UNIVERSITE D'ABOMEY- CALAVI

=======

INSTITUT NATIONAL DE L'EAU

=======

DEPARTEMENT D'HYDROLOGIE ET GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Mémoire de fin de formation

Pour l'obtention du diplôme de

Licence Professionnelle en Hydrologie

OPTION : ECOHYDROLOGIE

==========

DIAGNOSTIC QUALITATIF DE L'EAU ET INVENTAIRE DE LA COMMUNAUTE PLANCTONIQUE DU LAC SELE DANS LA COMMUNE DE OUINHI.

==========

Présenté par :
DJONDO Darren

Maître de Mémoire

Prof DOVONOU Edia Flavien

Maître de conférences des universités de CAMES

Enseignant chercheur à l'INE/UAC

Maître de Stage

Dr BOUKARI Ousmane

Chimiste de l'eau et de l'environnement.

Laboratoire d'Hydrologie Appliquée

PROMOTION : 2021-2022

REPUBLIQUE DU BENIN

=======

DEPARTEMENT D'HYDROLOGIE ET GESTION DES RESSOURCES EN EAU

=======

Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme de la licence professionnelle en hydrologie

Option : ECOHYDROLOGIE

DIAGNOSTIC QUALITATIF DE L'EAU ET INVENTAIRE DE LA COMMUNAUTE PLANCTONIQUE DU LAC SELE DANS LA COMMUNE DE OUINHI

Présenté par :

DJONDO Darren Anael

Mention : Excellente

Jury :

Président : Prof. Flavien DOVONOU

Membres : Dr. Ousmane BOUKARI

Dr. Josué ZANDAGBA

PROMOTION : 2021-2022

DEDICACES

A mes parents, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance pour leur amour incommensurable, leur soutien indéfectible et leurs encouragements constants. Je souhaite qu'ils trouvent à travers ce mémoire le témoignage de leurs efforts et sacrifices.

REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pas été mené à terme sans le soutien et les conseils de plusieurs personnes. Que chacun d'eux trouve dans le début de ce mémoire l'expression de mes sincères remerciements. Je souhaite exprimer en premier lieu ma gratitude envers le Seigneur tout puissant pour son amour, sa protection et son assistance tout au long de la réalisation de ce document. Mes remerciements s'adressent également aux personnes suivantes :

- Professeur Flavien DOVONOU, notre maître de mémoire, pour son précieux encadrement, ses conseils et sa disponibilité à suivre de près et de loin ce travail ;
- Docteur Ousmane BOUKARI, notre maître de stage, pour sa précieuse contribution, ses conseils, sa disponibilité inconditionnelle et pour tous les sacrifices consentis dans l'élaboration de ce document ;
- Professeur Daouda MAMA, Directeur de l'Institut National de l'Eau (INE), pour nous avoir permis l'insertion dans son établissement ;
- A tout le personnel du Laboratoire d'expertise environnementale (LEE) pour leur précieuse contribution à la réalisation de ce travail, leur sympathie et leur solidarité à notre égard ;
- Tous les responsables de la formation professionnelle en hydrologie à l'Institut National de l'Eau (INE) ;
- Nos aînés de la formation professionnelle en hydrologie ;
- Tous mes camarades d'hydrologie avec qui tout au long des trois (3) années, nous avons partagé des moments de fraternité et d'apprentissage. Merci pour le soutien et l'entraide dont nous avons tous fait preuve ;
- Mes tantes Charlotte SOKOULO et Ida SOKOULO pour l'amour, la chaleureuse hospitalité et tous les sacrifices consentis pour mon éducation ;
- Mes frères et sœurs, cousins et cousines pour l'amour, le soutien, l'orientation et les conseils de tous les jours ;
- Tous les honorables membres du Jury qui apprécieront ce modeste travail ; merci pour le temps que vous sacrifierez au détriment de vos occupations pour l'analyse et l'amélioration de ce document ;
- Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce document, qu'ils trouvent ici toute ma gratitude ;

RESUME

Les écosystèmes aquatiques sont des biens écologiques qui sont sous l'influence de plusieurs formes de pollution qui résultent pour la plupart des activités anthropiques. Ainsi, dans le but de préserver ces écosystèmes aquatiques et de protéger les êtres vivants qui dépendent de ceux-ci, la présente étude est portée sur l'évaluation de la qualité de l'eau et l'inventaire de la communauté planctonique du lac Sélé dans la commune de Ouinhi. Au cours de l'étude, six (6) sites ont été retenus et échantillonnés en vue des analyses physico-chimiques et biologiques des eaux du lac. La qualité physico-chimique des échantillons a été déterminée par des méthodes standardisées et révèle que les valeurs obtenues pour les paramètres physico-chimiques comme la température (30,66 et 31,2 °C), la turbidité (72 et 95 NTU) et le potentiel redox (118,1 et 128,5 mV) ne sont pas conformes à la norme OMS. Les résultats de ces analyses physico-chimiques révèlent aussi que les valeurs moyennes de l'oxygène dissous et de l'ammonium dans le lac Sélé, sont respectivement de 6,25 mg/L et 0,693 mg/L. Ces valeurs indiquent que le lac Sélé présente un caractère oxygéné et eutrophique. La demande Chimique en Oxygène présente une moyenne de 91 mg/L, ce qui témoigne d'une forte présence de matières organiques dans le lac avec des risques de dégradation de la qualité de l'eau. Ensuite, concernant les paramètres biologiques, ils révèlent une grande diversité des espèces avec 37 espèces phytoplanctoniques appartenant à 5 classes avec une dominance des espèces de la classe des diatomées et 10 espèces zooplanctoniques réparties en 3 groupes avec une dominance des espèces du groupe des rotifères. Notons que les espèces des autres groupes bien étant moins abondantes, sont aussi d'une grande importance dans les écosystèmes.

Mots clés : *Lac Sélé, qualité physico-chimique, qualité biologique, zooplancton, phytoplancton.*

ABSTRACT

Aquatic ecosystems are ecological assets influenced by various forms of pollution, most of which result from human activities. Therefore, to preserve these aquatic ecosystems and protect the living organisms that depend on them, this study focuses on the assessment of water quality and the inventory of the planktonic community of Lake Sélé in the municipality of Ouinhi. During the study, six (6) sites were selected and sampled for the physico-chemical and biological analyses of the lake's waters. The physico-chemical quality of the samples was determined using standardized methods, revealing that the values obtained for parameters such as temperature (30.66 and 31.2 °C), turbidity (72 and 95 NTU), and redox potential (118.1 and 128.5 mV) do not comply with the OMS standards. The results also indicated that the average values for dissolved oxygen and ammonium in Lake Sélé are 6.25 mg/L and 0.693 mg/L, respectively. These values suggest that Lake Sélé is oxygenated and eutrophic. The average Chemical Oxygen Demand is 91 mg/L, which indicates a high presence of organic matter in the lake, posing risks of water quality degradation. Regarding the biological parameters, the study reveals a high diversity of species, with 37 phytoplankton species belonging to 5 classes, dominated by species from the diatom class. Additionally, 10 zooplankton species were identified, distributed across 3 groups, with a dominance of species from the rotifer group. It should be noted that although species from the other groups are less abundant, they are also of great importance in ecosystems.

Key words **:** *Lake Sélé, physico-chemical quality, biological quality, zooplankton, phytoplankton.*

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

FAO : Food Agricultural Organization

GPS : Global Positioning System

INE : Institut National de l'Eau

INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique

LEE : Laboratoire d'Expertise Environnemental

LHA : Laboratoire d'Hydrologie Appliquée

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

SCDA : Secteur Communal pour le Développement Agricole

WRI : World Resources Institute

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schéma de quelques rotifères..... 16
Figure 2 : Schéma d'un cladocère de type daphnia..... 17
Figure 3 : Structure morphologique des copépodes..... 18
Figure 4: Schéma d'une cyanobactérie. 20
Figure 5: Schéma montrant la diversité des chlorophytes..... 20
Figure 6 : Schéma de quelques diatomées..... 21
Figure 7 : Morphologie des cryptophytes..... 22
Figure 8 : Schéma montrant la diversité des euglénophytes 23
Figure 9 : Schéma montrant la diversité des chrysophytes 24
Figure 10: Carte de localisation de la commune de Ouinhi 27
Figure 11: Situation pluviométrique de Ouinhi au 31 Décembre 2015..... 29
Figure 12 : Réseau hydrographique de la commune de Ouinhi 31
Figure 13 : Localisation des points d'échantillonnage 35
Figure 14 : Variation de la température au niveau des différents sites de prélèvement..... 40
Figure 15 : Variation du pH au niveau des différents sites de prélèvement..... 41
Figure 16 : Variation de la concentration en oxygène dissous au niveau des différents sites de prélèvement 41
Figure 17 : Variation de la conductivité au niveau des différents sites de prélèvement 42
Figure 18 : Variation du potentiel d'oxydo-réduction au niveau des différents sites de prélèvement... 43
Figure 19 : Variation de la salinité au niveau des différents sites de prélèvement 43
Figure 20 : Variation de la turbidité au niveau des différents sites de prélèvement 44
Figure 21 : Variation de la concentration en ammonium au niveau des différents sites de prélèvement 44
Figure 22 : Variation de la concentration des nitrites au niveau des différents sites de prélèvement.... 45
Figure 23 : Variation de la concentration en nitrates au niveau des différents sites de prélèvement..... 46
Figure 24 : Variation de la concentration en orthophosphates au niveau des différents sites de prélèvement 46
Figure 25 : Variation de la demande chimique en oxygène au niveau des différents sites de prélèvement. 47
Figure 26 : Variation de la concentration en chlorophylle A au niveau des différents sites de prélèvement. 47
Figure 27 : Abondance selon les groupes..... 55
Figure 28 : Abondance selon les familles..... 55
Figure 29 : Abondance selon les classes..... 56

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : GPS Garmin 72H……32
Photo 2 : Multi-paramètre de marque HANNA HI 9829 32
Photo 3 : Spectrophotomètre DR 1900 33
Photo 4 : Microscope photonique VWR 384 BL384 P 34
Photo 5 : Prélèvement des échantillons destinés à l'analyse physico-chimique……34
Photo 6 : Prélèvement du plancton à l'aide du filet à plancton……..35

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Photos de quelques espèces zooplanctoniques identifiées..... 49
Planche 2 : Photos de quelques espèces phytoplanctoniques identifiées 54

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : classification d'une eau selon son pH..... 11
Tableau 2 : Classification des eaux selon la conductivité 12
Tableau 3: Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélomé tricturbidity unity). 13
Tableau 4 : Classification des eaux de surface en fonction des normes de Qualité des Eaux de France (eaux de surface) et Normes OMS 37
Tableau 5: Inventaire des organismes zooplanctoniques identifiés..... 48
Tableau 6 : Inventaire des organismes phytoplanctoniques identifiés..... 50
Tableau 7 : Matrice de corrélation entre les classes planctoniques et les paramètres physico-chimique 56
Tableau 8 : Coordonnées géographiques des points d'échantillonnage 68
Tableau 9 : Résultats des analyses physico-chimiques..... 68
Tableau 10 : Abondance des groupes zooplanctoniques 69
Tableau 11 : Abondance des familles zooplanctoniques 69
Tableau 12 : Abondance des espèces zooplanctoniques..... 69
Tableau 13 : Abondance des classes phytoplanctoniques..... 70
Tableau 14 : Abondance des familles phytoplanctoniques..... 70
Tableau 15 : Abondance des espèces phytoplanctoniques..... 71

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE 1

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE 5

1.1. Clarification conceptuelle 5

1.2. Généralités sur les différents types d'eau 5

1.3. Généralités sur la pollution des eaux 6

1.4. Conséquence de la pollution sur les espèces aquatiques 10

1.5. Paramètres déterminant la qualité de l'eau 10

1.6. Le plancton 15

1.7. Normes de qualité de l'eau 24

CHAPITRE 2 : CADRE D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES 26

2.1. Présentation du cadre d'étude 26

2.2. Démarches méthodologiques 32

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS 40

3.1. Résultats des analyses physico-chimiques 40

3.2. Identification du plancton dans les eaux du lac 48

3.3. DISCUSSION 58

CONCLUSION ET SUGGESTIONS 64

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 65

WEBOGRAPHIE 67

ANNEXES 68

INTRODUCTION GENERALE

L'eau, source de vie universelle, est indispensable au bon fonctionnement des écosystèmes naturels et au développement des activités humaines, assurant ainsi l'équilibre de notre environnement. Selon DOVONOU (2005), elle est la composante la plus précieuse et la plus fragile de la planète. De formule chimique H_2O, l'eau se présente sous différentes formes (solide, liquide et gazeuse) et représente un habitat idéal pour une diversité incroyable d'espèces marines. Elle recouvre 71% de la surface de la terre avec 97% d'eau salée et 3% d'eau douce dont 2% sont gelés de façon quasi permanente dans les calottes polaires et finalement seul 1% de l'eau douce est disponible (CNRS ,2015). Ainsi, il est crucial de veiller à maintenir propre cette petite quantité d'eau douce utilisable par les hommes car elle est nécessaire à la santé, à l'agriculture, à l'industrie, à la navigation mais aussi au maintien d'un environnement favorable pour les espèces aquatiques (FAO 2021).

Parmi ces ressources en eau douce disponible sur la planète terre, les eaux de surface sont des systèmes fragiles et complexes dont le fonctionnement peut être altéré par les activités anthropiques surtout de la ressource en eau elle-même (ADJAGODO, 2018). En effet, l'expansion démographique sans cesse grandissante que rencontrent les pays du monde en l'occurrence ceux d'Afrique ne sont pas sans conséquences sur l'environnement, sur la ressource en eau et sur la vie des espèces aquatiques. En réalité, les activités anthropiques conduisent à une dégradation de la qualité des eaux, entrainant des répercussions sur la vie des espèces aquatiques et par conséquent sur l'écosystème en général (OMS,2013). Ces écosystèmes abritent un ensemble diversifié d'organismes en interaction entre eux et avec leur milieu de vie pour le maintien de l'équilibre écologique et de la biodiversité (WRI,2005). Au nombre de ces organismes, on distingue notamment le plancton (phytoplancton et zooplancton).

Depuis l'origine de la vie, le plancton est un acteur vital de l'équilibre écologique et climatique planétaire. S'il est à la base de la pyramide alimentaire, il produit aussi plus de la moitié de l'oxygène de notre planète. Présent en grande quantité dans les eaux, le plancton joue un rôle spécifique dans le fonctionnement des écosystèmes (Ecosystem National Geographic,2019). Cependant, les activités humaines affectent le plancton ce qui impacte les organismes dépendant du plancton pour leur survie. Il devient donc crucial de mettre en place une bonne politique de conservation des écosystèmes devant permettre de mener les activités anthropiques sans compromettre la ressource en eau et ainsi protéger la biodiversité. Les défis liés à l'eau et l'assainissement s'imposent donc et nécessitent une approche particulière.

Situé dans la commune de Ouinhi au sud du Bénin, le lac Sélé, objet de notre étude n'est pas épargné par cet état de dégradation des écosystèmes. En effet, il est soumis à des pressions qui sont susceptibles de modifier la qualité de son eau sur les plans physico-chimique et écologique (SOKPON 2020). Représentant une ressource importante pour le développement économique local et national, il est utilisé pour la pêche, l'irrigation, mais aussi comme eau de boisson. Il se trouve également au cœur des activités socio-économiques de la région (ADIDEKON 2018). Ainsi, pour assurer l'équilibre de cet important écosystème, la conservation de la biodiversité devient capitale et nécessite une bonne gestion. Par conséquent, c'est pour contribuer à une meilleure connaissance de l'état écologique de l'eau du lac Sélé et à une compréhension plus approfondie de son écosystème que le thème intitulé <<Diagnostic qualitatif de l'eau et inventaire de la communauté planctonique du lac Sélé dans la commune de Ouinhi >> est choisi.

Suite aux éléments mentionnés, le problème de recherche identifié est le suivant : Quelle est la qualité de l'eau du lac Sélé sur le plan physico-chimique et comment se répartissent les communautés planctoniques dans cet environnement ?

Trois questions de recherche ont été formulées :

QR1 : Quelle est la qualité physico-chimique de l'eau du lac Sélé ?

QR2 : Quels sont les différentes espèces de planctons présents dans le lac ?

QR3 : Quelle est l'abondance des différentes catégories de planctons dans les diverses zones du lac et quels facteurs influencent cette répartition ?

Objectifs de l'étude

Pour répondre aux questions de recherche posées ci-dessus, les objectifs suivants ont été formulés.

Objectif général

L'objectif général de cette étude est d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau du lac Sélé et d'inventorier la communauté planctonique de ce lac.

Objectifs spécifiques

De manière spécifique, il s'agit de :

- Evaluer la qualité de l'eau du lac sur le plan physico-chimique ;
- Réaliser un inventaire des communautés planctoniques du lac Sélé ;
- Estimer l'abondance du peuplement de zooplancton et de phytoplancton dans le lac.

Hypothèses

Les hypothèses découlant des objectifs spécifiques sont :

- Les paramètres physico-chimiques des eaux du lac Sélé ne respecteraient pas les normes des eaux de surfaces ;
- La communauté planctonique du lac présenterait plusieurs espèces en son sein ;
- Le peuplement des copépodes et des diatomées prédominerait respectivement la communauté zooplanctonique et phytoplanctonique du lac.

Pour rendre compte des résultats des travaux de recherche, ce document est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre est intitulé synthèse bibliographique ; le second chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude, matériel et méthodes d'étude et le troisième chapitre présente les résultats et discussions. Une conclusion suivie de suggestions sont formulées pour l'amélioration des conditions d'utilisation et d'assainissement de la ressource eau dans le but de préserver les écosystèmes.

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Clarification conceptuelle

Pour une bonne compréhension des concepts utilisés dans le cadre de notre étude, il est nécessaire de définir le contenu de quelques-uns de ces concepts.

1.1.1. Qualité de l'eau

La qualité de l'eau est l'ensemble des propriétés physique, chimique, biologique et organoleptique qui rendent l'eau apte à l'utilisation à laquelle elle est destinée (Loi N°2010-44 du 24 novembre 2010 Portant la gestion de l'eau en république du Benin, chapitre premier, session 4 article 5).

1.1.2. Lac

C'est une étendue d'eau libre qui s'écoule très lentement, logée dans une dépression de l'écorce terrestre et qui peut comprendre des étangs et des réservoirs. Ce sont des milieux complexes en constante évolution formés d'un large éventail d'éléments étroitement liés. (Worldatlas, 2017)

1.1.3. Communauté planctonique

Ensemble des organismes microscopiques flottants dans l'eau comprenant le phytoplancton (plantes microscopiques) et le zooplancton (animaux microscopiques). (Eaufrance,2019)

1.1.4. Biodiversité

Variété et abondance des espèces présentent dans le lac, reflétant la santé de l'écosystème. (Eaufrance,2018)

1.1.5. Qualité écologique

Etat de santé de l'écosystème aquatique, mesuré par la biodiversité, la qualité de l'eau et la capacite de l'écosystème à maintenir ses fonctions essentielles.

1.1.6. Ecosystème aquatique

C'est un ensemble d'organismes interdépendants qui dépendent également de leur milieu aquatique pour les éléments nutritifs qui s'y trouvent et l'abri qu'il leur procure. (www.aquaportail.com)

1.2. Généralités sur les différents types d'eau

1.2.1. L'eau de pluie

L'eau de pluie est un liquide sous forme de gouttelettes condensées à partir de l'atmosphère, puis sous forme de vapeur, puis d'un précipité lorsqu'elle est enfin devenue assez lourde pour tomber sous l'effet de la gravité. Dans le principe de sa formation, la composition chimique de

l'eau de pluie est variable : elle dépend de la qualité de l'air atmosphérique traversé, dans les milieux urbains l'eau de pluie est considérée comme non potable à l'usage humain à cause des rejets atmosphérique (www.aquaportail.com).

1.2.2. L'eau de mer ou d'océan

L'eau de mer est l'eau salée qui remplit les océans et les mers. On dit qu'elle est salée parce qu'elle contient des substances dissoutes, les sels, constitués d'ions, principalement des ions halogénures comme l'ion chlorure et des ions alcalins comme l'ion sodium. On trouve 30 à 40 g de sels dissous pour 1 kg d'eau de mer. L'eau salée s'oppose à l'eau douce, qui contient moins de 1g de sels dissous par kilogramme (www.aquaportail.com).

1.2.3. L'eau de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles proviennent soit par des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit par les eaux de ruissellement (fleuves, rivières, barrages, mares, marigots). Elles sont caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable (www.aquaportail.com).

1.2.4. L'eau souterraine

On entend par « eau souterraine » l'eau qui se trouve sous le niveau du sol et qui remplit soit les fractures du socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires tels les sables et les graviers. Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas canalisée comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain. Elle provient des précipitations qui s'infiltre dans le sol. (MYRAND, 2008)

1.3. Généralités sur la pollution des eaux

1.3.1. Définition

La pollution est l'introduction directe ou indirecte, de substances naturelles ou artificielles dans l'air, l'eau ou le sol, susceptible de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes aquatiques ou terrestres ce qui peut entrainer des détériorations des biens matériels, une altération ou une entrave à l'agrément de l'environnement ou à d'autres utilisations légitimes de ce dernier" (youmatter.world.com).

La pollution de l'eau quant à elle est la contamination de l'eau par des corps étrangers tels que des micro-organismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres par suite de

l'activité humaine ou phénomènes naturels. Ces substances et corps étrangers dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. Les micropolluants sont entre autres les éléments métalliques (fer, chrome, zinc, nickel, mercure, cadmium, plomb, arsenic, etc.) ; les pesticides ; et autres micropolluants organiques (hydrocarbures et solvants) ; puis les microorganismes (bactéries, virus et parasites) (ADJAGODO et al., 2016).

1.3.2. Origines de la pollution

La pollution de la ressource en eau se caractérise par la présence de micro-organismes, de substances chimiques ou encore de déchets industriels. Elle peut concerner les cours d'eau, les nappes d'eau, les eaux saumâtres mais également l'eau de pluie, la rosée, la neige et la glace polaire (Le centre d'information sur l'eau). Cette pollution peut avoir des origines diverses :

- **Pollution d'origine industrielle**

Cette forme de pollution est généralement liée aux rejets des produits chimiques comme les hydrocarbures ou les polychlorobiphényles (PCB) rejetés par les industries ainsi que les eaux évacuées par les usines. Un grand nombre d'opérations industrielles et manufacturières rejettent des agents polluants directement ou indirectement dans les sources d'eau environnantes (CHIBANI, 2009). Ces polluants sont caractérisés par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans le processus de refroidissement, de lavage, d'extraction, de mise en solution et de l'activité des usines (BENCHABANE et MERZOUG, 2015).

- **Pollution d'origine agricole**

La pollution liée à l'agriculture est causée par l'utilisation anarchique d'engrais, de pesticide et d'herbicide ou de fongicide. En effet, les déjections animales, les produits phytosanitaires pesticides (herbicides, insecticides, fongicides) contenus dans les engrais pénètrent dans les sols jusqu'à atteindre les eaux souterraines. Les méthodes modernes exigent parfois des labourages profonds et violents, ce qui favorise l'infiltration directe des polluants (NO_3^-, NO_2^-, SO_4^{2-} , $PO4^{3-}$ et Cl^-) vers la nappe phréatique (BOUCHERIT et HAKIMI, 2016). L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont des activités responsables de rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques. Ces polluants atteignent les cours d'eau par le ruissellement de surface ou par l'écoulement souterrain (BOURAS et SEFKALI, 2013).

- **Pollution domestique**

Elle est généralement liée aux rejets d'eaux usées, qui peuvent être de deux types :

- Les eaux usées issues de l'utilisation d'eau au quotidien (toilettes, cuisine, douche...) contiennent des déchets organiques ou de la matière fécale. Les habitations mal ou non

raccordées au réseau d'assainissement collectif, peuvent ainsi engendrer une pollution bactériologique de l'eau.

- Les produits ménagers que nous utilisons sont chargés de polluants chimiques nocifs pour l'environnement. Mélangés à l'eau, ils terminent dans nos canalisations ou dans la nature et engendrent une pollution chimique. Difficilement traités par les réseaux d'assainissement, les résidus de ces produits viennent enrichir les cours d'eau en substances chimiques (https://fr.oceancampus.eu/cours/7Mc/la-pollution-de-leau).

- **Pollution accidentelle**

Elle est à l'origine des dommages spectaculaires provoqués par les déversements des produits chimiques, d'eaux usées ou d'effluents d'élevage, qui impactent l'approvisionnement en eau potable et la faune aquatique (https://www.caim.info/revue-economie-et-prévision-2018- 1-page1htm).

- **Pollution d'origine atmosphérique**

Une part importante de la pollution des eaux provient de la pollution par voie atmosphérique. Les fumées provenant des usines, des transports ou des maisons peuvent véhiculer un très grand nombre de polluants tels que hydrocarbures (60% de la pollution des mers par les hydrocarbures est transportée par voie atmosphérique), métaux lourds, soufre et gaz carbonique (responsables notamment des pluies acides) (WOITO, 2018).

1.3.3. Les différents types de pollution

- **Pollution physique**

La pollution physique désigne la pollution thermique due à la température élevée causant une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz et la pollution mécanique, qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau ; qui lui confèrent un caractère trouble. (HADEF et HASNI, 2017)

- **Pollution radioactive**

La radioactivité libérée dans l'eau peut provenir d'une radioactivité naturelle (certaines eaux d'origine profonde) ou d'une contamination liée à des retombées atmosphérique (explosions nucléaires) ; des champs de rayonnement d'origine industrielle ou enfin des contaminations accidentelles de l'eau à partir des rejets d'installation des centrales nucléaires (KOURCHI, 2010).

- **Pollution chimique**

Selon RAMADE (2011), la pollution chimique est due aux sels minéraux dissous et aux micropolluants :

-Les sels minéraux dissous sont nombreux, ils comprennent les chlorures et les sulfates qui se combinent au sodium, magnésium.

- Les micropolluants sont des corps chimiques à l'origine de multiples nuisances. Ils sont de nature minérale et organique (pesticides, détergents et hydrocarbures).

-Les métaux lourds (tel que le plomb et le chrome), affectent les propriétés organoleptiques de l'eau. Ils sont dangereux même à l'état de traces car ils s'accumulent dans la chaîne alimentaire par leur ingestion répétée et provoquent de graves altérations chez l'organisme humain.

-Les pesticides (insecticides, herbicides, fongicides) regroupent un ensemble de substances chimiques destinées à protéger les végétaux contre les organismes nuisibles. Leur présence dans l'eau peut être liée à leur emploi dans l'agriculture.

-Les détergents sont des tensioactifs utilisés en pratique pour le dégraissage, le nettoyage, etc. Leurs présences dans les eaux sont dues aux rejets urbains et industriels. Ils inhibent le processus d'autoépuration, limitent le développement des micro-organismes et bloquent la réoxygénation du milieu hydrique.

-La pollution par les hydrocarbures est liée aux rejets d'activités diverses (stations –services, les huiles industrielles, carburants et machines agricoles motorisées)

- **La pollution biologique**

C'est une pollution d'origine humaine et animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. La pollution biologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu pouvant être utilisé comme moyen de loisir (eau de mer ; lac ; rivière etc.). Elle peut être à l'origine des maladies infectieuses (fièvre typhoïde ; choléra) (LOUMI et al, 2010).

- **La pollution organique**

Elle concerne les microorganismes pathogènes présents dans l'eau comme les bactéries et les virus. Cette pollution bactériologique se caractérise par un taux élevé de coliformes fécaux et provient principalement des excréments, des ordures ménagères et des déchets végétaux (www.aquaportail.com).

1.4. Conséquence de la pollution sur les espèces aquatiques

Les conséquences de la pollution des milieux aquatiques sont multiples. Elles conduisent à des mortalités massives d'espèce, mais elles ont aussi des effets moins visibles tels que l'eutrophisation des milieux, des effets toxiques à plus ou moins long terme, des maladies ou des perturbations endocriniennes (SOKPON, 2020). Les altérations physico-chimiques sont des modifications des caractéristiques des milieux, comme la salinité, l'acidité ou la température de l'eau. Passée un certain seuil, ces modifications deviennent toxiques pour des organismes vivants dans le milieu. Parmi tous les paramètres qui constituent la physico-chimie, l'oxygène est particulièrement déterminant pour la faune et la flore (CANCINO,2023). Une quantité d'oxygène dissous trop faible pour assurer la vie des êtres vivants est qualifiée d'hypoxie. L'anoxie est le stade ultime, où il n'y a plus d'oxygène dissous dans l'eau. Les épisodes d'hypoxie peuvent être la conséquence d'un rapport trop important de matières organiques. Celle-ci est dégradée par des bactéries du milieu, qui consomment l'oxygène dissous dans l'eau lors de ce processus. Toutefois, l'hypoxie peut avoir d'autres origines : augmentation de la température de l'eau (l'oxygène étant moins soluble dans l'eau chaude), stagnation de l'eau, rejet d'eau désoxygénée, eutrophisation, … Les phénomènes d'hypoxie et d'anoxie ont de lourds impacts sur la biodiversité, essentiellement du fait des épisodes de mortalités qu'ils provoquent (www.eaufrance.com).

1.5. Paramètres déterminant la qualité de l'eau

1.5.1. Paramètres physico-chimiques

L'évaluation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de certains paramètres physico-chimiques, bactériologiques et autres, qui sont des indicateurs qui donnent plus ou moins une idée claire sur la qualité de l'eau.

1.5.1.1. Paramètres physiques

- **Température**

Ayant une énorme influence sur les autres paramètres, il est important de connaitre la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, une augmentation de la température peut entrainer une diminution de l'oxygène dissous ce qui affecte la santé des écosystèmes aquatiques. De plus elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc (OMS,2017) ... La température des eaux superficielles (rivières lacs et retenues) est très variable selon les saisons. La source principale de l'augmentation de la

température est d'origine anthropique pour les eaux de surface constituée par le contrôle thermique et nucléaire (70 à 80), le reste étant lié à la métallurgie aux industries chimiques et alimentaires etc. (HCEFLCD, 2006).

❖ Potentiel hydrogène (pH)

Le pH permet de connaitre l'acidité, la basicité ou la neutralité de l'eau, par la mesure de sa concentration en ion H+ (ZURLUTH & GIENGER, 2006). Le pH d'une eau de surface dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés, certaines eaux ont parfois un pH qui s'élèvent brutalement en été résultant d'une forte production végétale. Généralement il se situe dans la plupart des eaux brutes entre 6.5 et 8.5. Il a une influence majeure sur les formes physico-chimiques du métal et des composants métalliques dans l'environnement aquatique, du fait qu'il contrôle la solubilité et la concentration des métaux (GENDRONNEAU, 2006).

Tableau 1 : classification d'une eau selon son pH

pH <5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH neutre
7<pH<8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH <8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Source : Physico-chimie PresGen : Fiche réalisée par l'équipe technique du RéFEA (www.oieau.fr>AnalyseEau)

❖ La Conductivité électrique

La conductivité est la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous formes d'ions chargé électriquement. La mesure de ce paramètre permet ainsi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Elle est également en fonction de la température : elle est plus importante lorsque la température augmente. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en millisiemens par mètre (mS/m) à 20°C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 µS/cm. (SELHI et SMAIL, 2004)

Tableau 2 : Classification des eaux selon la conductivité

Type d'eaux	**Conductivité (µS/Cm)**	**Résistivité (Ω. m)**
Eau pure	<23	>30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à l0000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	4001000

Source : Physico_chimie_PresGen : Fiche réalisée par l'équipe technique du RéFEA (www.oieau.fr>AnalyseEau)

- **Salinité**

La salinité est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques (mais aussi aux sols) qui caractérise leur teneur en sel (Na Cl) et autres sels dissous dans les eaux. Le sel ainsi dissous modifie les propriétés de l'eau mais surtout la capacité de l'eau à dissoudre et sa densité. Par ailleurs, toute modification intempestive de la salinité due à l'action de l'homme peut présenter un impact redoutable sur les biotopes aquatiques concernés. (RAMADE, 2011).

- **Potentiel d'oxydo-réduction**

Le potentiel d'oxydo-réduction (ORP) mesure la capacité d'un lac ou d'une rivière à se nettoyer ou à décomposer les déchets. Lorsque l'ORP est élevé, il y a beaucoup d'oxygène dans l'eau. Cela signifie que les bactéries qui décomposent les tissus morts et les contaminants peuvent travailler plus efficacement. En général, plus la valeur de l'ORP est élevée, plus le lac ou la rivière est en bonne santé. Il est souvent mesuré en parallèle avec l'oxygène dissous car il peut fournir des informations supplémentaires sur la qualité de l'eau et le degré de pollution, le cas échéant. (www.datastream.org)

- **Turbidité**

La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau exprimée en Unités de Turbidité Néphélométriques (UTN). En d'autres termes, elle mesure la clarté de l'eau et est causée par la présence de matières en suspension (MES), comme les sédiments, les matières organiques et les micro-organismes. Une turbidité élevée peut indiquer une pollution de l'eau et compromettre la sécurité sanitaire, car les particules en suspension peuvent abriter des agents pathogènes. Les traitements couramment utilisés pour réduire la turbidité comprennent la coagulation, la floculation, la sédimentation et la filtration (N'DIAYE,2013).

Tableau 3: Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélomé tricturbidity unity).

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

Source : Physico-chimie PresGen : Fiche réalisée par l'équipe technique du RéFEA (www.oieau.fr>AnalyseEau)

❖ **Oxygène dissous**

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau. Sa solubilité dans l'eau est fonction de la température, la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau : la saturation en O_2 diminue lorsque la température et l'altitude augmentent. La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, dans le processus de dégradation de la matière organique. (www.oieau.fr >AnalyseEau).

1.5.1.2. Paramètres chimiques

❖ **Ammonium (NH_4^+)**

Cette forme d'azote est souvent rencontrée dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. Certaines eaux profondes peuvent être riches en azote ammoniacal sans être pour cela nécessairement des eaux polluées. Dans ce cas, l'ammonium (NH_4^+) peut provenir d'une dénitrification biochimique due au micro-organisme rédacteurs. Par contre, si l'ammonium est trouvé dans une eau de surface (rivière ou lac) ou dans une eau d'origine souterraine peu profonde, son origine doit être recherchée les déjections animales. En général l'ammoniaque se transforme assez rapidement en nitrate par oxydation. La présence des teneurs importantes d'azote ammoniacal dans l'eau, implique généralement une contamination récente par les matières organiques en décomposition. À ce stade une contamination est à craindre. (www.aquaportail.com)

❖ **Les Nitrates**

Ils sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou, des engrais de synthèse ou naturels. On les retrouve également dans les eaux naturelles puisqu'ils sont le résultat normal de l'oxydation de l'azote organique. Par

ailleurs, leur forte concentration dans les eaux de surfaces est à l'origine de la prolifération des algues engendrant ainsi l'eutrophisation du milieu**.** Le taux autorisé est de 50 mg/L en NO_3^-. (https://www.lenntech.fr/procedes/nitrates/nitrates/nitrate.htm).

- **Les Nitrites**

Ils sont également assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les nitrates. Ils proviennent :

- Soit de l'oxydation partielle de l'azote ammoniacal sous l'action des bactéries nitreuses de types nitrosomonas.
- Soit des réductions des nitrates par les bactéries des nitrifiantes. Normalement, en milieu aérobie, leur teneur doit être faible, bien inférieur à 1 mg/L.

Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux. Dans les eaux de surface, leurs concentrations élevées témoignent souvent de la présence de matières toxiques (De VILLERS et *al*, 2005). De même une forte concentration de nitrites dans l'organisme peut provoquer des maladies graves Dans l'eau les nitrites sont toxiques pour les espèces aquatiques (CPEPESC, 2017).

- **Les phosphates**

Les ions phosphate contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturels : décomposition de la matière organique, lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire … etc.), domestiques (poly phosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.). En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphate n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se faite par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante et leur excès est (avec les nitrates) une des causes de l'eutrophisation. (CHOUTI, 2011)

- **Chlorophylle a**

La chlorophylle a est le principal pigment photosynthétique chez les plantes, les algues et les cyanobactéries. Elle joue un rôle crucial dans le processus de la photosynthèse en absorbant la lumière et en convertissant cette énergie lumineuse en énergie chimique. La chlorophylle a est essentielle pour la production d'oxygène lors de la photosynthèse, en capturant l'énergie nécessaire pour convertir le dioxyde de carbone et l'eau en glucose et oxygène. Sa concentration dans les eaux est une mesure indirecte de la quantité d'algues en suspension qui s'y trouve. La

concentration de chlorophylle est également liée à la concentration de phosphore dans les eaux. (www.aquaportail.com)**.**

- **Demande Chimique en Oxygène (DCO)**

Contrairement à la demande biologique en oxygène sur 5 jours (DBO5), qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables, la DCO est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale) présents dans l'eau. La DCO est la mesure de la quantité d'oxygène requise pour oxyder la matière organique et inorganique oxydable contenue dans un échantillon d'eau. La mesure de la DCO est surtout utilisée pour la surveillance des eaux usées urbaines et industrielles. Elle s'exprime en mg/L de O_2.

1.6. Le plancton

Le plancton est l'ensemble des végétaux et animaux aquatiques qui dérivent au gré des courants. Généralement microscopiques ou de petite taille, ils sont capables de mouvements limités, mais incapables de se déplacer à contre-courant (www.planctondumonde.org). Le plancton se divise en deux grands règnes :

- Le plancton animal, zooplancton constitué d'organismes unicellulaires ou pluricellulaires qui naissent, se reproduisent et meurent à l'état de zooplancton (zooplancton permanent) ; ou d'œufs et larves d'animaux très variés (crustacés, coquillages, poissons…) qui quittent le monde du plancton en se métamorphosant (zooplancton temporaire).
- Le plancton végétal, phytoplancton constitué d'algues presque toutes unicellulaires appelées de ce fait microalgues ou microphytes.

1.6.1. Le zooplancton

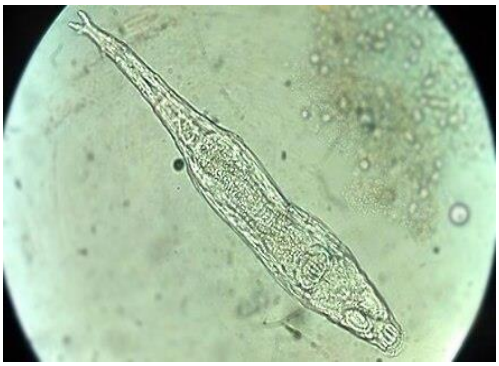
Le zooplancton désigne l'ensemble des organismes animaux invisibles à l'œil nu et qui sont entrainés par les courants d'eau (GLEASON et al,2004). Il constitue une source d'alimentation essentielle pour de nombreuses espèces marines mais aussi permettent la régulation des populations de phytoplancton en se nourrissant d'eux. De plus il participe au cycle des nutriments en ingérant des particules et en les libérant sous forme de déjections ce qui peut enrichir les sédiments et affecter la fertilité de l'eau. Le zooplancton est composé de trois principaux groupes : les cladocères ; les copépodes et les rotifères. Le zooplancton conduit la matière organique du phytoplancton vers les carnivores supérieurs (poissons planctonophages, espèces benthiques) ; (ADAMOU,2021). Il est nécessaire d'étudier la diversité zooplanctonique pour une évaluation de la richesse biologique dans les écosystèmes.

❖ Les Rotifères

Ce sont des organismes non segmentés proches des vers et dont la taille est généralement comprise entre 0.1 et 1mm. Présents dans tous les types d'eaux stagnantes, ils sont très abondants dans les mares et étangs, où leur densité dépasse parfois 5000 individus par litre d'eau. La nourriture des rotifères est constituée d'algues planctoniques, de protozoaires, de bactéries et de détritus. Les rotifères ont un corps cylindrique, sphérique ou en forme de trompette. La région antérieure porte une couronne de cils, dont les mouvements permettent à l'animal de se mouvoir ou d'attraper des proies (êtres unicellulaires ou autres rotifères, par exemple). La région postérieure est quant à elle dotée d'un pied qui renferme souvent une glande adhésive. Elle permet à l'animal de se fixer sur un substrat. Notons que ce pied est réduit chez les espèces exclusivement pélagiques. La plupart de ces espèces sont planctoniques et quelques espèces sont capables de se déplacer activement. Certains rotifères sont benthiques, s'attachant au fond des plans d'eau ou sur des plantes aquatiques (WALLACE & SNELL, 2010). Les différentes espèces de rotifères se distinguent aussi par leur alimentation, dont la taille des particules qu'ils ingèrent (ADAMOU,2021). Cette diversité taxonomique et fonctionnelle leur confère un rôle écologique particulier dans les milieux aquatiques où ils présentent un éventail de comportements qui influencent de façon variable le réseau alimentaire microbien. Ce groupe de métazoaires occupe une position clé, puisqu'il est en mesure de transférer le carbone organique du réseau alimentaire microbien vers la chaîne alimentaire dite classique en étant consommé par des invertébrés et des poissons. Les rotifères, bien qu'ils soient d'importants compétiteurs grâce à leur capacité à coloniser rapidement les milieux et qu'ils soient abondants, ont reçu beaucoup moins d'attention (WALLACE & SNELL, 2010). La figure ci-dessous présente les schémas de quelques rotifères.



a-Rotifera Euchlanis



b- Rotifera Philodina

Figure 1: Schéma de quelques rotifères *(http://vdsciences.e-monsite.com/pages/sciencesbiologiques/biologieanimale/zoologie-descriptive/bio-animale12-rotiferes.htm)*

❖ Les Cladocères

Ce sont des crustacés d'une taille généralement comprise entre 0,2 et 2mm vivant dans eaux douces stagnantes et parfois saumâtres. Les cladocères forment un groupe de crustacé très polymorphe, qui est le plus souvent protégés par une carapace translucide bivalve. Les antennes se sont transformées et servent pour nager. Les plus connues sont les daphnies utilisées comme aliment pour les poissons d'aquarium. Ils sont tous herbivores ou détritivores. Ils sont souvent parasites. (www.planctondumonde.org). La figure 2 présente le schéma d'un cladocère de type daphnia.

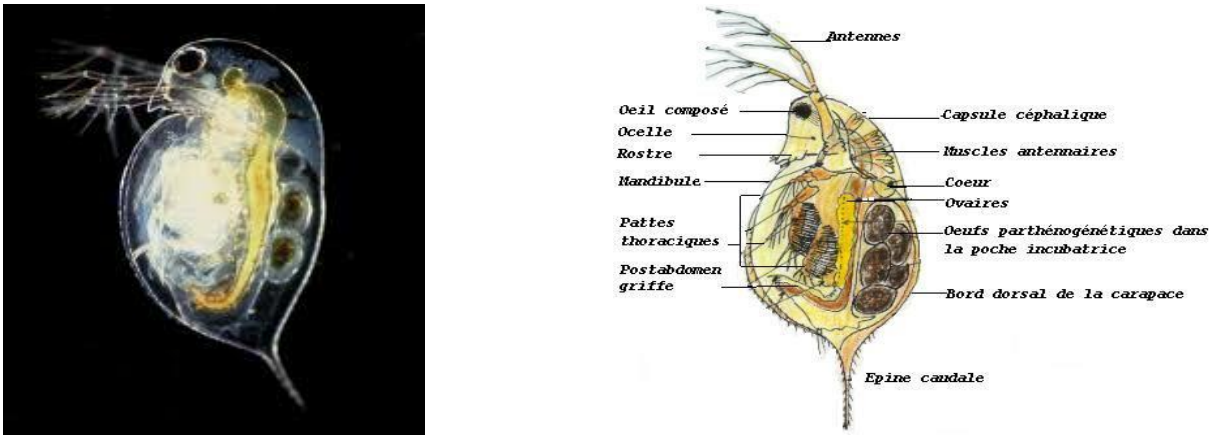


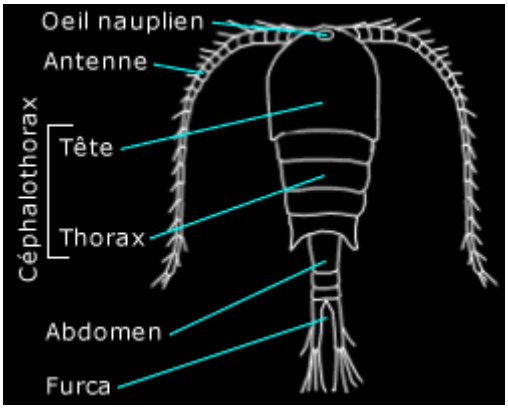
Figure 2 : Schéma d'un cladocère de type daphnia

Source : http://-www.lenaturaliste.net-/forum/galerie/-image-8414.php

❖ Les Copépodes

Ce sont des crustacés au corps nettement segmenté dont la taille varie entre 0.5 et 3.5mm. Les plus petits individus sont herbivores alors que les plus grands sont omnivores ou carnivores. Leur corps est fusiforme et constitué de trois parties plus ou moins distinctes : le céphalosome (tête), le métasome (thorax) et l'urosome (abdomen) (GASPARINI, 2015). Dans ce groupe, selon Dussart, il existe trois ordres largement représentés dans le monde entier. Ainsi, suivant la forme du corps et les particularités des segments et des appendices, ces trois types de Copépodes sont reconnaissables dans la faune aquatique libre des eaux douces. On distingue les types : Calanoïdes, Cyclopoïdes et Harpacticoïdes. Ces espèces sont de petite taille. Ils n'ont ni branchies ni carapace, et ne présentent qu'un seul œil, médian, appelé œil nauplien. Ils nagent par petits sauts, à l'aide d'antennes natatoires. Les femelles sont reconnaissables à leurs deux sacs ovigènes latéraux. La larve sortant de l'œuf est appelée nauplius. Les Calanoïdes sont des êtres le plus souvent planctoniques alors que les Cyclopoïdes sont des organismes soit planctoniques, soit benthiques. Quant aux Harpacticoïdes, ils sont essentiellement benthiques

et colonisent la plupart des milieux humides. Le groupe des Copépodes se subdivise en dix ordres totalisant environ 210 familles regroupant 2300 genres et plus de 14000 espèces. (AKA KOFFI, 2010). La figure 3 présente la structure morphologique des copépodes.



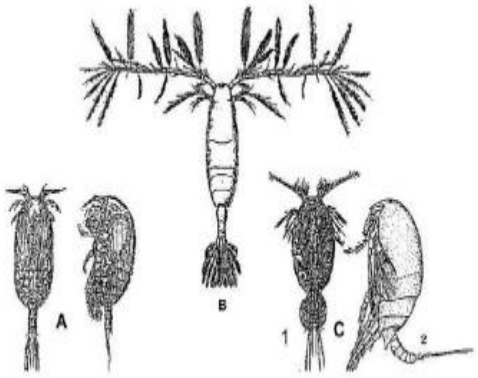


Figure 3 : Structure morphologique des copépodes

Source : http://www.obs-vlfr.fr/~gaspari/copepodes/images/Morphologie_1.gif

1.6.2. Le phytoplancton

Le phytoplancton est le plancton autotrophe vis-à-vis du carbone, obtenant son énergie par la photosynthèse (comme les plantes). La plupart de ces organismes sont trop petits pour être visibles à l'œil nu, mais s'ils sont en quantité suffisante, ils apparaissent à la surface de l'eau comme des étendues colorées. Ceci est dû à la présence de pigments dans leurs cellules, principalement la chlorophylle, mais aussi les phycobiliprotéines et xanthophylles(SARDET, 2013). Le phytoplancton produit la moitié de l'oxygène que consomment l'ensemble des êtres vivants hétérotrophes et est à la base des réseaux trophiques océaniques et de l'alimentation des oiseaux marins. Il joue un rôle essentiel dans le rétrocontrôle du climat global, notamment en pompant le CO_2 (gaz à effet de serre) de l'air (LEFEBVRE,2021). Plusieurs espèces sont pathogènes (en sécrétant des toxines) ou sont considérées comme des bioindicateurs intéressants. Le phytoplancton est un groupe très diversifié d'un point de vue taxonomique. Il comprend environ 20 000 espèces distribuées dans au moins huit classes taxonomiques ou embranchements (BRUN,2016). Parmi ces différents groupes d'organismes, trois lignées évolutives peuvent être discernées. La première comprend tous les procaryotes phytoplanctoniques qui appartiennent tous à la classe des **cyanobactéries**. En nombre, ces organismes dominent les écosystèmes océaniques. Il y a approximativement 10^{24} cyanobactéries dans les océans. Tous les autres organismes phytoplanctoniques sont des eucaryotes. Au sein des eucaryotes, on peut distinguer deux grands groupes qui descendent d'un

ancêtre commun. Le premier groupe comprend les espèces qui renferment de la chlorophylle b. Il constitue la lignée verte qui fut l'ancêtre de toutes les plantes supérieures. La plupart des espèces phytoplanctoniques de la lignée verte appartiennent au groupe des **Chlorophyta** et des **Euglenophyta**. Le second groupe constitue la lignée rouge. Il comprend les **diatomées,** les **dinoflagellés**, les **cryptophytes,** les **Haptophytes** (qui incluent les Coccolithophoridés) et les **chrysophytes** (MASSON,2016).

- **Cyanobactéries**

Les **Cyanobacteriota** sont des bactéries photosynthétiques qui forment un embranchement. Alors qu'elles ont été longtemps nommées **Cyanobacteria**, ce nom n'a jamais été officiellement validé malgré son usage très courant, et on continue d'ailleurs à les appeler **cyanobactéries** en français. Elles forment un phylum de bactéries qui contient la classe validée des Cyanophyceae et celle non validée des Candidatus Melainabacteria (le mot Candidatus signifie que ces bactéries n'ont pas été cultivées en laboratoire). Ces organismes sont parfois encore appelés, de manière impropre, « **algues bleues** » ou « **algues bleu-vert** » (HUISMAN,2018). Les cyanobactéries ont joué un rôle fondamental dans l'apparition de la vie sur terre. Par leur présence dans le phytoplancton, elles sont majoritairement à l'origine de la production de l'oxygène nécessaire à la vie. On connaît plus de 7 500 espèces de cyanophycées (dont au moins 200 pouvant être libres, c'est-à-dire non symbiotiques et capables d'une vie indépendante), réparties dans plus de 150 genres (LAVOIE,2007). Les cyanobactéries, malgré une éventuelle ressemblance superficielle et écologique, ne sont pas des algues : ce sont bien des bactéries comme leur nom l'indique, alors que les algues sont des eucaryotes. Ce sont le plus souvent des formes filamenteuses de consistance éventuellement gluante, dont le plus grand nombre est microscopique (BLAIS,2008). Malgré leur nom vernaculaire (dû au fait que les premières cyanobactéries trouvées avaient une coloration légèrement bleue), elles peuvent prendre diverses couleurs et sont rarement bleues mais plus souvent rouges, vertes avec des reflets bleutés, violets, bruns, jaunes ou orangés. Ce sont des organismes procaryotes mixotrophes ne présentant ni noyau véritable, ni plaste, ni reproduction sexuée (LAVOIE,2007). La taille varie beaucoup selon les espèces ; certaines forment des filaments dépassant un mètre de long, unicellulaires, mais pouvant se subdiviser en fragments (dits hormogonies). D'autres espèces, moins communes forment des biofilms en plaques ou coussins, ou des colonies plus aléatoirement irrégulières. La plupart sont invisibles à l'œil nu hormis par la coloration qu'elles donnent parfois à l'eau ou au support qu'elles colonisent. Elles sont dépourvues de membrane

nucléaire, de mitochondries, de réticulum endoplasmique et de flagelle. (www.futura-sciences.com). La figure 4 présente le schéma d'une cyanobactérie.

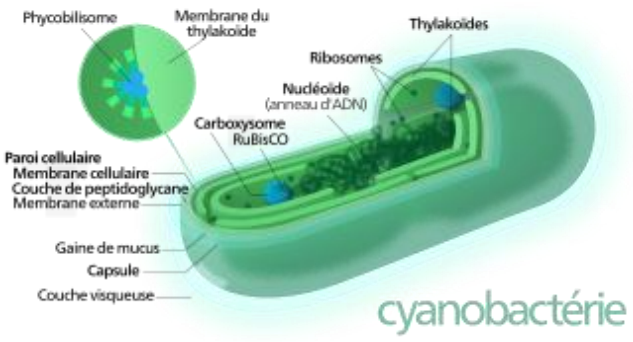


Figure 4: Schéma d'une cyanobactérie. (http://-www.lenaturaliste.net-/forum/galerie.php)

- **Les chlorophytes**

Les **Chlorophytes** (***Chlorophyta***) sont une division des *Plantae*. Elles comprennent une partie de ce que l'on appelle communément algues vertes. Au sens large, elles constituent l'un des 14 embranchements (ou divisions) du règne végétal (*Plantae*), parfois plutôt classé dans un règne des Algues (*Algae*) qui comprend aussi par ailleurs des protistes. Elles sont divisées en trois groupes : d'une part les ***Chlorophyta*** *stricto sensu*, qui constituent au sein des plantes vertes un groupe monophylétique, et d'autre part les *Charophyta*, groupe paraphylétique situé à la base de l'autre branche et les *Streptophyta*, comportant également les plantes terrestres.(KOMOE,2021). La figure 5 nous montre la diversité des chlorophytes.

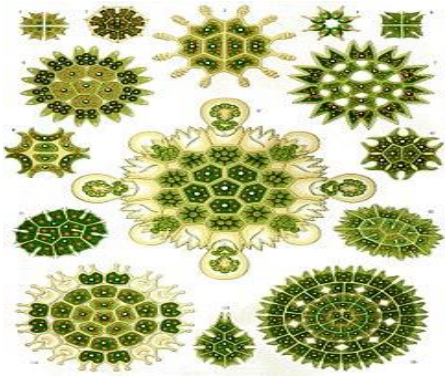


Figure 5: Schéma montrant la diversité des chlorophytes (www.aquaportail.com)

- **Les diatomées**

Les ***Bacillariophyta***, ou **Diatomées**, sont un embranchement d'eucaryotes unicellulaires (de deux micromètres à un millimètre) présents dans tous les milieux aquatiques et majoritaires dans certains biofilms (avec une préférence pour les eaux froides) et enveloppés par un squelette

externe siliceux nommé frustule. Les diatomées peuvent être libres ou fixées, et vivre isolées ou en colonie. Les diatomées sont un constituant majeur du phytoplancton participant à 50 % de la production primaire océanique globale (LAVOIE,2008). Comme toute algue, la cellule d'une diatomée possède des chloroplastes pour sa photosynthèse. Les échanges avec le milieu extérieur se font au travers de nombreux orifices très fins qui traversent la frustule et qui sont disposés en lignes (droites ou courbes) ou en réseau, selon un motif propre à l'espèce (BERTRAND,2008). Elles sont des algues jaunes et brunes unicellulaires caractérisées par le fait qu'elles sont les seuls organismes unicellulaires à posséder une structure externe siliceuse enveloppant totalement la cellule. Transparente et rigide, cette enveloppe, appelée frustule, possède une architecture complexe qui définit l'espèce dans la nomenclature. La silice qui compose le frustule dite silice biogénique est faiblement cristallisée. Le frustule quant à lui est formé de deux thèques emboîtées à symétrie remarquable. On distingue deux grandes formes de diatomées :

- Les diatomées « pennales », dont les ornements des valves sont généralement disposés à la manière des dents d'un peigne ;
- Les diatomées « centrales », dont les ornements valvaires sont généralement radiaux, disposés comme les rayons des roues d'un vélo.



Une diatomée pennale.



Une diatomée centrale circulaire.



Diatomée centrale triangulaire

Figure 6 : Schéma de quelques diatomées

❖ **Les cryptophytes**

Elles sont unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvues de paroi cellulaire (GROGA, 2012). 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. La figure 7 présente la morphologie des cryptophytes.

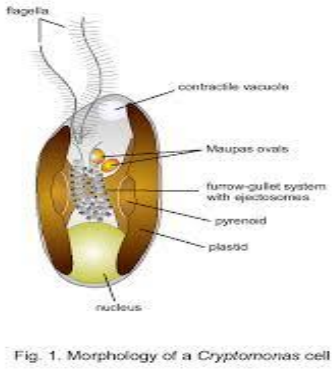


Figure 7 : Morphologie des cryptophytes (taxondiversity.fieldofscience.com)

❖ **Les euglénophytes**

Il s'agit d'algues unicellulaires, le plus souvent mobiles et flagellées, avec des plastes verts contenant de la chlorophylle a et b associée à du β carotène. On dénombre environ 40 à 50 genres et 650 à 1 050 espèces (De REVIERS, 2003). Les réserves glucidiques sont constituées par le paramylon, en grains extraplastidiaux de formes diverses, formant une calotte autour des pyrénoïdes. Des gouttelettes lipidiques constituent des réserves supplémentaires. Le noyau est souvent volumineux, bien visible et pourvu d'un nucléole bien différencié (COMPERE, 1989). Ce sont des micro-organismes dulçaquicoles retrouvés en particulier dans des milieux riches en matière organique selon (ILTIS, 1980), eaux douces ou saumâtres. La figure 8 ci-après présente la diversité des euglénophytes.



Figure 8 : Schéma montrant la diversité des euglénophytes

- **Les dinoflagellés**

Aussi connus sous le nom de dinophycées, elles 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). On distingue les dinoflagellés « nus » et les dinoflagellés « cuirassés » possédant une thèque de cellulose (enveloppe servant de protection).

- **Les chrysophytes**

Ce 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 à (WETZEL et al, 2001). Dotée de deux flagelles, elle peut se déplacer, sans toutefois contrer les courants, et occuper tout le volume des eaux de surface, à la différence des diatomées qui tombent rapidement au fond de la mer où elles nourrissent le zooplancton benthique et les filtreurs (huîtres, moules…). C'est un phytoplancton très intéressant pour les réseaux trophiques car il est présent partout (MOLLO et NOURY, 2013). La figure 9 nous présente un schéma montrant la diversité des crysophytes.

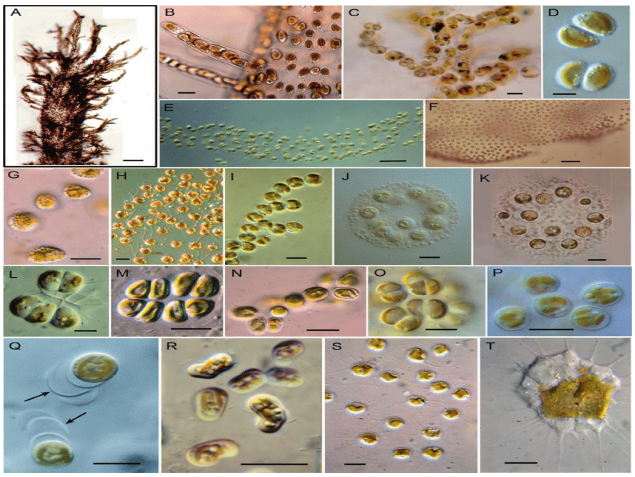


Figure 9 : Schéma montrant la diversité des chrysophytes

1.7. Normes de qualité de l'eau

Afin de définir régulièrement une eau de qualité, des normes ont été établies fixant notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Globalement, les qualités de l'eau de surface doivent obéir à des normes définies par une réglementation nationale. Il peut en résulter, pour un pays ou une région donnée, des dispositions réglementaires différentes de la qualité de l'eau, par rapport aux normes internationales (OMS, 1994). Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé des hommes et des espèces aquatiques. (MAIGA, A. 2005).

CHAPITRE 2 : CADRE D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE 2 : CADRE D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation du cadre d'étude

2.1.1. Situation géographique du lac Sélé

La commune de Ouinhi est une commune du Benin située dans le département du Zou, au Sud du pays à environ 48 km d'Abomey. Elle s'étend entre 6°57' et 7°12' de latitude Nord et 2°23' et 2°34' de longitude Est (WOKOU,2007). Elle est limitée au Nord par la commune de Zagnanado, au Sud par la commune de Bonou, à l'Ouest par la commune de Zagnanado et Zogbodomè et à l'est par la commune d'Adja-Ouèrè (INSAE,2002). La commune de Ouinhi est constituée de quatre arrondissements dont l'arrondissement de Ouinhi qui est le chef-lieu de la commune, l'arrondissement de Dasso, de Tohouè et enfin l'arrondissement de Sagon qui est l'arrondissement le plus peuplé. C'est dans cet arrondissement que se trouve le lac Sélé.

Il est situé entre 2°26' et 2°27' de longitude est d'une part et entre 7°8′ et 7°12' de latitude nord d'autre part. Il s'allonge dans une direction nord-sud entre les villages Houédja et Dolivi de l'arrondissement de Sagon. Le lac Sélé couvre une superficie relative de 200 hectares (DPRPIB & Gtz, 1996.). Son site est à l'amont du cours d'eau inférieur de l'Ouémé et se trouve fortement ancré dans sa plaine d'inondation sur la rive est.

Par cette position, le lac s'inscrit avec son environnement immédiat dans une zone humide très importante en potentialité économique et écologique de la vallée de l'Ouémé. Il est entouré au Nord par le cours d'eau Kataklè et les champs ; au Sud par le village Houédja ; à l'Ouest par les villages Adamè et Dolivi et à l'Est par les champs. Les localités et villages riverains bénéficiaires du lac Sélé sont Adamè, Dolivi et Houédja situés dans l'arrondissement de Sagon qui compte six quartiers administratifs. La figure 10 ci-après présente la carte de localisation de la commune de Ouinhi.

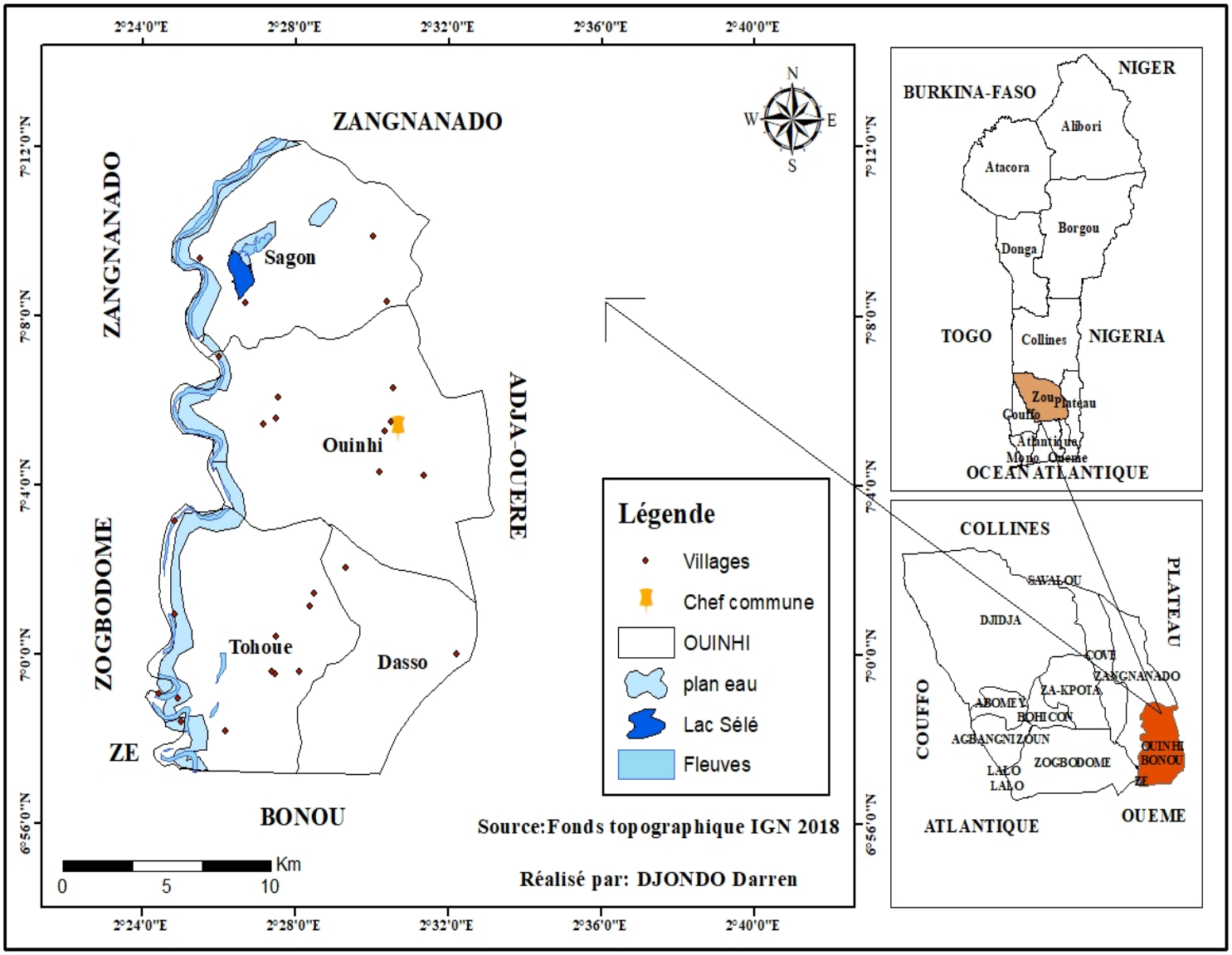


Figure 10: Carte de localisation de la commune de Ouinhi

2.1.2. Le Sol

Les sols du bassin versant du lac Sélé sont variés. Leur nature et leur évolution sont liées aux variations climatiques de longue durée, du bâti géologique et de l'influence des cours d'eau (ADIDEKON,2018). On distingue des sols ferralitiques, des sols hydromorphes mais aussi des sols ferrugineux.

- **Les sols hydromorphes**

Ce sont des sols hydromorphes dont les vertisols. On les trouve tout au long du chenal Hôdohoun et en bordure du lac. Ce sont des sols vaseux qui se gonflent très vite empêchant toute infiltration en période d'abondance d'eau. Très sensibles à la variation hydrique, ils

présentent des craquelures en cas de déficit. Des coupes pédologiques présentent des horizons variables à divers endroits, au nord du lac comme au sud. Ces sols sont profonds. Au nord de la rive ouest, ces sols présentent des horizons noirs à accumulations organiques ayant des taches rouge brique sur substrat sablo-argileux avec parfois de galets (cristaux siliceux).

Au centre de cette rive occidentale ces sols ont, en surface, une mince couche de sable alternée de limons sur des horizons limono-argileux à faible accumulation organique sur matériaux sableux de couleur beige puis blanche, (la partie beige est tachetée d'un noir charbonneux). Au sud, on a des horizons à fortes accumulations organiques tachetés de couleur rouge latéritique sur substrat sablo-argileux. Ce sont des sols fertiles. Ils constituent l'unité pédologique la plus étendue de l'environnement immédiat du lac. (ADIDEKON,2018)

- **Les sols ferralitiques**

On les trouve sur le plateau. Ils sont formés de sable et d'argiles et ont une couleur rouge. Riches en fer et alumine, ils se trouvent au sud du lac à Houédja et sur la rive est du chenal à Ahogo. Ils doivent leur cohésion permanente à la présence constante de l'argile. (MONDJANNAGNI, 1969 ; cité par AMOUSSOU, 2003). Dénudés, ces sols résistent peu au ruissellement de l'eau. Ils sont fertiles mais leur profondeur est variable dans le milieu. Sur la rive est, ils sont interrompus par endroit par des sols ferrugineux.

- **Les sols ferrugineux**

Ils sont faiblement concrétionnés. On les trouve à partir du côté centre-est du lac. Ces sols sont sablo-graveleux avec une faible présence d'argile qui leur donne une cohésion assez lâche. Ils sont perméables mais peu adaptés à la production agricole. Ils constituent l'unité pédologique la plus restreinte du bassin du lac Sélé.

2.1.3. Le Climat

La commune de Ouinhi est influencée par un climat de transition entre le subéquatorial et le tropical humide de type soudano-guinéen, caractérisé par quatre saisons réparties en deux saisons pluvieuses et en deux saisons sèches que sont :

- Une grande saison des pluies allant d'avril à juillet
- Une petite saison des pluies de mi-septembre à novembre.
- Une grande saison sèche qui dure de fin novembre à mars
- Une petite saison sèche d'août à mi-septembre.

Dans toute la commune, les maximas se situent en mars à 27°C et les minima en aout 24°C. L'humidité relative moyenne est de 80%. (SCDA, Ouinhi,2015). La pluviométrie annuelle moyenne s'élève à environ 1050 mm, avec un pic en juin (140,3 mm). La figure suivante présente la situation pluviométrique de Ouinhi au 31 décembre 2015.

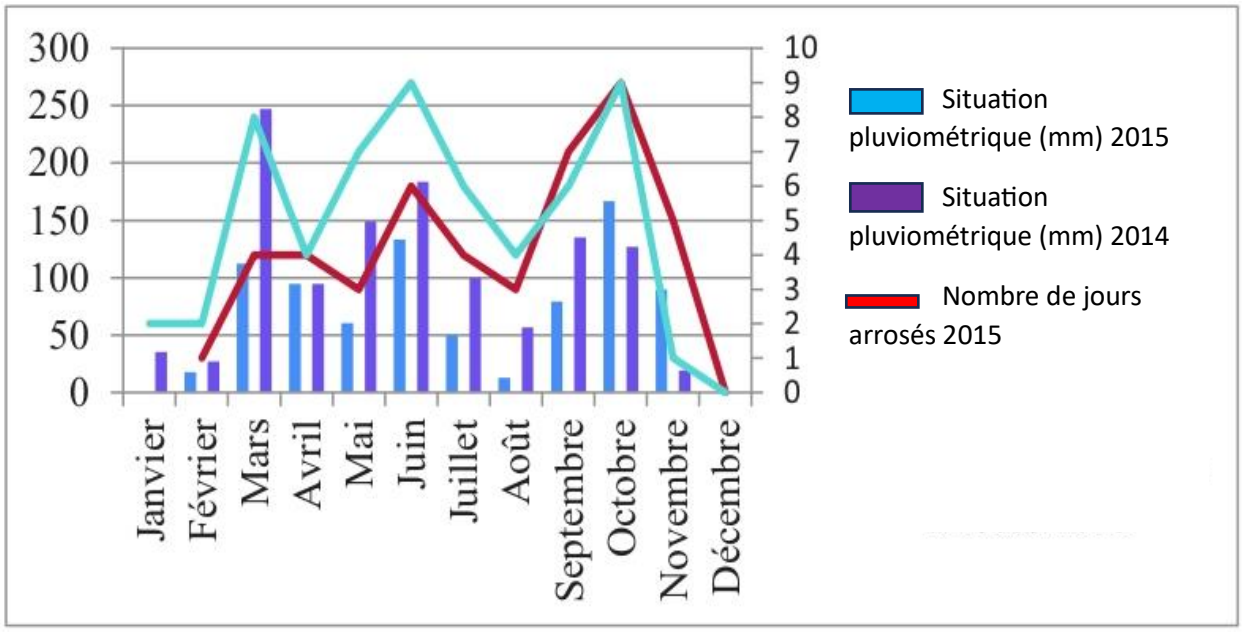


Figure 11: Situation pluviométrique de Ouinhi au 31 Décembre 2015 (SCDA Ouinhi, 2016)

2.1.4. Principales activités économiques

Avec une population d'environ 59 381 habitants, les activités les plus pratiquées dans la commune de Ouinhi sont :

- **L'agriculture**

Elle représente la principale activité de la commune autour du lac Sélé avec 68,53% de la population active qui la pratique et très diversifiée (SCDA Ouinhi, 2015). Elle est traditionnelle et les outils utilisés sont rudimentaires. Sur les plateaux, la production est pluviale et aucune pratique d'irrigation n'est observée. Les producteurs de l'arrondissement pratiquent la culture de décrue dans les plaines d'inondation. Les principales cultures pratiquées sont le maïs, le manioc, le niébé, la patate douce, l'arachide et les cultures maraichères tel que piment ; tomate, gombo ; les légumes. (SCDA Ouinhi, 2015)

- **L'élevage**

On retrouve dans l'arrondissement de Sagon, autour du lac Sélé, l'élevage de porcs, lapins, moutons, de volailles qui sont confrontés au manque de soins vétérinaires et aux règles d'hygiènes. Les marchés d'écoulement sont : Ouinhi, Ouokon, Dasso.

- **La Pêche**

Les pêcheurs des plans d'eau du Sud-Bénin sont de véritables professionnels et excellent dans le métier en exerçant individuellement ou collectivement. Ils utilisent une gamme variée d'engins et de techniques de pêches. Les plus couramment utilisées dans le lac Sélé sont :

-Les filets maillants,

-Les nasses,

-Les palangres.

- **Le Commerce**

Le commerce est un secteur informel qui représente 2/3 des activités de la population du lac Sélé et assure la subsistance de la majeure partie. On y retrouve l'achat et la vente des produits divers, des produits agroalimentaires. La proximité du Nigéria aussi favorise le traffic frauduleux des produits pétroliers. La vente des poissons issus de la pêche est généralement assurée par les femmes et les pêcheurs. (ADIDEKON,2018)

2.1.5. Hydrographie

Elle se présente comme une assiette légèrement inclinée vers l'avant avec quelques nuances de berges irrégulières et étriquées par lesquelles il reçoit ou conduit ses eaux. La cuvette du lac Sélé se trouve en altitude par rapport au lit du fleuve Ouémé et dispose d'un bassin de 432 km² (DANNON, 1993). Elle est logée dans la dépression de la Lama en face du plateau de Kétou. La dépression est séparée du plateau par des failles orientées sud-ouest/nord-est en amont du lac. Les berges du lac Sélé sont dissymétriques.

Au niveau de la rive est, elles sont légèrement élevées alors qu'au niveau de la rive ouest elles sont plus basses. Elles ont une pente moyenne respective de 13% et de 5 à 10%. En amont, le lac Sélé s'ouvre au nord sur un petit lac appelé Kataklè. Ce lac le noue avec différents cours d'eau. Les plus importants sont Ayétèdjou et Gbogbodohoun qui traversent le plateau de Kétou. D'autres comme Visso et Gbannan proviennent d'Issaba. Ensemble, Ces rivières accumulent

leurs eaux avec celle de la rivière Quégbo en provenance du plateau de Zangnanado pour approvisionner le lac.

L'absence de station de jaugeage sur ce cours d'eau, empêche le suivi rigoureux de ses débits. Néanmoins les débits qui ont été enregistrés en début de mars 2004 et en mars 2005 ont donné respectivement 12 m³/s et 10 m³/s. Des témoignages des habitants du voisinage (Tahoet Aïzè), cette rivière a quelques fois un débit très fort en saison des pluies mais, serait très irrégulier, variant au rythme des pluies sur le plateau de Kétou et de Zagnanado. En saison sèche au contraire, elle s'assèche presque totalement et isole le lac. En aval, le lac débouche sur deux chenaux. On distingue le chenal "Dohoun" au sud-ouest et le chenal Hôdohoun plus au sud. Le chenal Hodohoun est le principal canal entre le lac et le fleuve Ouémé. C'est par là que les eaux du fleuve Ouémé remontent dans le lac quand elles débordent leur lit. L'Ouémé fournit ainsi plus de la moitié des eaux du lac Sélé (DANNON, 1993). La figure 12 présente le réseau hydrographique de la commune de Ouinhi.

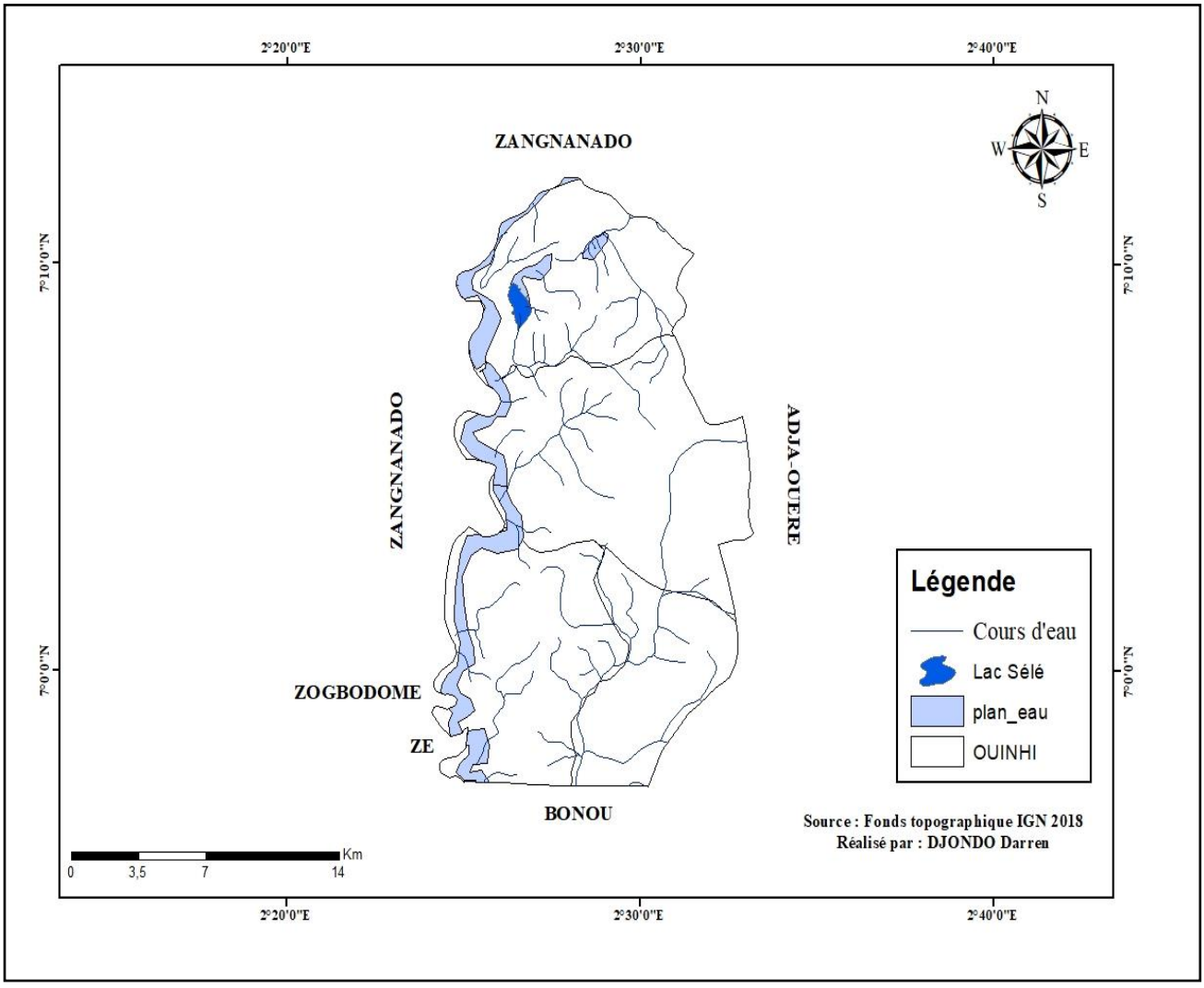


Figure 12 : Réseau hydrographique de la commune de Ouinhi

2.2. Démarches méthodologiques

Un matériel approprié et des méthodes bien définies ont été utilisé dans le cadre de notre étude.

2.2.1. Matériel

❖ Matériel sur le terrain

Sur le terrain nous aurons besoin :

- Des bouteilles en plastique de capacité 1,5 litres permettant de prélever des échantillons d'eau pour les analyses physico-chimique ;
- Des bouteilles en verre pour récupérer les échantillons de plancton ;
- D'un GPS pour prendre les coordonnées géographiques de chaque point de prélèvement ;
- De formol à 4% pour conserver les échantillons de plancton ;
- D'une glacière contenant des accumulateurs de froid pour la conservation et le transport des échantillons d'eau pour des travaux en laboratoire ;
- Des gants pour se protéger ;
- D'un filet à planctons pour collecter les échantillons ;
- D'un multi paramètre pour la mesure des paramètres in-situ comme le pH, la température….
- Un stylo et un cahier ;
- Un appareil photo pour prendre quelques photos illustratives ;
- Une barque motorisée pour le déplacement ;

Les figures ci-dessous présentent quelques matériels utilisés au cours de notre étude.



Photo 1 : GPS Garmin 72H (Cliché, DJONDO,2024)



Photo 2 : Multi-paramètre de marque HANNA HI 9829 (Cliché, DJONDO,2024)

❖ **Matériel de laboratoire**

Au laboratoire, nous aurons à utiliser :

✓ Pour les analyses physico-chimiques :

- La blouse ;
- Les gants ;
- La verrerie (bécher, fiole jaugée, erlenmeyers etc. …) ;
- Des béchers de 250 ml : pour les dosages
- Des pipettes et burettes graduées
- Un agitateur magnétique
- Un barreau aimanté
- Un spectrophotomètre pour effectuer la lecture de l'absorbance (nitrite, nitrate et ortho phosphate)



Photo 3 : Spectrophotomètre DR 1900 (Cliché, DJONDO, 2024)

✓ Pour l'étude des planctons :

- Un microscope
- Une cellule de comptage
- Un filtre à plancton
- Des burettes et pipettes



Photo 4 : Microscope photonique VWR 384 BL384 P (Cliché, DJONDO, 2024)

2.2.2. Démarches et approches méthodologiques

Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons adopté des méthodes de recherche documentaire, d'observation sur le terrain, d'échantillonnage, d'analyse au laboratoire puis de traitement des données.

- **Recherche documentaire**

Cette étape de la méthodologie nous as permis de faire des recherches sur le net, dans des bibliothèques, sur tous les documents scientifiques (mémoires, thèses et rapports) ayant rapport à notre thème. La collecte des données a permis d'avoir des informations générales sur notre zone d'étude.

- **Observation sur le terrain**

Les observations directes sur le terrain (visites des sites) nous ont permis de mieux apprécier l'état du milieu, d'acquérir des compléments d'informations utiles à la réalisation de notre étude et de vérifier certaines informations recueillies lors de nos recherches.

- **Echantillonnage**

L'échantillonnage a été fait en septembre 2024, période d'étiage ou les niveaux d'eau sont bas, limitant ainsi la dilution des polluants. Pour les analyses physico-chimiques, les échantillons sont prélevés à quelques centimètres sous la surface de l'eau. Des bouteilles en plastique de 1,5 litre sont remplies sur chaque site de prélèvement après rinçage avec l'eau à échantillonner et sont fermées de manière à ne pas laisser de bulle d'air. Pour ce qui est des échantillons de plancton, un filet à plancton d'une maille de 20 µm est utilisé. Ce dernier est drainé sur une

distance donnée et l'eau filtrée concentrée par l'embout est récupérée dans les flacons en verre. A ces derniers, l'on ajoute du formol à 4% permettant la fixation des espèces dans l'échantillon. Les photos ci-après illustrent le prélèvement des échantillons sur le lac.



Photo 5 : Prélèvement des échantillons destinés à l'analyse physico-chimique (Cliché, DJONDO,2024)

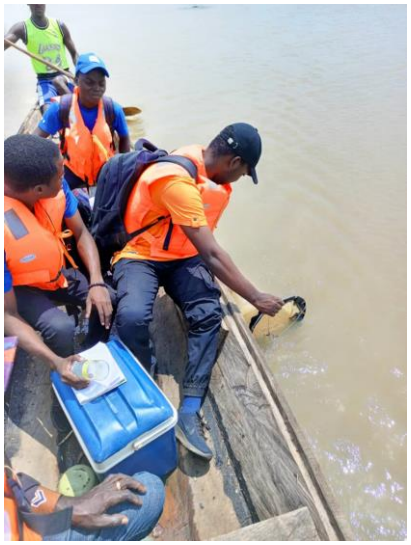


Photo 6 : Prélèvement du plancton à l'aide du filet à plancton (Cliché, DJONDO, 2024)

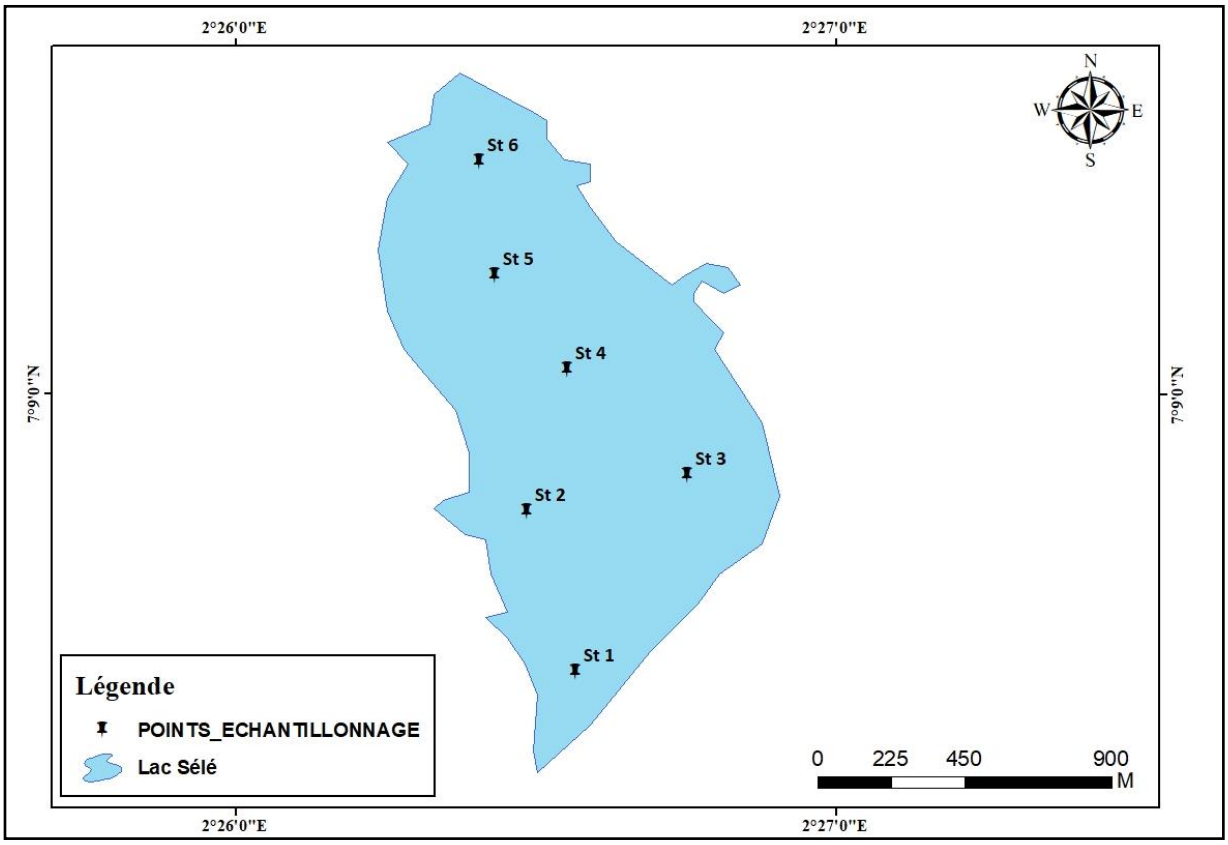


Figure 13 : Localisation des points d'échantillonnage

❖ **Analyse au laboratoire**

Les analyses chimiques ont été faites au Laboratoire d'Expertise Environnementale (LEE) situé à Togoudo. Les éléments chimiques recherchés sont : les nitrates, les nitrites, le phosphate, la chlorophylle a et l'ammonium. Ils sont analysés à l'aide d'un spectrophotomètre. La Turbidité, la salinité, le pH, la conductivité et la température ont été mesurés au préalable sur le terrain avec un multi-paramètre.

- **Analyses chimiques**

Dosage des nitrates

Le dosage des nitrates a été effectué en utilisant la méthode au Salicylate de Sodium indiquée par Rodier et al. (2009). En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent le paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. La lecture s'est effectuée au spectrophotomètre à une longueur d'onde (DANNON E., 2022).

$\lambda = 425nm$

Dosage des nitrites

Pour le dosage des nitrites, la méthode au Réactif de Zambelli (Rodier et al, 2009) a été utilisée. En effet, l'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique et en présence d'ions ammonium et de phénol, forme avec les ions NO_2^- un complexe coloré en jaune dont la densité est proportionnelle à la concentration en nitrites. Les lectures se sont effectuées au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 425 nm.

Dosage de l'ammonium

Nous avons utilisé pour ce dosage, la méthode de Nessler proposée par Rodier et al, (2009). En effet, le réactif de Nessler en présence d'ions ammonium, donne de l'iodure de dimercuriammonium qui permet le dosage colorimétrique des ions ammonium NH_4^+. Nous avons effectué par la suite la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 425 nm.

Dosage de l'orthophosphate

L'orthophosphates a été déterminé au spectrophotomètre avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine comme l'ont proposé Rodier et al (2009). En effet, il se forme en milieu acide un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium avec réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu. L'absorbance du complexe bleu formé est mesurée à la longueur d'onde la plus sensible 700 nm.

Dosage de la chlorophylle a

Nous avons utilisé pour ce dosage, la méthode monochromatique de Lorenzen (1967). En effet, il consiste à filtrer un volume d'eau à travers un filtre en fibre de verre pour retenir le phytoplancton, puis à extraire la chlorophylle du filtre avec de l'acétone à 90% pendant 24heures au réfrigérateur, à l'abri de la lumière. Après centrifugation pour séparer les résidus, l'absorbance de l'extrait est mesurée au spectrophotomètre à différentes longueurs d'ondes. Ces mesures permettent de calculer la concentration en chlorophylle a.

- **Classification des eaux de surface en fonction des normes de qualité**

Tableau 4 : Classification des eaux de surface en fonction des normes de Qualité des Eaux de France (eaux de surface) et Normes OMS

Paramètres	Unités	Directives NQE	Normes OMS
Température	°C	20 -- 25	25-30
pH	__	6,5 -- 8,5	6,5 -- 8,5
Conductivité électrique	µS/cm	750 -- 1300	1000
Oxygène dissous	mg/L	8	5 -- 8
Potentiel d'oxydo-réduction	mV	---	200-500
Salinité	psu	0,5	0,5
Turbidité	NTU	5 --20	5
Chlorophylle A	µg/cm	10--15	10
Ammonium	mg/L	0,1 -- 0,5	0,5
Nitrites	mg/L	----	3,2
Nitrates	mg/L	----	50
Orthophosphates	mg/L	0,2 -- 0,5	0,2

- **Analyse biologique : observation, identification et dénombrement du plancton**

Les observations du plancton sont faites grâce au microscope photonique. Pour chaque échantillon bien homogénéisé, une goutte de l'échantillon est prélevée et étalée sur une lame puis recouverte avec une lamelle. L'observation s'est faite en balayant toute la lame et à chaque aperçu d'une espèce, on la représente sur la fiche d'identification. Cette action est répétée plusieurs fois avec l'échantillon d'un site de prélèvement. Après cette étape, on passe au comptage qui consiste à marquer le nombre de fois qu'on a vu une espèce dans 1mL

d'échantillon. Elle s'est faite à l'aide d'une cellule de capacité 1 mL sur laquelle a été étalée 1mL de l'échantillon et toute la cellule est parcourue. Pour chaque station, l'action est faite trois fois. Les identifications sont faites avec les clés d'identification suivantes : ZEBAZE TOGOUET (2000), DURAND et LEVEQUE (1980), AMOROS (1984), FERNADO (2002). L'abondance des espèces sera calculée grâce à la formule suivante :

$$A = \left(\frac{n}{V1} * \frac{V2}{V3} \right)$$, (APHA, 1992) avec :

A : Abondance absolue des espèces ;

n : Nombre de chaque espèce à compter ;

V1 : Volume observé ;

V2 : Volume concentré ;

V3 : Volume échantillonné.

- **Traitement des données**

Les données recueillies sur le terrain et celles issues des analyses de laboratoire ont été rigoureusement traitées avec le Tableur Excel 2016, le logiciel R pour le calcul du coefficient de corrélation. Le logiciel Qgis 3.16 a servi à la réalisation des cartes et Microsoft Word 2016 pour la rédaction du document. Les résultats des travaux de terrain et de laboratoire ont été comparés aux normes de qualité des eaux de surface (OMS) et ont permis d'évaluer la qualité des eaux du lac Sélé.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats pertinents ont été analysés et interprétés dans ce chapitre.

3.1. Résultats des analyses physico-chimiques

3.1.1. La température

La Figure 14 présente la variation de la température au niveau des différents sites échantillonnés dans le lac Sélé. Dans le milieu d'étude, les valeurs de température varient entre 30,66°C et 31,2 °C avec une moyenne de 30,93°C. La valeur minimale est obtenue au niveau du site 1 et la valeur maximale au niveau du site 6. Nous remarquons que les valeurs des différentes températures enregistrées ne se situent pas dans la fourchette tolérée par les espèces aquatiques d'eau chaude (25 à 30°C).

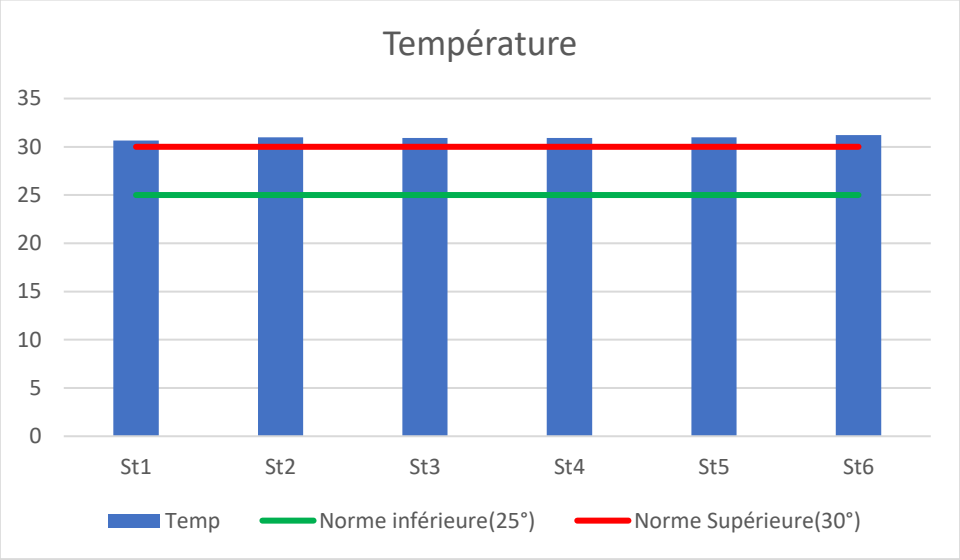


Figure 14 : Variation de la température au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.2. Le Potentiel Hydrogène

L'analyse de la figure 15 révèle les valeurs de pH obtenues dans le lac Sélé. Elles varient entre 6,46 et 6,79 avec une moyenne de 6,62. La valeur minimale est obtenue au niveau du site 1 et la valeur maximale au niveau du site 6. Nous remarquons que seules les valeurs obtenues au niveau des sites 2 ; 3 ; 4 ; 5 et 6 appartiennent à la plage de 6,5-8,5 qui représente la valeur normalisée pour ce paramètre (Norme OMS). La valeur obtenue au niveau du site 1 par contre n'appartient pas à cette plage. Ces valeurs montrent ainsi que les eaux du lac présentent un caractère relativement acide.

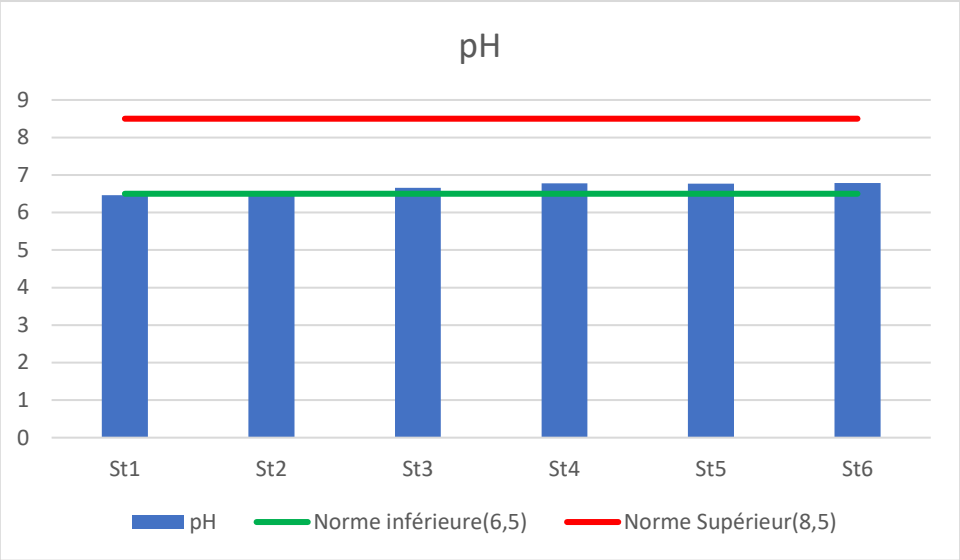


Figure 15 : Variation du pH au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.3. L'oxygène dissous

L'analyse de la figure 16 nous révèle les valeurs d'oxygène dissous obtenues. Elles varient entre 5,89 et 6,62 mg/L avec une moyenne de 6,25 mg/L. La valeur minimale est obtenue au niveau du site 3 et la valeur maximale au niveau du site 5. Nous remarquons que les valeurs de l'oxygène dissous des eaux du lac Sélé sont conformes à celles recommandées par l'OMS qui est de > 5 mg/l

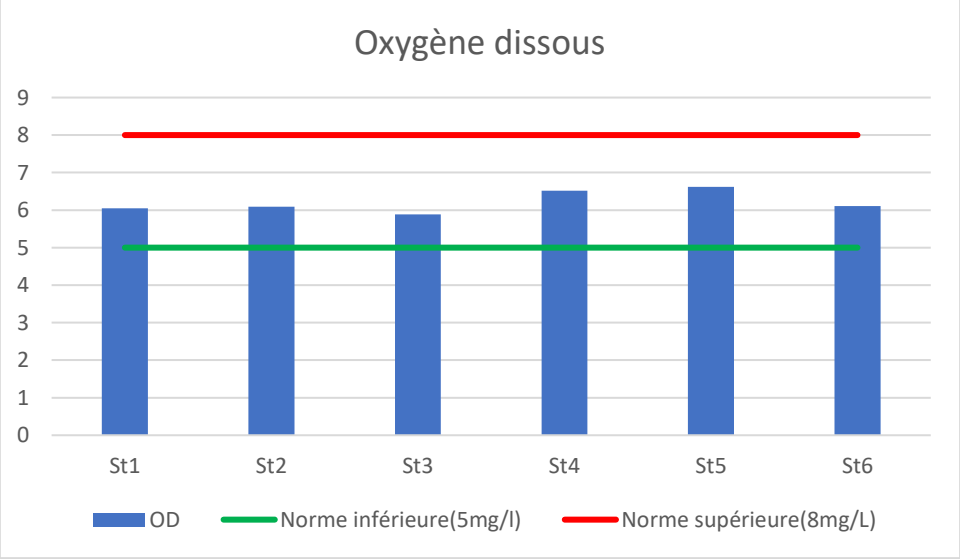


Figure 16 : Variation de la concentration en oxygène dissous au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.4. La conductivité

La figure 17 nous présente la variation de la conductivité au niveau des différents sites de prélèvement. De son analyse il ressort que les valeurs obtenues varient entre 21 µS/cm et 39

µS/cm avec une moyenne de 30 µS/cm. La valeur maximale est obtenue au niveau du site 1 et la valeur minimale au niveau du site 5. Nous remarquons que les valeurs de la conductivité électrique des eaux du lac Sélé sont conformes à celles recommandées par l'OMS qui est de 1000 µS/cm.

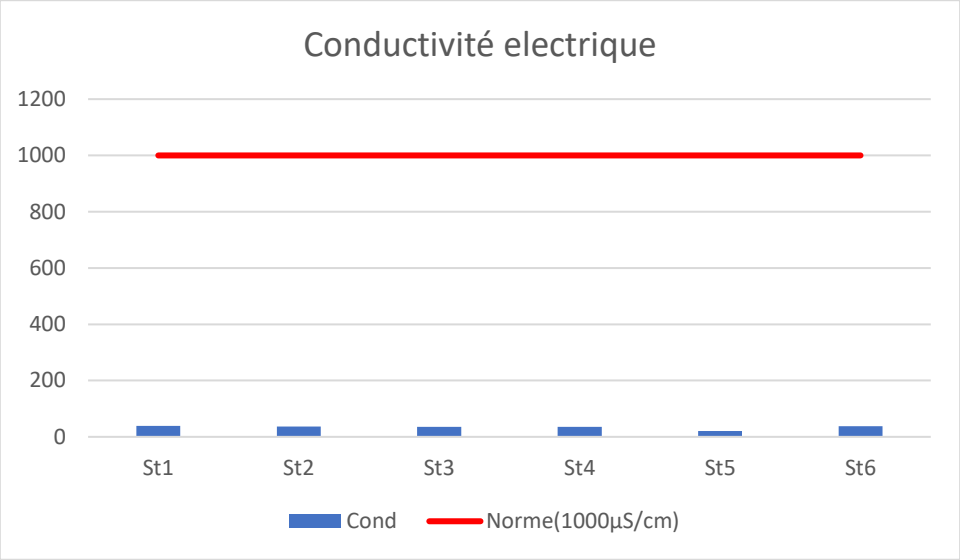


Figure 17 : Variation de la conductivité au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.5. Le potentiel d'oxydo-réduction

La figure 18 nous présente la variation du potentiel d'oxydo-réduction au niveau des différents sites de prélèvement. De son analyse il ressort que les valeurs du potentiel d'oxydo-réduction obtenues varient entre 118,1 et 128,5 mV avec une moyenne de 123,3 mV. La valeur minimale est obtenue au niveau du site 6 et la valeur maximale au niveau du site 1. Nous remarquons que les valeurs du potentiel d'oxydo-réduction des eaux du lac Sélé sont inférieures à celles recommandées par l'OMS qui doivent être comprises entre 200 et 500 mV.

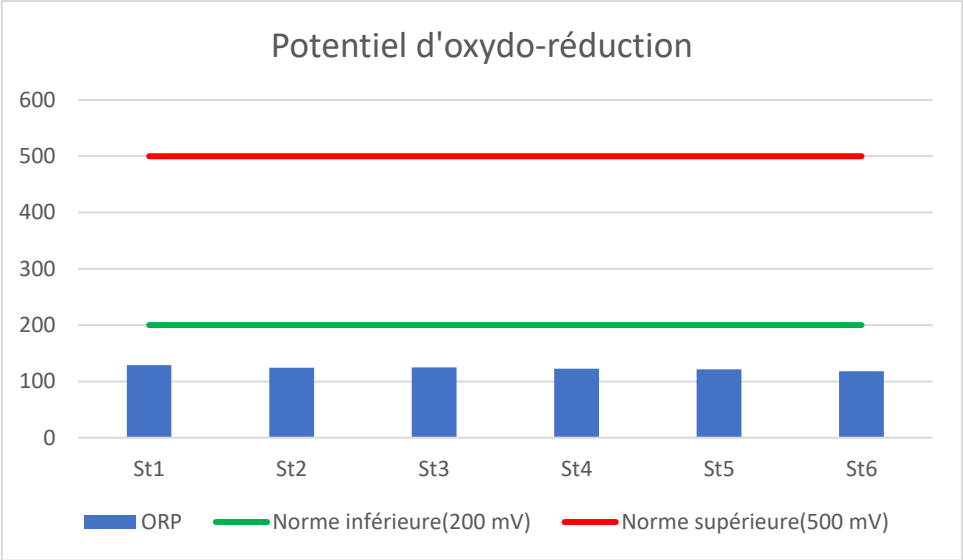


Figure 18 : Variation du potentiel d'oxydo-réduction au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.6. Salinité

La salinité d'une eau a une a une action évidente sur la répartition des organismes qui tolèrent une plage minimum-maximum rarement très large. Au niveau du lac Sélé, la salinité varie entre 0,01 et 0,02 psu avec une moyenne de 0,015 psu. Les valeurs minimales sont observées au niveau des sites 4 et 5. Elles sont représentées sur la figure 19 ci-dessous.

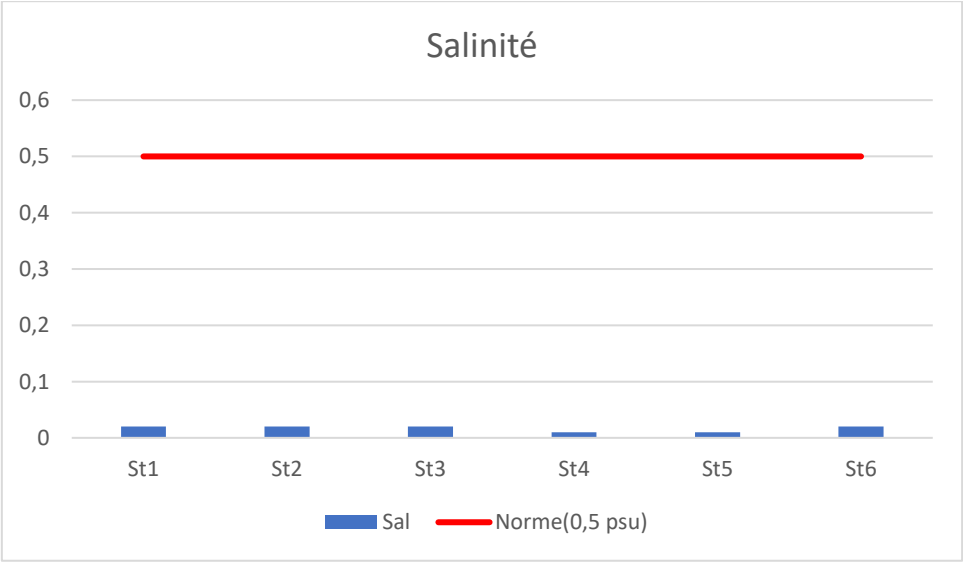


Figure 19 : Variation de la salinité au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.7. Turbidité

La figure 20 nous présente la variation de la turbidité au niveau des différents sites de prélèvement. De son analyse, il ressort que les valeurs mesurées varient entre 72 et 95 NTU avec une moyenne de 83,5 NTU. Le site 4 présente la plus forte valeur et le site 2 présente la

plus faible valeur. Remarquons que les valeurs obtenues pour la turbidité au niveau des différents sites sont supérieures à la limite fixée par la norme béninoise qui est de 5 NTU.

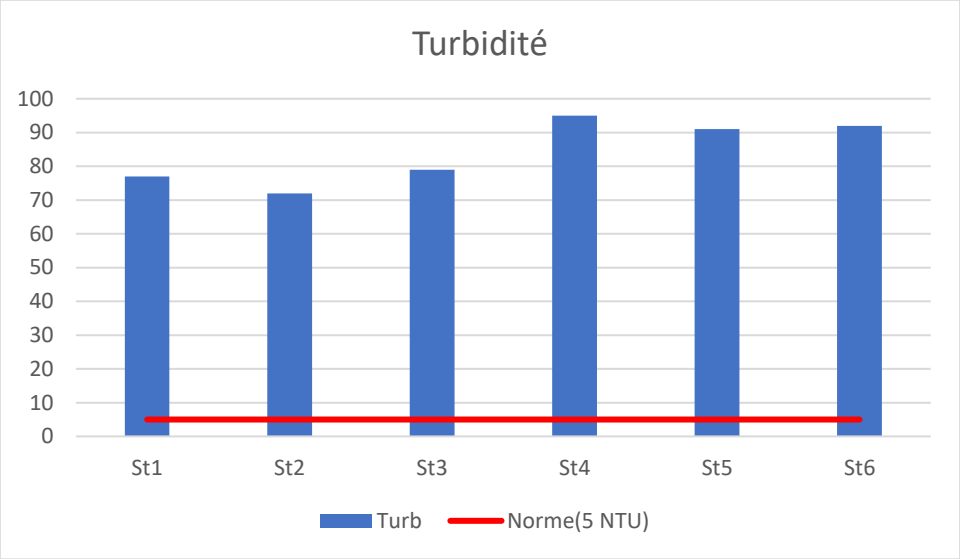


Figure 20 : Variation de la turbidité au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.8. Ammonium

L'observation de la figure 21 ci-dessous présentant une carte de variation des valeurs de l'ammonium obtenues au laboratoire nous permet de constater que la valeur maximale est de 0,781 mg/L et est obtenue au niveau du site 4 et la plus faible valeur est de 0,604 mg/L obtenue au niveau du site 3 avec une moyenne de 0,693 mg/L. Nous remarquons que les valeurs obtenues à tous les niveaux dépassent la valeur de tolérance selon l'OMS qui est de 0.5 mg/L.

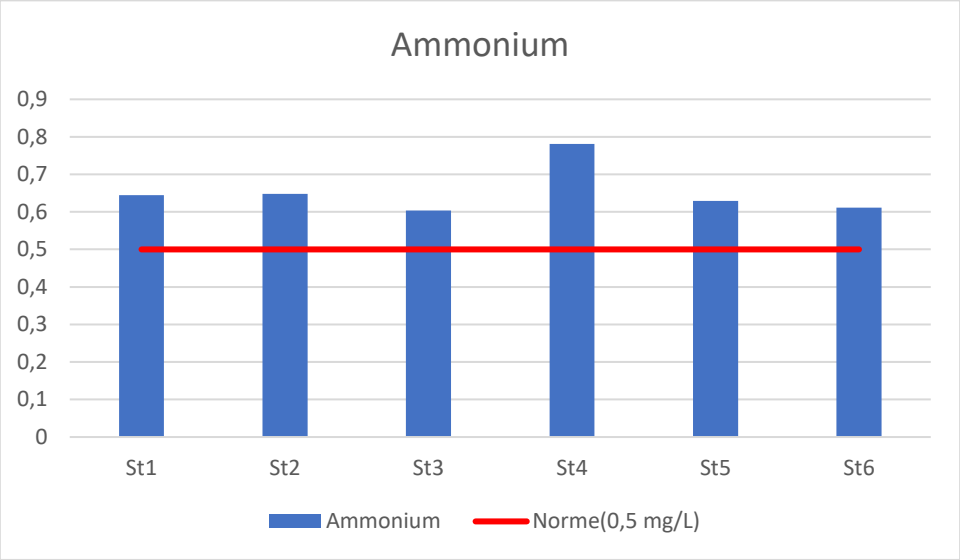


Figure 21 : Variation de la concentration en ammonium au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.9. Nitrites

L'observation de la figure 22 ci-dessous relatif à la variation des valeurs de nitrites obtenues au laboratoire nous permet de constater que la valeur maximale est de 0,732 mg/L et est obtenue au niveau du site 4 tandis que la plus faible valeur est de 0,628 mg/L obtenue au niveau du site 1 avec une moyenne de 0,68 mg/L. Nous remarquons que toutes les valeurs obtenues sont inférieures à la norme qui est 3,2 mg/L selon l'OMS.

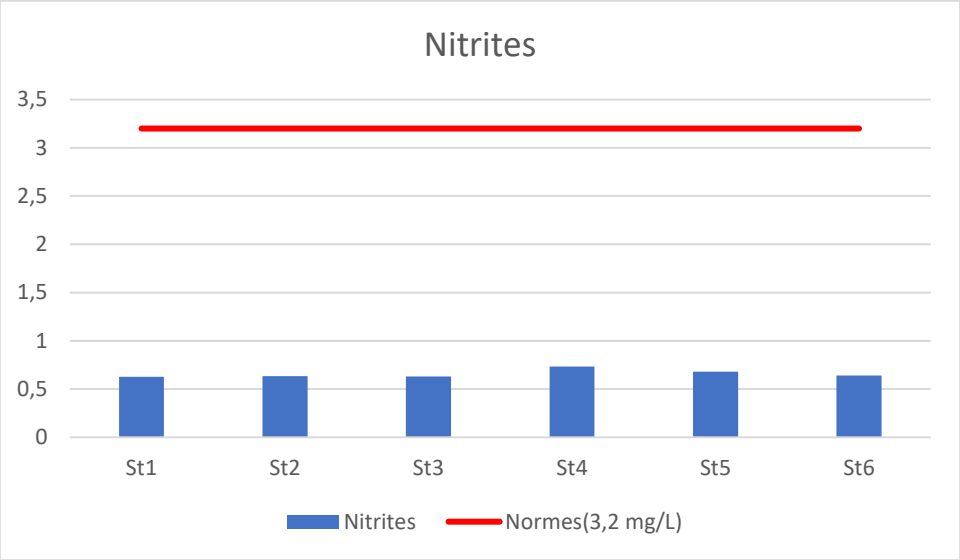


Figure 22 : Variation de la concentration des nitrites au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.10. Nitrates

L'interprétation de la figure 23 montre les valeurs de nitrates qui varient entre 0,27 et 0,708 mg/L. La plus faible valeur est obtenue au niveau du site 3 et la plus forte valeur au niveau du site 2 avec une moyenne de 0,489 mg/L. Ces valeurs sont très inférieures à la limite de tolérance qui est de 50 mg/l pour les eaux de surfaces.

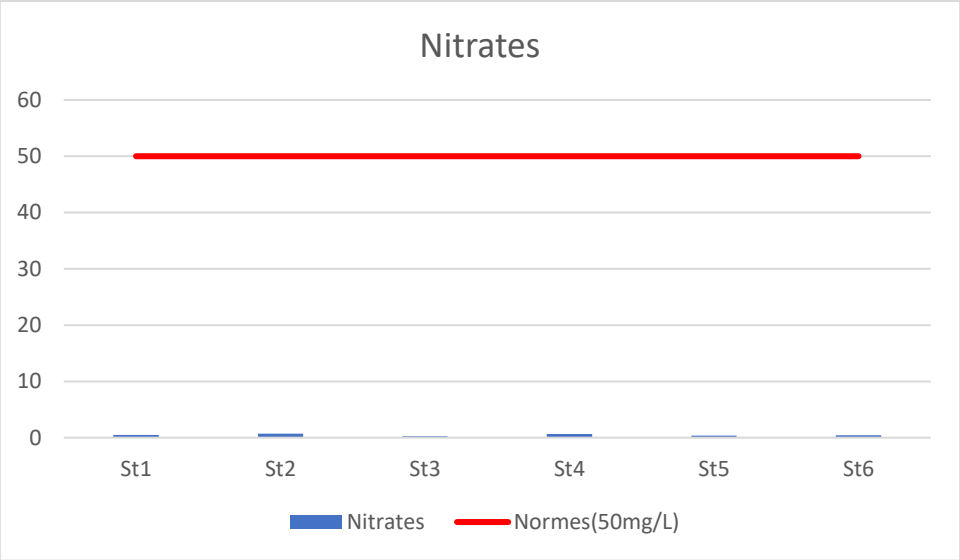


Figure 23 : Variation de la concentration en nitrates au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.11. Orthophosphates

Les valeurs de l'Orthophosphates varient entre 0,236 et 0,365 mg/L avec une moyenne de 0,300 mg/L. La faible valeur est obtenue au niveau du site 3 et la forte valeur au niveau du site 4. Toutes ces valeurs sont supérieures à la norme OMS qui est de 0,2 mg/L. Elles sont représentées sur la Figure 24 ci-dessous.

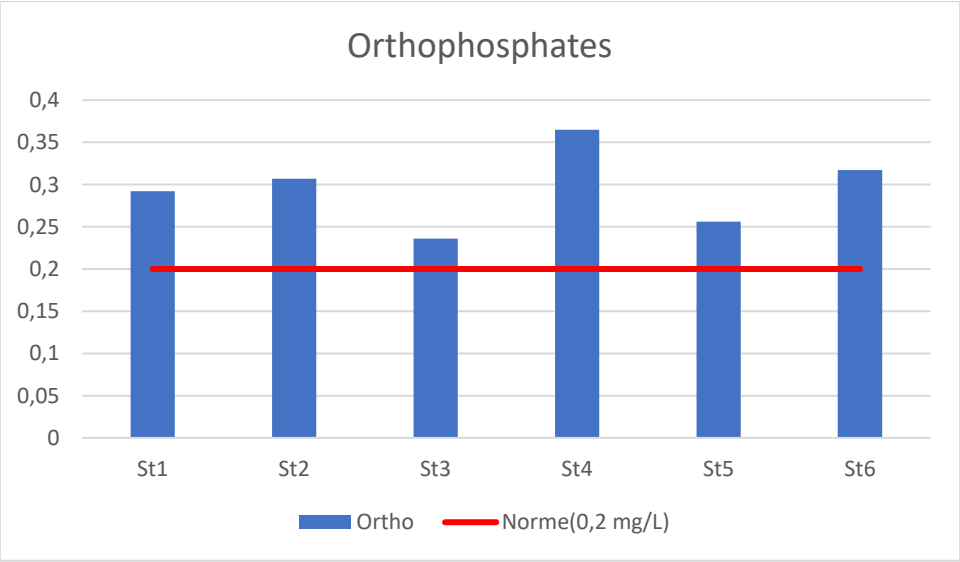


Figure 24 : Variation de la concentration en orthophosphates au niveau des différents sites de prélèvement

3.1.12. DCO

Les valeurs obtenues varient entre 43 mg/L et 139 mg/L avec une moyenne de 91 mg/L. La figure 20 présente les valeurs obtenues par site d'échantillonnage.

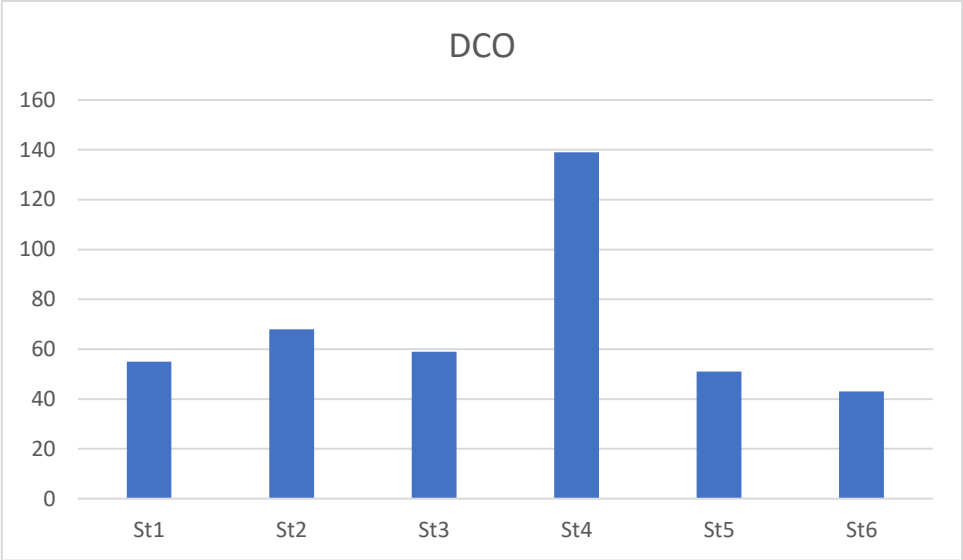


Figure 25 : Variation de la demande chimique en oxygène au niveau des différents sites de prélèvement.

3.1.13. Chlorophylle a

Les valeurs de chlorophylle A varient entre 7,2 et 63 µg/L avec une moyenne de 35,1 µg/L. La valeur minimale est obtenue au niveau du site 3 et la valeur maximale au niveau du site 6. Nous remarquons que seules les valeurs obtenues au niveau des sites 3 et 5 respectent la norme qui est de 10 µg/L. Les résultats obtenus montrent ainsi que les eaux du lac présentent un caractère relativement mésotrophe (Moyennement riches en nutriments). La figure 26 présente les valeurs de l'évolution de la chlorophylle A dans le lac Sélé.

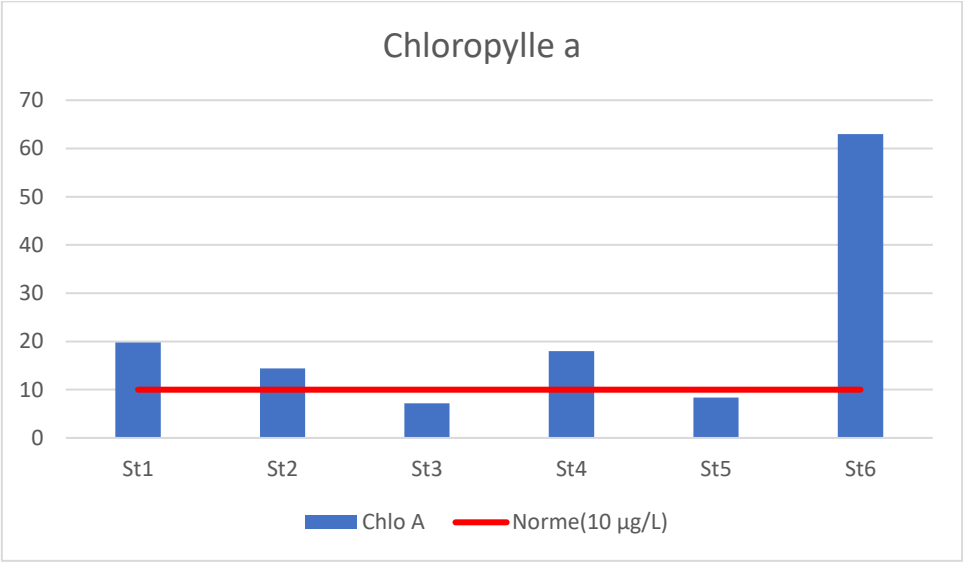


Figure 26 : Variation de la concentration en chlorophylle A au niveau des différents sites de prélèvement.

3.2. Identification du plancton dans les eaux du lac

Après observation au microscope photonique, les résultats sur l'identification du plancton se présentent comme suit.

3.2.1. Taxonomie des espèces

- **Zooplancton**

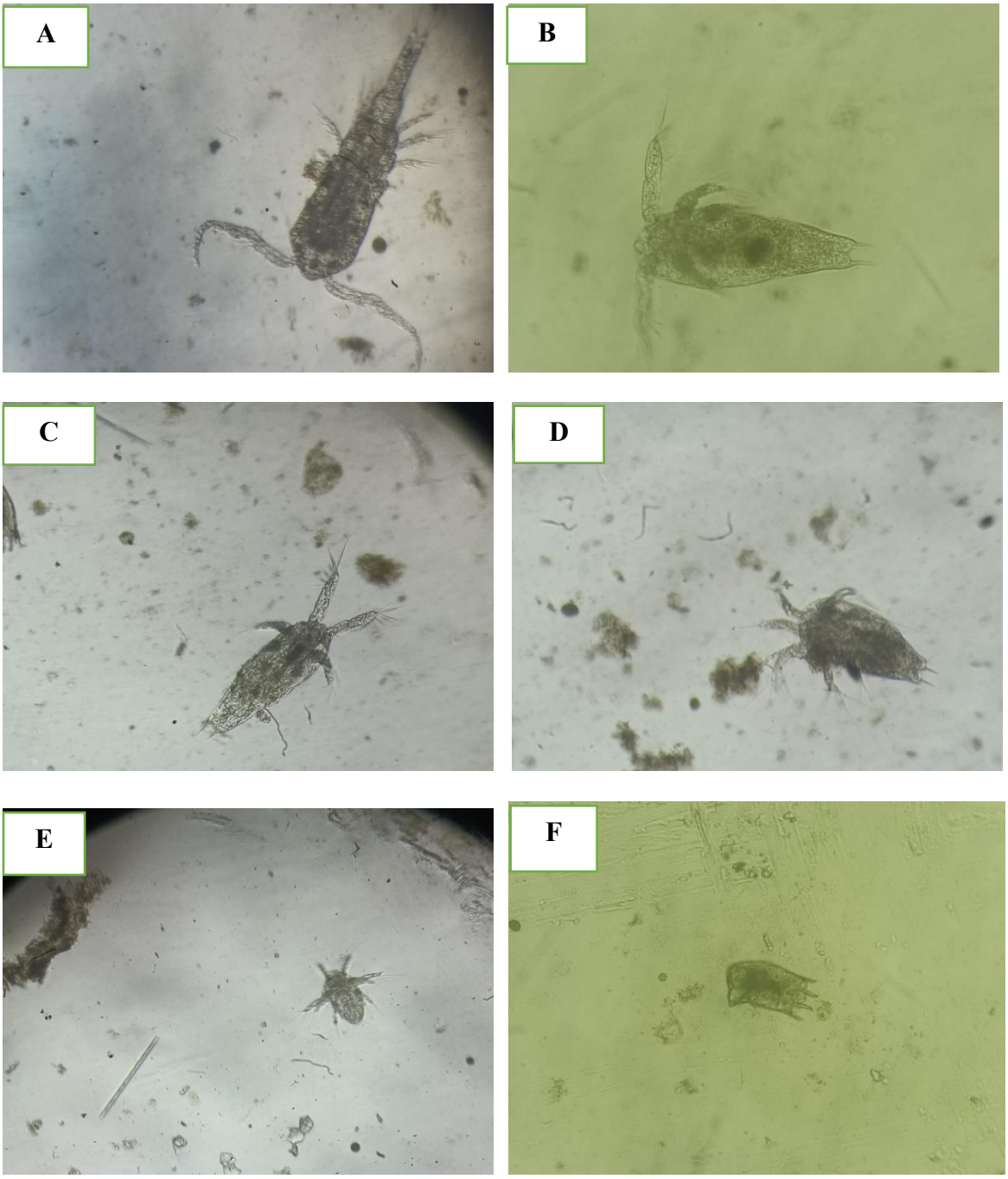
L'observation et comptage nous a permis de dénombrer 10 espèces zooplanctoniques pour les 6 points échantillonnés. Elles appartiennent à 6 familles réparties en 3 groupes. Le tableau suivant nous renseigne sur les différentes espèces et leur répartition.

Tableau 5: Inventaire des organismes zooplanctoniques identifiés

(+ : présence de l'espèce ; - : absence de l'espèce)

Groupes	Familles	Espèces	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Copépodes	Temoridae	*Temora Turbinata*	-	-	-	+	+	+
	Cyclopidés	*Dyacyclops nanus*	+	+	+	-	+	-
		Nauplius sp	+	+	+	+	+	-
		Cyclops strenuus	+	+	+	+	+	+
		Metaboeckella dilatata	+	-	-	-	-	+
	Calanoïdes	*Eudiaptomus gracilis*	+	-	-	+	-	-
Cladocères	Anuraeopsidae	*Anuraeopsis fissa*	-	+	+	+	+	+
	Moinidae	*Moina micrura*	+	-	-	+	-	+
Rotifères	Brachionidae	*Keratella Serrulata*	+	+	+	+	+	+
		Brachionus diversicornis	-	-	-	+	+	-

Les images suivantes présentent quelques espèces identifiées :



(A : *Temora turbinata* ; B : *Eudiaptomus gracilis* ; C : *Cyclops strenuus* ; D : *Diacyclops nanus* ; E : *Nauplius sp* ; F : *Keratella serrulata*)

Planche 1 : Photos de quelques espèces zooplanctoniques identifiées

- **Phytoplancton**

L'analyse de la composition des échantillons nous a permis de répertorier dans les eaux du lac 37 espèces phytoplanctoniques réparties en 5 classes. Le tableau 6 nous renseigne sur les différentes espèces et leur répartition.

Tableau 6 : Inventaire des organismes phytoplanctoniques identifiés

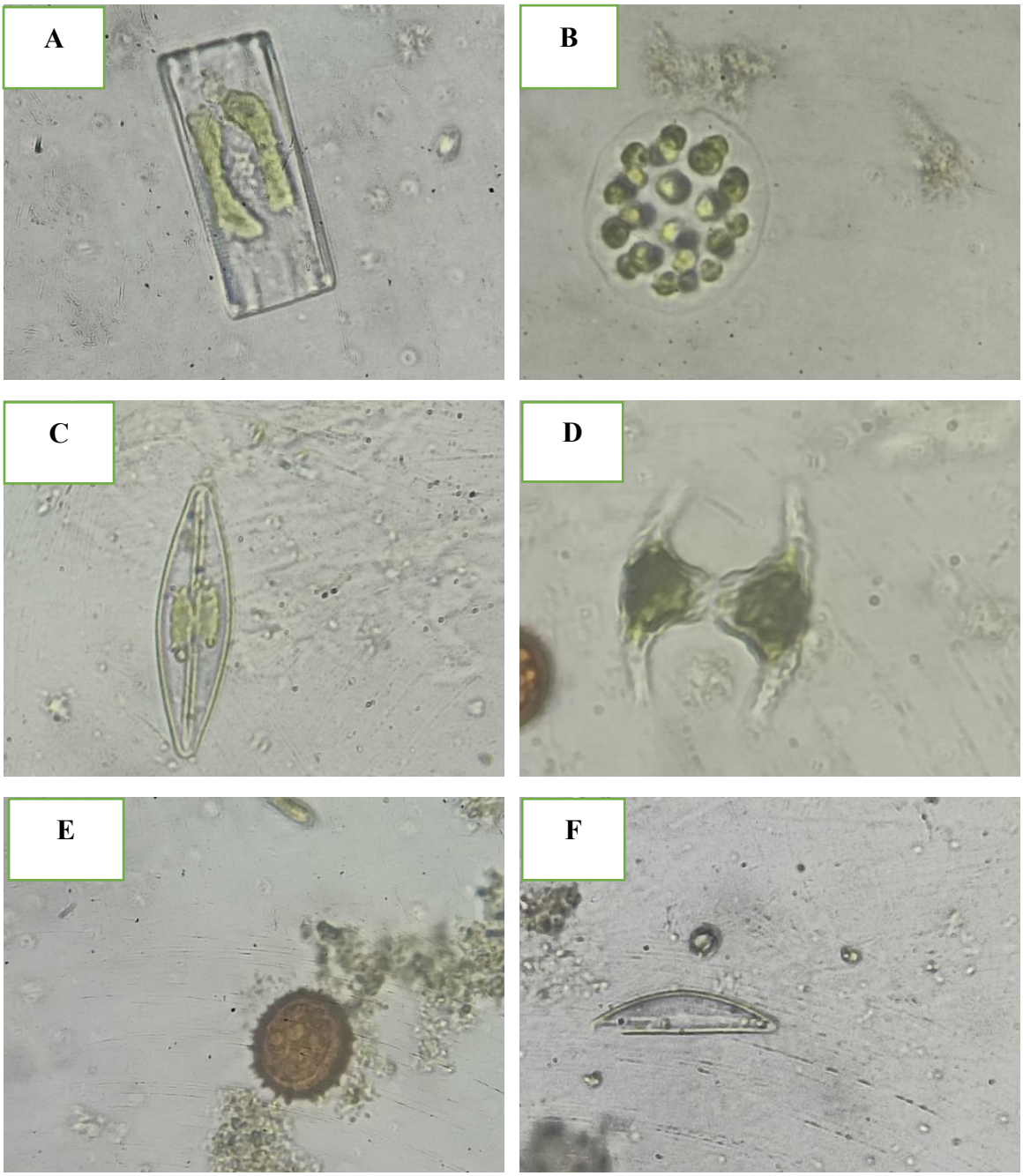
(+ : présence de l'espèce ; - : absence de l'espèce)

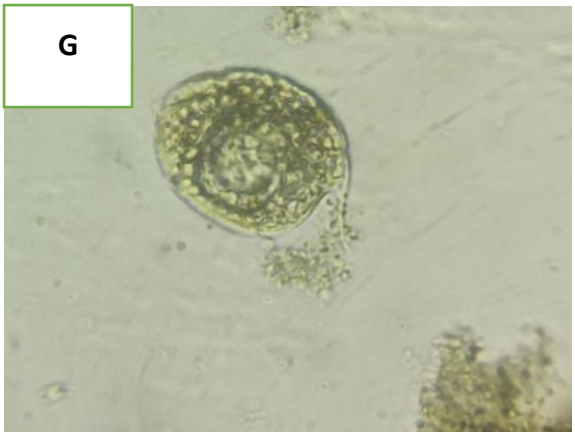
Classes	Familles	Espèces	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6
Euglénophytes	Euglenaceae	*Euglena acus*	+	+	+	+	+	+
		Strombomonas triquetra	+	+	+	+	+	+
		Strombomonas jaculata	+	+	+	+	+	+
		Euglena oxyuris f minima	+	+	+	+	+	+
		Euglena bivittata	-	-	-	+	-	-
		Euglena proxima	+	+	+	+	+	+
		Euglena sp	+	+	+	+	-	+
	Trachelomonadaceae	*Trachelomonas dangeardii*	+	+	+	+	+	+
		Trachelomonas acanthophora	-	-	-	+	+	+
		Trachelomonas lismorensis	+	+	+	+	+	+
		Trachelomonas pseudocata	+	+	+	+	+	+
	Phacaceae	*Phacus longicauda*	+	-	+	+	+	+
		Phacus undulatus	+	+	+	-	-	+
		Phacus orbicularis	+	+	+	+	+	+
		Phacus contortus	+	+	+	-	+	+
Chlorophytes	Selenastraceae	*Selenastrum sp*	+	-	+	-	-	+

	Euastraceae	*Euastrum sp*	-	+	-	-	-	-
	Ophiocystaceae	*Ophiocytium cochleare*	+	-	-	-	+	+
	Volvocaceae	*Eudorina sp*	+	+	+	+	+	+
		Pandorina sp	+	+	+	+	+	+
	Leponciliaceae	*Leponcinclis salina*	+	+	+	+	+	+
	Closteriaceae	*Closterium gracil*	+	+	+	-	-	+
	Scenedesmaceae	*Stroastrum sp*	+	-	+	-	+	+
Diatomées	Tabellariaceae	*Tabellaria fenestrata*	-	+	+	+	-	+
	Achnanthaceae	*Synedra capitata*	+	-	+	-	-	+
	Fragilariaceae	*Fragilaria ulna*	+	+	+	+	+	+
	Cyclotellaceae	*Cyclotella Meneghiana*	+	+	+	+	+	+
	Eunotiaceae	*Eunotia incisa*	-	-	+	-	+	+
	Naviculaceae	*Navicula cuspida*	+	+	+	+	+	+
	Melosiraceae	*Melozila sp*	-	+	+	+	-	+
	Nitzschiaceae	*Nitzchia longissima*	+	+	+	-	+	+
	Pinulariaceae	*Pinularia sp*	+	+	+	+	+	+
Cyanobactéries	Oscillatoriaceae	*Plectonema sp*	-	-	-	+	-	+
	Lyngbyaceae	*Lyngbya pseudoafricana*	+	-	-	-	-	-
	Merismopediaceae	*Merismopedia tenuissima*	+	+	+	+	+	+
Dinoflagellés	Peridiniaceae	*Peridinium cinctum*	+	+	+	-	+	+

		Peridinium gatunese	+	+	+	+	+	+

Les images suivantes présentent quelques espèces identifiées :



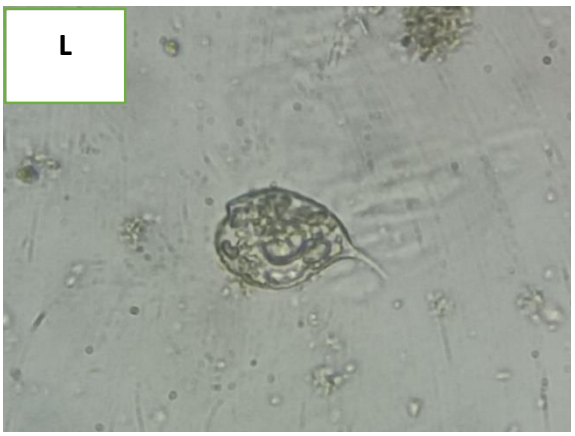

G

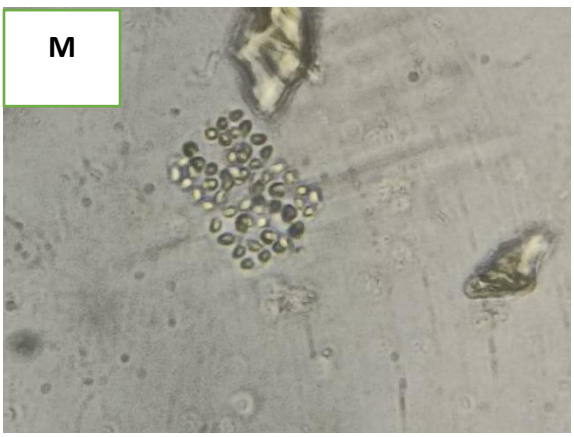

H

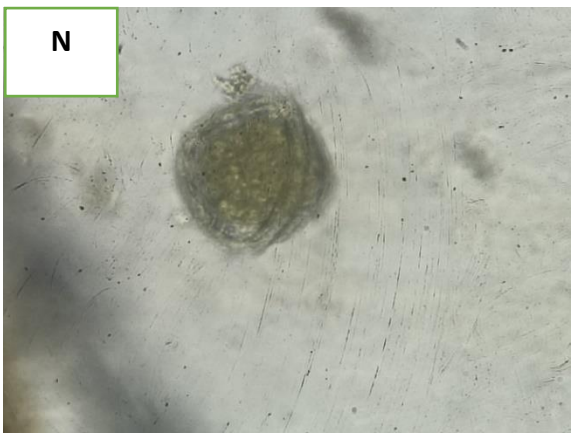

I

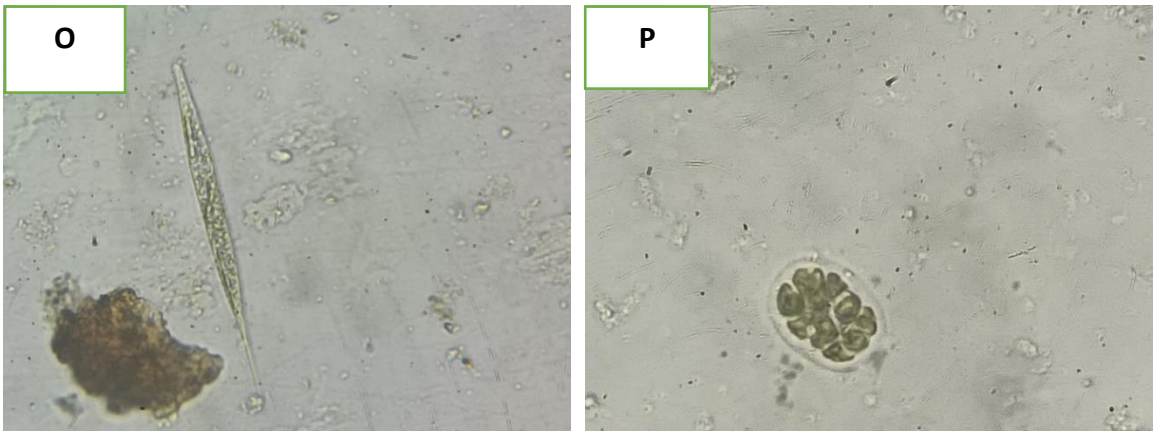

J


K


L


M


N



(A : *Pinularia sp* ; B : *Eudorina sp* ; C : *Navicula cuspida* ; D : *Stroastrum sp* ; E : *Trachelomonas lismorensis* ; F : *Eunotia incisa ; G : Phacus undulatus ; H : Cyclotella meneghiana ; I : Euglena oxyuris f minima ; J : Ophiocytium cochleare ; K : Phacus contortus ; L : Phacus orbicularis ; M : Merismopedia tenuissima ; N : Peridinium gatunese ; O : Euglena acus ; P : Pandorina sp*)

Planche 2 : Photos de quelques espèces phytoplanctoniques identifiées

3.2.2. Abondance des espèces

- **Zooplancton**

Les résultats issus de l'observation, l'identification, et le dénombrement des espèces zooplanctoniques, ont permis de recenser au total, 10 espèces zooplanctoniques dans les eaux du lac Sélé. Ces espèces appartiennent à 3 groupes, réparties en 6 familles dont : les *Brachionidae*, les *Temoridae*, les *Calanoides*, les *Anuraeopsidae*, les *Moinidae* et les *Cyclopidae*. Les rotifères et les copépodes, sont les groupes les plus diversifiés présentant respectivement 92,16 ind/L et 76,16 ind/L tandis que les cladocères présentent 45 ind/L. Par conséquent, les rotifères sont le groupe le plus abondant parmi ces trois groupes d'espèces. Les figures suivantes montrent l'abondance de chaque groupe et de chaque famille par site d'échantillonnage.

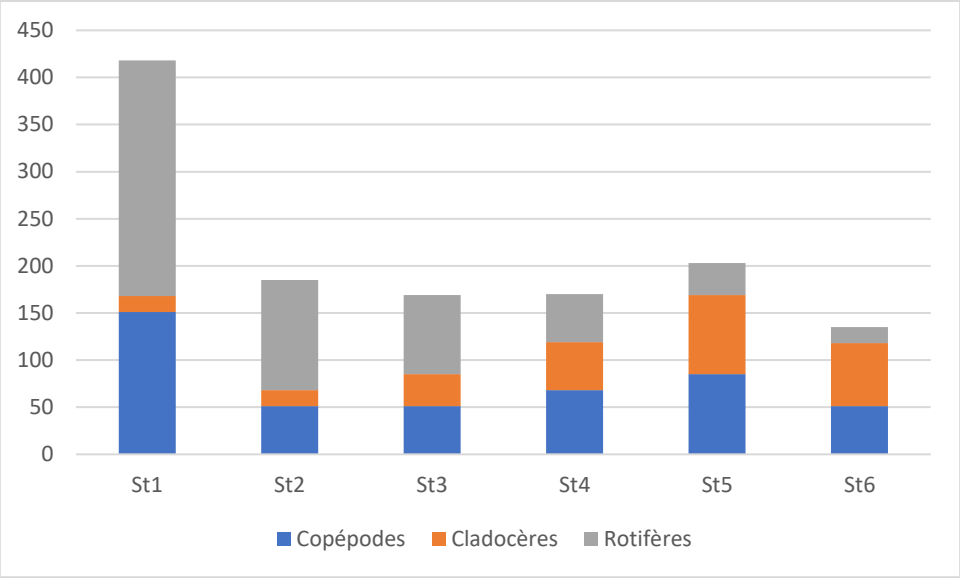


Figure 27 : Abondance selon les groupes

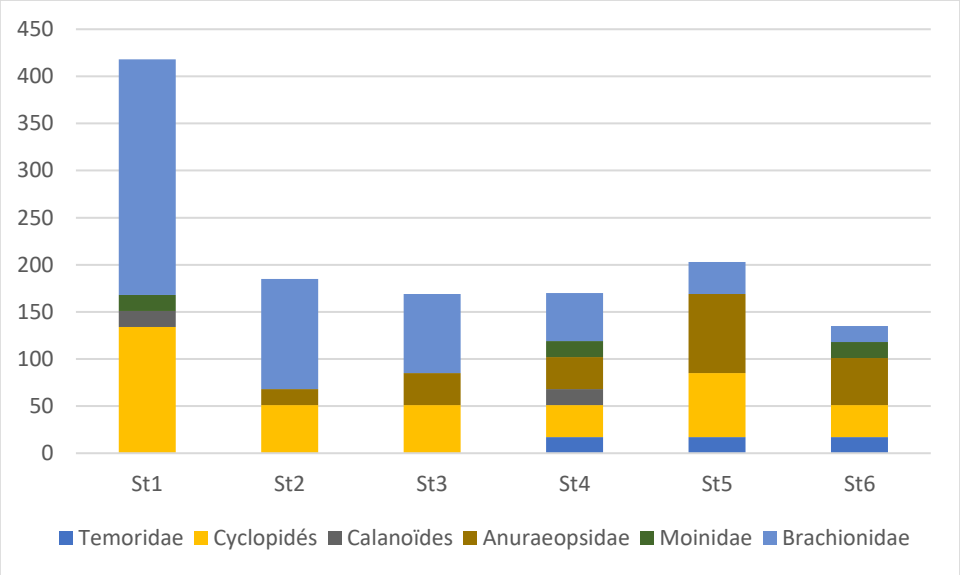


Figure 28 : Abondance selon les familles

❖ **Phytoplancton**

Les résultats issus de l'observation, l'identification, et le dénombrement des espèces phytoplanctoniques, ont permis de recenser au total, 37 espèces phytoplanctoniques dans les eaux du lac Sélé. Ces espèces appartiennent à 5 classes, réparties en 23 familles. L'analyse des résultats obtenus, indique que la classe des diatomées est dominante sur tous sites avec une valeur de 2271,83 ind/L d'abondance moyenne plus élevée au niveau des sites 1 et 4. La classe des cyanobactéries est la classe la moins abondante avec une abondance de 67,16 ind/L.

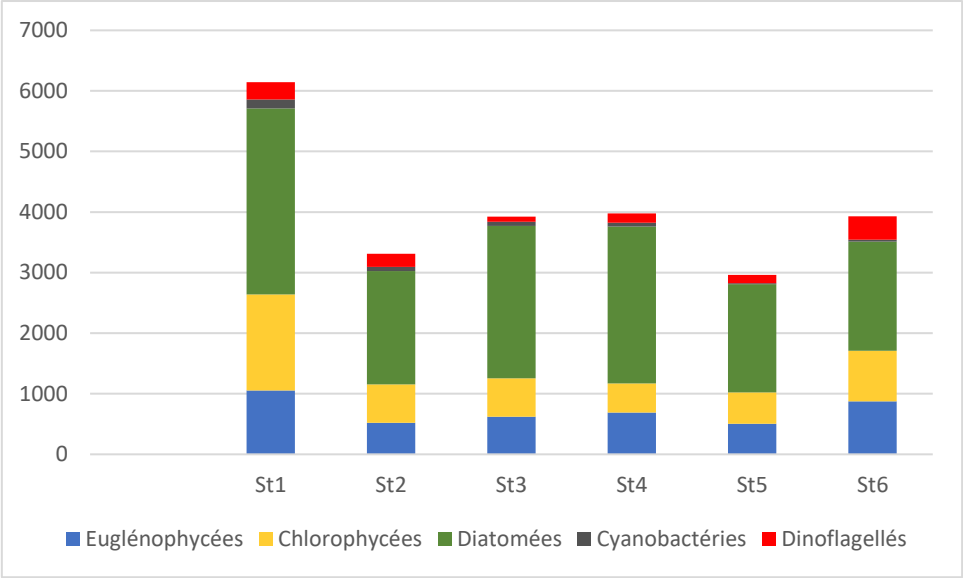


Figure 29 : Abondance selon les classes

3.3.3. Détermination des facteurs environnementaux responsables de la dégradation de la qualité biologique des eaux du lac Sélé a Ouinhi

Le tableau 7 présente la matrice de corrélation de Pearson entre les paramètres physico-chimiques et l'abondance des classes planctoniques**.**

Tableau 7 : Matrice de corrélation entre les classes planctoniques et les paramètres physico-chimique

	Copépodes	Cladocères	Rotifères	Eugleno	Chloro	Diato	Cyano	Dino
pH	-0,606	0,869	-0,956	-0,387	-0,739	-0,558	-0,856	-0,112
ORP	0,65	-0,802	0,917	0,26	0,589	0,754	0,862	-0,255
Temp	-0,785	0,595	-0,848	-0,348	-0,583	-0,868	-0,846	0,302
Cond	0,018	-0,722	0,442	0,594	0,48	0,452	0,608	0,478
OD	0,047	0,685	-0,444	-0,357	-0,452	-0,278	-0,46	-0,248
Sal	-0,006	-0,638	0,451	0,41	0,527	0,125	0,422	0,469
Turb	-0,175	0,849	-0,697	-0,008	-0,399	-0,225	-0,548	0,041
Nitrates	-0,082	-0,367	0,119	-0,072	-0,104	-0,014	0,176	0,179
Nitrites	-0,101	0,479	-0,451	-0,267	-0,522	0,014	-0,306	-0,359
Ammonium	0,043	-0,021	-0,061	-0,03	-0,242	0,318	0,127	-0,211
Ortho	-0,056	-0,035	-0,1	0,244	-0,052	0,073	0,091	0,39
DCO	-0,123	-0,067	-0,135	-0,153	-0,373	0,317	0,071	-0,367
Chlo A	-0,177	0,276	-0,286	0,516	0,197	-0,293	-0,178	0,874

Cyano = cyanophycées ; chloro= chlorophytes ; eugleno= euglénophytes ; dino= dinoflagellés ; diato=diatomées

Les corrélations significatives sont ceux supérieurs à 0,5 et inférieur à -0,5.

De cette matrice de corrélation, nous constatons que des paramètres physico-chimiques influencent la qualité biologique. Nous avons les classes des copépodes, des cladocères, des

rotifères, des chlorophytes, des diatomées et des cyanobactéries dont la croissance est influencée par le pH, le potentiel redox et la température. Le groupe des cladocères est aussi influencé par la conductivité, l'oxygène dissous, la salinité et la turbidité. Par ailleurs, les classes des euglénophytes et des cyanophytes sont affectées par la conductivité dans les eaux. Notons que la turbidité n'est pas sans effet sur les rotifères et les cyanophytes. Quant à la croissance des chlorophytes, elle est influencée par la salinité et les nitrites.

3.3. DISCUSSION

Une bonne qualité physico-chimique de l'eau est la condition préalable et essentielle à la survie et au développement de la vie aquatique. Voilà pourquoi les paramètres physico-chimiques sont importants dans l'étude de la qualité des milieux aquatiques. Les résultats obtenus dans le cadre de notre étude montrent que les paramètres chimiques tels que les nitrates et les nitrites respectent la norme. Par suite, les valeurs de températures mesurées au niveau des différents sites échantillonnés varient de 30,66 °C à 31,2 °C et ne respectent pas la norme qui est de 25 à 30°C. Ces valeurs peuvent s'expliquer par les heures d'échantillonnage. En effet, la température influence les processus biologiques dans les systèmes aquatiques (KADLECK et REDDY 2001). Les valeurs des températures enregistrées, concordent avec celles de DEDJIHO (2011) et POUOMOGNE (1998) qui ont montrés que les températures comprises entre 24 à 35 °C sont favorables à une bonne croissance des espèces aquatiques.

Les différentes valeurs de pH enregistrées au niveau des différents sites d'échantillonnage dans le lac varient entre 6,46 et 6,79 et sont pour la plupart situées dans l'intervalle de 6,5 et 8,5. Seule la valeur de pH situé au niveau du site 1 (6,46) est non conforme. Selon SAHLI (2002) un pH compris entre 6 et 9 permet un développement de la faune et de la flore aquatique. Au regard de ce constat, l'ensemble des valeurs obtenues pour le pH est acceptable.

En ce qui concerne les valeurs de la turbidité observées au niveau des différents sites, elles varient entre 72 et 95 et sont très supérieures à 5 NTU (norme OMS). D'après GREGORIO et PIERRE-MARIE (2007), la turbidité serait due à la présence de matières en suspension entraînées dans les eaux. Les valeurs de la turbidité pourraient aussi s'expliquer par la mauvaise gestion des ordures qui se retrouvent dans les eaux du lac par le biais des eaux de ruissellement. En effet, lorsqu'il y a pluie, les eaux de ruissellement entrainent avec elles les déchets vers le lac grâce à la pente. Ces résultats obtenus sont similaires à ceux de ZANDAGBA et al (2016) sur le lac Nokoué.

Les mesures de conductivité effectuées montrent des variations comprises entre 21µS/cm et 39µS/cm avec une valeur moyenne de 30µS/cm. Ces valeurs obtenues ne sont pas dans l'intervalle admise pour les eaux naturelles soit [50 ; 1500] µS/cm. Autrement dit, le lac Sélé présente une faible minéralisation. De plus, il nous faut noter que ces valeurs sont très inférieures à celles trouvées par (DIMON et al., 2014) sur le lac Ahémé.

Les différentes valeurs du potentiel d'oxydo-réduction enregistrées au niveau des différents sites d'échantillonnage dans le lac varient entre 118,1 et 128,5 mV avec une moyenne de 123,3

mV et ne sont pas dans l'intervalle [200 ; 500] mV. Ces valeurs peuvent s'expliquer par l'accumulation de matières organiques telles que les déchets agricoles ou les eaux usées ce qui peut entrainer une décomposition intense de ces matières organiques par les bactéries favorisant la consommation d'oxygène et donc favorisant des réactions de réduction. De plus certaines substances chimiques peuvent modifier les conditions redox en introduisant des éléments réducteurs ou oxydants dans l'eau.

Les valeurs de l'ammonium obtenues après l'analyse, révèlent que la valeur minimale est de 0,604 mg/L et la plus forte valeur est de 0,781 mg/L. Ces valeurs sont supérieures à la limite qui est de 0,5 mg/L et peuvent provenir des rejets d'effluents domestiques ou de la réduction naturelle des nitrates qui s'est introduit directement dans l'eau du lac. En effet, selon DEDJIHO (2014) les déchets ménagers se retrouvant dans les eaux du lac constitue une source de pollution des eaux au niveau de ces sites. Les concentrations en ammonium au niveau de ces sites sont supérieur à la norme, il y a donc risque de toxicité pour la vie aquatique.

Les analyses de l'orthophosphate nous ont permis de remarquer une faible variation des teneurs en phosphates entre les stations. Les phosphates pourraient avoir une origine naturelle (phosphate calcique) et/ou anthropique (engrais, détergents). Les valeurs obtenues varient entre 0,236 mg/L et 0,365 mg/L et sont supérieures à celles obtenues par Chouti et al en 2011 (0-0,08 mg/L) sur la lagune de Porto-Novo.

Les valeurs de la teneur globale du milieu en chlorophylle a varient entre 7,2 et 63 µg/L avec une moyenne de 35,1 µg/L et sont pour la plupart situées dans l'intervalle 10-15 µg/L. Les valeurs enregistrées au niveau des sites 1 ; 4 et 6 ne se retrouvent pas dans cet intervalle. Selon GOHIN (2010), une concentration élevée en chlorophylle a serait due à un apport élevé en nutriments provenant des sources comme les effluents agricoles ou domestiques. Aussi, les conditions saisonnières (changement de lumière, de précipitations et de température) et la stagnation des eaux peuvent également entrainer ces fluctuations. En effet, les températures élevées et une grande disponibilité en lumière peuvent favoriser la prolifération des algues.

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) quant à elle varie entre 43 mg/L et 139 mg/L avec une moyenne de 91 mg/L dans les eaux du lac Sélé. Or BEAUX (1998) considère qu'une DCO dépassant 80 mg/L dans les plans d'eaux est un indicateur de pollution, alors nous pouvons déduire que l'eau du lac est menacée par la pollution.

En se référant à la Norme de l'OMS pour l'appréciation de la qualité de la ressource en eaux superficielles qu'est le lac Sélé, nous pouvons retenir que les eaux du dit lac sont de bonne

qualité. Cependant, une surveillance reste indispensable pour la protection de cette ressource et des populations qui la consomment.

Les analyses biologiques effectuées sur le lac Sélé révèlent au total 10 espèces de la communauté zooplanctonique identifiées. Ces espèces appartiennent à 3 groupes que sont les Rotifères, les Cladocères et les Copépodes, réparties en 6 familles dont : *les* Brachionidae, les Temoridae, les Calanoïdes, les Anuraeopsidae, les Moinidae et les Cyclopidae. Le groupe le plus diversifié est le groupe des Copépodes avec 6 espèces. Concernant les familles, celle des brachionidae et celle des cyclopidae sont les plus abondantes respectivement avec 92,16 ind/L et 62 ind/L. Après l'analyse, on constate que parmi les 3 groupes identifiés, les Rotifères prédominent dans le lac avec une abondance de 92,16 ind/l. Ce constat est similaire à celui fait par (ADANDEDJAN, 2017) sur le lac Nokoué qui a montré que les copépodes et les rotifères ont été des groupes importants de l'écosystème avec 10% des Rotifères et 13 % des espèces de Copépodes. Par ailleurs la grande abondance des rotifères suivi de celle des copépodes suggère que le lac est soumis à des pressions de pollution même s'ils y existent encore des conditions favorables à la biodiversité. Quant à la faible densité des Cladocères constatée, elle pourrait se justifier par la présence de nutriments dans le milieu mais en quantité insuffisante pour favoriser leur développement. Elle pourrait également se justifier par l'absence de microorganismes en suspension dans les eaux du lac. L'augmentation de la température et/ou la baisse de qualité des eaux, diminuent les populations et la richesse spécifique, mais un peu moins pour les Rotifères qui sont plus tolérants aux variations des paramètres du milieu et qu'on retrouve d'ailleurs dans les milieux plus enrichis en matières organiques (ONANA et al., 2014).

L'identification du phytoplancton révèle au total, 37 espèces phytoplanctoniques. Ces espèces sont réparties en 5 classes que sont : les cyanophycées, les diatomophycées, les chlorophycées, les euglophycées et les dinoflagellés. Les Euglénophycées sont la classe la plus rencontrée avec 15 espèces. De l'analyse de l'abondance relative des grandes classes de phytoplancton du lac Sélé, on remarque que les Diatomophycées représentent la classe la plus abondante. Ces résultats obtenus sont similaires à ceux de DAOUDA et al (2022) sur le lac Ahémé. Selon GOUSSANOU (2012), le fort taux de Diatomophycées dans la communauté phytoplanctonique des eaux du lac est dû à la lumière abondante dont bénéficie le milieu mais aussi a la capacité qu'a les diatomées de s'adapter à un milieu pauvre en nutriments et à y survivre. De plus, il leur est possible d'absorber les nutriments que peuvent contenir certains sédiments du fond. Leur abondance est un bon indicateur de qualité de l'eau, en particulier dans les eaux bien oxygénées. En général, les diatomées sont présentes dans les eaux claires et non polluées mais certaines

espèces peuvent tolérer des niveaux moyens de pollution. Quant aux faibles proportions des dinoflagellés et des cyanobactéries, leur présence sur tous les sites seraient dues à la richesse du milieu en ammonium (ASSOUGNON et al, 2017).

La coexistence d'une forte abondance des rotifères et des diatomées pourrait indiquer un écosystème en transition, avec des zones ou des périodes ou l'eau reste de bonne qualité mais qui subit également des effets de la pollution.

En ce qui concerne la corrélation entre l'abondance des classes zooplanctoniques et des paramètres physico-chimiques des eaux du lac Sélé à Ouinhi, la matrice de corrélation révèle que les copépodes et les rotifères montrent une corrélation négative avec la température et le pH. Cela signifie que ces deux groupes sont moins abondants lorsque le pH et la température augmentent (KOSSIVI et al,2012). A l'inverse, les cladocères montrent une corrélation positive avec la température et le pH ; ce qui indique une plus grande abondance dans les eaux plus chaudes et légèrement alcalines. Par suite, la corrélation positive entre l'oxygène dissous et l'abondance des cladocères suggère que ce groupe prospère dans des environnements bien oxygénés. La corrélation positive avec la turbidité suggère une augmentation élevée de la production primaire. En effet, une grande quantité de matières en suspensions dans les eaux implique une prolifération des phytoplanctons, alimentation principale des cladocères tandis que la corrélation négative de ce même paramètre avec les rotifères serait dû à leur système de filtration moins développé les rendant moins efficaces pour capturer les particules en suspension dans les eaux turbides. (DINDINAUD,2015)

Quant à la corrélation existante entre l'abondance des classes phytoplanctoniques et les paramètres physico-chimiques des eaux du lac Sélé, la matrice de corrélation révèle que les chlorophytes, les diatomées et les cyanophycées présentent une corrélation négative avec le pH et la température signifiant que lorsque le pH ou la température augmente, l'abondance de ces classes tend à diminuer. Cette relation négative peut être liée à des conditions moins favorables pour leur développement dans des eaux plus alcalines ou plus chaudes (GROGA,2012). De plus, une corrélation négative entre les cyanophycées et la turbidité, indique que la faible pénétration de lumière, due à une turbidité élevée, pourrait expliquer cette tendance, la photosynthèse étant limitée dans les eaux troubles. Les nitrites, influencent négativement la croissance des chlorophytes indiquant qu'une concentration élevée de ses nutriments crée des conditions défavorables pour ces algues vertes. Par ailleurs, il existe une corrélation positive entre les classes des euglénophytes et des dinoflagellés avec la chlorophylle a. Autrement dit, plus la concentration de chlorophylle a augmente, plus l'abondance des classes est élevée. La

chlorophylle a étant un indicateur de biomasse algale, cette relation suggère que ces classes prolifèrent en réponse à une augmentation de la production primaire dans l'écosystème.

Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques et les paramètres biologiques nous ont permis de conclure qu'à l'exception de l'ammonium signe d'activités anthropiques qui provoque la disparition de la vie aquatique, les eaux du lac Sélé sont de bonne qualité. Ainsi, il ressort de cette étude que le lac Sélé de Ouinhi, malgré sa qualité relativement correcte nécessite une attention afin de limiter la pollution pour préserver la durabilité de ces services écosystémiques.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'étude réalisée nous a permis d'évaluer la qualité des eaux du lac Sélé de Ouinhi du point de vue physico-chimique et du point de vue biologique. Au total six (6) sites ont été retenus et échantillonnés. Les résultats pertinents auxquels nous avons abouti ont montré que les propriétés des eaux du lac sont généralement bonnes pour l'ensemble des paramètres à l'exception de cinq éléments (Turbidité, température, potentiel redox, l'ammonium et la chlorophylle a) qui présentent des quantités en excès par rapport aux normes de l'OMS. La présence d'ammonium et de phosphore dans les eaux est liée aux pratiques humaines qui se déroulent autour et sur le lac. Par ailleurs, le lac Sélé présente une diversité notable dans la communauté planctonique, soit 37 espèces phytoplanctoniques recensées appartenant à 05 classes et 10 espèces zooplanctoniques réparties en 3 groupes. Ainsi pour contribuer à une amélioration de la qualité des eaux du lac, nous formulons les suggestions suivantes :

- ✓ Élaborer un plan de suivi de l'écosystème ;
- ✓ Sensibiliser la population sur l'importance de la protection et la préservation des écosystèmes aquatique ;
- ✓ Faire un suivi régulier de la qualité des eaux du lac permettant de suivre le niveau de pollution afin de préserver la vie des espèces aquatiques et des populations utilisant les ressources du lac ;
- ✓ Eviter l'utilisation excessive des engrais chimiques dans les champs.

Ainsi s'ouvre des perspectives de recherche pour les acteurs scientifiques afin d'apporter des éléments aux décideurs pour préserver et sauvegarder la vie de cet important écosystème du pays.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1.ADIDEKON Codjo Basile, écologie et exploitation des poissons du lac Sélé au Bénin

2.Adjagodo A., Agassounon Djikpo Tchibozo M., Kelome N. C., Lawani R., 2016. Flux des polluants liés aux activités anthropiques, risques sur les ressources en eau de surface et la chaine trophique à travers le monde : synthèse bibliographique ; Flow of pollutants linked to anthropic activities, risks on worldwide surface water and food chain resource : literature review. 10(June), 1459–1472. 2.

3. Alain LEFEBVRE The conversation 2021.

4. Alicja KNAP-BALDYGA et Monika ZUBROWSKA-SUDOL 2023, élimination des matières organiques naturelles dans le traitement de l'eau de surface.

5. Benchabane R., Merzoug N., 2015. Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et phytoplanctonique de l'eau du marais de Boussedra el Bouni (Annaba). Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma-p71.

6. Boucherit A., Hakimi H., 2016. Contribution à l'étude de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debegh-Guelma. Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma, p67.

7. Bouras Z., Sekfali S., 2013. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles « cas d'Oued Zénati » (Nord - Est Algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma p9-10-20.

8. Centre de Référence en Agriculture et agroalimentaire du Québec (2003). Normes de qualité d'eau pour la production de plantes, 13 pages.

9. Chibani S., 2009. Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surfaces et souterraines de la région de Ain Makhlouf (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945-Guelma-, p104.

10. Christian SARDET Aux origines du vivant, 2013.

11. Clausen E.M., Green B.L., Litsky W., 1977. Fecal streptococci indicators of pollution dans : Hoadley, AW et BJ Dutka, édit., Bacterial Indicators /Health hazards associated with water. Americen Society for Testing and Materiels, ASTM STP 635, p247-264.

12. CNRS, 2015. L'eau à découvert - 4. La répartition spatiale actuelle de l'eau sur Terre - CNRS Éditions.

13. Degremont, 2005. Mémento technique de l'eau. Deuxième édition Tom1, P 39-50.

DINDIDAUD 2015 , Approche intégrée des conditions physico-chimiques affectant les cortèges biologiques de la partie fluviale de l'estuaire de la Gironde

14. DOVONOU 2005, Contribution à l'élaboration de la politique d'assainissement des eaux usées domestiques par la SONEB au Bénin : cas de la ville de Cotonou

15. Desiardins Raymond, 1990. Le traitement des eaux. éme ED de l'Ecole polytechnique de Montréal.

16. FAO 2021, la situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture.

17. GOHIN 2010, Atlas de la temperature, de la concentration en chlorophylle et de la turbidité de surface du plateau continental francais et de ses abords

18.GROGA 2012, Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo

19. Hassane Souley ADAMOU 2021, écologie du zooplancton du fleuve Niger, Niger.

20. Henry M., 1991. Les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint Laurent.

21. Isabelle LAVOIE, Isabelle Laurion, Warnick Vincent INRS centre eau, terre et environnement, 2007.

22. Jeff Huisman, Geoffrey A. Codd, Patricia M. Visser, 2018. Les efflorescences cyanobactériennes.

23. Koffi KOMOE et Nanga Seydou COULIB ALY. Composition spécifique et diversité des microalgues de la retenue de Bacon au sud de la Côte d'Ivoire.

24.KOSSIVI et al 2012,Caractérisation physico-chimique et diversité zooplanctonique des eaux du lac de Zowla

25. Kourchi, 2010. Achèvement du système d'épuration de la ville de Draa publique. Conséquences de l´el mizan. Mémoire fin d'étude UMMTO. p27.

26. Loumiet Y., 2010. Valorisation des eaux usées traitées en irrigation ; cas de la station d'épuration Est de T.O. Mémoire d'ingénieur UMMTO p134.

27. Mélanie Brun, Nadine Neaud Masson, 2016. Essai inter-analystes Ifremer pour l'évaluation de la qualité des connaissances en taxonomie et dénombrement du phytoplancton.

28. Mouchet P., Dauthuille P. Rencontre technique au Mali de la société Énergie du Mali et de la société Dégremont Bamako, 14 Mars 1997.

29. OMS, 1994 : Directives pour l'utilisation sans risques des eaux usées, des excrétats et des eaux ménagères ; volume 1, considérations d'ordre politique et règlementaire.

30. OMS 2017 guidelines for drinking water quality, 4ème édition.

31.POUOMOGNE V. (1998). Pisciculture en Milieu Tropical Africain. Comment produire du poisson à coût modéré. Presse Universitaire d'Afrique, Yaoundé. 263p

32. RODIER J., 1984 : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod Paris.

33. Suanon Fidèle, Traitement des eaux, 2024, support cours.

34. Sylvie BLAIS, 2008. Guide d'identification des cyanobactéries.

35. WHO, 2011. Guidelines for drinking-water quality, Third edition incorporating the first and second addenda, volume 1.

36. Woito C., 2018. Caractérisation physico-chimique et des éléments traces métalliques (cuivre, cadmium, plomb, zinc) dans les eaux de la rivière de l'Alibori pendant la période des

hautes eaux : Mémoire de licence en hydrologie, Institut National de l'Eau (INE), Université d'Abomey-Calavi, Bénin p65.

37. Zurluth & Gienger, 2006 in Gasmi Widad R., 2020. Caractéristiques physicochimiques de l'eau potable de la région de M'sila (Dréat, Souamaa Newara) p63.

WEBOGRAPHIE

(Https://books.openedition.org/editionscnrs/9848?lang= fr) (consulté le 10/08/2024)

(Https://blogs.worldbank.org/fr/water/transformer-lassainissement-au-benin) (consulté le 10/07/2024)

Https://maji-solutions.com/fr/la-diversite-de-la-composition-des-boues-de-vidange (consulté le 10/07/2024)

Https://www.siaap.fr/former-transmettre/mieux-comprendre-lassainissement/initiation/quest-ce-que-lassainissement (consulté le 06/08/2024)

(https://fr.oceancampus.eu/cours/7Mc/la-pollution-de-leau). (consulté le 10/08/2024)

(https://www.caim.info/revue-economie-et-prévision-2018-1-page1htm). (consulté le 10/08/2024)

(Https://www.aquaportail.com). (consulté le 11/08/2024)

(www.oieau.fr >AnalyseEau) (consulté le 13/08/2024)

ANNEXES

Annexe 1 : Coordonnées géographiques

Tableau 8 : Coordonnées géographiques des points d'échantillonnage

Points	X	Y
St1	438473,967	789512,716
St2	438323,155	790004,842
St3	438815,281	790115,968
St4	438446,186	790441,406
St5	438223,936	790731,125
St6	438176,311	791080,376

Annexe 2 : Résultats des analyses physico-chimiques

Tableau 9 : Résultats des analyses physico-chimiques

Points d'échantillonnage	St1	St2	St3	St4	St5	St6	Moyenne	Normes
pH	6,46	6,57	6,66	6,78	6,77	6,79	6,62	6,5-8,5
ORP (mV)	128,5	124,5	124,7	122,4	121,5	118,1	123,3	200-500
Température de l'eau (°C)	30,66	30,98	30,9	30,9	30,98	31,2	30,93	25-30
Conductivité (µS/cm)	39	37	36	35	21	38	30	1000
Oxygène dissous (mg/L)	6,05	6,09	5,89	6,52	6,62	6,11	6,25	5-8
Salinité (psu)	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,015	0,5
Turbidité (NTU)	77	72	79	95	91	92	83,5	5
	St1	St2	St3	St4	St5	St6	Moyenne	Normes
Nitrates (mg/L)	0,468	0,708	0,27	0,671	0,35	0,431	0,489	50
Nitrites (mg/L)	0,628	0,632	0,63	0,732	0,679	0,639	0,68	3,2
Ammonium (mg/L)	0,645	0,648	0,604	0,781	0,629	0,611	0,693	0,5
Orthophosphates (mg/L)	0,292	0,307	0,236	0,365	0,256	0,317	0,30	0,2
DCO (mg/L)	55	68	59	139	51	43	91	-------
Chlorophylle a	19,8	14,4	7,2	18	8,4	63	35,1	10

Annexe 3 : Abondance de la communauté zooplanctonique

Tableau 10 : Abondance des groupes zooplanctoniques

	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Copépodes	151	51	51	68	85	51
Cladocères	17	17	34	51	84	67
Rotifères	250	117	84	51	34	17

Tableau 11 : Abondance des familles zooplanctoniques

	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Temoridae	0	0	0	17	17	17
Cyclopidés	134	51	51	34	68	34
Calanoïdes	17	0	0	17	0	0
Anuraeopsidae	0	17	34	34	84	50
Moinidae	17	0	0	17	0	17
Brachionidae	250	117	84	51	34	17

Tableau 12 : Abondance des espèces zooplanctoniques

	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Temora Turbinata	0	0	0	17	17	17
Dyacyclops nanus	50	17	17	0	17	0
Nauplius sp	17	17	17	17	17	0
Cyclops strenuus	50	17	17	17	34	17
Metaboeckella dilatata	17	0	0	0	0	17
Eudiaptomus gracilis	17	0	0	17	0	0
Anuraeopsis fissa	0	17	34	34	84	50

Moina micrura	17	0	0	17	0	17
Keratella Serrulata	250	117	84	34	17	17
Brachionus diversicornis	0	0	0	17	17	0

Annexe 4 : Abondance de la communauté phytoplanctonique

Tableau 13 : Abondance des classes phytoplanctoniques

	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Euglénophytes	1055	522	620	688	505	873
Chlorophytes	1586	635	635	484	519	835
Diatomées	3069	1870	2518	2586	1785	1803
Cyanobactéries	151	67	67	67	17	34
Dinoflagellés	284	218	84	150	134	384

Tableau 14 : Abondance des familles phytoplanctoniques

	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Euglenaceae	452	336	269	369	269	435
Trachelomonadaceae	368	118	217	218	118	219
Phacaceae	235	68	134	101	118	219
Selenastraceae	17	0	17	0	0	17
Euastraceae	0	17	0	0	0	0
Ophiocystaceae	84	0	0	0	17	17
Volvocaceae	1001	534	434	417	384	650
Leponciliaceae	417	67	117	67	84	117
Closteriaceae	17	17	17	0	0	17
Scenedesmaceae	50	0	50	0	34	17
Tabellariaceae	0	17	17	17	0	17

Achnanthaceae	17	0	50	0	0	17
Fragilariaceae	750	434	350	517	300	150
Cyclotellaceae	1734	1184	1800	1500	1067	1200
Eunotiaceae	0	0	17	0	17	17
Naviculaceae	284	84	100	234	84	100
Melosiraceae	0	17	17	34	0	34
Nitzschiaceae	67	34	50	0	17	34
Pinulariaceae	217	100	117	284	300	234
Oscillatoriaceae	0	0	0	17	0	17
Lyngbyaceae	17	0	0	0	0	0
Merismopediaceae	134	67	67	50	17	17
Peridiniaceae	284	218	84	150	134	384

Tableau 15 : Abondance des espèces phytoplanctoniques

Espèces	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6
Euglena acus	117	134	117	84	84	117
Strombomonas triquetra	34	50	17	34	17	50
Strombomonas jaculata	67	17	34	34	67	17
Euglena oxyuris f minima	150	84	67	50	84	67
Euglena bivittata	0	0	0	17	0	0
Euglena proxima	17	34	17	100	17	67
Euglena sp	67	17	17	50	0	117
Trachelomonas dangeardii	34	34	17	17	17	34
Trachelomonas acanthophora	0	0	0	34	17	17
Trachelomonas lismorensis	300	67	150	150	67	134
Trachelomonas pseudocata	34	17	50	17	17	34
Phacus longicauda	34	0	17	17	17	17
Phacus undulatus	17	34	17	0	0	17
Phacus orbicularis	134	17	50	84	67	84
Phacus contortus	50	17	50	0	34	34
Selenastrum sp	17	0	17	0	0	17
Euastrum sp	0	17	0	0	0	0
Ophiocytium cochleare	84	0	0	0	17	17
Eudorina sp	584	334	334	267	300	400
Pandorina sp	417	200	100	150	84	250
Leponcinclis salina	417	67	117	67	84	117
Closterium gracil	17	17	17	0	0	17
Stroastrum sp	50	0	50	0	34	17
Tabellaria fenestrata	0	17	17	17	0	17
Synedra capitata	17	0	50	0	0	17
Fragilaria ulna	750	434	350	517	300	150

Cyclotella Meneghiana	1734	1184	1800	1500	1067	1200
Eunotia incisa	0	0	17	0	17	17
Navicula cuspida	284	84	100	234	84	100
Melozila sp	0	17	17	34	0	34
Nitzchia longissima	67	34	50	0	17	34
Pinularia sp	217	100	117	284	300	234
Plectonema sp	0	0	0	17	0	17
Lyngbya pseudoafricana	17	0	0	0	0	0
Merismopedia tenuissima	134	67	67	50	17	17
Peridinium cinctum	50	34	17	0	17	34
Peridinium gatunese	234	184	67	150	117	350

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE 1

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE 5

1.1. Clarification conceptuelle 5

1.1.1. Qualité de l'eau 5

1.1.2. Lac 5

1.1.3. Communauté planctonique 5

1.1.4. Biodiversité 5

1.1.5. Qualité écologique 5

1.1.6. Ecosystème aquatique 5

1.2. Généralités sur les différents types d'eau 5

1.2.1. L'eau de pluie 5

1.2.2. L'eau de mer ou d'océan 6

1.2.3. L'eau de surface 6

1.3. Généralités sur la pollution des eaux 6

1.3.1. Définition 6

1.3.2. Origines de la pollution 7

1.3.3. Les différents types de pollution 8

1.4. Conséquence de la pollution sur les espèces aquatiques 10

1.5. Paramètres déterminant la qualité de l'eau 10

1.5.1. Paramètres physico-chimiques 10

1.6. Le plancton 15

1.6.1. Le zooplancton 15

1.6.2. Le phytoplancton 18

1.7. Normes de qualité de l'eau 24

CHAPITRE 2 : CADRE D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES 26

2.1. Présentation du cadre d'étude 26

2.1.1. Situation géographique du lac Sélé 26

2.1.2. Le Sol 27

2.1.3. Le Climat 28

2.1.4. Principales activités économiques 29

2.1.5. Hydrographie 30

2.2. Démarches méthodologiques 32

2.2.1. Matériel 32

2.2.2. Démarches et approches méthodologiques 34

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS 40

3.1. Résultats des analyses physico-chimiques 40

3.1.1. La température 40

3.1.2. Le Potentiel Hydrogène 40

3.1.3. L'oxygène dissous 41

3.1.4. La conductivité 41

3.1.5. Le potentiel d'oxydo-réduction 42

3.1.6. Salinité 43

3.1.7. Turbidité 43

3.1.8. Ammonium 44

3.1.9. Nitrites 45

3.1.10. Nitrates 45

3.1.11. Orthophosphates 46

3.1.12. DCO 46

3.1.13. Chlorophylle a 47

3.2. Identification du plancton dans les eaux du lac 48

3.2.1. Taxonomie des espèces 48

3.2.2. Abondance des espèces 54

3.3. DISCUSSION 58

CONCLUSION ET SUGGESTIONS **64**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES **65**

WEBOGRAPHIE **67**

ANNEXES **68**