

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA -
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Eau, santé et environnement

Présenté par :

Mlle. KAFI SADIA

Thème

Etude de la diversité et la structure du peuplement de phytoplanctons au niveau du barrage de Tilesdit (wilaya de Bouira)

Soutenu le : 13/06/2017

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M. ZOUGGAGHE Fatah</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>M. BARA Mouslim</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promoteur</i>
<i>M. TAFER Mourad</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2016/2017

Remerciements

Tout d'abord, je remercie notre Dieu tout puissant qui m'a donné la foi, qui m'a guidé durant toute ma vie et qui m'a donné la volonté de continuer mes études.

Je tiens ici à remercier toutes les personnes ayant permis l'accomplissement de ce travail. Bien sûr, cette liste ne saurait être exhaustive, et je tiens par avance à m'excuser auprès de ceux que j'aurais oubliés.

*Dans un premier temps, je voudrais remercier Docteur **BARA Mouslim**, Maître de conférences à l'université AKLI Mohand Olhadj Bouira, à qui j'exprime m'a reconnaissance. Merci pour la confiance placée en moi et ses recommandations sur le projet de recherche qui m'a permis de collecter les données ayant fait l'objet de cette étude. Au-delà de ces actions bienfaitantes d'ordre scientifique, est le conseiller qui m'a accompagné durant ce parcours. Je dois ainsi, à juste titre lui témoigner mon infinie gratitude et ma déférence.*

Je remercie sincèrement:

*Docteur **ZOGGAGHE Fateh**, Maître de conférences à l'université AKLI Mohand Olhadj Bouira. Un remerciement spécial d'avoir présidé mon jury. , en plus de son aide précieuse et ses qualités humaines, pour lesquelles je lui exprime toute ma gratitude.*

*Monsieur **TAFER Mourad**, Maître Assistant à l'université AKLI Mohand oulhadj Bouira, qui malgré ses responsabilités et ses nombreuses occupations a bien voulu prendre un peu de son temps et m'honorer d'avoir accepté d'examiner ce travail,*

Je tiens à exprimer mes remerciements à :

*Monsieur **MOUNI Lotfi** le doyen de l'université AKLI Mohand
oulhadj Bouira, et tous mes enseignants de l'université,*

*J'exprime aussi ma profonde gratitude à tout le personnel de l'ADE,
Bouira, Monsieur **SAIKI Hcen** chef de laboratoire et toute l'équipe du
laboratoire,*

*Je remercie du fond de mon cœur mes parents qui m'ont toujours
soutenue. Sans vos sacrifices, je n'en serai pas là, et je ne vous en
remercierai jamais assez. Merci à toi **Papa** pour ton aide pour les
mesures de phyto, et pour l'intérêt que tu portes à mon travail. Merci à
toi **Maman**, pour toutes les petites attentions dont tu es la spécialiste,*

*Je remercie ma famille qui ont été toujours à mes côtés dans les
moments les plus difficiles, et mes amis d'avoir été là pour me soutenir.*

Je dédie ce mémoire

*A Mes **PA'RENTS***

Listes des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	L'activité photosynthétique de phytoplancton	4
Figure 2	Localisation géographique du barrage de Tiledit. A et B caractérise les deux points d'échantillonnage. (Image Google earth)	11
Figure 3	Vue générale du barrage de Tiledit. (Image Google map)	12
Figure 4	Schéma générale du protocole expérimental de l'étude de la communauté de phytoplanctons au niveau du barrage de Tiledit.	17
Figure 5	Variation spatiotemporelle de la température au niveau du barrage de Tiledit.	18
Figure 6	Variation spatiotemporelle du pH au niveau du barrage de Tiledit.	19
Figure 7	Variation spatiotemporelle de la turbidité au niveau du barrage de Tiledit.	20
Figure 8	Variation spatiotemporelle de la conductivité au niveau du barrage de Tiledit.	21
Figure 9	Variation spatiotemporelle des TDS au niveau du barrage de Tiledit.	21
Figure 10	Variation spatiotemporelle de l'abondance des phytoplanctons au niveau du barrage de Tiledit.	22
Figure 11	Variation spatiotemporelle de richesse spécifique des phytoplanctons au niveau du barrage de Tiledit.	25
Figure 12	Répartition des espèces observées au niveau du barrage de Tiledit en fonction des principales familles de phytoplanctons.	26

Figure 13	Variation spatiotemporelle de l'indice de Shannon au niveau du barrage de Tilesdit.	27
Figure 14	Variation spatiotemporelle de l'indice d'Equitabilité au niveau du barrage de Tilesdit.	28

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Localisation géographique des points d'échantillonnage.	16
Tableau 2	Les espèces notées au niveau du barrage de Tilesdit	24

Table des matières	
	Page
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralité sur les phytoplanctons	
1. Définition des phytoplanctons.....	3
2. Ecologie des phytoplanctons.....	4
3. Facteurs de croissance des phytoplanctons.....	4
4. Reproduction.....	6
5. Systématique.....	6
5.1. Les cyanobactéries.....	6
5.2. Les chlorophycées.....	7
5.3. Les xanthophycées.....	8
5.4. Les chrysophycées.....	8
5.5. Les bacillariophycées.....	8
5.6. Les cryptophycées.....	9
5.7. Les dinoflagellés.....	9
5.8. Les euglènes.....	9
Chapitre II : Description du site	
1. Localisation géographique.....	11
2. Données technique du barrage.....	12
3. Climatologie.....	12
3.1.Les précipitations.....	12
3.2.Les températures.....	13
3.3.Les vents.....	13
4. Hydrologie et hydro morphologie.....	13
5. Climatologie de la région de Tilesdit (Bouira).....	13
6. Activité agricoles au tour du barrage.....	13
Chapitre III : Matériel et méthodes	
1. Conditions et fréquences d'échantillonnage.....	15

2. Methodes d'échantillonnage.....	15
2.1. Prélèvement sur terrain.....	15
2.1.1. Analyse phytoplanctonique.....	15
2.1.2. Analyse physicochimique.....	16
2.2. Identification et dénombrement des phytoplanctons.....	16
3. Analyse statistiques.....	17
Chapitre IV : Resultats et discussion	
1. Evaluation temporelles des paramètres physicochimiques.....	18
1.1. Evaluation de la température.....	18
1.2. Evaluation du pH.....	18
1.3. Evaluation de la turbidité.....	19
1.4. Evaluation de la conductivité.....	20
1.5. Evaluation des TDS.....	21
1.6. Evaluation du taux de la salinité.....	22
2. Evaluation de la communauté de phytoplanctons.....	22
2.1. Evaluation de l'abondance des phytoplanctons.....	22
2.2. Evaluation de la richesse spécifique.....	23
2.3. Evaluation de l'indice de Shannon.....	26
2.4. Evaluation de l'indice d'Equitabilité.....	27
Conclusion générale.....	29
Références bibliographiques	

Introduction

L'atmosphère de notre planète est très riche en oxygène (environ 21%). Cet élément vital a été produit essentiellement par les planctons végétaux et les bactéries photosynthétiques au début de la formation de la terre grâce au phénomène de la photosynthèse. Cet oxygène aquatique libéré dans l'air a permis la formation de la couche d'ozone (qui comporte trois atomes d'oxygène : l'ozone) de la haute atmosphère. Sans cette couche qui protégé contre les rayonnements ultraviolets du soleil jamais les plantes vertes n'auraient pu conquérir les continents il y a 600 millions d'années suivies de près par les animaux (Mollo Pierre, 2013).

En écologie, une communauté est l'ensemble des populations de plusieurs espèces qui sous l'effet des contraintes environnementales coexistent de manière transitoire ou permanente dans l'espace et dans le temps. Le regroupement en communauté de plusieurs espèces peut se faire sur la base de nombreux critères pouvant être liés à la taxonomie, à la position trophique, au mode de vie, à de multiples échelles spatiales. Parmi les contraintes agissant sur la communauté, on distingue les facteurs ascendants ou bottom-up et les facteurs descendants ou top-down. Les premiers limitent la production de biomasse comme l'intensité lumineuse, les concentrations en nutriments, l'intensité de mélange de la colonne d'eau et la température. Les seconds agissent comme des supresseurs de biomasse et englobent la prédation et le parasitisme par les protozoaires, les bactéries et les virus. Certains de ces facteurs peuvent avoir une influence indirecte sur la communauté phytoplanctonique en agissant sur d'autres facteurs comme c'est le cas par exemple de la turbidité qui peut augmenter l'effet de la prédation (Fraisie, 2013).

Les écosystèmes aquatiques sont composés des communautés qui évoluent en fonction du temps sous l'effet des variations saisonnières et interagissent avec les modifications de leur environnement (Bendeira, 2013). Dans l'esprit d'une conservation de la nature plusieurs écologues ont estimé d'une part que la diversité biologique joue un rôle essentiel dans la régulation des écosystèmes et s'interrogent sur les conséquences écologiques d'une réduction de cette diversité sur l'ensemble du biotope. Afin de comprendre le fonctionnement d'un écosystème, il est nécessaire d'évaluer la nature, l'intensité et la complexité des relations entre les espèces c'est-à-dire d'être en mesure d'appréhender la structure des communautés qui le compose (Yon, 2014).

Parmi les communautés qui composent les écosystèmes aquatiques, les phytoplanctons sont d'une immense diversité systémique, cette dernière pouvant être interprétée à différents niveaux dite taxonomique (souvent représentée par l'intermédiaire de la diversité spécifique) qui permet un regroupement des individus au sein de groupes basés sur des ressemblances à la fois morphologiques, écologiques et/ou phylogénétiques (i.e. espèces). Il existe dans la littérature scientifique de nombreuses définitions du concept d'espèce; la plus majoritairement utilisée étant celle de Ernst Mayr (1942) selon laquelle : «une espèce est une population ou un ensemble de populations dont les individus peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et engendrer une descendance viable et féconde, dans des conditions naturelles». D'autre part, la biodiversité dite «fonctionnelle» qui peut être qualifiée de diversité écologique, regroupe des organismes et/ou des espèces sur la base de leurs similarités fonctionnelle (ex. adaptation à la température du milieu). Ce type d'étude est fondamental lorsqu'on s'intéresse aux interactions entre les communautés phytoplanctoniques et leur environnement (Vanpeene Bruhier, 2010).

Avant la construction du barrage de TILES DIT, il existait un écosystème équilibré composé de phytoplancton, de zooplancton, de poissons et de prédateurs un peu plus grands. Suite aux aménagements, ces prédateurs les plus grands quittent la zone par manque de poisson fourrage disparu parce que le zooplancton ont diminué à la suite de l'appauvrissement du site en phytoplancton. D'après Mollo (2013) de pareils déséquilibre biologique provoqué peut engendrer des catastrophes écologiques en cascade, avec des conséquences désastreuses sur les activités économiques, culturelle, sociale et touristique de la région.

Cette contribution entre dans le cadre de préparation d'un diplôme de fin d'étude, qui a comme objectif la caractérisation de la dynamique des phytoplanctons au niveau du barrage de TILES DIT (wilaya de Bouira) de plus on envisage d'examiné l'évolution temporelle de quelques paramètres physicochimiques déterministes de cette communauté phytoplanctonique.

Notre étude s'articule autour de quatre chapitres interdépendants : le premier chapitre qui présente une étude bibliographique, un deuxième chapitre sur la description du site étudié, un troisième chapitre sur les méthodes appliquées pour l'étude des phytoplanctons et enfin un dernier chapitre qui englobe l'ensemble des résultats obtenus.

Chapitre I :
Généralités sur le
phytoplancton

1. Définition de phytoplancton

Phytoplancton (du grec *phyton* ou plante et *planktos* ou errant) ou plancton du règne végétale, représente l'ensemble des microorganismes photosynthétiques qui sont libres, passifs et en suspension dans la colonne d'eau (Groga, 2012). La diversité morphologique des phytoplanctons qu'il s'agit de cellules solitaires ou regroupés en colonies ou en filaments représente une forme d'adaptation à la mobilité, en effet ces organismes se déplacent soit par le mouvement des courants aquatiques (flottaison) ou bien par des structures motiles tel que les flagellés ou les ciliés (mouvement verticales restreint). Certaines espèces peuvent aussi se déplacer dans la colonne d'eau grâce à des glissements, à des mouvements hélicoïdaux ou à la présence de vésicules à gaz. Ces éléments leur permettent d'aller se positionner au niveau de leur optimum lumineux dans la zone euphotique ou de descendre dans les couches inférieures cherchées les nutriments de par leurs capacités de stockage importantes (Cadier, 2016).

La phototrophie représente la principale source énergétique chez ces organismes. La chlorophylle *a* est le principale pigment impliqué dans le processus photosynthétique au niveau de la zone euphotique. Par ailleurs, certains phytoplanctons sont dits mixotrophes combinent les modes de nutritons autotrophe et hétérotrophe, les chrysophycées, par exemple, ont la capacité de tirer leur énergie par phagocytose des bactéries (Gailhard, 2003).

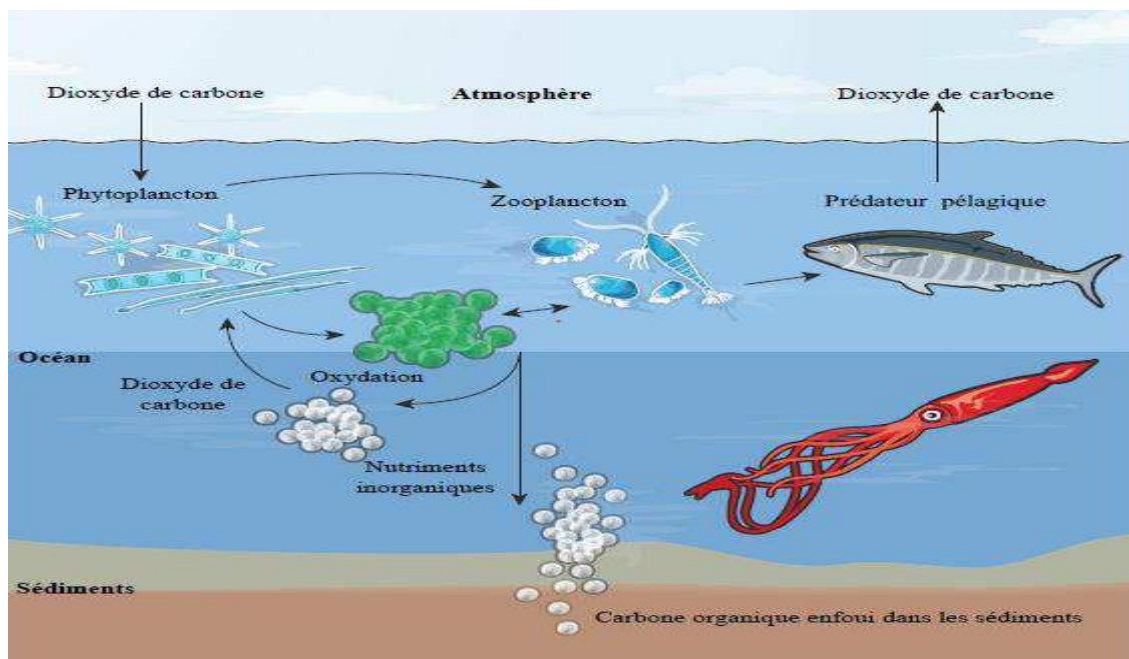


Figure 1 : L'activité photosynthétique de phytoplancton (Mollo and Noury, 2013).

Le phytoplancton est le bio-indicateur de la dégradation de la qualité des eaux continentales par diverses pollutions d'origine anthropiques. En outre, la prolifération de phytoplancton a un impact direct sur la dynamique et la structure des populations et des communautés au niveau des écosystèmes aquatiques. Certaines espèces de cyanobactéries sont susceptibles de synthétiser des exotoxines à l'origine d'intoxications importantes (Cadier, 2016).

2. Ecologie des phytoplanctons

Le phytoplancton a une plasticité écologique importante. Ces espèces très ubiquistes colonisent les biotopes terrestres et aquatiques, et se retrouvent dans l'eau douce, saumâtre ou salée. Quelques espèces sont recensées dans les eaux thermales tandis que d'autres tolèrent les basses températures des lacs arctiques et antarctiques. Certaines espèces vivent en association avec d'autres animaux tels que les protozoaires, les spongiaires et les ascidies (endozoïques). De plus ces organismes vivent en symbiose avec des champignons et des algues vertes pour former les lichens. Les planctons aquatiques se fixent à divers substrats : roches, corail, algues, animaux et se développent même à l'intérieur des sédiments, en zone benthique. Les phytoplanctons ont une remarquable adaptation à la température et une excellente adaptabilité aux variations lumineuses grâce à une composition pigmentaire qui leur permet d'utiliser une large gamme du spectre lumineux.

Dans les milieux aquatiques, la prolifération en masse des cyanobactéries forme une efflorescence appelée bloom cyanobactérie. Ces couches parfois très épaisses et éventuellement écumeuses apparaissent à la surface de l'eau avec une durée assez variable, de quelques heures à plusieurs mois. Ces efflorescences sont le plus souvent dominées par une ou un petit nombre d'espèces, possédant pour la plupart d'entre elles des vésicules à gaz (Bensafia, 2005).

3. Facteurs de croissance de phytoplancton

Malgré une taille réduite, le phytoplancton influence directement et indirectement sur le climat de la terre. Suite à leurs décompositions, le phytoplancton participe au processus de formation de la pompe biologique du carbone. La croissance de phytoplancton nécessite des sels minéraux (nitrate, phosphore, silicate, potassium), des oligo-éléments (magnésium, fer) et de carbone atmosphérique (CO_2), ainsi que certaines conditions du milieu (Saoudi, 2008):

- Température et niveau des précipitations
- Turbidité (degré d'opacité) de l'eau

- Taux d'ensoleillement,
- Degré de la pollution

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

La photosynthèse est un processus qui nécessite chez le phytoplancton deux comportements interdépendants : le pompage du carbone minéral ou atmosphérique (CO₂) nécessaire au cycle de Calvin et la colonisation de la couche superficielle des océans qui varie sous l'effet d'un apport de chaleur ou de sel, ou d'une modification de l'intensité des vents (Cadier, 2016).

Comme toutes les plantes vertes, le phytoplancton produit l'énergie grâce à la photosynthèse, un processus qui utilise l'énergie du soleil pour produire des carbohydrates. Le phytoplancton marins possède un avantage majeur par rapport à la végétation terrestre, les conditions de leurs milieux empêche le développement des structures de soutien rigides (tels les troncs et les branches des arbres) (Yon, 2004). Leur biomasse totale ne représente donc que 1% de la biomasse végétale terrestre. En revanche, ils consomment l'équivalent en CO₂ durant le phénomène de photosynthèse et contribue ainsi à régénérer l'oxygène (O₂). La concentration de la chlorophylle *a*, principale pigment de la photosynthèse permet de déduire l'abondance de la communauté de phytoplancton au niveau des océans à partir des observations satellitaires. La photosynthèse étant très liée à (Benabdellouahad, 2006) :

- L'intensité du rayonnement solaire arrivant à la surface de l'océan.
- La profondeur à laquelle se localise le phytoplancton

De plus, les conséquences éco physiologiques associées à la richesse spécifique des populations phytoplanctonique sont nombreuses. Les différentes espèces ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu. Leurs taux de croissance est variable selon les stratégies adaptives, telles que (Rossi, 2008):

- Mécanismes favorisent leur mobilité vers des zones riches en nutriments et en lumière (photo-taxisme, migration verticale, agrégation)
- Mode de nutrition mixotrophe
- Compétition interspécifique par production de substances
- Mécanismes de défense contre la prédation

4. Reproduction

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

Reproduction asexuée : Elle peut être de 3 types : - fragmentation : le thalle se sépare en deux parties qui redonneront chacune un nouveau thalle. - sporulation : des spores peuvent être formées dans les cellules végétatives ordinaires ou dans des structures spécialisées appelées sporanges. - scission binaire : division du noyau puis du cytoplasme (Cavalla, 2000).

Reproduction sexuée : Dans la reproduction sexuée, il y a fusion de gamètes mâle et femelle pour produire un zygote diploïde. Des œufs se forment dans les cellules réceptrices identiques aux cellules somatiques (*Spirogyra*) ou dans des cellules végétatives femelles peu modifiées nommées oogones (*Fucus*). Les spores sont produits dans des structures mâles spécialisées appelées anthéridies (Cavalla, 2000).

5. Systématiques

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) (Mollo and Noury, 2013).

Actuellement, l'évolution de la phylogénie grâce aux avancées technologiques en biologie moléculaire a permis d'identifier huit principales classes différenciées sur la base de critères morphologiques, cytologiques, biochimiques et reproductifs (Groga, 2012).

5.1. Les Cyanobactéries

C'est des organismes procaryotes dulçaquicoles. 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) (Anonyme, 2001), les cyanobactéries sont des bactéries photosynthétiques et non des algues proprement dit. Elles partagent toute fois les mêmes habitats que les algues, compétitionnent pour les mêmes ressources et écosystèmes aquatiques. Elles se regroupent en quelque 2000 espèces réparties en 150 genres (Bensafia, 2005), Les cyanobactéries font partie d'un groupe ancien de micro-organismes et une grande partie de leur diversité morphologique s'est

développée il y a plus de 2 milliards d'années. En milieu aquatique, les cyanobactéries sont dites planctoniques ou pélagiques si elles prolifèrent en suspension dans la colonne d'eau, ou benthiques si elles sont attachées à un substrat.

La majorité des cyanobactéries sont photoautotrophes et prolifèrent généralement en présence ou en absence d'oxygène. Toutefois, certaines espèces peuvent survivre à des conditions d'obscurité totale durant de longues périodes ; on dit qu'elles entrent en dormance. Grâce à leur grande capacité d'adaptation, les cyanobactéries colonisent la plupart des écosystèmes tant aquatiques que terrestres. Certaines espèces sont adaptées à des conditions extrêmes, prolifèrent même dans la glace, les sources thermales, les eaux ferrugineuses et à des pH extrêmes (Ghedadbia, 2012).

5.2. Les Chlorophycées

Forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euclorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées (qui comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces). Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Euclorophycées (Mollo and Noury, 2013).

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. Leurs chloroplastes sont en forme de U et les chlorophylles *a* et *b* sont les pigments majeurs. Les Chlorococcales sont unicellulaires ou coloniales avec une membrane bien définie, parfois de forme immobile et les flagelles sont absents au stade adulte. On distingue aussi un noyau par cellule et les mêmes pigments majeurs que chez les Volvocales. Pour assurer leur reproduction, ils 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. Dans les formes coloniales, chaque cellule de la colonie se divise par division végétative en n cellules formant $2 \times n$ cellules filles. On retrouve également 3 types de reproduction sexuée : isogamie (2 gamètes de même taille), anisogamie (gamètes mâles plus petit que gamètes femelles) et oogamie (gamètes femelles non flagellé et gamètes mâles flagellé) (Feki-Sahnoun, 2013).

5.3. Les Xanthophycées

Ils regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces dulçaquicoles. Elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte. 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 multiplient essentiellement par division binaire mais peuvent également former des zoospores. La reproduction sexuée est le plus souvent isogame (Feki-Sahnoun, 2013).

5.4. Les Chrysophycées

Ce sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée *lorique*. Les cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes masquant la couleur due à la chlorophylle *a*.

La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie, l'hétérotrophie correspond à la phagocytose des bactéries ou des protistes (phagotrophie) ou bien en absorbant des molécules organiques complexes (osmotrophie). Le nombre de flagelles est variable. La plupart des cellules sont uniflagellées mais d'autres possèdent deux flagelles généralement de même taille. La majorité 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 division binaire ou par zoosporulation. Les modes de reproduction sexués, rarement signalés, sont de nature isogamique. En période de repos, les chrysophycées forment un kyste endogène siliceux, globuleux, percés d'un pore obstrué par un bouchon (Feki-Sahnoun, 2013).

5.5. Les Bacillariophycées (les diatomées)

Formé de 100 000 espèces, c'est l'un des groupes les plus importantes de 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*. 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 : diatomées centriques qui ont une symétrie radiale et les diatomées pennées qui ont une symétrie bilatérale. Les valves des diatomées pennées présentent des parties de cellules plus épaisses et dilatées. Chez certaines espèces, une fente, nommée *raphé*, traverse une partie de la cellule alors que chez d'autres espèces on observe une dépression de la paroi cellulaire appelée *pseudoraphé*. Quatre groupes de diatomées pennées sont différenciées sur la base de leurs structures : les Araphidées, les Raphidoidées, les Monoraphidées et les Biraphidées. La reproduction végétative par division cellulaire est le mode le plus commun de multiplication chez les bacillariophycées (Mollo and Noury, 2013).

5.6. Les Cryptophycées

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

5.7. Les Dinoflagellés

Formés de 300 espèces, sont des algues flagellées unicellulaires dont la plupart sont mobiles. Une ceinture transversale, *cingulum*, encercle la cellule et la divise en un épi-thèque et une hypothèque alors qu'une invagination longitudinale, *sulcus*, définit la face ventrale de la cellule. Ils possèdent des plaques de cellulose sur la partie externe de la membrane qui permet leurs classifications en fonction de l'arrangement de ces plaques. Des pores apicaux, des extensions de plaques et des épines peuvent aussi apparaître chez certaines espèces. La chlorophylle *a* et *c2* sont deux pigments majeurs au niveau des cellules de dinoflagellés.

Les caroténoïdes sont responsable de la couleur dorée bien que les cellules puissent apparaître jaunâtre voire marron. La reproduction sexuée est temporaire, la reproduction asexuée par la formation d'aplanospores (spores non flagellés) prédomine (Groga, 2012).

5.8. Les Euglènes

Ils sont classés 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 pigment caroténoïdes. Bien que certaines euglènes soient non pigmentées, 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 monde d'assimilation de carbone principal, aucune de ces espèces n'en dépend uniquement. Le mode de reproduction est par division cellulaire chez toutes les espèces de cette classe de phytoplancton (Feki-Sahnoun, 2013).

Chapitre II :
Description du site

1. Localisation géographique

Le barrage de TILES DIT (Figure 2) est situé dans la partie Est de la wilaya de Bouira a environ 25 Km du chef-lieu, il est constitué d'une cuvette attachée administrativement à trois communes de la wilaya de Bouira : commune de Bechloul, commune d'El Esnam et commune de Hizer. Ce barrage reçoit l'eau à partir d'Oued Ed-House qui devient plus loin Oued Sahel.



Figure 2 : Localisation géographique du barrage de Tiledit. A et B caractérisent les deux points d'échantillonnage. (Image Google earth)

Il a été mis en service pour la première fois en 2008 et couvre par son réseau d'alimentation 12 communes de la wilaya de Bouira. Aujourd'hui, il satisfait de nombreux usages: il alimente les agglomérations voisines pour sécuriser l'alimentation en eau potable, il irrigue les périmètres agricoles sur une surface de 3.800 hectares et constitue de plus un lieu de plaisance et d'éco-tourisme pour la population locale. Ce barrage conçu en terre a noyau argileux et un volume des remblais qui peut atteindre les 3.360.000 m³.



Figure 3 : Vue générale du barrage de Tiledit. (Image Google map)

2. Donnée techniques du barrage

Selon la direction de l'hydraulique de la wilaya de Bouira, le Barrage de Tiledit est caractérisé par les données techniques suivantes :

- La digue :
 - Longueur : 425 m
 - Largeur en crête : 10 m
 - Hauteur : 65 m
- Volume total : 162 Hm³
- Volume régularisable sans transfert : 67 Hm³
- Volume régularisable avec transfert de trois oueds : 76,2 Hm³
- Capacité utilisé : 147 Hm²
- Surface du bassin versant : 843 m³.
- Capacité totale de la retenue : 164 millions m³.

3. Climatologie de la région de Bouira

3.1. Les précipitations

La wilaya de Bouira est soumise à une pluviométrie assez importante notamment dans la partie nord (au niveau de l'Atlas Blidéen et le versant Sud du Djurdjura) et sur la partie de la chaîne des Bibans où elle varie entre 350 et 500 mm/an au nord et peu atteindre les 400 mm/an dans la partie sud. Sur les sommets du Djurdjura, les précipitations peuvent dépasser les 1000 mm/an.

3.2. Les températures

La température de cette région est caractérisée par deux saisons bien tranchées : un hiver rude et neigeux dans la partie du Djurdjura et un été chaud et sec, avec des amplitudes annuelles qui varient respectivement entre 32,5 °C et 43,3 °C du mois de Mai au mois de Septembre et entre 18,5 °C et 22,4 °C du mois de Janvier au mois de Mars.

3.3. Les vents

Les vents au niveau de cette région ont une direction d'Est et d'Ouest qui présentent des vitesses peu importantes, ces vitesses moyennes annuelles enregistrées au niveau des stations climatologiques de Bouira et d'Ain Bessam sont respectivement 2,2 m/s et 3,4 m/s, le Sirocco souffle en moyenne 24 jours par an.

4. Hydrologie

La région de Bouira renferme d'importantes réserves en eau, elle est traversée par 4 bassins versants importants du nord centre de l'Algérie et dont l'apport moyen annuel est de l'ordre de 561 millions de m³ répartie comme suit :

- Le bassin versant des Isser : 135 millions m³/an.
- Le bassin versant du Sahel Soummam : 380 millions m³/an.
- Le bassin versant du Hodna : 35 millions m³/an.
- Le bassin versant des Humus : 11 millions m³/an.

5. Pédologie

Le sol est de nature calcaire dans les zones montagneuses, et de nature argileuse dans les plaines. On rencontre aussi des sols alluviaux, ainsi que de bonnes terres de texture moyenne. La structure géographique indique que la région est de formation récente où les séismes sont possibles.

6. Couverture végétation

La couverture végétale est influencée par le relief et le climat, au Sud de Djebahia et de Dirah elle est de type steppique, dans la partie Nord-est et Nord-Ouest (Tikjda, Haizer, Ait-Laziz et Aomar) elle est de type forestière les espèces les plus courantes sont : le Pin d'Alep

Pinus halepensis et le Chêne liège *Quercus suber*, à l'ouest au niveau des plaines des Arrifs et au centre au niveau de la région de Bouira, on observe une prédominance de la céréaliculture et de l'arboriculture fruitière, au Sud-Est on rencontre de vastes plantations d'olivier quant aux cultures maraichères, elles sont très prisées dans la région nord.

Chapitre III :
Matériels et méthodes

1. Conditions et fréquences d'échantillonnage

Notre étude s'est étalée entre le mois de Mars et le mois de Mai 2017 au niveau du barrage de Tilesdit. Le choix de la période de prélèvement est la première étape cruciale dans l'analyse d'une communauté phytoplanctonique. Un mauvais choix de cette période entraîne des biais dans l'interprétation des données collectées par manque de certaines espèces phytoplanctonique. Les conditions du milieu tel que : la température, la turbidité de l'eau, l'intensité de la lumière, les concentrations de sels minéraux (nitrate, phosphore, silicate, potassium...), d'oligo-éléments (magnésium, fer...) et de CO₂ influencent sur la distribution de ces espèces au niveau du site échantillonné. Par conséquent, durant un cycle annuel, la densité des communautés phytoplanctonique atteint son maximum au printemps et à l'automne, lorsque les conditions sont optimales.

Toutes les conditions d'échantillonnage sont notées sur une fiche de terrain, outre les identifiants concernant l'échantillon (localisation, dates et heures du prélèvement).

L'échantillonnage est effectué en surface (zone euphotique) et a une profondeur de 50 cm en dessous de la surface de l'eau, sachant que deux types d'analyses sont réalisées au laboratoire : une analyse qualitative (identifications des phytoplanctons) et une analyse quantitative (dénombrement des individus).

2. Méthodes d'échantillonnage

2.1. Prélèvement sur terrain

2.1.1. Analyse phytoplanctonique

Durant la réalisation de cette étude, nous avons choisie deux point d'échantillonnage respectives : A et B du barrage de Tilesdit (Tableau 1). L'échantillonnage se fait par une bouteille en plastique de 1.5 L contenant une concentration finale d'environ 0,5% d'un agent fixateur (Lugol) dans l'échantillon, soit environ 8 gouttes pour 100 ml (ou 5 ml pour une bouteille de 1 L).

Un deuxième échantillon est prélevé à 50 cm en dessous de la surface de l'eau en évitant la surface euphorique afin d'observer une certaine variation dans la structure et la composition de cette communauté phytoplanctonique.

Le remplissage de la bouteille ne doit pas se faire jusqu'en haut pour permettre une bonne homogénéisation de l'échantillon avant la prise des sous-échantillons pour comptage au laboratoire. L'échantillon ainsi fixé peut être conservé au maximum 3 semaines à l'obscurité avant l'analyse ou 12 mois s'il est maintenu au froid et à l'obscurité (entre 1 et 4°C).

Tableau 1 : Localisation géographique des points d'échantillonnage.

Prélèvements	Dates et heures	Observations
<i>P 1</i>	07 mars 2017 (08h : 00)	Localisation GPS des deux points d'échantillonnage
<i>P 2</i>	30 mars 2017 (08h : 00)	
<i>P 3</i>	18 avril 2017 (08h : 00)	A : longitude: 4.050008° latitude: 36.354616°
<i>P 4</i>	8 mai 2017 (08h : 00)	B : longitude: 4.044469° latitude: 36.351849°

2.1.2. Analyse physicochimiques

L'analyse biologique de la communauté de phytoplanctons est associée à une analyse des paramètres physicochimiques du milieu, ces paramètres sont mesurés à l'aide d'un multi paramètres (HACH 2100N Turbidimètre, HACH Sension pH 3, HACH Sension 7) sur place. Ces paramètres sont corrélés avec la structure de la communauté phytoplanctonique identifiés.

2.2. Identification et dénombrement des phytoplanctons

On transfère 25 ml de l'échantillon mère fixé préalablement avec le lugol dans un tube à essai et on le laisse décanté 24 h (Bourelly 1990). On a prélevé 5 ml du culot qui est considéré comme un sous-échantillon. A partir du sous-échantillon 1 ml est déposé entre lame et lamelle pour l'analyse qualitative et quantitative (Figure 4).

La détermination des genres récoltés a été effectuée par l'observation sous microscope optique grossissement x 10 selon des clés d'indentifications retenues dans la littérature scientifiques : Lauterborn 1915, Geitler 1932, Hubber-Pestalozzi 1941, Skuja 1948, Skuja 1956, Grönblad *et al.*1958, Partick & Reimer 1966, Coute & Rousselin 1975, Komárek & Anagnostidis 1995.

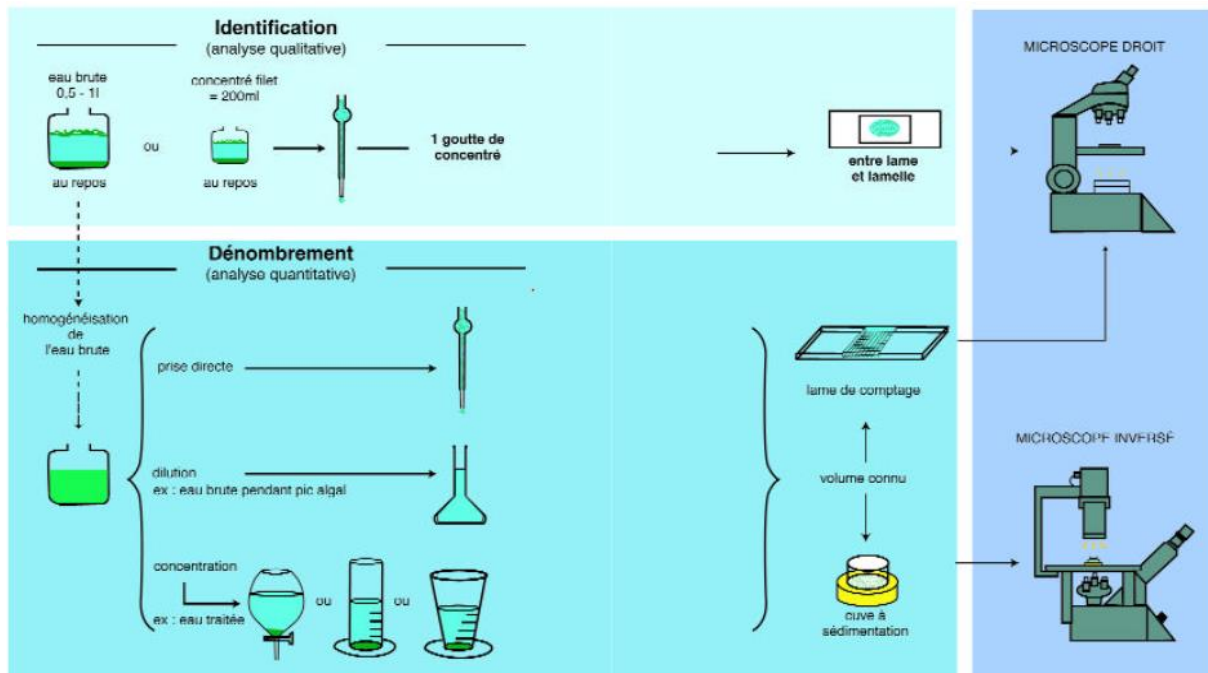


Figure 4 : Schéma générale du protocole expérimental de l'étude de la communauté de phytoplanctons au niveau du barrage de Tilesdit.

3. Analyse de la communauté phytoplanctonique

Les résultats obtenus sur la richesse et l'abondance de la communauté de phytoplancton au niveau du barrage de Tilesdit nous a permis de calculer deux indices écologiques qui nous renseignent sur la composition et la structure de la communauté ; l'indice de Shannon (ou indice de Shannon-Weaver, H') et l'indice d'Équitabilité (E). Ces indices sont calculés à l'aide du logiciel *Past 3.12* (Hammer et al 2001). Ces indices sont sensibles à la variation et au changement dans la communauté et caractérisent la probabilité des espèces de phytoplanctons présentes au milieu étudié.

Les résultats des variations spatio-temporelles des paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, salinité, taux de TDS et turbidité) ainsi que l'abondance totale et la richesse spécifiques sont exposés dans des histogrammes.

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Evaluation des paramètres physico-chimiques

1.1. Evaluation de la température

La température des eaux du barrage de Tilesdit trace une évolution saisonnière influencée directement par le climat de la région de Bouira qui varie considérablement ce paramètre en fonction de l'état climatique en place. Elle augmente progressivement selon la période d'étude due à l'augmentation de la température de l'air entre le mois de mars et ce de mai, nos résultats montrant un minima de 19,7°C dans le barrage durant le deuxième prélèvement qui coïncide avec la fin du mois de mars (30 mars 2017, fin de la période hivernale) pour atteindre par la suite un maxima de 25,4 °C noté durant le dernier prélèvement du mois de mai (8 mai 2017 synonyme du début de la période printanière/estivale), cette variation est due au climat de la région.

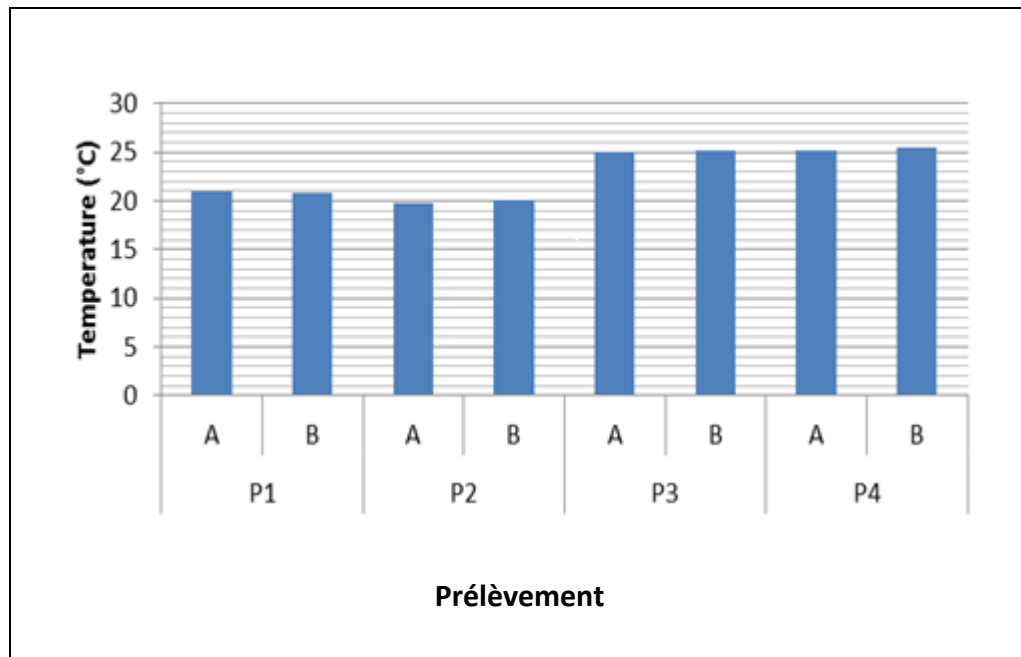


Figure 5 : Variation spatiotemporelle de la température au niveau du barrage de Tilesdit.

1.2. Evaluation du potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ . Il caractérise la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique qui est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates, ce paramètre influence sur la croissance des communautés biotique au niveau du système (les phytoplanctons). Au niveau du barrage de Tilesdit, nous avons enregistré des valeurs de pH qui varient entre 7,86 et 8,51

durant toute la période d'étude. Cette faible variation de l'alcalinité croissante de l'eau est le résultat de l'augmentation de l'activité photosynthétique surtout en fin de période printanière expliquée par le développement massif des phytoplanctons.

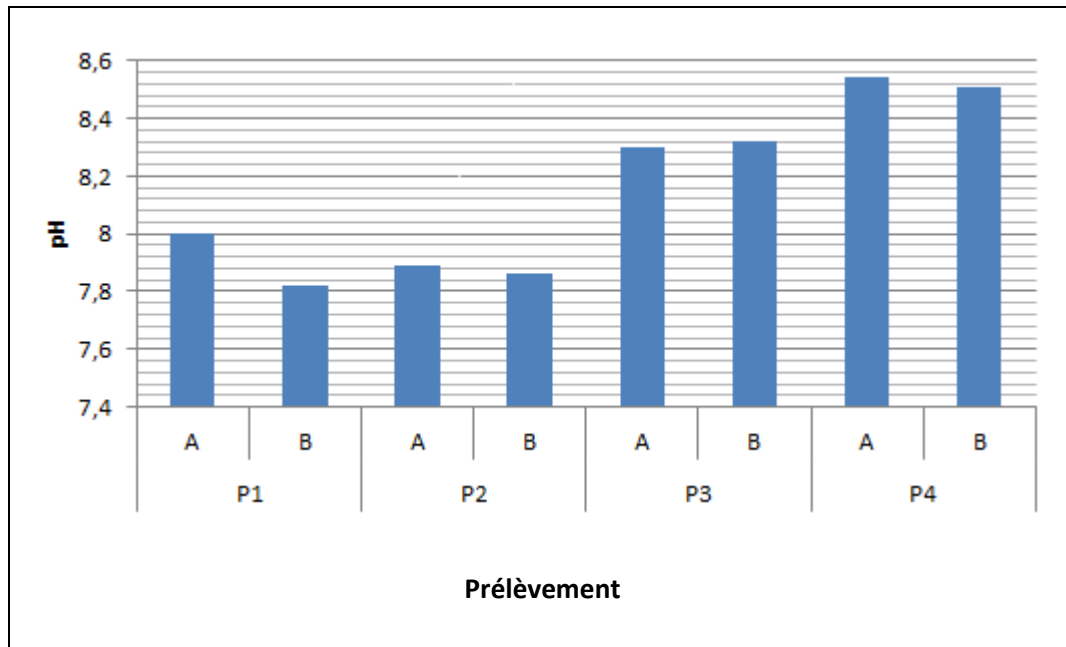


Figure 6 : Variation spatiotemporelle du pH au niveau du barrage de Tiledit.

1.3. Evaluation de la Turbidité

La turbidité est une caractéristique optique de l'eau, à savoir sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. Elle est due à la présence dans l'eau de particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques. Ainsi, plus une eau est chargée en biomasse phytoplanctonique ou en particules sédimentaires, plus elle est trouble. Nos résultats exposent des valeurs qui ne dépassent pas les 5 NTU (norme requise de l'eau de surface) durant toute la période à l'exception du troisième prélèvement qui coïncide avec le mois d'Avril où les valeurs de la turbidité dépassent largement les valeurs requises correspondant à 84,6 NTU et 104 NTU, au niveau des deux points de prélèvement (A et B) respectivement, ces variations croissantes sont dues au bouleversement torrentiel et à la forte précipitation qu'on connaît dans la région de Bouira au mois d'Avril de l'année en cours.

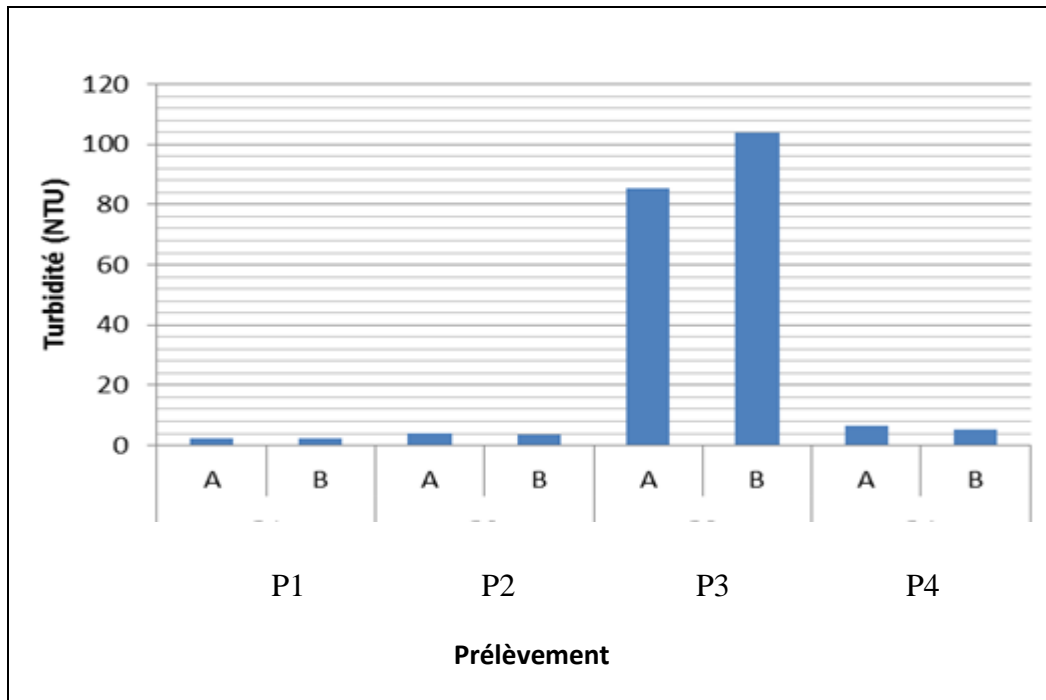


Figure 7 : Variation spatiotemporelle de la turbidité au niveau du barrage de Tiledit.

1.4.Évaluation de la Conductivité

La conductivité est un paramètre physique de l'eau qui renseigne sur le niveau et le taux de minéralisation, le barrage de Tiledit est situé dans une région argileux-calcaïque ce qui influence considérablement sur le taux des sels minéraux. Durant notre étude nous avons enregistré des valeurs qui dépassent généralement les $600 \mu\text{s}/\text{cm}$ indiquant un taux de minéralisation supérieur à la norme requise due au lessivage excessif des terres agricoles et des rejets domestiques chargés en minéraux ce qui traduit une charge polluante importante. En fin de période d'étude cette conductivité diminue brusquement pour atteindre une valeur de $165 \mu\text{s}/\text{cm}$ qui est expliquée probablement par le développement en masse de la communauté phytoplanctonique par une intensification de la photosynthèse.

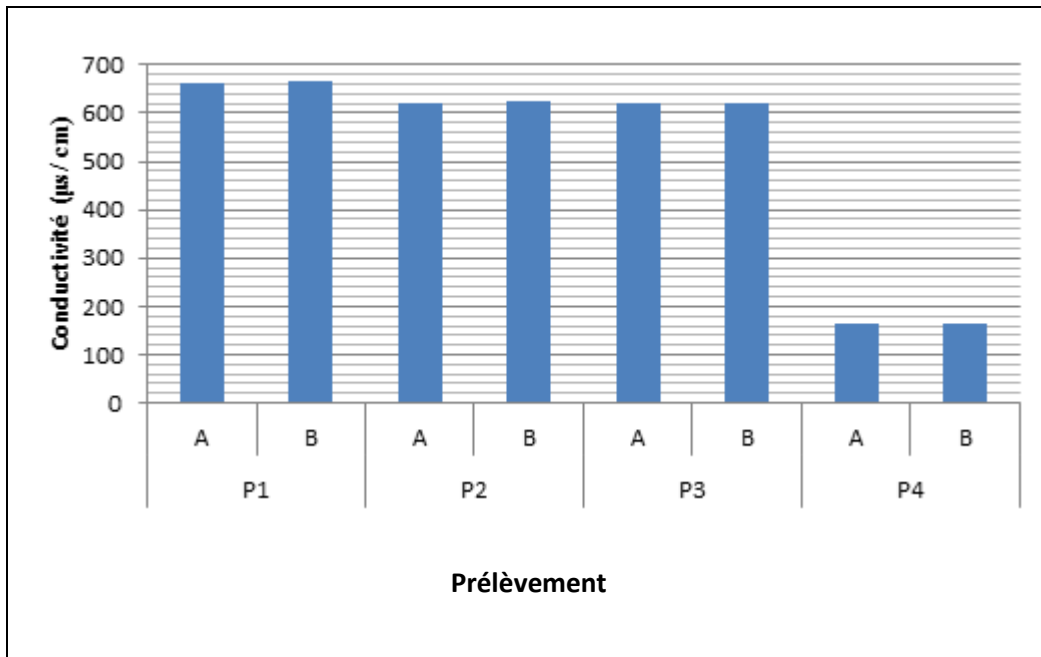


Figure 8 : Variation spatiotemporelle de la conductivité au niveau du barrage de Tilesdit.

1.5.Evaluation du taux de TDS

Les TDS (Total Dissolved Solids) représentent la quantité totale de la matière solide dissoute dans l'eau influencée significativement par la conductivité (cela signifie que plus l'eau n'est chargée en sels minéraux, plus le courant électrique passe et plus les TDS sont élevés). Nos valeurs de TDS enregistré au niveau du barrage de Tilesdit dépassent généralement les 280 mg/l pour une valeur maximale 323 mg/l coïncidant avec les forts taux de précipitations. Les valeurs de TDS diminuent durant le dernier prélèvement dû à la diminution de la conductivité noté dans le paramètre précédent.

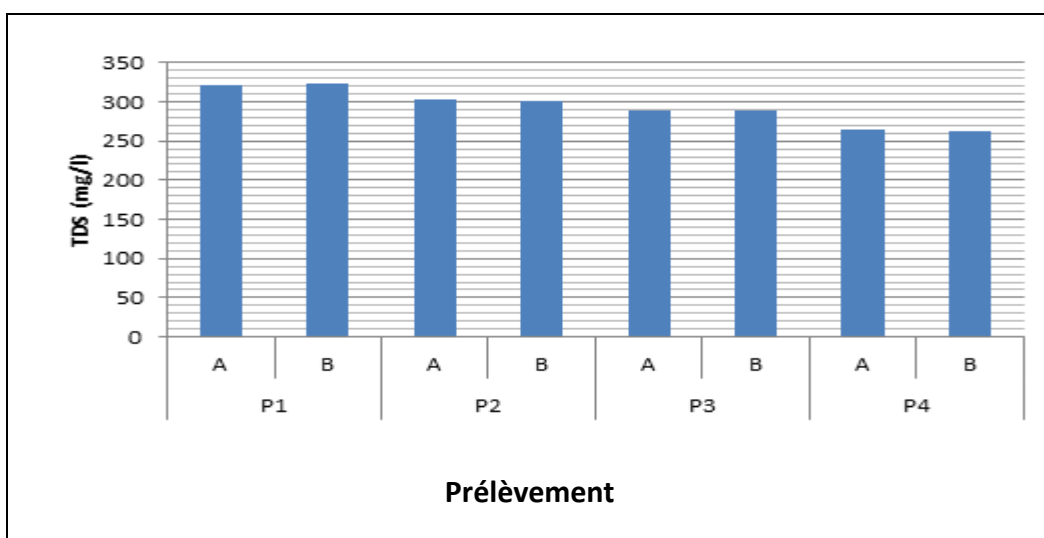


Figure 9 : Variation spatiotemporelle des TDS au niveau du barrage de Tilesdit.

1.6. Evaluation du taux de la salinité

Le taux de la salinité au niveau du barrage de Tilesdit varie entre 0.2 mg/l et 0.3 mg/l durant toute la période d'étude, ces valeurs signifient une faible salinité de l'eau du barrage due à la faible concentration des sels dans cette eau douce. D'autre part, ces valeurs constante conditionnement une croissance significative des communautés phytoplanctonique durant les saisons de bloom qui coïncide avec les mois de mars, avril et mai.

2. Evaluation des indices écologique de la communauté phytoplanctonique

2.1. Evaluation de l'abondance des phytoplanctons

Le nombre de la communauté de phytoplanctons augmentent progressivement durant notre période d'étude, la taille de la communauté ne dépasse pas généralement les 65 cellule/ml (Figure 10) au début du mois de mars jusqu'à la fin du mois de mars ou on remarque un début de prolifération du genre *Microcystis*, cette abondance augmente progressivement au début du mois d'avril pour atteindre une valeur de 139 cellule/ml (Figure 10), ce qui signifie le démarrage du développement massive des espèces de phytoplanctons surtout les chlorophycée, les bacillariophycées et quelques algues bleu comme les *Phormidium*. Enfin, l'abondance des phytoplanctons atteint son maximum pour atteindre une valeur de 166 cellule/ml durant le début du mois de mai cela est due à la prolifération de d'autre espèces de cyanobactéries (comme le genre *Oscillatoria*) cette dernière est influencée par l'augmentation de la température du milieu qui influence significativement sur sa croissance.

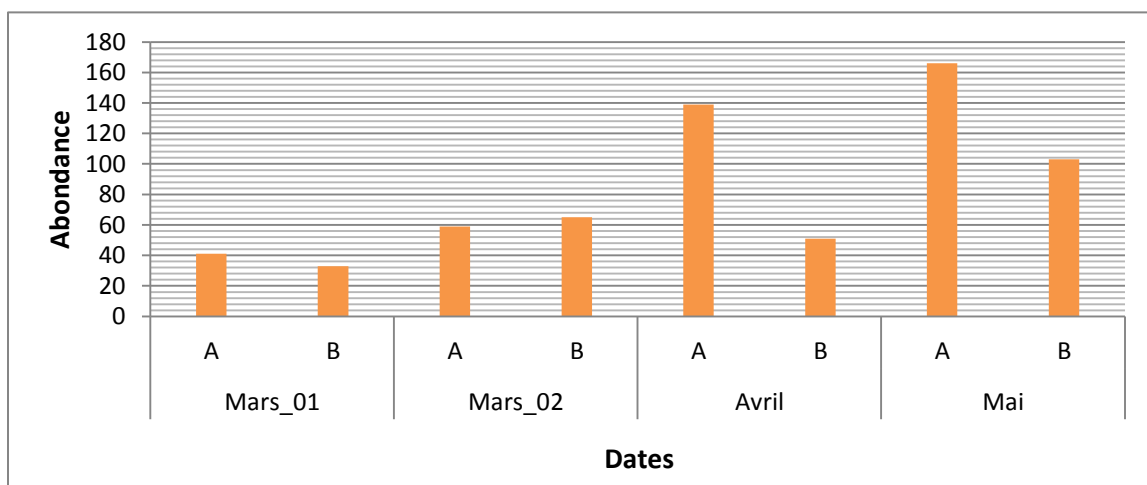


Figure 10: Variation spatiotemporelle de l'abondance des phytoplanctons au niveau du barrage de Tilesdit.

2.2. Evaluation de la richesse spécifique

La Richesse spécifique S est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface.

S = nombre d'espèces de la zone d'étude

Cet indice S peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique d'un peuplement (Grall, 2006).

Durant notre étude, nous avons inventorié douze espèces de phytoplanctons au niveau du barrage de Tilesdit, ces espèces appartiennent à trois taxons différents : les chlorophycées, les cyanophycées et les bacillariophycées. Ces espèces de phytoplanctons notés au niveau du barrage appartiennent aux genres suivant : *Aphanocapsa*, *Chlorococcus*, *Cylindrospermopsis*, *Gyrosigma*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Oedogonium*, *Phormidium*, *Scenedesmus* et *Pediastrum*.

Tableau 2 : Les espèces notées au niveau de barrage de Tilesdit

Prélèvement Espèce	1 ^{er} prélèvement		2 ^{ème} prélèvement		3 ^{ème} prélèvement		4 ^{ème} prélèvement	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Aphanocapsa sp	2	6	5	4			26	
Chlorophytes sp								
Chroococcus sp			7	5				
Cylindrospermopsis sp		2			28			
Gyrosigma acuminatum sp				1				
Microcystis sp	36	22	42	50	55	47	75	60
Oscillatoria sp							4	7
Oscillatoria chalybea sp	1			2			11	
Oedogonum sp	1				35			
Spirulina sp	1	3	5	3	20		48	36
Scenedesmus sp						4		
Pediastrum tetrasx sp					1		2	

La majorité des espèces de phytoplanctons enregistrées durant cette étude appartiennent soit à la classe des Cyanophycées (50%), soit à la classe des Chlorophycées (42%) et une seule espèce (*Gyrosigma*) qui appartient à la classe des Bacillariophycées (8%) (Figure 11).

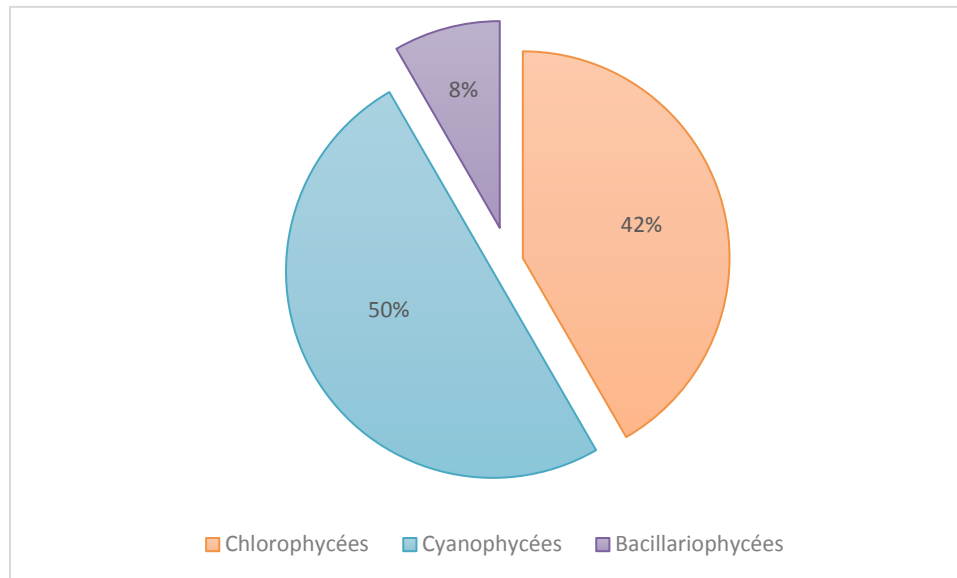


Figure 11: Répartition des espèces observées au niveau du barrage de Tilesdit en fonction des principales familles de phytoplanctons.

La richesse spécifique qui correspond au nombre d'espèce notée par relevé varie entre le mois de mars jusqu'au mois de mai en fonction des exigences trophiques, biologiques et écologiques de chaque espèce, le maximum d'espèce est noté au deuxième et troisième échantillonnage avec 6 espèces de phytoplanctons (Figure 12). Parmi ces phytoplanctons on signale la quasi présence du genre *Microcystis* dans tous nos relevés, au début de l'étude on note la présence du genre *Phormidium* qui correspond à la première espèce qui commence son bloom par la suite d'autres espèces tardives sont notées au niveau du barrage, surtout les bacillariophycées (*Gyrosigma*) et quelques Cyanophycées (*Oscillatoria*).

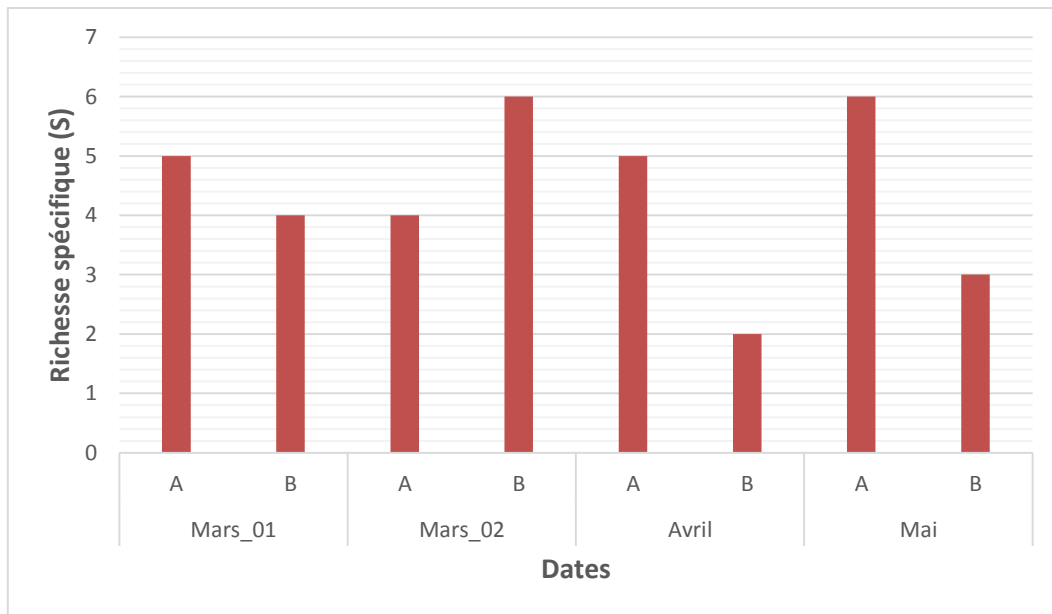


Figure 12 : Variationspatiotemporelle de richesse spécifique des phytoplanctons au niveau du barrage de Tiledit.

2.3.Evaluation de l'indice de Shannon

L'indice de la diversité Shannon (H'), est la quantité d'information apportée par un échantillon sur les structures du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces. Les valeurs maximales de cet indice sont notés durant la fin de notre étude (1.6 bit/ind) qui coïncide avec la fin du mois d'avril début du mois de mai durant laquelle la communauté de phytoplanctons atteint son équilibre en terme d'abondance et de richesse, en effet la totalité des espèces inventorié se prolifèrent suite à l'augmentation de la température ce qui permet de développe des bloom de phytoplanctons. Durant le mois de février et mars la communauté de phytoplanctons est peu diversifié ce qui nous a permet de constaté des variations de cet indices entre 0.533 bit/ind et 0.91 bit/ind, ceci semble signifier que leur distribution est faible au mois de mars. On constate que cet ensemble d'individus possède une grande aptitude à se reproduire due à l'augmentation progressive de la température et le taux d'ensoleillement.

Il se calcule par la formule suivante (Eric, 2015) :

$$H' = -\sum (n_i / N) \cdot \log_2 (n_i / N)$$

H' : diversité spécifique

N : somme des effectifs des espèces

ni : Effectif de la population de l'espèce i

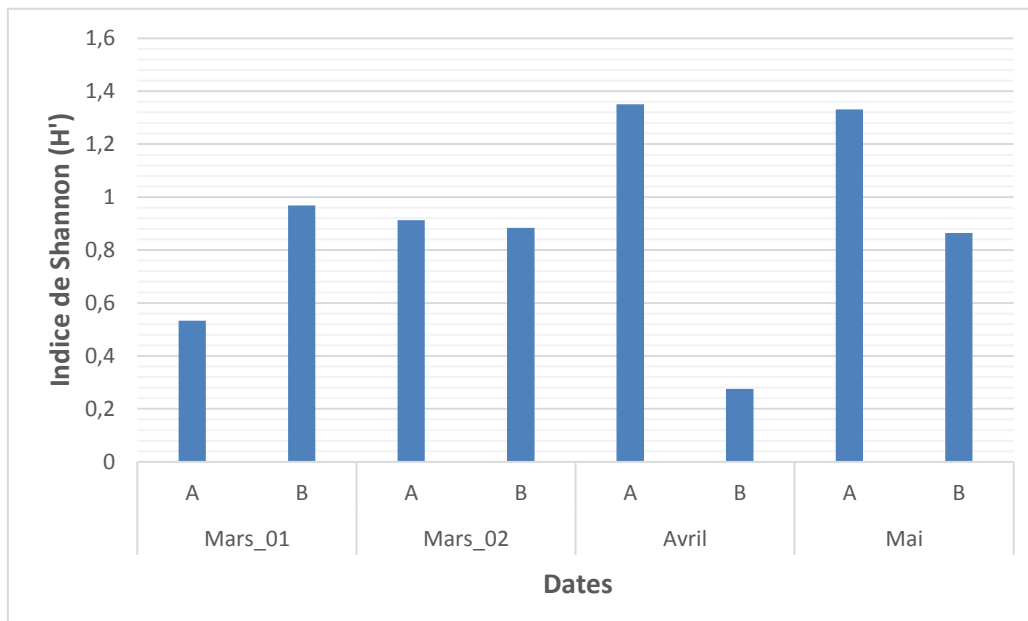


Figure 13 : Variation spatiotemporelle de l'indice de Shannon au niveau du barrage de Tilesdit.

2.4. Evaluation de l'indice d'Equitabilité

Nos résultats exposent une Equitabilité de la communauté phytoplanctonique au niveau du barrage de Tilesdit qui varie entre 0.34 et 0.79. Les valeurs maximales de l'Equitabilité sont enregistré au début de la période printanière qui coïncide avec la fin de notre étude (fin avril début mai) lors de laquelle plusieurs espèces de planctons prolifèrent est dominant toutes la surface du site (barrage de Tilesdit). Cette Equitabilité est influencée significativement par les conditions abiotiques qui favorise la prolifération du plancton (comme la température, le pH, la salinité, ... etc.), cette probabilité augment d'une manière croissante ce qui signifie l'apparition de nouvelle espèces dans chaque relevé.

Selon Dajoz (1995), elle s'exprime comme suite :

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

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

H_{max} : diversité maximale

H' : diversité spécifique

S : richesse spécifique

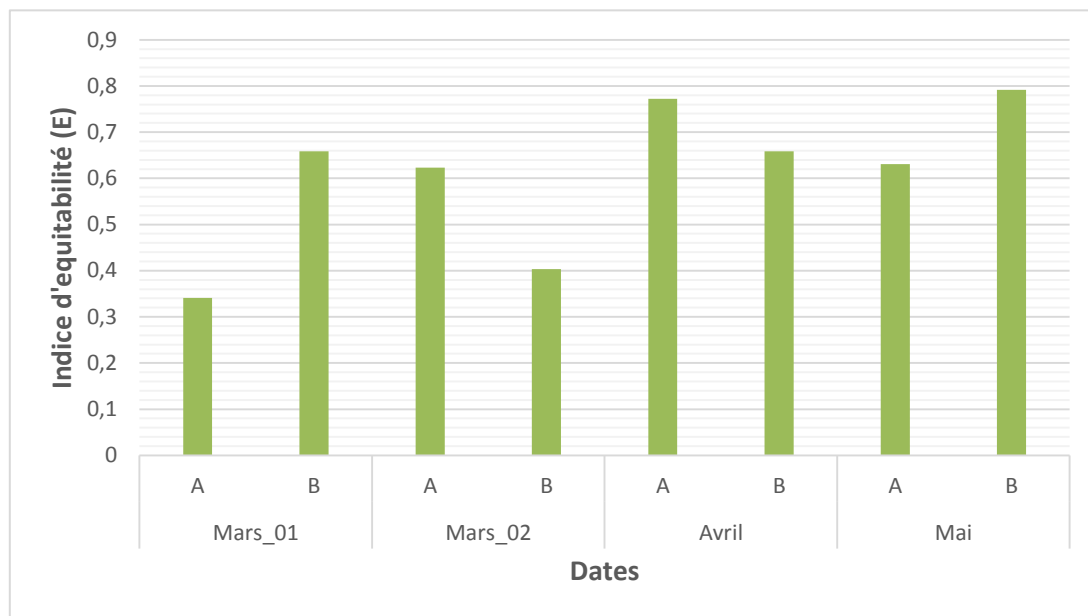


Figure 14 : Variation spatiotemporelle de l'indice d'Equitabilité au niveau du barrage de Tilesdit.

Conclusion

Le phytoplancton représente un groupe systématique large et très diversifié, l'étude de l'écologie de cette communauté fait ressortir plusieurs modalités d'adaptation, de reproduction, de multiplication chez ces organismes plus une variété de forme et de morphologie qui représente le point essentiel de leur identification. La communauté de phytoplancton n'a pas connu un intérêt large en terme d'inventaire et de systématiques dans la littérature Algérienne, les principales études effectuées sur ce groupement systématiques ont été réalisées dans la partie est de l'Algérie principalement les régions de Annaba, El Taraf, Skikda et Guelma. Le barrage de TILES-DIT est un ouvrage artificiel construit dans le but de maintenir les ressources en eau au niveau de la région de Bouira, cette construction récente qui remonte aux années précédentes n'a pas permis une bonne étude de sa composition et de sa structure en terme de groupement faunistiques et floristiques et surtout la communauté phytoplanctonique.

Notre étude vise à décrire l'état des lieux de cette communauté par le biais de certains indices descriptifs de la composition et la structure des phytoplanctons du barrage. Cette installation (barrage de TILES-DIT) est située dans la partie septentrionale de l'Algérie à 25 km de l'est du chef-lieu de la ville de Bouira sur une distance de 4 km la séparant de la route nationale N° 5 reliant la wilaya d'Alger à celle de Constantine.

Le barrage de TILES-DIT est implanté dans une région à vocation agricole, cette construction a permis de mobiliser un volume de 83 Hm³, pour répondre aux besoins multiples de la région : l'alimentation en eau potable et industrielle (ce qui correspond à 23 Hm³) des agglomérations de la Wilaya de Bouira et d'autre part à l'irrigation (qui correspond à 50 Hm³) de toute la plaine du Sahel.

Nos prélèvements sont réalisés sur une période de 3 mois (du mois de Mars jusqu'au mois de Mai) à raison de deux points bien déterminés (A et B) pour chaque prélèvement. Ces prélèvements nous ont permis de déduire par le biais de la mesure in situ de six (06) paramètres physico-chimiques (pH, température, TDS, turbidité, salinité et conductivité) à l'aide d'un multi-paramètres et de plus la caractérisation en terme d'abondance et de richesse de la communauté phytoplanctonique.

Les variations des paramètres physico-chimiques au niveau du barrage sont influencées directement par l'état et les conditions environnementales du barrage, durant notre étude nous avons enregistré une variation significative de certains paramètres du milieu surtout durant le troisième prélèvement qui coïncide avec certaines épisodes d'averse de précipitations

importantes. Parmi ces variations on trouve en premier lieu la flore planctonique qui présente une variété extrême et constitue le premier maillon de la chaîne trophique qui est affectés par les facteurs biotiques (prédateurs) et abiotiques cité ci-dessus.

D'autre part, notre étude c'est couronnée par la découverte de 12 espèces de phytoplanctons au niveau du barrage de TILES-DIT, ces espèces appartient a trois classes différentes : les chlorophycées, les cyanophycées et les bacillariophycées. Parmi les espèces observé durant notre étude on signale l'abondance du genre *Microcystis* qui est notées dans tous nos relevés ce qui confirme son statuts d'espèces abondante. Nous avons aussi constatés une croissance significatif dans l'abondance et la richesse des phytoplanctons avec l'entrée de la saison printanière qui implique la prolifération due aux conditions du milieu de certaines espèces qui été jusque-là absente comme le cas du genre *Oscillatoria*.

Il est important d'effectuer une surveillance des communautés phytoplanctonique dans les eaux récréatives et dans les réservoirs destinés à l'alimentation en eau potable afin de protéger les utilisateurs et consommateurs. Cette surveillance passe par l'identification du phytoplancton et le comptage des cellules, des colonies ou des filaments de ces micro-algues planctoniques. La relation entre cellule et biomasse peut être exprimée en biovolume. Le nombre de ces cellules est important car en fonction du taux de croissance des espèces, si les conditions climatiques sont favorables on peut estimer l'évolution des densités cellulaires et prendre les mesures nécessaires et aussi considérer l'impact de la pollution atmosphérique sur la prolifération des algues et effectue une protection accrue de ces plans d'eau. De plus, il est conseillé aussi de modifier le financement public de l'agriculture et encourager l'adoption de meilleures pratiques culturales et adopter une réglementation interdisant l'emploi des engrais à l'intérieur des bandes riveraines qui représente le premier facteurs de prolifération massif de ces communauté ce qui engendre un dysfonctionnement en chaîne de tous l'écosystème.

Références bibliographiques

Abdennadher, M. (2014). Étude Taxonomique & Écophysiologique des dinoflagellés toxiques du Golfe de Gabès : *Alexandrium minutum*, *Prorocentrum lima*, *Coolia* spp. & *Ostreopsis ovata*. Sciences Biologiques, SFAX. thèse de doctorat 328p.

Anonyme,(2001). Evaluation des efflorescences à cyanobactéries dans des eaux de cours d'eau et plans d'eau bretons.: 80p.

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

Bandeira, B. (2013). Écologie des communautés zooplanctoniques au sein de deux écosystèmes littoraux méditerranéens : traitement de séries temporelles. Biologie des Populations et Écologie, université du SUD TOULON-VAR. thèse de doctorat: 241p.

Bensafia, N. (2005). LES PEUPELEMENTS DE CYANOBACTERIES DE DEUX PLANS D'EAU DOUCE (LAC OUBEÏRA, LAC TONGA INVENTAIRE ET DYNAMIQUE SPATIOTEMPORELLE. Département des sciences de la mer, Université Badji-Mokhtar, Annaba. Magister en Sciences de la Mer: 110.

Cadier, M. (2016). Diversité des communautés phytoplanctoniques en relation avec les facteurs environnementaux en mer d'Iroise : approche par la modélisation 3D, Bretagne occidentale. doctorat: 338p.

Carma, U. d. r. R. E. Echantillonnage des communautés de phytobenthos en plans d'eau. mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau pour les plans d'eau.

Cavalla, M. (2000). les algues et les micro-algues <http://mcavalla.free.fr>.

Eric, M. (2015). Mesures de la Biodiversité. Diplôme de Master. Kourou, France.

Feki-Sahnoun, W. (2013). Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations phytoplanctoniques observées dans le réseau national de surveillance du phytoplancton dans le golfe de Gabès. sciences biologiques Université de Sfax. Thèse de doctorat: 112p.

Fraisse, S. (2013). Structure de la communauté phytoplanctonique des fleuves côtiers en réponse aux contraintes hydrodynamiques : une approche basée sur les traits morpho-fonctionnels. Sciences agricoles, université du RENNES 1. Thèse de doctorat: 148p

Gailhard, I. (2003). analyses de la variabilité spatio-temporelle des populations microalgales cotières observées par le " REseau de surveillance du phytoplancton et phycotoxines " (REPHY) Science de l'Environnement Marin la méditerrané, AIX-Marseille II. Thèse de doctorat: 97p.

Ghedadbia, M. (2012). La Contribution à l'identification générique des Cyanobactéries potentiellement toxiques et l'étude de leurs paramètres de croissance : Cas du Lac Tonga. biologie, Université BADJI MOKHTAR - ANNABA -. diplôme de Magister 145p.

Grall, J. Coïc, N. (2006). Coordination Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier, Institut Universitaire Européen de la Mer – Université de Bretagne Occidentale Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin – REF. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT

Groga, N. (2012). Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire) Ecologie Fonctionnelle, L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE. doctorat: 224.

Leitao Maria and A. Couté (2005). Cyanobactéries planctoniques du Grand Ouest de la France Guide pratique des. É. AESN: 62.

Mollo, P. and A. Noury (2013). manuel du plancton Éditions Charles Léopold Mayer: 195.

Rossi, N. (2008). Ecologie des communautés planctoniques méditerranéennes et étude des métaux lourds (Cuivre, Plomb, Cadmium) dans différents compartiments de deux écosystèmes cotiers (Toulon, France). Biologie de l'environnement, des populations, écologie l'Université du Sud Toulon-Var thèse de doctorat: 223p.

Saoudi, A. (2008). Isolement, culture et évaluation de la toxicité des efflorescences à *Microcystis* sp., du barrage Mexa (El-Tarf). Département de biochimie Badji Mokhtar-Annaba. Magister en Diversité microbienne: 149p.

S. Vanpeene Bruhier, M. L. M., J.J. Brun (2010). La richesse spécifique : un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace -Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie). I. é. Ing2nieries - E A T: 59.

Yon, V. (2004). Mesure en continu de l'oxygène dissous dans le lac du BOURGET (SAVOIE), relation avec la production phytoplanctonique DEA Hydrologie, Hydrogéologie, Géostatistique et Géochimie Université Pierre et Marie Curie, Université Paris-Sud, Ecole des Mines de Paris & Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts thèse de doctorat: 147p.

Annexes

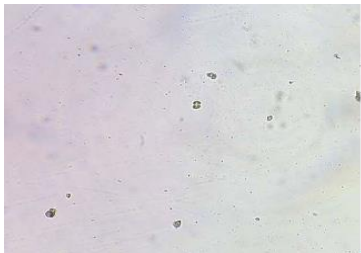
Annexe I : Préparation du lugol acide

Effectuer la dissolution sous hotte et porter des gants en nitrile et des lunettes de protection. Dissoudre 100 g de KI (iodure de potassium) dans 1 L d'eau distillée ou déminéralisée, puis ajouter 50 g d'iode (cristallin), agiter jusqu'à complète dissolution et ajouter 100 g d'acide acétique glacial (préparation à réaliser dans l'ordre en s'assurant que l'ingrédient précédent a été complètement dissous avant d'ajouter le suivant). Lorsque la solution est proche de la saturation, il convient d'éliminer tout précipité éventuel en faisant décanter la solution avant l'utilisation. Cette solution doit être conditionnée dans un flacon brun sombre étiqueté (Lugol acide – date de fabrication) et peut être stockée pendant au moins un an à température ambiante à l'abri de la lumière.

Annexe II : Photos des espèces phytoplanctoniques identifiés et observés à l'aide d'un microscope photonique OPTIKA



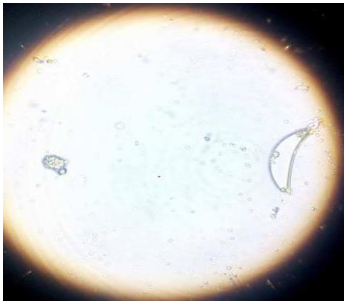
Aphanocapsa X40



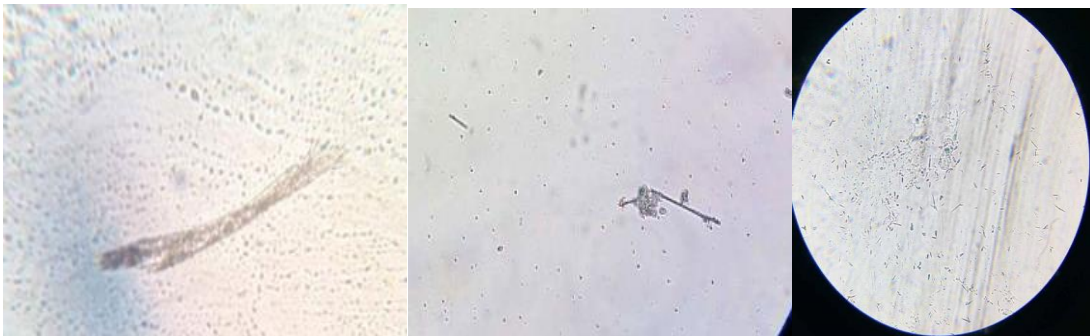
Chroococcus sp X40



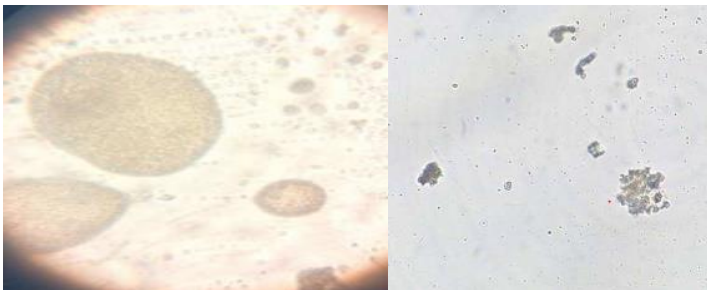
Cylindrospermopsis X40



Gyrosigma acuminatum X40



Spirulina sp X40



Microcystis X40



Pediastrum tetra X40



Oedogonium sp X40



Oscillatoria X40



Oscillatoria chalybea sp X40

Résumé

Le phytoplancton représente un groupe d'organisme microscopique qui fréquente plusieurs écosystèmes (principalement les écosystèmes aquatiques). Ces organismes jouent un rôle clé dans l'équilibre des systèmes trophiques, énergétiques et écologiques, car ces organismes photosynthétiques participent à la production de l'énergie circulée au niveau des chaînes et des pyramides trophiques. Plusieurs études dans le monde et en Algérie sont réalisées afin de connaître la diversité et la composition de ces communautés au niveau des différents écosystèmes et milieux. Ce présent travail qui est réalisé au niveau du barrage de TILESDIT (wilaya de Bouira) consiste à faire un état des lieux de la communauté de phytoplanctons, sa composition et sa structure. Cette étude s'est étalée sur une période de trois mois entre le mois de Mars et le mois de Mai à raison d'un échantillon par mois de plus la mesure de quelques paramètres environnementale déterministe de l'évolution et la variation de la communauté phytoplanctonique : cas de la température, le pH, la turbidité, la salinité, les TDS et la conductivité.

Les résultats obtenus nous ont permis de noter la présence de douze (12) espèces de phytoplanctons au niveau du barrage de TILESDIT, ces espèces appartiennent à trois principales familles : les chlorophycées (qui représentent 42% de la communauté), les cyanophycées (qui représentent 50% de la communauté) et les bacillariophycées (qui sont représentées par une seule espèce *Gyrosigma*). La variation temporelle de l'abondance, de la richesse spécifique, de l'indice de Shannon et de l'indice d'Équitabilité suit un modèle croissant inter-mensuel en effet dès le début de la période printanière qui coïncide avec la fin mars début avril on note une augmentation significative des quatre paramètres au niveau du barrage.

Les paramètres physicochimiques suivent une courbe croissante pour certains (comme la température, le pH) à cause de la variation du climat qui influence sur leurs valeurs et une courbe décroissante pour d'autres (comme la turbidité et la conductivité) due à certaines averse et précipitation qui modifient leurs valeurs respectives.

Mot clés : phytoplancton, barrage de TILESDIT, indice de Shannon, indice d'Équitabilité.

Summary

Phytoplankton is a group of microscopic organisms that inhabit several ecosystems (mainly aquatic ecosystems). These organisms play a key role in the equilibrium of trophic, energetic and ecological systems, as these photosynthetic organisms participate in the production of energy circulated in chains and trophic pyramids. Several studies in the world and in Algeria are carried out in order to know the diversity and the composition of these communities in the different ecosystems and environments. This work, which is carried out at the TILES-DIT dam (wilaya de Bouira), consists of an inventory of the phytoplankton community, its composition and its structure. This study is spread over a period of three months between the month of March and the month of May with one sample per month plus the measure of some deterministic environmental parameters of the evolution and variation of the phytoplankton community: Case of temperature, pH, turbidity, salinity, TDS and conductivity.

The results obtained allowed us to note the presence of twelve (12) species of phytoplankton at the TILES-DIT dam, these species belong to three main families: chlorophyceae (which represents 42% of the community), cyanophyceae (50% of the community) and bacillariophyceae (which are represented by a single species Gyrosigma). The temporal variation of abundance, specific richness, Shannon index and Equitability index follows a growing inter-monthly pattern from the beginning of the spring period coinciding with the end of March beginning April there is a significant increase in the four parameters at the dam. Physicochemical parameters follow an increasing curve for some (such as temperature, pH) due to a variation in the climate that influences their values and a decreasing curve for others (such as turbidity and conductivity) due to some rainfall and Precipitation which modifies their respective values.

Key words: phytoplankton, TILES-DIT dam, Shannon index, Equitability index.

ملخص

العوالق النباتية هي مجموعة من الكائنات المجهرية التي تعيش في العديد من النظم الإيكولوجية (النظم الإيكولوجية المائية أساسا). وتؤدي هذه الكائنات دورا رئيسيا في توازن النظم الغذائية والحيوية والبيئية، حيث تشارك هذه الكائنات الضوئية في إنتاج الطاقة المتداولة في السلاسل والأهرامات الغذائية. وتجري عدة دراسات في العالم وفي الجزائر من أجل معرفة التنوع وتكوين هذه المجتمعات في النظم الإيكولوجية والبيئات المختلفة. ويتألف هذا العمل الذي يجري في سد تيلسديت (ولاية بويرة) من جرد لمجتمع العوالق النباتية وتكوينه وهيكله. وتنتشر هذه الدراسة على مدى ثلاثة أشهر بين شهر مارس وشهر مايو مع عينة واحدة في الشهر بالإضافة إلى قياس بعض المعايير البيئية الحتمية لتطور وتغير مجتمع العوالق النباتية: حالة درجة الحرارة ودرجة الحموضة والتعكر، الملوحة، تس والموصلية

وقد أتاحت النتائج التي تم الحصول عليها أن نلاحظ وجود اثني عشر نوعا من العوالق النباتية في سد تيلسديت، وهذه الأنواع تنتمي إلى ثلاث عائلات رئيسية هي: الكلوروفيسي (الذي يمثل 42% من المجتمع)، والأزرقان (50% من المجتمع) والعصيات العسوية (التي يمثلها نوع واحد غاروسيجما). ويتبع التغير الزمني للوفرة والثراء النوعي ومؤشر شانون ومؤشر الاستدامة نمطا متناميا بين شهري بداية فصل الربيع وتزامنا مع نهاية آذار / مارس ابتداء من نيسان / أبريل، وهناك زيادة كبيرة في المعلمات الأربعة في السد

وتتبع المعلمات الفيزيائية الكيميائية منحنى متزايدا لبعض (مثل درجة الحرارة ودرجة الحموضة) بسبب الاختلاف في المناخ الذي يؤثر على قيمها ومنحنى متناقص للأخرين (مثل العكارة والموصلية) بسبب بعض الأمطار وهطول الأمطار الذي يعدل قيم كل منها

الكلمات المفتاحية: العوالق النباتية، سد تيلسديت، مؤشر شانون، مؤشر الاستحقاق