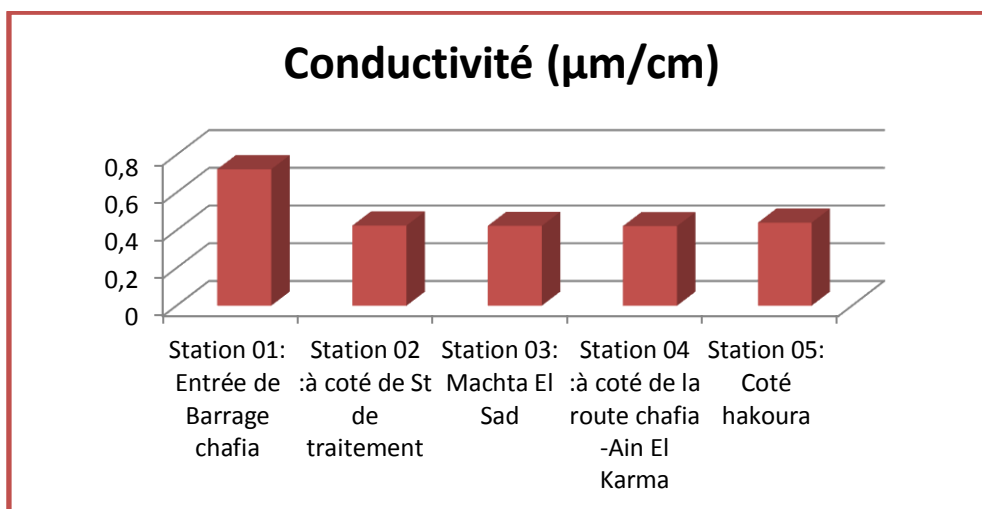


Figure 13: Variations de la conductivité des eaux du barrage Chafia (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

La conductivité, qui varie en fonction de la température, est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature (Rodier et al., 2005). D'une manière générale, plus l'eau est riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée.

La valeur maximum de conductivité électrique est de 0.723µs/cm dans station 01 au niveau de barrage, les valeurs minimum est de 0.440 à 0.425µs/cm au niveau de station 02, 03, 04 et 05.

Ces résultats indiquent que l'eau de station 01 fortement minéralisée par rapport les autres stations au niveau de barrage. La station 01 étant le plus conducteur.

V.1.4. Turbidité :

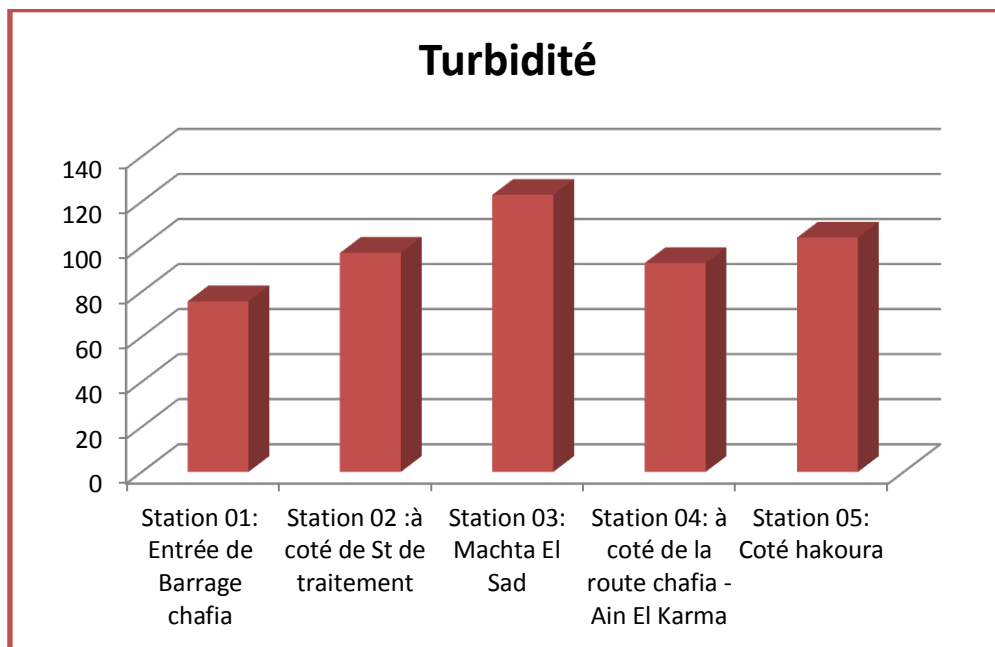


Figure 14 : Variations de la turbidité des eaux du barrage Chafia (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

La Turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

Les résultats obtenus à partir des échantillons d'eau prélevés nous montre que la valeur maximum est de 123 NTU dans station 03 du barrage, et nous remarquons aussi la valeur minimum est de 75.7NTU dans la station 01 au niveau du barrage. Donc la turbidité est plus importante au niveau de barrage de Chafia.

V.1.5.Oxygène dissous :

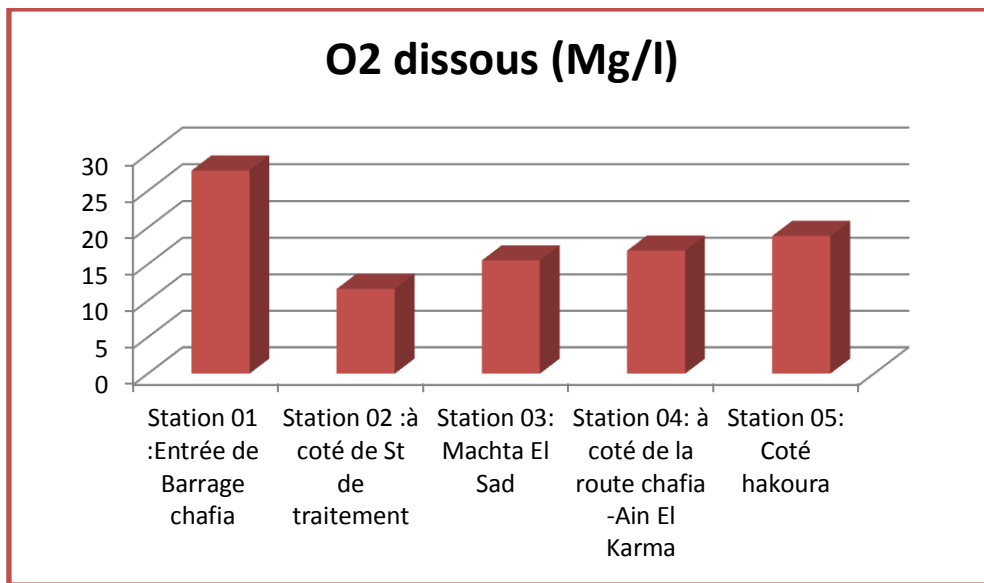


Figure 15: Variations de l’oxygène dissous des eaux du barrage Chafia (Necer I& Bouhaddada M, 2022).

Dans les milieux aquatiques, l’oxygène est le moteur essentiel à la vie des organismes, il assure l’oxydation de la matière organique en faisant intervenir les différents groupements bactériens et en contribuant donc à l’auto-épuration du milieu.

D’après l’histogramme l’oxygène dissous est très élevée au barrage chaffia dans la station 01 par rapport les autres stations 02, 03, 04,05. En effet, le forte présente de matière organique, dans un plan d'eau du barrage du chafia. C’est ce qui permet aux micro-organismes de se développer tout en consommant de l'oxygène

Une eau très aérée est généralement sur saturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée.

V.2. Les paramètres biologiques des eaux du barrage Chafia :

V.2.1. Étude qualitative des phytoplanctons récoltés :

La caractérisation biologique d’un milieu aquatique s’appuie, le plus souvent, sur la présence d’organisme qualifiés d’indicateurs d’un type de pollution ou sur l’absence de certain autre plus sensibles (Coute, 1995 ; Dehbi ,1989).

Toutes les identifications taxinomiques des taxons phytoplanctoniques inventoriés dans les eaux du barrage Chafia sont réalisées au niveau de classe et genre à l’aide des ouvrages de

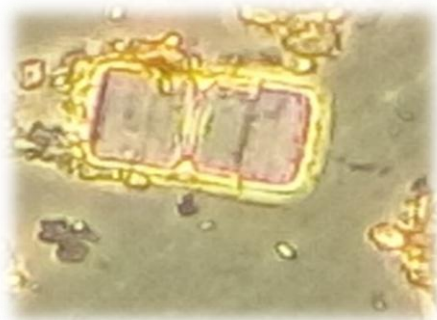
détermination disponibles notamment les travaux de **Lyse Bérard-Therriault et al., 1999 ; Brunel, 1962 ; Ricard, 1987 ; Botes, 2001 ; Stanier, 1977 ; Rippka et al., 1979.**

L'analyse microscopique des échantillons collectés durant mois de mars 2022 au niveau cinq stations du barrage chafia a permis d'établir les classes suivantes : les Diatomophycées, les Dinophycées, les Cyanophycées, et les Chlorophycées et les Euglenophycée, et les Cryptophycées, les Zygothycées(**Tableau05**).

Tableau 05: Liste des espèces identifiées selon la classe

La classe	Liste d'espèce
Diatomophycée	<i>Cymbella</i> sp <i>Surirella</i> sp <i>Gyrosigma</i> SP <i>Stephandiscus</i> SP <i>Caloneis</i> SP <i>Navicula</i> SP <i>Nilzschia</i> SP <i>Fragilaria</i> SP <i>Synecho</i> SP <i>Lichmophora</i> SP <i>Cymndinium</i> SP <i>Cpithemia</i> SP
Cyanophycée	<i>Aulacoseira</i> SP <i>Merismopedia</i> SP <i>Gloeotrlchia</i> SP <i>Oscillaloria</i> SP <i>Nostoc</i> SP <i>Itaphidiopsis</i> SP <i>Pseudanabaena</i> SP
Dinophycée	<i>Prorocentrum</i> SP <i>Biddulphia</i> SP <i>Dinophysis</i> SP
Chlorophycée	<i>Ankistrodesmus</i> SP <i>Dinobryon</i> SP
Euglenophycée	<i>Euglena</i> SP
Cryptophycée	<i>Diclyosphuerium</i> SP <i>Rhabdonema</i> SP <i>Dimorphococcus</i>

Zygophyceés	<i>Pleurotaenium</i> sp <i>Closterium</i> Sp
-------------	---



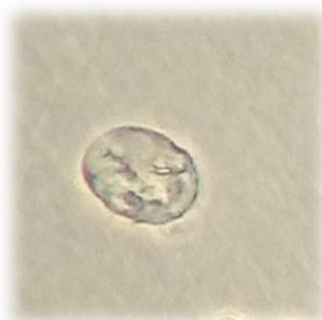
Navicula



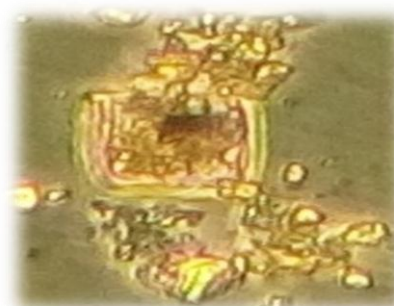
Navicula cryptocephala



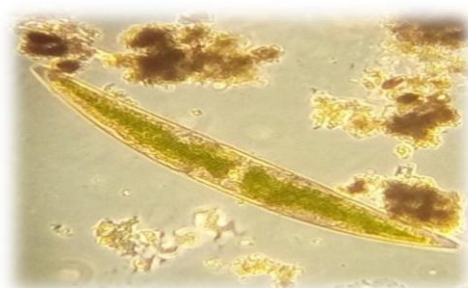
Epithemia turgida



Stephandiscus astraea



Rhabdonemaa driaticum



Closterium

Photo 05: Photographie de quelques genres des phytoplanctons identifiés au niveau de Barrage de chaffia (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

V.2.2. Étude quantitative des phytoplanctons récoltés :

V.2.2.1. Répartition de la densité totale des phytoplanctons :

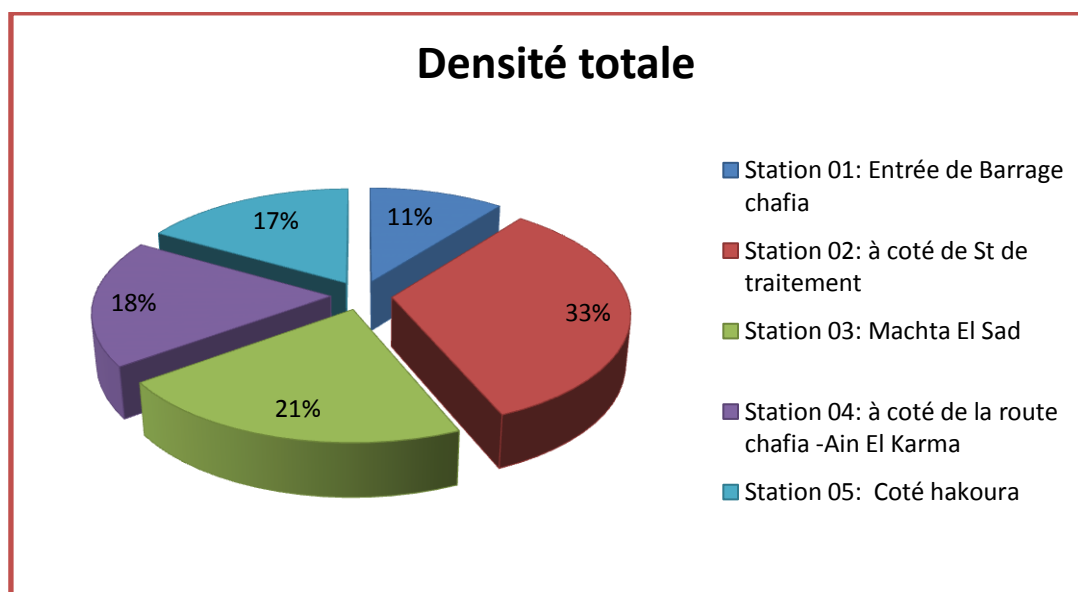


Figure 16:Répartition spatiale des taux phytoplanctoniques (%) au niveau de Barrage Chafia (Necer I& Bouhaddada M, 2022).

La répartition spatiale du phytoplancton lors de la période d'étude représentée dans la figure 16, indique que : La station (S1) Entrée de barrage chafia abrite le pourcentage le plus faible 11 %.

Cependant la station (S2) à coté de station de traitement abrite le pourcentage le plus haut de 33%. Ceci est lié vraisemblablement à l'interaction de plusieurs facteurs tels que : L'oxygène dissous qui assure le développement des phytoplanctons.

V.2.2.2. Distribution des différentes classes des phytoplanctons dans chaque station :

❖ Station 01 : Entrée de barrage chaffia.

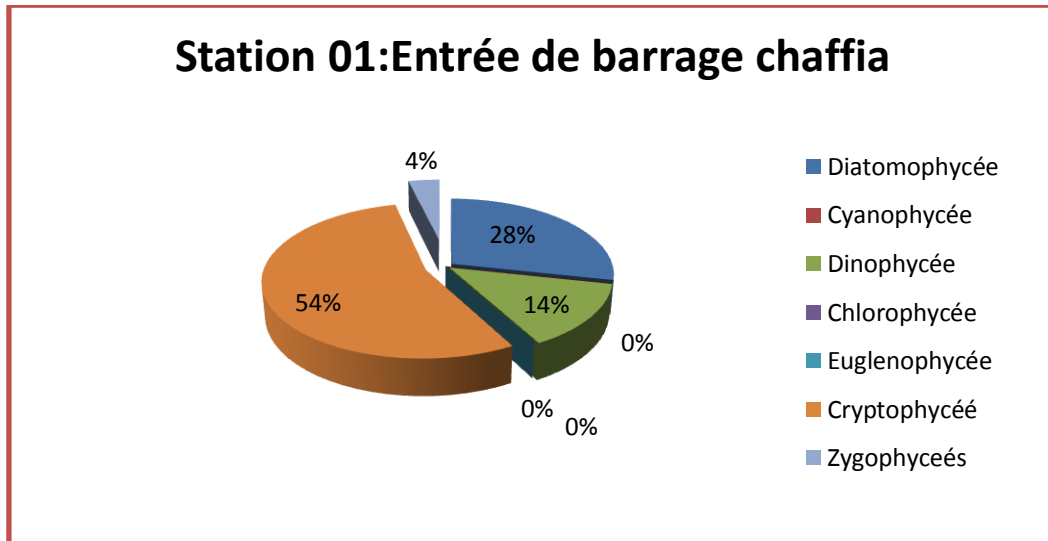


Figure17 : Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 01(Entrée de barrage chafia) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

D'après la figure (17), La classe des Cryptophycée est dominée au niveau de la station 01, avec une portion de 54 %. Suivi par la classe des Diatomophycées par 28% et la classe des dinophycée à 14%, la classe zygophycée à 04%.

❖ Station 02 : à coté de station de traitement.

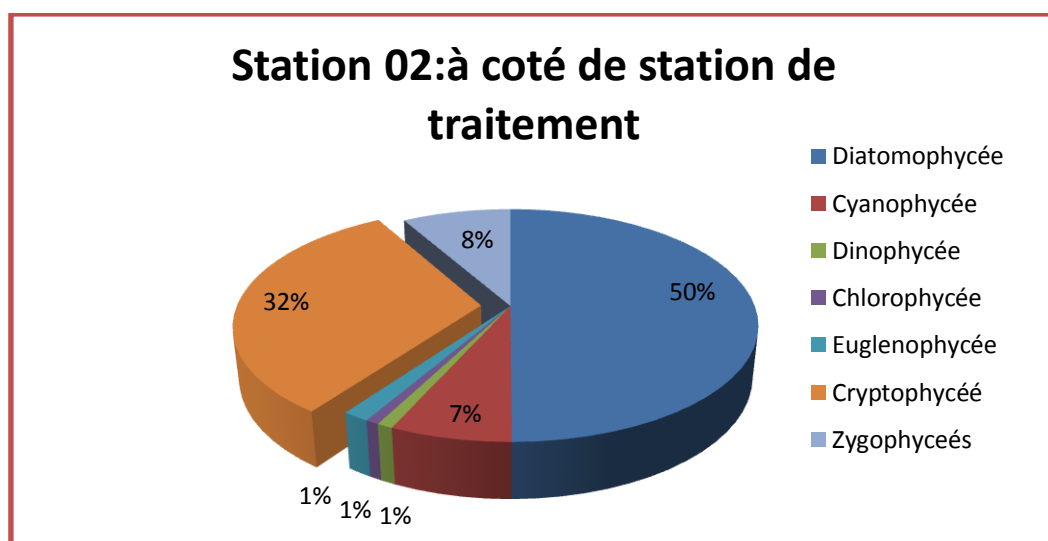


Figure18: Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 02 (à côté de station de traitement) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

Selon la figure (18), la classe des Diatomophycées est plus abondante, avec un pourcentage de 50 %, par contre la famille des Dinophycée, Chlorophycée et Euglenophycée, est plus rare avec 1%.

❖ **Station 03:**Machta el sad.

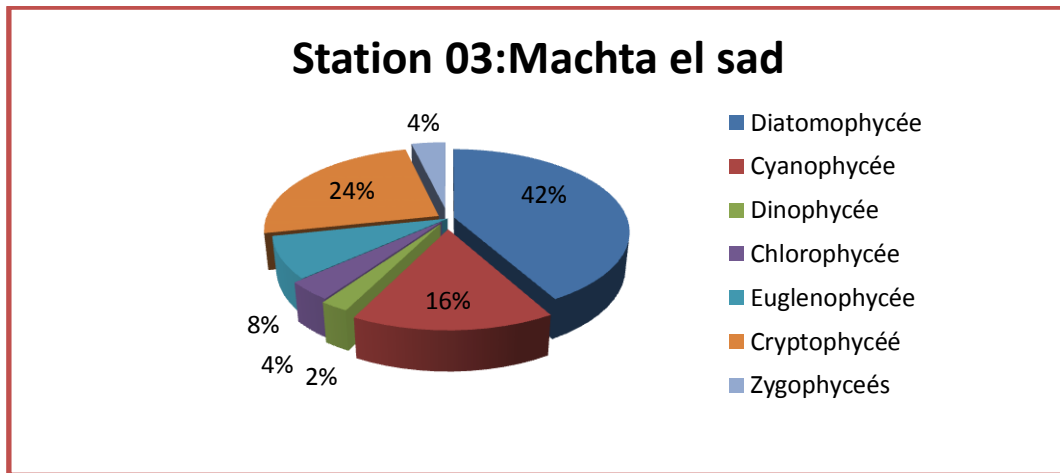


Figure 19 : Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 03 (Machta el sad) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

La classe des Diatomophycées domine au niveau de la station (03) Machta el sad avec une portion de 42 %, suivie par la classe des Cryptophycée à 24%, par contre les autres classes Dinophycée, Chlorophycée sont rares.

❖ **Station 04 :** à côté de la route chafia-Ain el karma.

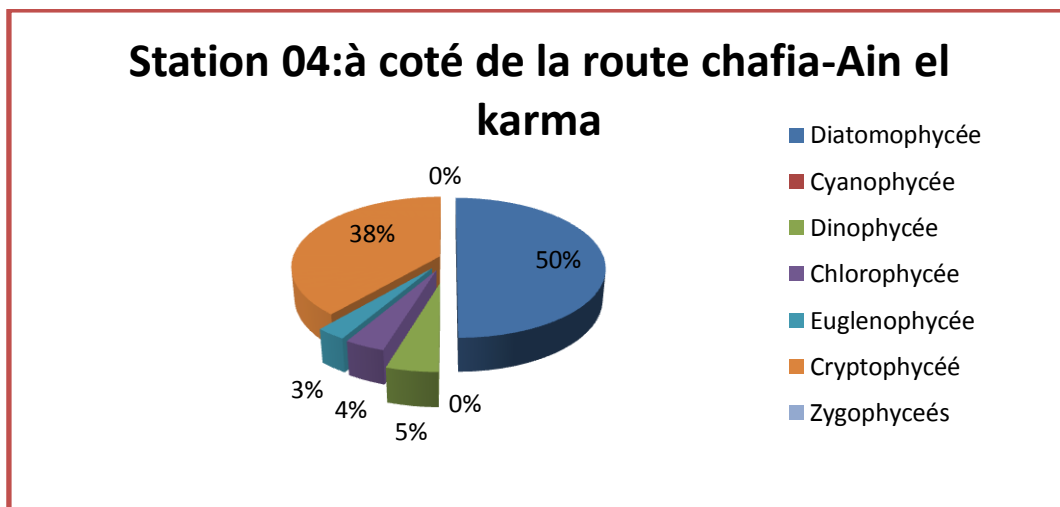


Figure 20 : Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 04(à côté de la route chafia-Ain el karma) (Necer I& Bouhaddada M, 2022).

La figure (20) montre que la classe des Diatomophycées présente la portion la plus élevée de 50% au niveau. Suivi par la classe des Cryptophycee . avec une absence totale des classes Cyanophycees ,Zygophycees.

❖ **Station 05** : à côté de hakoura.

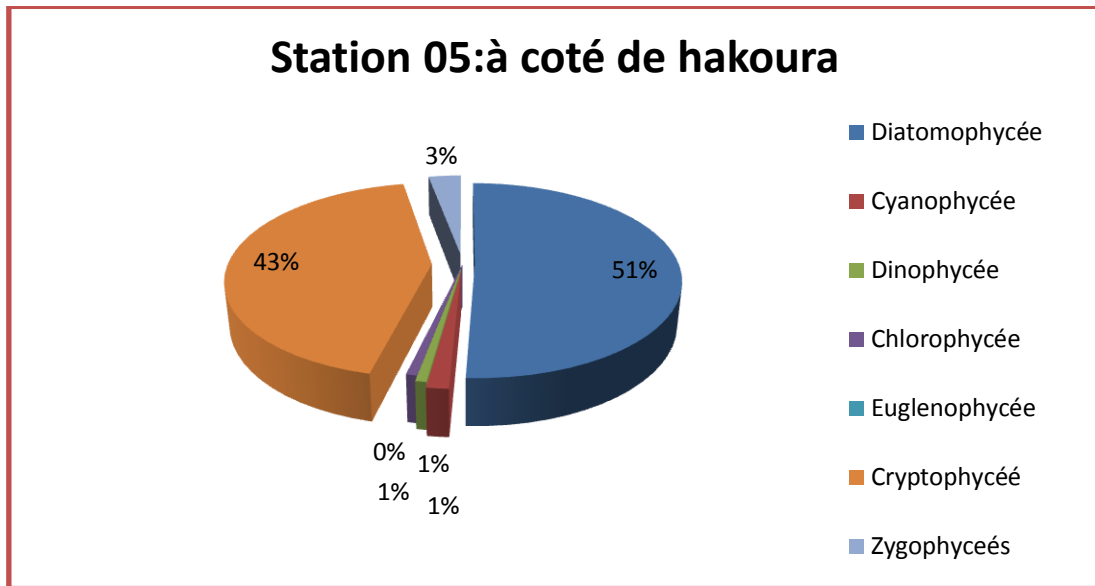


Figure 21 : Variations de la densité des phytoplanctons dans la station 05 (à côté de

Hakoura) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

D'après la figure (21) La classe des Diatomophycées présente la portion la plus élevée de 51%. Suivi par la class des Cryptophycées à 43%. Le pourcentage de la classe des Chlorophycées, Dinophycées et Cyanophycéessont très faible à 1% avec une absence totale des Euglenophycée.

V .2.2.3. Evaluation de la densité des phytoplanctons de chaque station selon l'espèce :

❖ **Station 01** : Entrée de barrage chafia.

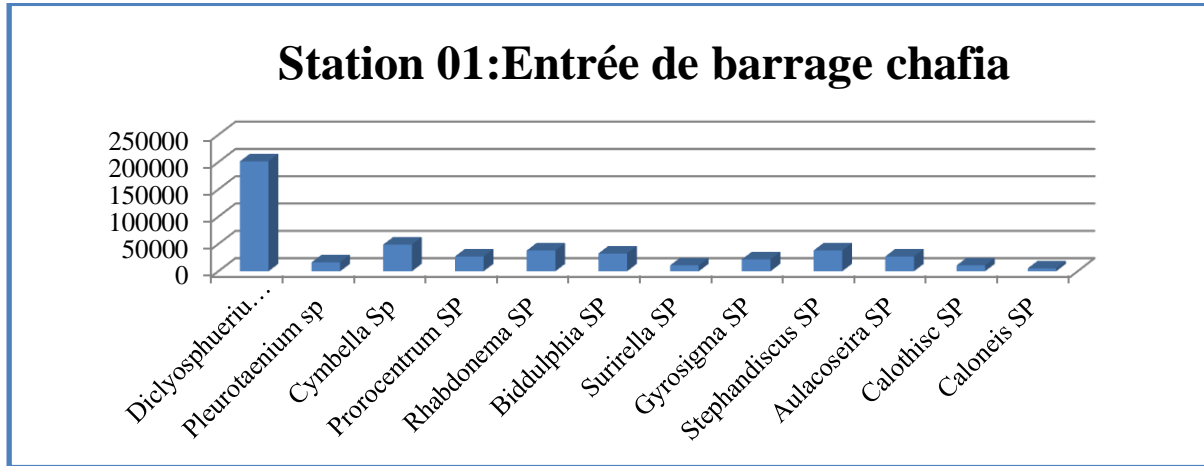


Figure22 : Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 01 (Entrée de barrage chafia) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

D'après l'histogramme le genre de *Dicyosphaerium sp* est plus dominant de 201280 ind / l, par contre le genre de *Caloneis sp* est rare de 5440 ind/l.

❖ **Station 02** : à coté de station de traitement.

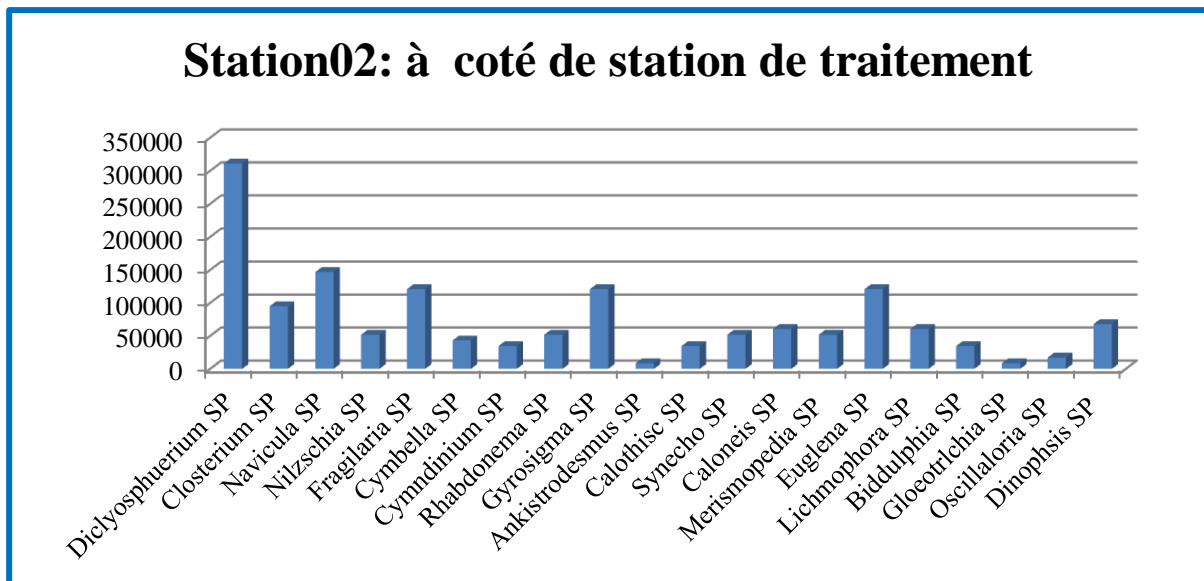


Figure23: Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station02 (à coté de station de traitement) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

D'après l'histogramme le genre *Diclyosphuerium sp* est plus dominant de 311040 ind /l, suivi par le genre *Navicula SP* de 146880 ind/l, suivi par le genre *Fragilaria SP*, le genre *Euglena SP* et le genre *Gyrosigma SP* de 120960 ind/ l, par contre la densité des deux genres *Ankistrodesmus SP* et *Gloeotrlichia SP* est les plus faibles de 8640 ind/l.

❖ **Station 03:**Machta el sad.

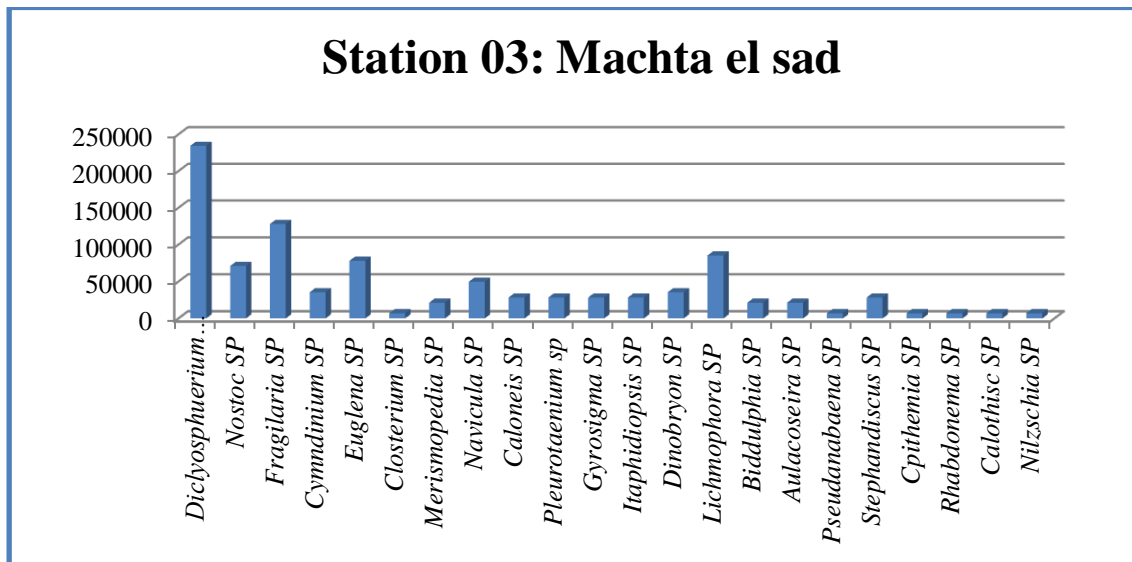


Figure24 : Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 03 (Machta el sad) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

D'après l'histogramme la densité de genre *Diclyosphuerium SP* est plus dominant de 234423 ind /l, suivi par le genre *Fragilaria SP* et le genre *Lichmophora SP* de 85248 ind/l. La densité des genre *Closterium SP*, *Pseudanabaena SP*, *CpthemiaSP*, *Rhabdonema SP*, *CalothiscSP*, *Nilzschia SP* sont faible par 7104 ind/l.

❖ **Station 04** : à côté de la route chaffia-Ain el karma.

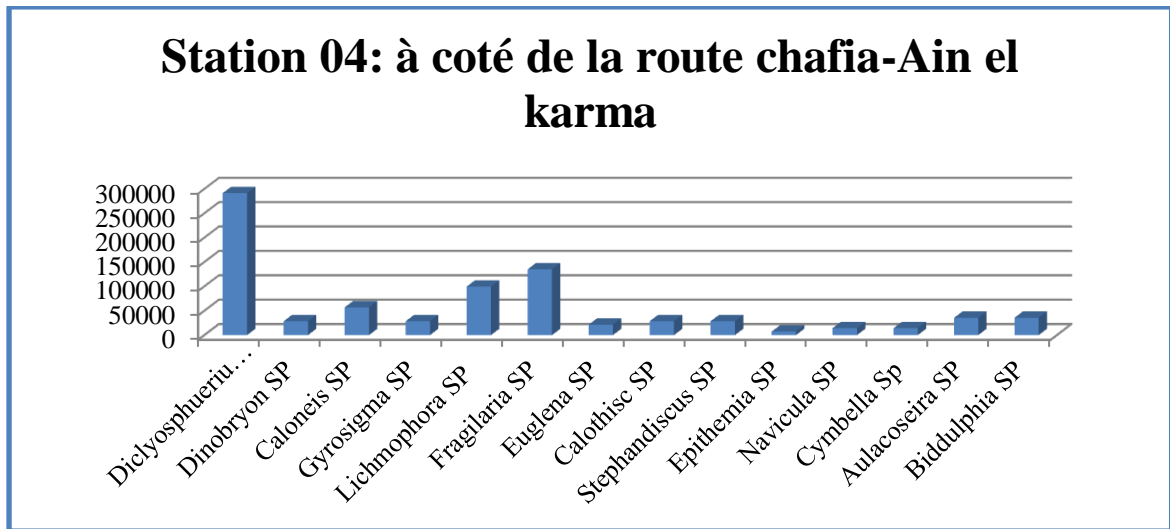


Figure 25 : Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 04(à côté de la route chafia-Ain el karma) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

La figure (25) représente les variations de la densité des phytoplanctons dans la station 04. D'après la figure le genre *Diclyosphuerium SP* est plus dominant par une densité de 291264 ind /l, par contre le genre *Epithemia SP* est plus faible à 7104 ind/l.

❖ **Station 05** : à côté de hakoura.

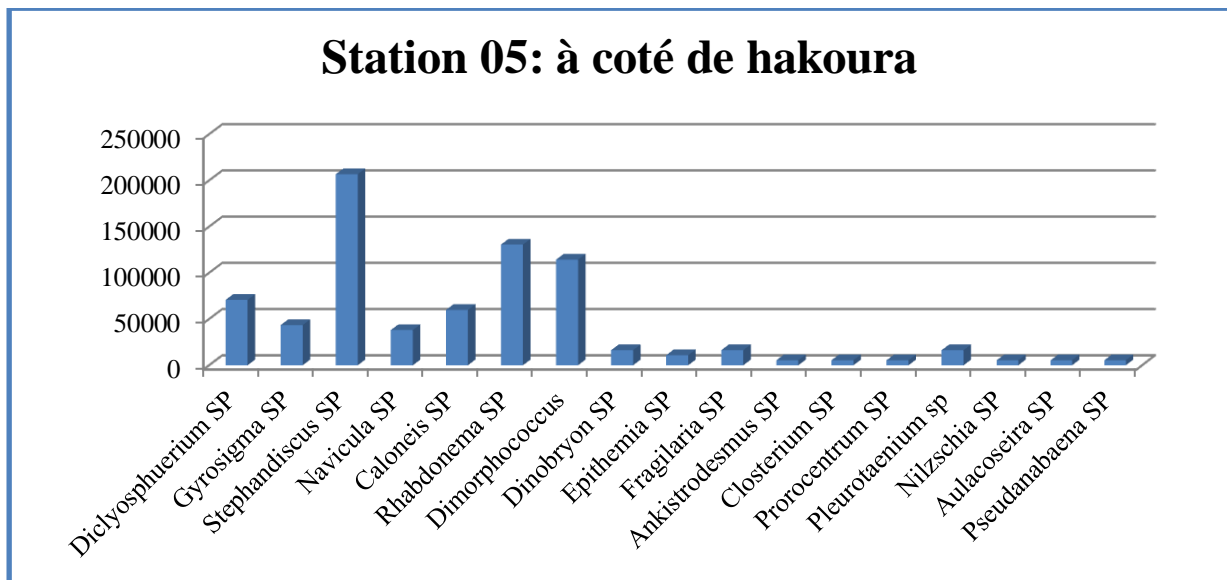


Figure26: Les variations de la densité des phytoplanctons au niveau de Station 05 (à côté de hakoura) (Necer I & Bouhaddada M, 2022).

L'histogramme montre que le genre *Stephandiscus SP* est dominé par une densité de 206720 ind / l, suivi par le genre *Rhabdonema SP* de 130560 ind/l, *Dimorphococcus* de 114240 ind/l, les genres *Ankistrodesmus SP*, *Closterium SP*, *Prorocentrum SP*, *Nilzschia SP*, *Aulacoseira SP* et *Pseudanabaena SP* sont plus faibles à 5440 ind/l.

Discussion générale

❖ Les paramètres physico-chimiques :

La température est une mesure momentanée en fonction du temps, de l'heure et du lieu de prélèvement. Elle agit comme un facteur écologique majeur dans les biotopes terrestre et aquatique (**Ramade ,2000**).

D'après nos résultats, les mesures de la température dans toutes les stations sont variées entre 15.34°C – 18.46°C, et d'une manière générale ne dépasse pas la norme autorisée qui est de 25°C (**Bulletin Officiel, 2002**).

Le pH est un paramètre qui permet de déterminer le degré d'acidité ou d'alcalinité des écosystèmes aquatiques. Il joue un rôle capital dans le développement de la faune et de la flore aquatique dont le pH optimum varie de 07 et 08 (**Ramade, 2000**).

Notre résultat de pH au niveau des cinq points de prélèvement est selon les normes et qui sont situés entre 7.56 et 8.05.

La conductivité varie d'une station à une autre. La plus élevée est enregistrée au niveau Entrée de barrage chafia (S1), avec 0.723µs/cm.

Une conductivité élevée traduit, soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée qu'elle soit naturelle ou due à des rejets salins (**Afri -Mehennaoui, 1998**)

L'élévation de la conductivité électrique au niveau de cette station serait liée une bonne appréciation des eaux de recueils du degré de minéralisation où chaque ion agit par sa concentration par rapport des autres stations. Selon **Gaugous (1995)**, la conductivité varie suivant la concentration ionique de l'eau.

Dans les milieux aquatiques, l'oxygène est le moteur essentiel à la vie des organismes, il assure l'oxydation de la matière organique en faisant intervenir les différents groupements bactériens et en contribuant donc à l'auto-épuration du milieu.

Les résultats d'oxygène dissous des stations étudiées sont variés entre 11.62 et 27.75mg/l.

Ces résultats de concentration en oxygène dissous est également fonction de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques et de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau.

Selon **Beupoil et Bornens, 1997** une valeur inférieure à 01 mg/l d'O₂ indique un état proche de l'anaérobiose.

La Turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

La forte turbidité au niveau de la station (03) Machta el sad (123 NTU) et la station (05) de à côté de hakoura (104 NTU) par rapport les autres stations ; peut provenir soit des effets de l'érosion naturelle ou débris organiques du bassin versant, soit des rejets d'eaux résiduaire urbaines de village.

❖ **Les paramètres biologiques :**

✚ **Identification et l'inventaire des phytoplanctons récoltés :**

Les communautés phytoplanctoniques sont constituées d'assemblages d'espèces présentant des caractéristiques morphologiques (taille, forme...) et physiologiques (mode de nutrition, taux de croissance...) très différentes dont l'organisation est une composante essentielle à la compréhension du fonctionnement d'un écosystème (**Klug & Tiedje, 1993**). Selon **Karr (1991)**, la connaissance de la composition taxonomique des peuplements constitue une source d'informations nécessaire. En effet, la composition taxonomique des communautés phytoplanctoniques permet d'établir de véritables outils de diagnose et d'évaluation de pollution (**Descy & Coste, 1990**).

Le barrage chafia est un écosystème aquatique qui appartient à un ensemble biogéographique, exceptionnel par sa diversité biologique. Le site étudié est un écosystème aquatique répertorié dans le registre très élaboré des zones humides.

L'étude qualitative des phytoplanctons récoltés au niveau des cinq stations de barrage chafia nous a permis d'identifier sept (**07**) classes phytoplanctoniques : Les Diatomophycées, les Dinophycées, les Cyanophycées, et les Chlorophycées et les Euglenophycée, et les Cryptophycées, les Zygothycées. Ceci concorde avec les résultats de **Kheireddinne** en 2015.

Les Diatomophycées sont présentes avec 12 genres. Suivis par **les Cyanophycées** qui sont présentes avec 07 genres. **Les Dinophycée** et **Les Cryptophycées** sont présentes avec 03 genres, **Les Zygothycées** et **Les Chlorophycées** sont présentes avec 02 genres. **Les Euglènes** présentes avec 01 genre.

La présence des espèces phytoplanctoniques au niveau du barrage est souvent liée à plusieurs paramètres physique, outre l'intensité lumineuse et la présence des composants

minéraux qui sont nécessaire à ces algues ce sont notamment la température, le pH. La concentration en oxygène, qui assure le développement des phytoplanctons.

La répartition et la distribution spatiale des phytoplanctons :

Au cours de notre période d'étude nous avons constaté que la répartition spatiale du phytoplancton lors de la période d'étude, indique que la station (S2) à côté de station de traitement abrite le pourcentage le plus haut de **33 % qui riche en Diatomophycées.**

Cependant toutes les stations est très riche en Diatomées à de la masse phytoplanctoniques, ce qui indique l'absence d'une toxicité due aux activités humaines et industriels. En effet selon **Garlsson et Graneli** les diatomées dominant dans les eaux à PH basique.

Selon **Carty** les Diatomées d'eaux douces sont des indicateurs de qualité des eaux : des eaux de bonne qualité et des eaux de qualité médiocre ne présenteront pas les mêmes associations d'espèces.

Dans le barrage , la biomasse du phytoplancton a été employée pendant des décennies pour évaluer la chaîne trophique et pour identifier l'eutrophisation artificielle induite par des activités humaines (**Wetzel, 1983 ; Harper, 1992**).

Conclusion

Le présent travail consiste à évaluer la toxicité des eaux de barrage chafia à l'aide des quelques paramètres physico-chimiques et biologiques. Des prélèvements sont réalisés durant le mois de mars 2022 au niveau de cinq (05) stations de barrage chafia.

Le suivi des paramètres physico-chimiques de la qualité des eaux durant la période d'étude a montré que les eaux de barrage sont caractérisées par des normes de la qualité des eaux douces. Ph neutre et bien oxygénées. Avec une forte turbidité peut-être dû par la période pluvieuse.

L'analyse de la densité des phytoplanctons a montré une variation en fonction d'espace. Les peuplements phytoplanctoniques présentent des densités importantes (**Necer I & Bouhaddada M, 2022**).

La distribution et la répartition spatiale des phytoplanctons lors de la période d'étude, indique que la station (S2) à cote de station de traitement abrite le pourcentage le plus haut de **33 %**. Cependant toutes les stations est très riche en **Diatomées** à de la masse phytoplanctoniques, ce qui indiquent une bonne qualité des eaux de barrage (**Necer I & Bouhaddada M, 2022**).

Pour préserver la qualité de ces affluents et la qualité total de barrage (chafia), il devient nécessaire que l'état impose son autorité au secteur Urbaine pour qu'il respecte de l'environnement afin d'instaurer un programme de contrôle et de surveillance continu des différentes sources de pollution.

Bien que cette étude apporte des informations importantes, tant physicochimiques et écologiques, elle demeure incomplète. En effet, pour mieux comprendre le phénomène d'eutrophisation et son rapport avec les phytoplanctons, il serait nécessaire :

- Procéder des suivis des paramètres physico-chimiques (sels nutritifs) de l'eau afin de déterminer le degré de l'eutrophisation du milieu, influençant ainsi la distribution et la prolifération de la communauté phytoplanctonique.
- L'étude des différents paramètres biologiques influençant la flore algale : étude des prédateurs, brouteurs, compétitions intra et inter spécifique.
- étudier les populations des phytoplanctons détaillées et leur répartition spatio-temporelle durant toute une année ; et enfin pour mieux comprendre le phénomène

d'eutrophisation du barrage il est nécessaire d'identifier toute la colonne d'eau et les sédiments.

- Effectuer des programmes de Biosurveillance dans les lagunes pour évaluer les risques engendrés par l'utilisation de l'eau contaminée et la consommation de produits aquacoles (**Necer I & Bouhaddada M, 2022**).

Références bibliographiques :

Anonyme (2011). Fiche N°4A, la population piscicole, les espèces et leurs caractéristiques. Guides de Bonne Pratiques de Gestion Piscicole d'Etangs. 78p.

Alatou (1996). Projet de plan de gestion du PNEK. Agence National pour la consercation de la nature.

ANBT (2003). Monographie, barrage Koudiet-M'douar (Batna). Cosider-Tp, document interne. 271p.

ANNEB W et MERDACI D., (2013). Contribution à l'étude de quelque paramètres physicochimiques des eaux continentales de quelque sites de la wilaya d'El -Tarf . Mémoire Master en écotoxicologie, environnement et gestion des Eaux. Université d'El-Tarf.

Benabdellouahad S., (2006). Structure, dynamique et typologies physico-chimiques et phytoplanctoniques de l'estuaire du Bou Regreg (Côte atlantique marocaine). Thèse de Doctorat.

BENGOUMI D et CHAHLAOUI A .,(2005). Caractéristiques physico-chimique des eaux de certains puits utilisés comme source d'eau potable en milieu rural dans la région de Meknes (Maroc).

Boumezbeur A., (2003).Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. Réserve intégrale du lac Oubeira. p : 2-5.

Bougis P., (1974). Ecologie du plankton marin. I. Phytoplancton. Ed. MASSON et Cie. P 6-7.

Boukehili H & Msalmi M., (2008). Effet du choix de la méthode d'échantillonnage sur les résultats de démembrement et d'identification du zooplancton des eaux du lac Oubeira. Mémoire des études superieurs en biologie. Centre Universitaire d'El Tarf.p26.

CARTY S., (2003). Dinoflagellates,in Fresh Water Algae of North America.Ecologie and Classification ,Ecology and Classification.Wehr ,j.D.and Sheath,R.G.(EDS) Academic Press,Paris.

Coute A .,(1995). Diversité chez le micro algues. TSM ; 01-1995, 20-24 pp.

Guiry, M. D (2012), How many species of algae are there? J. Phycol., 48: 1057–1063.

INFO SOIR (2005), El-Tarf. Un important potentiel hydrique.

Kofoid C.A .,(1909). On *Peridinium steini* Jörgensen, with a note on the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae. *Archiv für Protistenkunde*, 16, p.25-47, 1 pl.

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.

Michael J. Witkowski, Plaintiff-appellant, v. Milwaukee County, et al., Defendants-appellees, 480 F.3d 511 (7th Cir. 2007).

MOUMOUNI D (2005), Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Thèse doc.Univ Bamako.

MYSLIK J ., (2007). Les eaux souterraines – Une ressource rurale importante. Les ressources du monde entier au service de l’Ontario rural.

NARSIS S ., (2008). Contribution à l’étude de la pollution d’Oued Seybouse : Suivi physico-chimique des eaux de la séquence finale. Mém. D’Ing. Univ. Annaba. 58p.

NASRI H ., (2001). Etude de la dynamique spatio-temporelle et des paramètres de croissance des cyanoprocaryotes toxiques .Dans un milieu d’eau douce (cas du barrage de Chafia), thèse de magister .Univ .d’Annaba ,78pp.

Necer K ;Nafaa I.,(2020).Contribution à l'étude de l'inventaire des phytoplanctons au niveau du lac Oubeira (PNEK El tarf).Mémoire de l’obtention d’un Diplôme de Master 2 .Université Chadli Bendjedid El Tarf.

Owen AM, Coleman MR, Menon DK, Johnsrude IS, Rodd JM, Davies MH, et al. Residual auditory function in persistent vegetative state: a combined PET and fMRI study. *Neuropsychol Rehabil* 2004; 15: 290–306.

PEIERLS, B. L., R. R. CHRISTIAN, AND H. W. PAERL (2003). Water quality and phytoplankton as indicators of hurricane impactson large estuarine ecosystems. *Estuaries* 26:1329–1343.

PNUE/OMS (2009). Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague, 168P.

RAMADE F., (2000). Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p.

Ramade F., (1998). Éléments d'écologie: écologie fondamentale. Édit Mc Graw-Hill. Paris. P: 61.

REJSEK F., (2005). Analyse des eaux; aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux. 71, 144p.

Rivasseau, C.; Racaud, P.; Deguin, A.; Hennion, M. C., Development of a bioanalytical phosphatase inhibition test for the monitoring of microcystins in environmental water samples. *Anal. Chim. Acta* 1999, 394, 243-257.

Seckbach, J. and Kociolek, J.P. [Eds] (2011). The Diatom World. Springer Verlag. 531 p. DOI: 10.1007/978-94-007-1327-7.

SIMPSON B., (2007). Les eaux souterraines – Une ressource rurale importante .Comprendre les eaux souterraines. Les ressources du monde entier au service de l'Ontario rural.

Smayda T.J ., (1997). Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton bloom in the sea .*Limnol. Oceanogr.* 42 (5, Supp 2): 1137-1153.

Starmach K., (1974). Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae. *Flora Slodkowodna Polski.* Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Utermöhl H., (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen PhytoplanktonMethodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38.

Walsby A. E., (1974). The extracellular products of *Anabaena cylindrica* Lemm. I. Isolation of a macromolecular pigment-peptide complex and other components. *British Phycological Journal*, 9(4), 371-381.

Wetzel, R.G. and Likens, G.E. (2001). *Limnological Analyses*. 3rd Edition, Springer, New York, Chapter: Nitrogen, Phosphorus, and Other Nutrients, 85-113.

ANNEXE 01 : FICHE DE RENSEIGNEMENT

Date de sortie :.....

Région :.....

Lieu-dit :.....

Barrage chafia :.....

Station n° :.....

Paramètres physico-chimiques :

Paramètres	Valeurs
Température (°C)	
pH	
Oxygène dissous (mg/l)	
Conductivité électrique (µs/cm)	
Turbidité (NTU)	

Quelque photo des différentes formes du phytoplancton :

