



UNIVERSITE D'ABOMEY CALAVI



FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES




DEPARTEMENT DE ZOOLOGIE



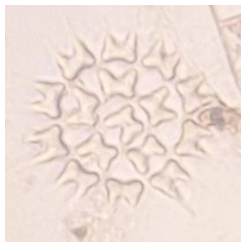
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE ET DE MANAGEMENT DES ECOSYSTEMES
AQUATIQUES (LEMEA)



LICENCE HYDROBIOLOGIE APPLIQUEE



INVENTAIRE DE LA FLORE PHYTOPLANCTONIQUE
DU LAC NOKOUE AU BENIN



Réalisé par :
BOKO Lécédé Patient

Maitre de mémoire :
Prof Youssouf ABOU
Maître de conférences des
universités de CAMES

4^{ème} Promotion



Année académique : 2015-2016

DEDICACE

*Je dédie ce travail à ma mère, Madame **Micheline BOKO** née **DJOU MOLO** pour son soutien sans faille, le sens du travail qu'elle m'a inculqué et surtout ses encouragements à ne jamais abandonner malgré les complexités au cours de mon chemin.*

REMERCIEMENTS

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de Dieu le Tout Puissant, qui m'a guidé tout au long de ce travail et qui me fortifie à tout instant et en tout lieu. C'est avec beaucoup de reconnaissance que je témoigne toute ma gratitude à tous ceux qui ont apporté d'une manière ou d'une autre leur contribution à l'établissement de ce présent travail. Ainsi je tiens à remercier de tout cœur :

Le Professeur Youssouf ABOU, Maître de conférences des Universités de CAMES, coordonnateur de la Licence en Hydrobiologie Appliquée (LHBA), pour avoir accepté superviser ce travail de recherche malgré ses multiples occupations.

Les honorables membres du jury pour avoir accepté juger ce travail

Le Professeur Emile Didier FIOGBE, Professeur Titulaire des Universités de CAMES, Responsable de la formation en Hydrobiologie Appliquée pour avoir accepté mon inscription.

Madame Sèmirath GANIOU, mon maître de stage, pour son assistance permanent et son suivi sans faille dans la réalisation et la mise au point de ce document.

Le Docteur Hamed ODOUNTAN qui a surveillé ce travail et qui m'a beaucoup aidé à améliorer son contenu en y apportant les corrections convenables.

Le Docteur Vincent OKE, Mr Rachad SIDI, Mr Sedro C. ALOFA et tous les doctorants du Laboratoire d'Ecologie et de Management des Ecosystèmes Aquatiques (LEMEA), principalement pour leur franche collaboration et leur sympathie.

Mon tuteur Mr Michel HOUMENOU pour m'avoir accueillir à bras ouvert et soutenu jusqu'à présent.

Ma grand-sœur, Madame AGASSOUNON Edwige pour ses soutiens colossaux qui sont à la fois physique et moral.

Mon grand frère, Mr BOKO Isaac pour son aide et son soutien qui m'ont été très utiles.

Madame KPADONOU Martine et Mr AHOTONDJI Donné pour leurs conseils et leurs encouragements.

Tous les amis de la Licence Hydrobiologie Appliquée avec lesquels j'ai passé de très bons moments de travail, à qui je manifeste ma joie en signe de reconnaissance.

En fin, je voudrais par ce travail honorer la mémoire de mon feu Père Mr Norbert S. BOKO, qui par sa rigueur et son attachement à la dignité a su nous laisser un très bon exemple. Recevez ici ma profonde et sincère gratitude.

Table des matières	
DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
SIGLES ET ABREVIATIONS	iv
Liste des figures	v
Liste de photos	Erreur ! Signet non défini.
Liste des tableaux	vi
RESUME.....	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCTION.....	1
A-Objectifs	3
B-Hypothèses	3
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
I.2- PHYLOGENIE ET DIVERSTE PHYTOPLANCTONIQUE.....	5
I.2.1. <i>Cyanophycées</i>	6
I.2.2. <i>Chlorophycées</i>	6
I.2.3. <i>Euglénophycées</i>	6
I.2.4. <i>Chrysophycées</i> (« <i>algues dorées</i> »).....	7
I.2.5. <i>Xanthophycées</i>	7
I.2.6. <i>Bacillariophycées</i>	8
I.2.7. <i>Phéophycées</i>	8
I.2.8. <i>Raphidophycées</i>	9
I.2.9. <i>Rhodophycées</i>	9
I.2.10. <i>Cryptophycées</i>	9
I.2.11. <i>Dinophycées (péridiniens)</i>	10
CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES	11
II.1- <i>Site d'étude</i>	12
II.2- <i>Mesure des Paramètres Physico-Chimiques</i>	13
II.3- <i>Collecte, Conservation et Identification</i>	14
II.4- <i>Analyse des données biologiques</i>	16
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	17
III-1- <i>Paramètres Physico-Chimiques</i>	18
III-2- <i>Diversité taxonomique</i>	23
III-3- <i>Traitement des données</i>	26
CONCLUSION ET SUGGESTIONS	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30
ANNEXE	x

SIGLES ET ABREVIATIONS

µm	: micromètre
CAMES	: Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur
H	: Indice de Shannon
j	: Indice d'équitabilité de Pielou
l	: litre
LEMEA	: Laboratoire d'Ecologie et de Management des Ecosystèmes Aquatiques
LHBA	: Licence Hydrobiologie Appliquée
M	: mètre
mg/l	: milligramme par litre
ml	: millilitre
mS	: milli Siemens
NTU	: Nephelometric Turbidity Unit
PSU	: Practical Salinity Unit

Liste des figures

Figure 1: Carte de localisation du lac Nokoué et ses points d'échantillonnage..... 13
Figure 2: Multi-paramètre 14
Figure 3: Disque de secchi 14
Figure 4: Turbidimètre 14
Figure 5: Filet à plancton 15
Figure 6: Contenants en verre 15
Figure 7: Microscope 15
Figure 8: Variation de la transparence, de la profondeur et des TDS de l'eau du lac Nokoué. 18
Figure 9: Variation du pH de l'eau du lac Nokoué..... 19
Figure 10: Variation de la température de l'eau du lac Nokoué..... 19
Figure 11: Variation de l'oxygène dissous de l'eau du lac Nokoué..... 20
Figure 12: Variation de la salinité et de la conductivité de l'eau du lac Nokoué 21
Figure 13: Variation de la turbidité de l'eau du lac 21
Figure 14: Variation de la concentration des composés azotés et de l'ortho phosphate de l'eau du lac Nokoué..... 22
Figure 15: Variation spatiale de l'abondance relative des grandes classes de phytoplancton du lac Nokoué..... 26
Figure 16: Variation de l'indice de Shannon dans le lac Nokoué..... 27

Liste des tableaux

Tableau 1: Répertoire des espèces phytoplanctoniques identifiées dans le lac Nokoué..... 23
Tableau 2 : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'indice d'équitabilité de Piélou par station 27

RESUME

La flore algale du lac Nokoué a été inventoriée afin de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité biologique des communautés du phytoplancton dudit lac.

Pour ce faire, des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau de huit (08) stations définies au préalable sur le lac. L'analyse de la composition taxonomique nous a permis d'identifier quatre-vingt-seize (96) espèces de phytoplancton réparties dans dix (10) classes taxonomiques que sont : Chlorophyceae (8 espèces), Ciliatae (1 espèce), Conjugatophyceae (4 espèces), Cyanophyceae (16 espèces), Diatomophyceae (59 espèces), Dinophyceae (2 espèces), Euglenophyceae (2 espèces), Trebouxiophyceae (2 espèces), Ulvophyceae (1 espèce), Xanthophyceae (1 espèce). Les classes les plus abondantes étant les Diatomophyceae (69,80) suivies des Cyanophyceae et des Chlorophyceae. Les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélou montrent une forte diversité des communautés de phytoplancton au niveau de la station de Sô-Zoukon. La forte dominance des Diatomophyceae pourrait témoigner d'un début de pollution du lac Nokoué.

Mots clés : Inventaire, Communautés phytoplanctoniques, indice de Shannon, indice de Piélou

ABSTRACT

The algae flora of Nokoué lake has been inventoried in order to contribute to a better knowledge of the biological diversity of phytoplankton communities of this lake. Water sampling was carried out at eight pre-defined stations on the lake. The taxonomic composition's analysis allowed us to identify 96 species of phytoplankton belonging to ten taxonomic classes which are: Chlorophyceae (8 species), Ciliata (1 species), Conjugatophyceae (4 species), Cyanophyceae (16 species), Diatomophyceae (59 species), Dinophyceae (2 species), Euglenophyceae (2 species), Trebouxiophyceae (2 species), Ulvophyceae (1 species), Xanthophyceae (1 species). The most abundant class was Diatomophyceae (69,80) followed by Cyanophyceae and Chlorophyceae. The Shannon diversity index and Pielou evenness index show a high diversity of phytoplankton communities at the Sô-Zoukon station. The strong predominance of diatomophyceae could be related to a beginning of pollution in lake Nokoué.

Key words : Inventory, Phytoplankton communities, Shannon index, Pielou index

INTRODUCTION

Introduction

L'eau est un bien unique qui joue un rôle très primordial dans le maintien de l'équilibre de la vie sur la planète et de ce fait, constitue la source de vie de tous les êtres vivants sur terre. Une partie très importante de la terre est occupée par les eaux de surface. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines, les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les fleuves, les rivières, les lacs, les étangs (Groga, 2012). En étant douces et directement exploitable, ces eaux continentales sont utilisées pour les activités domestiques comme la consommation et les loisirs, pour les activités agricoles (l'irrigation des champs), pour les activités halieutiques, et pour les activités industrielles. Les milieux aquatiques continentaux procurent une variété de biens et de services à l'homme, ce qui leur confère une valeur économique irremplaçable (Gleick, 1993; Costanza *et al.*, 1997). Mais face à l'explosion démographique actuelle, on se rend compte que les ressources en eau douce sont épuisables, et que les activités humaines représentent l'une des causes majeures du stress des écosystèmes aquatiques (Vasquez et Favila, 1998; Dokulil *et al.*, 2000; Tazi *et al.*, 2001). Ainsi, la ressource en eau est fortement dégradée. La dégradation de la ressource en eau découle essentiellement des pollutions ponctuelles et de la modification des caractéristiques physico-chimiques des écosystèmes aquatiques (Malmqvist et Rundle, 2002).

En Afrique de l'Ouest, les cours d'eaux ne sont pas épargnés des menaces de pollutions diverses. En effet, les grands lacs estuariers comme le lac Nokoué subissent une forte pression démographique liée à leur situation en zones humides. Il est donc urgent de prendre des mesures adéquates pour la protection et la préservation des cours d'eau en général (Zalewski, 2000 ; Bilous *et al.*, 2012) et celui du lac Nokoué en particulier. Ainsi, il faut un suivi de l'état de santé des différents écosystèmes aquatiques à travers l'étude des communautés biologiques de ce lac. Des communautés biologiques telles que le phytoplancton peuvent alors être utilisées afin d'évaluer l'évolution des écosystèmes et d'analyser les paramètres physico-chimiques qui donnent des informations sur la qualité de l'eau de ces lac (Karr *et al.*, 1986 ; Lwikitcha, 2012). Son existence est étroitement liée aux conditions régnant dans son milieu : température, turbidité de l'eau, précipitations, ensoleillement, pollution et donc fortement influencée par les changements environnementaux (Anneville *et al.*, 2008).

Au Bénin, très peu d'études sont réalisées sur les communautés du phytoplancton (Goussanou, 2012 ; Olodo, 2015 ; Mintogbe, 2016). C'est donc pour combler cette insuffisance que cette étude intitulée « *Inventaire de la Flore Phytoplanctonique du Lac Nokoué au Sud-Bénin* » est réalisée connaître l'état de santé de ces écosystèmes et générer une base de données sur la diversité phytoplanctonique dudit lac en vue de sa valorisation.

A-Objectifs

L'objectif général de cette étude est d'inventorier la communauté phytoplanctonique du lac Nokoué au Sud du Bénin. De manière spécifique, il s'agira de:

- déterminer les paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Nokoué,
- dénombrer les différents taxons du phytoplancton du lac Nokoué

B-Hypothèses

Pour atteindre ces objectifs, deux hypothèses ont été émises :

- les paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Nokoué varient d'une station à une autre,
- la communauté phytoplanctonique du lac Nokoué est diversifiée

Ce travail est élaboré en trois chapitres :

- le premier chapitre présente une synthèse bibliographique du phytoplancton
- le second chapitre aborde les matériels et méthodes de l'étude
- le troisième chapitre expose les résultats obtenus et la discussion

CHAPITRE I :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1- GENERALITE SUR LE PHTHYTOPLANCTON

Le phytoplancton est constitué par l'ensemble des microorganismes photosynthétiques libres, en suspension dans d'eau, qui, incapables de se déplacer de façon autonome sont passivement entraînés par les mouvements de l'eau. Leur principale source d'acquisition de l'énergie est la photosynthèse au cours de laquelle ils absorbent des sels minéraux et du carbone sous forme de CO₂ et rejettent de l'oxygène sous l'effet de la lumière. Les organismes qui se procurent l'énergie nécessaire à leur croissance et à leur reproduction en combinant les modes de nutrition autotrophe et phagotrophe sont qualifiés de «mixotrophes» (Stickney *et al.*, 2000). Par ailleurs, de nombreuses cellules phytoplanctoniques sont hétérotrophes. Leur forme est extrêmement variée, la diversité morphologique étant souvent liée à une adaptation à la mobilité (flottaison, et mouvements verticaux) (Zeitzschel, 1978). Le phytoplancton reste souvent dans la couche supérieure éclairée des masses d'eau, qui est la zone euphotique dont la limite inférieure correspond à la profondeur où il y a 1% de la lumière incidente. Selon Behrenfeld *et al.*, (2001), les organismes phytoplanctoniques représentent seulement 1% de la biomasse des organismes photosynthétiques sur terre et ils assurent 45% de la production primaire. Le phytoplancton est donc à la base de la chaîne trophique pélagique et est responsable d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques. Certains vivent en symbiose avec d'autres organismes comme c'est le cas des lichens issus des associations avec des champignons.

I.2- PHYLOGENIE ET DIVERSTE PHYTOPLANCTONIQUE

En se basant sur la structure cytoplasmique du phytoplancton, on distingue des organismes à noyau non différencié c'est-à-dire que leurs noyaux sont sans membrane nucléaire et des organismes à noyau réel. A ce titre, Prescott *et al.*, (2003) affirment que le phytoplancton regroupe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytologique essentiellement par la présence (eucaryotes) ou non (procaryotes) d'un noyau cellulaire (ADN confiné dans une enveloppe nucléaire). Actuellement, la phylogénie est en pleine évolution, grâce notamment aux avancées technologiques en biologie moléculaire (Iglesias-Rodriguez *et al.*, 2006; Not *et al.*, 2007; Saez *et al.*, 2008). Plusieurs critères tels que la reproduction, la nature du squelette, la mobilité permettent de classer les organismes de phytoplancton en plusieurs phylums que sont : les Cyanophytes, les Chlorophytes, les Euglénophytes, les Chrysophytes ou Chromophytes, les Rhodophytes et les Pyrrophytes. A ce jour, on distingue (11) onze classes de phytoplancton rangées sous les six phylums à savoir : les Cyanophycées, les chlorophycées, les Euglénophycées, les Chrysophycées, les xanthophycées, les

Bacillariophycées, les Phéophycées, les Raphidophycées, les Rhodophycées, les Cryptophycées et les Dinophycées.

1.2.1. Cyanophycées

Encore appelées cyanobactéries, les cyanophycées sont des bactéries photosynthétiques. Les espèces appartenant à cette classe se caractérisent par l'absence de noyau, de plaste et de reproduction sexuée. Pour capter la lumière, elles utilisent différents pigments tels que les phycocyanines (de couleur bleu-vert) ou la chlorophylle. Les cyanobactéries se distinguent des procaryotes hétérotrophes par la présence de chlorophylle a et de pigments accessoires (phycocyanine, phycoérythrine, caroténoïdes) (Ganf *et al.*, 1991; Schagerl et Donabaum, 2003; Colyer *et al.*, 2005). Les cyanobactéries peuvent devenir dangereuses pour la faune et la flore lorsqu'elles prolifèrent dans le milieu, lors d'efflorescences algales. Elles libèrent des cyanotoxines, parfois mortelles pour les animaux et dangereuses pour l'Homme. Les cyanobactéries vivent aujourd'hui un peu partout, dans l'océan, les eaux douces. Elles peuvent vivre en symbiose avec d'autres organismes et on pense d'ailleurs que les chloroplastes des cellules végétales, des organites où s'effectue la photosynthèse, sont les descendants de cyanobactéries symbiontes.

1.2.2. Chlorophycées

Les chlorophycées sont des algues vertes unicellulaires, flagellées ou non, qui vivent dans les eaux douces ou marines. Elles comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (John, 1994) formant ainsi un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Les Chlorophycées sont toutes des algues eucaryotes à plastes verts renfermant de la chlorophylle a et de la chlorophylle b, associées à du β -carotène et à des xanthophylles identiques à celles des plantes supérieures. Elles sont unicellulaires ou pluricellulaires, constituant alors des thalles d'aspects variés qui forment soit des filaments cellulaires simples ou ramifiés (*Cladophora*), en lame (ulves) ou en tube (entéromorphes), soit des filaments siphonnés souvent associés entre eux. Pour assurer leur fonction de reproduction, elles forment des zoospores à l'intérieur de la paroi cellulaire de la cellule mère. On assiste également à la reproduction sexuée chez les Chlorophycées.

1.2.3. Euglénophycées

Les euglènes sont des algues vertes (mais parfois dépourvues de pigments) très communes dans les eaux douces ou saumâtres. Elles sont réparties en 13 genres et comportant plus de 2000 espèces. De nombreuses euglénophycées sont dépourvues de chlorophylle, incolores et vivent dans les eaux riches en matières organiques. Les euglénophycées sont

presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire et possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma (« eyespot ») orange à rouge composé de globules de caroténoïdes affirmait Rosowski, (2003). Les euglénophycées possèdent deux flagelles inégaux insérés au fond d'une dépression. Les unes sont plastidiées, les autres incolores, et certaines peuvent facilement perdre leurs plastes. Certaines sont capables de vivre comme des cellules animales dans l'obscurité et comme des cellules végétales à la lumière (chlorophylle a et b et caroténoïdes): elles passent donc du statut d'hétérotrophes à celui d'autotrophes. L'absence de paroi rigide leur permet de se déformer et se déplacer en tournant sur elles-mêmes. En ce qui concerne leur mode de reproduction, la division cellulaire semble être la règle pour cette classe du phytoplancton (Bourelly, 1985a).

1.2.4. Chrysophycées (« algues dorées »)

Les chrysophycées sont des algues unicellulaires ou coloniales des eaux douces ou salées, généralement flagellées, de couleur jaune doré et pourvues de chlorophylle a et c et de caroténoïdes jaunes. La classe des chrysophycées renferme environ 200 000 genres et plus de 1000 espèces et est divisée en quatre sous-classes suivant le type des cellules flagellées : les Acontochrysophycidées, formes sans cellule flagellée, à zoospores amiboïdes sans fouet ; les Isochrysophycidées, cellules flagellées à deux fouets identiques sans mastigonèmes et parfois avec haptonéma ; les Hétérochrysophycidées, cellules flagellées à un seul fouet ou à deux fouets inégaux et différents, l'un nu, l'autre avec mastigonèmes ; les Craspédomonadophycidées, cellules le plus souvent incolores et possédant un fouet axial entouré d'une collerette cytoplasmique. 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 a etc... (Wetzel *et al.*, 2001). La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie, c'est à dire qu'elles sont capables d'autotrophie et d'hétérotrophie. Beaucoup des espèces appartenant à cette classe n'ont pas de paroi cellulaire mais sont juste entourées d'une membrane cytoplasmique. La multiplication se fait par scission binaire ou par zoosporulation. Les phénomènes sexuels, rarement signalés, sont de nature isogamique.

1.2.5. Xanthophycées

Les xanthophycées sont des algues unicellulaires, coloniales ou filamenteuses, de coloration jaune-vert qui vivent en eaux douces et saumâtres. Selon Ettl (1978), elles sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes (β -carotène) que de

chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte. Les xanthophycées regroupent environ six cents espèces réparties en une centaine de genres. Elles sont souvent dépourvues de paroi cellulaire mais quand elle est présente, elle contient une grande quantité de pectine et peut être siliceuse chez plusieurs espèces. Les xanthophycées se divisent essentiellement par scission binaire mais forment également des zoospores. La reproduction sexuée, quand elle a lieu, est le plus souvent isogame (Ott et Oldham-Ott, 2003). Pascher, A. en se fondant sur les divers types d'organisation, a pu distinguer les six ordres suivants : Chloramœbales, Rhizochloridales, Hétéroglœales, Mischococcales, Tribonématales et Vauchériales. Une étude en microscopie électronique de quinze espèces de Xanthophycées a montré qu'il y avait deux types de structure cytologique dans les zoospores de ces algues : le type Tribonema (Tribonématales) et le type Polyedriella (Mischococcales) (Hibberd et Leedale, 1970-1972).

1.2.6. Bacillariophycées

Encore appelés Diatomées, les bacillariophycées sont des algues microscopiques unicellulaires caractérisées par une enveloppe siliceuse externe à structure très particulière, le frustule. Germain (1981), affirme que leur caractéristique principale est la présence d'une paroi cellulaire siliceuse appelée frustule. Elles ont une couleur caractéristique brun jaune due à la présence de chlorophylle a et c et de caroténoïdes jaunes et bruns. Il est difficile de préciser le nombre d'espèces actuellement connues et valables mais on estime entre 5 000 et 10 000, réparties en 150 à 200 genres. Beaucoup d'espèces sont sessiles ou associées aux substrats littoraux. Les diatomées forment la plus grande partie du phytoplancton des eaux salées et froides et constituent de ce fait une source alimentaire essentielle pour la faune marine. La multiplication se fait par bipartition après une mitose banale. Le plan de division est parallèle aux valves. Chaque cellule fille conserve une valve de la cellule mère et en sécrète une seconde, automatiquement plus petite que la première. La taille des cellules diminue donc légèrement lors de chaque division. Mais au-dessous d'une dimension limite intervient un phénomène compensateur, l'*auxosporulation*, qui est une reproduction sexuelle aux modalités particulières et caractéristiques des Bacillariophycées.

1.2.7. Phéophycées

Les phéophycées sont des algues brunes toujours filamenteuses ou thalloïdes, jamais unicellulaires. Elles sont surtout marines et ne sont représentées en eaux douces que par cinq genres et cinq à six espèces fort rares. Elles possèdent des plastes bruns contenant des chlorophylles a et c, du p-carotène et des xanthophylles (surtout de la fucoxanthine et de la diatoxanthine). Il existe 1 500 espèces de phéophycées. Elles représentent les algues les

plus abondantes des mers tempérées et froides. Leur reproduction se fait par des zoosporocystes uni ou pluriloculaires.

1.2.8. Raphidophycées

Les Raphidophycées (ou Chloromonadophycées) sont toujours des formes unicellulaires, solitaires, nageant à l'aide de deux flagelles de taille inégale. Leurs pigments sont constitués par de la chlorophylle a, du carotène ainsi que des pigments photosynthétiques complémentaires tels que le β -carotène et la diadinoxanthine. Cette classe ne comprend qu'une vingtaine d'espèces d'eau douce. Les raphidocytes, ou raphidophyceae forment un petit groupe de microalgues eucaryotes dont les espèces occupent à la fois le milieu marin et les eaux douces.

1.2.9. Rhodophycées

Les rhodophytes sont le plus souvent des algues marines de couleur rouge et leur présence dans les eaux douces se limite à une trentaine de genres peu fréquents. Leurs pigments sont constitués par des chlorophylles a et d, des xanthophylles et des biliprotéines (phycoérythrine et phycocyanine). En eau douce, la couleur des rhodophytes est bleu-vert, rouge-violacé, très souvent vert sale ou vert noirâtre. Il n'existe pas de formes flagellées. Grâce à leurs pigments surnuméraires (phycoérythrine en particulier) qui leur permettent de capter l'énergie des radiations vertes qui seules pénètrent en profondeur dans la mer, beaucoup de rhodophycées vivent dans l'étage infralittoral et jusqu'à la limite inférieure de la végétation marine (120 à 130 m en moyenne).

1.2.10. Cryptophycées

Les cryptophycées sont des algues unicellulaires du plancton marin ou des eaux douces, à chromoplastes généralement bruns mais parfois verts ou rougeâtres, quelquefois dépourvues de plastes et incolores. Cette classe regroupe un petit nombre de formes mal connues, comprenant des individus à fouets légèrement inégaux, à insertion latérale et dirigés dans le même sens, sortant d'un cytopharynx. 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 contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par scission binaire (Starmach, 1974; Bourelly, 1985b).

1.2.11. Dinophycées (péridiniens)

Les dinoflagellés sont des algues flagellées des eaux marines ou saumâtres tempérées et chaudes. Ce sont des unicellulaires à noyau volumineux dont les plastes portent des caroténoïdes. Les cellules sont entourées le plus souvent par une structure membranaire complexe, comprenant une thèque cellulosique formée de deux valves séparées transversalement par un sillon (cingulum) dans lequel est inséré un flagelle dont les battements induisent un mouvement rotatif. Il existe environ 2000 espèces de dinoflagellés. La moitié des espèces sont photosynthétiques grâce à leurs plastes. 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). Elles contiennent de la chlorophylle a et c (pigments photosynthétiques) et des caroténoïdes (la péridinine etc...) comme pigments accessoires responsables de la couleur brune à rouge. Leur taille varie de quelques dizaines à quelques centaines de micromètres. La reproduction est essentiellement asexuée par la formation d'aplanospores (spores non flagellés). Mais la reproduction sexuée se produit de temps en temps. La plupart des espèces sont asexuées et se multiplient par scission. Certaines peuvent former des kystes qui restent dormants jusqu'à apparition de conditions favorables. Les dinoflagellés sont des producteurs primaires importants, néanmoins leur prolifération (plusieurs millions de cellules par litre) peut provoquer des phénomènes d'eaux colorées et certaines espèces sont toxiques.

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

II- Matériels et méthodes

II.1- Site d'étude

Le lac Nokoué est le plus vaste des plans d'eaux intérieurs du Bénin. Situé au nord de la ville de Cotonou, il s'étend sur 150 km². Il est limité à l'ouest par la ville d'Abomey- Calavi, à l'est par la lagune de Porto-Novo à laquelle il est relié par le chenal de Totché, au nord par la plaine inondable des fleuves Ouémé et Sô puis au sud par la ville de Cotonou et directement à l'océan Atlantique par le chenal de Cotonou (Figure 1). Ces eaux sont alternativement douces et saumâtres. La profondeur du lac Nokoué est comprise entre 0,4m et 3,4m. La température varie en surface entre 25,3 à 33,1 °C (Lalèyè *et al.*, 2003). Une diminution de l'ordre de 0,6m de la profondeur maximale a été observée sur environ 20 années (0,03 m/an environ). Le taux d'oxygène est très variable ; au petit matin, il descend jusqu'à 0,5 mg/l dans les zones de forte pollution ou d'eutrophisation (Région de Ganvié) et dans la journée, des teneurs de 9,0 mg/l sont observées dans les zones proches de la mer (Lalèyè *et al.*, 2003). La dynamique sédimentologique est un facteur favorisant le comblement de ce lac dont l'écosystème est varié. La faune ichthyologique du lac Nokoué est composée des mollusques (huîtres, taret), des crustacés (crabes, crevettes, etc..) et des poissons. Selon Texier *et al.*, (1980), la flore du lac Nokoué est classée en deux groupes : les espèces des zones périodiquement inondées et les espèces des zones inondées. Les espèces des zones périodiquement inondées sont classées en deux sous-groupes :

- ❖ Celles qui supportent les changements de salinité dans le lac Nokoué, les principales sont *Paspalum vaginatum*, *Cyperus articulatus* et *Phragmites australis*.
- ❖ Celles qui ne se développent qu'en eau douce sont *Eichornia crassipes*, *Crotalaria retusa*, *Penisetum polystachion* et *Pista stratiotes*

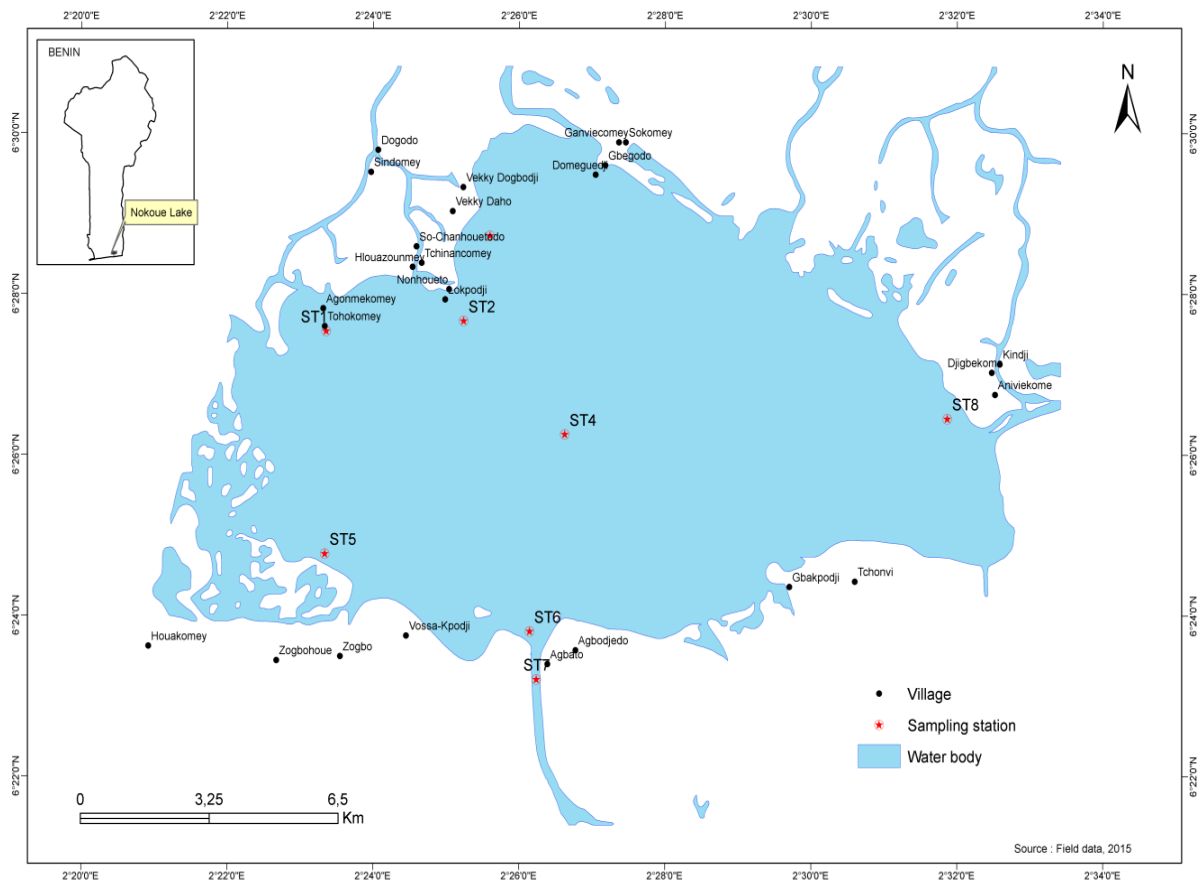


Figure 1: Carte de localisation du lac Nokoué et ses points d'échantillonnage

II.2- Mesure des Paramètres Physico-Chimiques

L'échantillonnage a été réalisé sur huit (08) stations préalablement définies sur le lac. Chaque station comprend trois sous-stations donnant un total de vingt-quatre sous-stations réparties dans différentes localités du bassin de manière à couvrir l'ensemble de la zone d'étude (Figure 1)

Les paramètres physico-chimiques tels que le pH, la température, la conductibilité électrique, la salinité, l'oxygène dissous et la concentration en solides totaux dissous (TDS) sont mesurés *in situ* à l'aide d'un multi-paramètre de marque HANNA HI-9829 (Photo 1). La transparence et la profondeur ont été mesurées au moyen d'un disque de Secchi (Photo 2). Les valeurs de la turbidité ont été mesurées à l'aide d'un turbidimètre (Eutech Instruments : Photo 3). La mesure des nutriments tels que le nitrite, le nitrate et du phosphore total a été réalisée au laboratoire.



Figure 2: Multi-paramètre



Figure 3: Disque de secchi



Figure 4: Turbidimètre

II.3-Collecte, Conservation et Identification

Une campagne d'échantillonnage est réalisée dans le cadre de cette étude sur le lac Nokoué. Les communautés de phytoplancton ont été collectées à l'aide d'un filet à plancton de maille 20 μm trainé à l'horizontal sur environ dix mètres à la surface de l'eau (Photo 4). Au laboratoire, les échantillons sont fixés à l'aide d'une solution de lugol 1% puis conservés dans des bouteilles d'échantillonnage de 125 ml (Photo 5), avec du formaldéhyde 4%. Les échantillons sont ensuite laissés au repos pendant 24 heures et le surnageant est prélevé à l'aide d'une micropipette pour concentrer le volume final de l'échantillon à 25 ml. Ainsi, la fraction à compter (1 ml, prélevé à l'aide d'une micropipette après homogénéisation de l'échantillon concentré) sera placée sur une cellule de Bürker pour être observée au

microscope photonique à 400X (Photo 6). L'identification est réalisée avec des clés d'identification dont les trois tomes de Bourelly (1981 ; 1985 ; 1990), Compère (1974 ; 1975a ; 1975b ; 1976a ; 1976b ; 1977) et Iltis (1980)



Figure 5: Filet à plancton



Figure 6: Contenants en verre



Figure 7: Microscope

II.4- Analyse des données biologiques

Deux indices de diversité nous ont permis de donner une expression qualitative de la structure de cet écosystème aquatique. Il s'agit notamment de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'indice d'équitabilité de Piélu.

- **l'indice de diversité de Shannon-Weaver**

La diversité spécifique (Shannon et Weaver, 1949) a été calculée selon la formule suivante:

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i * \log_2(p_i)$$

Où H= l'indice de diversité de Shannon-Weaver ; P_i est la proportion d'individus dont la ième espèce a pour variables dépendantes le nombre de taxons, l'indice de Shannon et la biomasse.

- **Indice d'Equitabilité ou de régularité de Piélu (1975)**

L'indice d'Equitabilité de Piélu appelé aussi indice de régularité a été utilisé pour rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de la régularité de la distribution des espèces et de la qualité d'organisation du peuplement à partir de la formule suivante :

$$j = H / \log_2 S$$

Où S = le nombre total de taxons dans un échantillon, H= indice de Shannon-Weaver et j= indice d'équitabilité

Cet indice varie en fonction du nombre d'espèces présentes. Il est d'autant plus élevé qu'un grand nombre d'espèces participe dans l'occupation du milieu. Il s'exprime en bits par individu, et varie de la plus faible diversité (0 bit) à la diversité la plus élevée (4,5 bits) (Frontier et al, 1995). Elle tend vers 0 lorsqu'il y a dominance et vers 1 lorsqu'un maximum d'espèces participent au recouvrement.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III- Résultat et Discussions

III-1-Parametres Physico-Chimiques

La Figure 2 présente les variations de la profondeur, de la transparence et de la masse des solides totaux dissout (TDS) de l'eau du lac Nokoué. Ces paramètres varient d'une station à une autre mais la plus faible valeur de la profondeur (0,4 m) est observée au niveau de la station de Nokoué-Zogbo tandis que la plus forte valeur (3,4 m) est observée au niveau de la station des Aguégus. Le lac Nokoué est donc plus profond aux Aguégus mais présente globalement de faibles profondeurs et est donc sensible à la vitesse du vent. Cela pourrait s'expliquer par des activités de drainage de sable pratiquées par les populations riveraines des Aguégus. La transparence quant à elle présente la plus forte valeur au niveau de la station des Aguégus (1,6 m) où l'on enregistre une faible valeur du TDS (0,04 g/l) tandis que la plus faible valeur de la transparence est observée au niveau de la station de Veky (0,5 m) où le TDS présente une valeur élevée (7,86 g/l). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par des études antérieures réalisées sur le lac Nokoué (Goussanou, 2012 ; Gnonhossou, 2006 ; Odoutan et Abou, 2015).

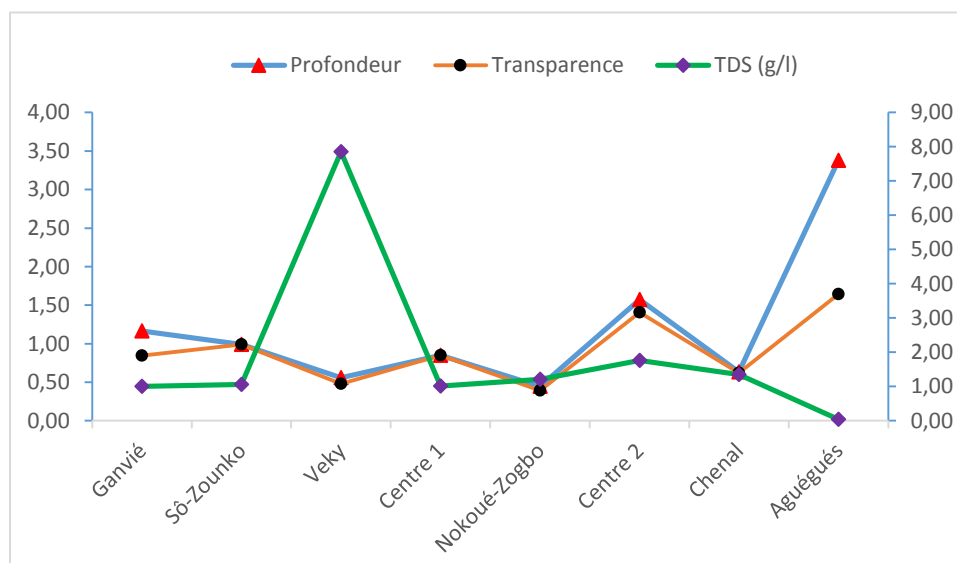


Figure 8: Variation de la transparence, de la profondeur et des TDS de l'eau du lac Nokoué

- La figure 3 présente la variation du pH dans le lac Nokoué. Ces valeurs varient légèrement d'une station à une autre. La plus forte valeur du pH (8,3) est obtenue au niveau de la station du Centre 2 et la plus faible valeur (7,3) est observée au niveau de la station des Aguégus. Il ressort de ces résultats que l'eau du lac Nokoué a présenté un pH alcalin en janvier 2017. Cela serait dû à la période d'échantillonnage qui correspond à la grande saison

sèche au cours duquel le niveau d'eau baisse considérablement. Toutefois, les valeurs du pH observées sont voisines de la norme (comprise entre 6 et 8) exigée pour faciliter la vie aquatique.

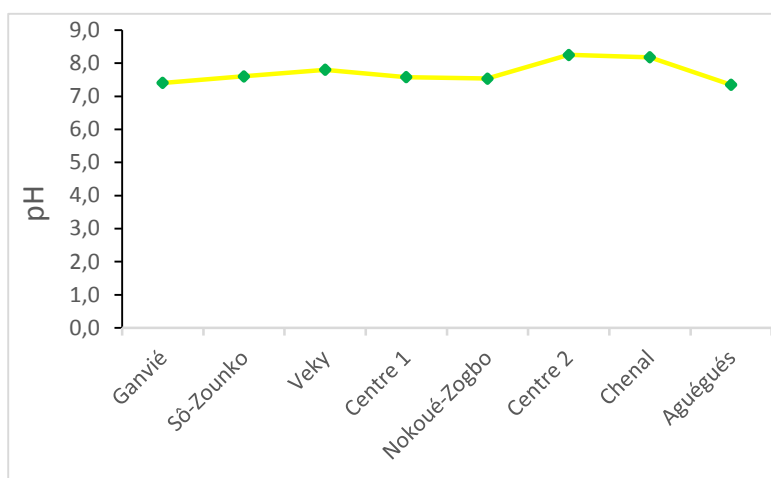


Figure 9: Variation du pH de l'eau du lac Nokoué

- La Figure 4 montre la variation spatiale de la température de l'eau du lac Nokoué. La température varie entre 28,6°C et 31,1°C. La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. Une température trop élevée d'une eau de surface peut donc aboutir à des situations dramatiques de manque d'oxygène. La plus faible valeur de celle-ci (28,6°C) est obtenue au niveau de la station des Aguéggués tant dis que sa plus forte valeur (31,1°C) est obtenue au niveau de la station Sô-Zounko.

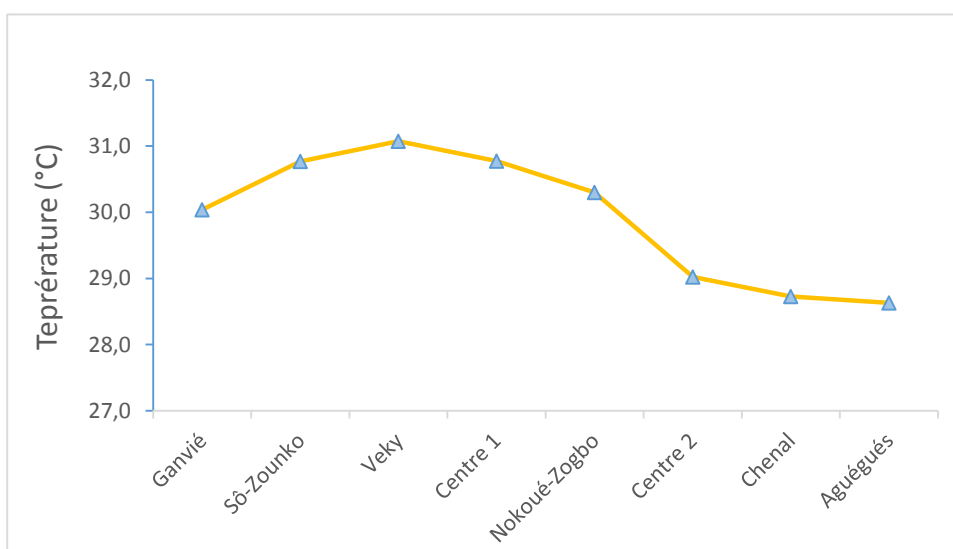


Figure 10: Variation de la température de l'eau du lac Nokoué

- Les valeurs de l'oxygène dissous, donnent des détails aussi bien sur les activités métaboliques d'un milieu aquatique que sur le degré de pollution et d'eutrophisation de ce dernier. La figure 5 montre les variations de l'oxygène dissous de l'eau du lac Nokoué au cours de notre campagne d'échantillonnage. En effet l'oxygène dissous varie de 0,02g/l aux Aguégus à 0.41g/l à Ganvié. Ces valeurs, inférieure à 1 mg d'O₂ par litre indiqueraient un état proche de l'anaérobiose selon les normes en milieu aquatique.

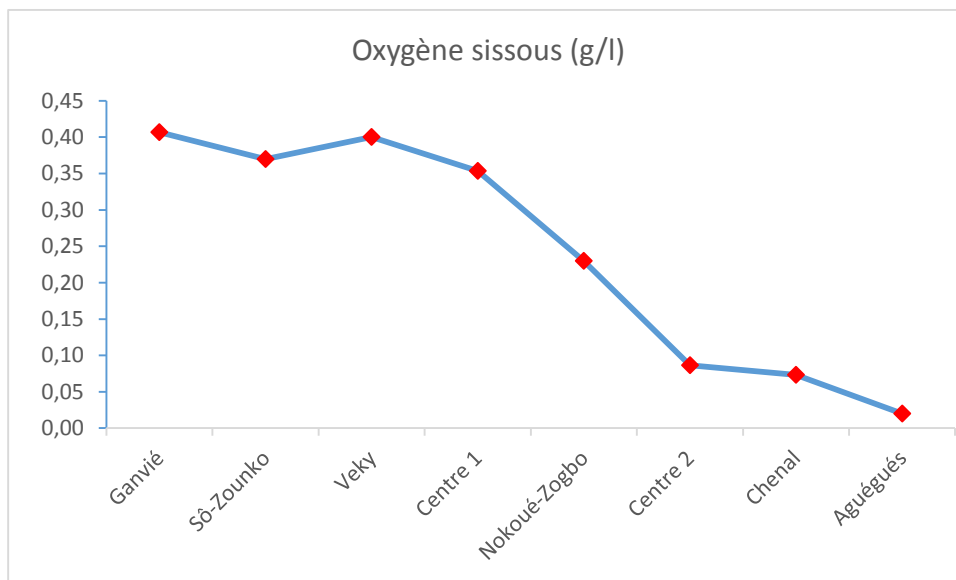


Figure 11: Variation de l'oxygène dissous de l'eau du lac Nokoué

- Les données de la salinité et de la conductivité sont traduites par les courbes de la Figure 6. La conductivité et la salinité augmentent dans le même sens et cela au niveau de toutes les stations sauf la station des Aguégus où les deux chutent et tendent vers zéro. La conductivité est la capacité d'une eau à conduire l'électricité. Si l'eau très pure est un isolant qui oppose une grande résistance au passage de l'électricité, il n'en est plus de même lorsqu'elle est chargée en sels minéraux d'origine naturelle (calcium, magnésium, sodium, potassium). La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500µs/cm. Sur cette courbe, on remarque qu'à la plus faible valeur de la conductivité (0,8 mS/cm) obtenue au niveau de la station Aguégus, correspond la plus faible valeur de la salinité (0,4 PSU). De même les plus fortes valeurs de la conductivité et de la salinité sont obtenues au niveau du

Chenal, un lieu de turbulence entre la mer (eau salée) et le lac (eau douce). Ces fortes valeurs sont dues à l'intrusion marine au niveau de cette station.

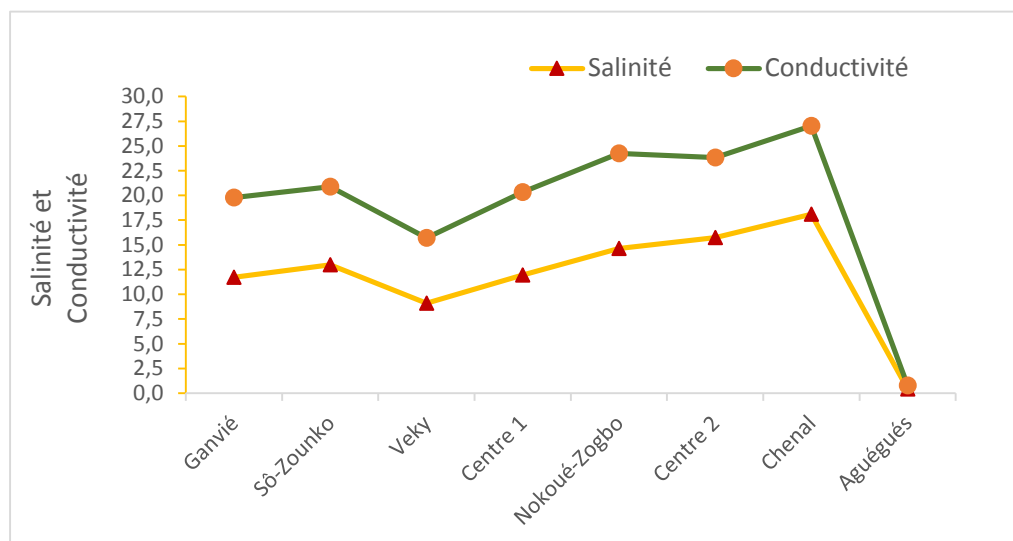


Figure 12: Variation de la salinité et de la conductivité de l'eau du lac Nokoué

- La Figure 7 quant à elle montre la variation de la turbidité au niveau de chaque station d'échantillonnage. La turbidité est la capacité que possède l'eau à absorber la lumière. Une importante turbidité de l'eau entraîne une réduction de sa transparence qui réduit la pénétration du rayonnement solaire utile à la vie aquatique (photosynthèse). Les valeurs de la turbidité en (NTU) mesurées au cours de notre travail, sont comprises entre 28,6 et 31,1. La plus faible valeur est obtenue au niveau de la station des Aguégoués (28,6) tandis que la plus forte valeur de la turbidité est observée au niveau de la station de Veky (31,1). On peut alors retenir que l'eau du lac Nokoué est légèrement trouble au cours de notre campagne.

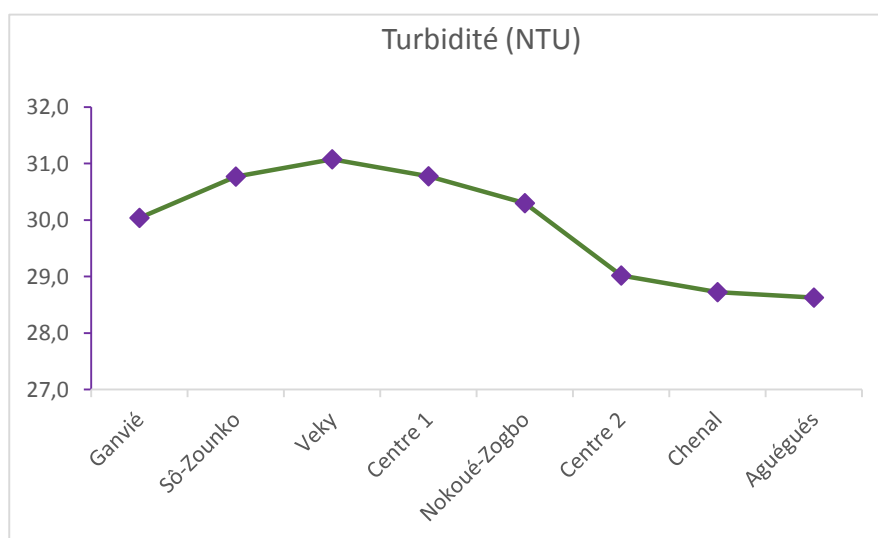


Figure 13: Variation de la turbidité de l'eau du lac

• La concentration en nutriments est très capitale dans l'évaluation d'une eau. La figure 8 montre l'évolution de la concentration des composés azotés et de l'ortho-phosphate d'une station à une autre. En effet, la teneur en Nitrites varie entre 0 $\mu\text{g/l}$ et 10,5 $\mu\text{g/l}$. Par ailleurs, la concentration en Nitrates est comprise entre 0 $\mu\text{g/l}$ et 40 $\mu\text{g/l}$ dans l'eau du lac Nokoué. En fin, l'ortho phosphate quant à lui varie de 65 $\mu\text{g/l}$ (Chenal) à 760 $\mu\text{g/l}$ (Centre1). Les plus fortes valeurs de nitrates et de PO_4 sont obtenues au Centre 1 tant dis que celle de plus forte valeur nitrites est obtenue à Nokoué-Zogbo.

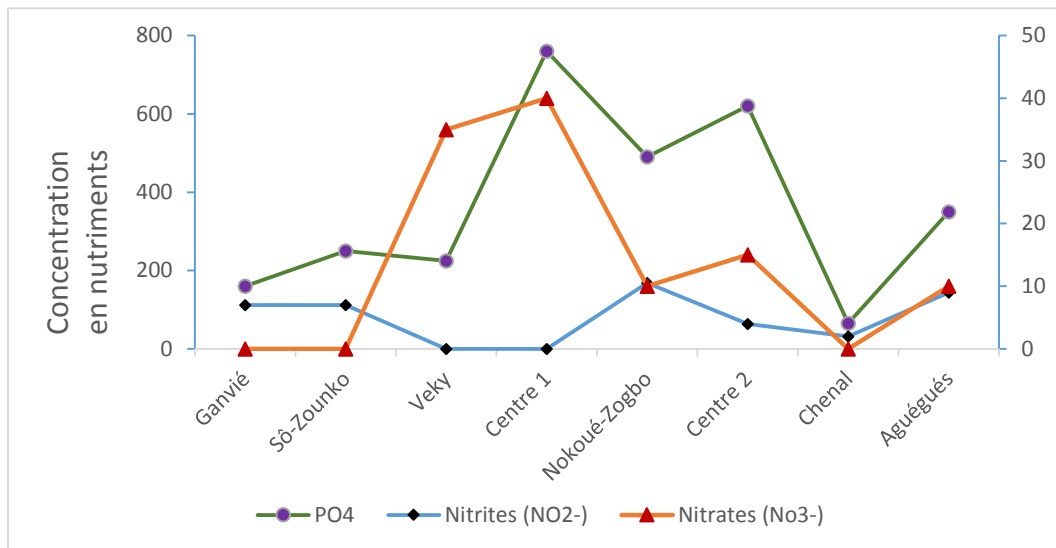


Figure 14: Variation de la concentration des composés azotés et de l'ortho phosphate de l'eau du lac Nokoué

III-2-Diversité taxonomique

Le tableau 1 présente le relevé faunistique des différentes espèces de phytoplancton identifiées au niveau des différentes stations.

Tableau 1: Répertoire des espèces phytoplanctoniques identifiées dans le lac Nokoué

+ : Présence ; - : Absence

Espèces	Ganvié	Sô-Zouanko	Veky	Centre 1	Nokoué-Zogbo	Centre 2	Chenal	Aguégoués
CHLOROPHYCEAE								
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nostoc carneum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nostoc entophytum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Oedogonium sp</i>	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Oedogonium spirogyra</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pediastrum duplex</i>	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Scenedesmus quadriquadra</i>	+	+	-	+	-	+	+	+
<i>Selenastrum gracile</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
CILIATEAE								
<i>Favella sp</i>	+	+	+	-	-	+	+	-
CONJUGATOPHYCEAE								
<i>Closterium nordstedtii</i>	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Closterium sp</i>	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cosmarium granatum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium sp</i>	+	-	-	-	-	-	-	+
CYANOPHYCEAE								
<i>Centronella reicheltii</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Flagilaria capucina</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria sp</i>	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Leptocylindrus minimus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>lyngbya orientalle</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>lyngbya pseudoafricana</i>	-	+	+	-	-	+	-	-
<i>lyngbya sp</i>	+	-	+	+	-	+	+	+
<i>Merismopedia glauca</i>	-	+	-	-	-	-	-	+
<i>Oscillatoria lacustris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria limosa</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria sp</i>	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Phormidium sp</i>	+	-	+	-	-	-	-	+
<i>Pseudanabaena schmidlei</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Spirulina sp</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra robusta</i>	-	+	-	-	-	-	-	-

<i>Synedra sp</i>	+	+	+	-	-	-	+	-
DIATOMOPHYCEAE								
<i>Achnanthes hungarica</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Achnanthes pseudolanceolata</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Achnanthes sp</i>	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Amphiprora paradoxa</i>	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Amphiprora sp</i>	+	-	-	-	+	+	+	-
<i>Amphora costata</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Amphora sp</i>	-	+	+	-	+	+	-	+
<i>Chaetoceros constrictus</i>	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Chaetoceros muelleri</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis microscopica</i>	+	-	+	+	-	-	+	-
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Coscinodiscus rudolfii</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus sp</i>	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Coscinodiscus stellaris</i>	-	-	-	-	+	+	+	-
<i>Cyclotella comta</i>	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Cyclotella sp</i>	-	+	+	+	-	+	-	+
<i>Cylindrotheca clostérium</i>	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Cylindrotheca gracilis</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Cymatopleura Librille</i>	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Cymbella affinis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella turgida</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella sp</i>	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Diatoma mesodon</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Diploneis gorjanovici</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis oblongella</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema parvalum</i>	-	-	+	+	+	-	-	+
<i>Gomphonema sp</i>	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Gyrosigma hyppocampus</i>	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>Gyrosigma scalpoides</i>	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Gyrosigma sp</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gyrosigma spenceri</i>	+	-	+	+	-	+	-	+
<i>Melosira arenaria</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Melosira italica</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Melosira moniliformis</i>	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Melosira sp</i>	+	+	-	+	+	-	+	+
<i>Navicula damasii</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Navicula menisculus</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Navicula mutica</i>	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Navicula pygmaea</i>	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Navicula seminulum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Navicula sp</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula surbrhynchocephala</i>	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia closterium</i>	+	+	-	+	-	-	-	-

<i>Nitzschia incerta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia Sp</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Petrodictyon gemma</i>	+	-	-	-	+	-	-	+
<i>Pinnularia sp</i>	+	-	+	-	+	+	+	-
<i>Pinnularia viridis</i>	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>Plagiotropis lepidoptera</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma angulatum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma normani</i>	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Pleurosigma sp</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia sp</i>	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>Stephanodiscus sp</i>	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Surirella ovalis Brebison</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabellaria sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Triceratium favus</i>	-	-	+	+	-	-	+	+
DINOPHYCEAE								
<i>Cératium extensum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Peridinium bipes</i>	+	-	-	-	-	+	+	-
EUGLENOPHYCEAE								
<i>Lepocinclis oxyuris</i>	+	-	-	-	+	+	+	+
<i>Phacus sp</i>	+	+	-	-	-	+	+	+
TREBOUXIOPHYCEAE								
<i>Actinasrtum hantzschii</i>	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Chodatella quadriseta</i>	+	+	-	-	-	+	+	-
ULVOPHYCEAE								
<i>Ulothrix flacca</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
XANTHOPHYCEAE								
<i>Ophyocytium cochleare</i>	+	-	-	-	-	-	+	-
Nombre total d'espèce par station	55	50	50	29	32	30	32	32

Au total Quatre-vingt-seize (96) espèces de phytoplancton appartenant à dix (10) classes à savoir : Chlorophyceae (8 espèce), Ciliatae (1 espèce), Conjugatophyceae (4 espèces), Cyanophyceae (16 espèces), Diatomophyceae (59 espèces), Dinophyceae (2 espèces), Euglenophyceae (2 espèces), Trebouxiophyceae (2 espèces), Ulvophyceae (1 espèce), Xanthophyceae (1 espèce) ont été recensées au cours de notre étude. Les Diatomophyceae constituent la classe la plus dominante (69,80) suivi des Ulvophyceae (26,54).

La figure 8 traduisant l'abondance relative, montre clairement une large dominance des Diatomophyceae au niveau des stations de Ganvié, Sô-Zounko, Veky, Centre 1, Nokoué-Zogbo et Aguégus. De même on note une grande dominance des Ulvophyceae au niveau des stations Centre 2 et Chenal et une abondance relativement élevée des Chlorophyceae au

niveau de la station des Aguégus. Le nombre d'espèce recensé au cours de notre travail est considérablement supérieur à celui obtenu par Goussanou en 2012 qui a répertorié 47 espèces de phytoplancton au cours de ses travaux. Cette différence peut s'expliquer par la différence de maille des filets utilisés pour la collecte des échantillons (filet à maile 53 μm utilisé par Goussanou tandis que nous avons utilisé un filet à maile 20 μm). Aussi, la différence des périodes d'échantillonnage peut être à la base de l'écart observé.

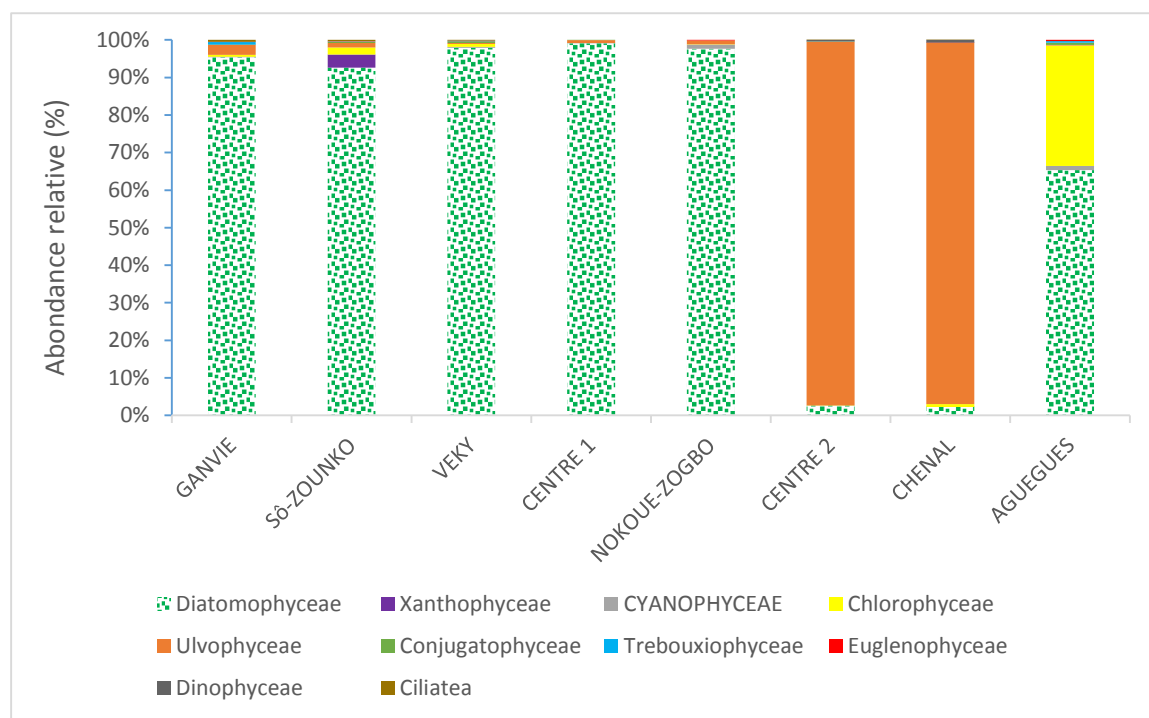


Figure 15: Variation spatiale de l'abondance relative des grandes classes de phytoplancton du lac Nokoué

III-3- Traitement des données

Les indices de diversité calculés au cours de notre travail sont présentés dans le tableau 2. Il s'agit principalement de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'indice d'équitabilité de Piélu. D'après ce tableau, on constate que ces deux indices varient d'une station à une autre ; ce qui explique bien une variation spatiale des communautés de phytoplancton du lac Nokoué.

Tableau 2 : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'indice d'équitabilité de Piélou par station

Stations	Indice de Shannon-weaver (H)	Indice d'équitabilité de Piélou (j)
GANVIE	2,25	0,32
Sô-ZOUNKO	3,23	0,79
VEKY	3,22	0,56
CENTRE 1	2,45	0,37
NOKOUE-ZOGBO	2,27	0,64
CENTRE 2	0,35	0,13
CHENAL	0,40	0,10
AGUEGUES	2,30	0,49
Total	16,47	3,40

- La figure 9 montre la variation de l'indice de Shannon-weaver dans le lac. En effet la plus forte valeur (3,23) est obtenue à Sô-ZOUNKO tant disque la plus faible valeur (0,35) est obtenue au niveau du Centre 2. On peut donc conclure que les espèces de phytoplancton dans le lac Nokoué sont plus diversifiées à Sô-Zoukon qu'au niveau des autres stations.

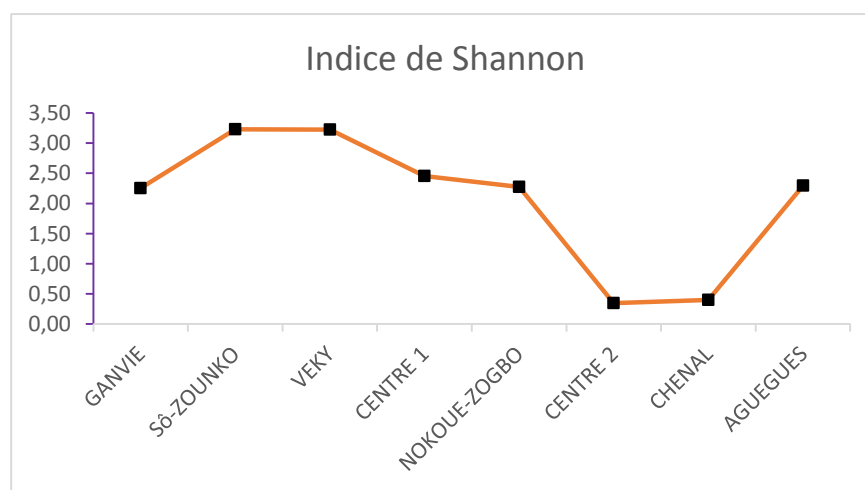


Figure 16: Variation de l'indice de Shannon dans le lac Nokoué

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Conclusion et suggestions

L'insuffisance de données relatives à la diversité de la communauté phytoplanctonique du lac Nokoué a suscité en nous une réelle volonté d'améliorer la connaissance des groupes taxonomiques du phytoplancton du lac. Cependant, il ressort de notre étude que la communauté de phytoplancton dans le lac Nokoué est diversifiée avec comme station la plus diversifiée celle de Sô-Zoukon. Au total 96 espèces appartenant à 10 classes taxonomiques à savoir : Chlorophyceae, Ciliatae, Conjugatophyceae, Cyanophyceae, Diatomophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Trebouxiophyceae, Ulvophyceae et Xanthophyceae ont été inventoriées avec une dominance excessive des diatomophyceae. Cette abondance de diatomophyceae indiquerait un début de pollution du lac Nokoué. De même, l'analyse des données sur l'ensemble des paramètres physico-chimiques montre que le lac n'est pas dans un état de pollution alarmant même si les valeurs suffisamment faibles du taux d'oxygène dissous sont les signes révélateurs d'une pollution certaine. Il urge alors de prendre des mesures adéquates pour la préservation de cet écosystème ; c'est pour cela nous suggérons que d'autres études soient réalisées pour :

- ✓ Aborder la diversité spatio-temporelle des communautés du phytoplancton du lac Nokoué
- ✓ Etudier la dynamique des populations du phytoplancton du lac Nokoué en vue de sa valorisation

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anneville, O., Kaiblinger, C., Tadoléké, R.D., Druart, J.C. et Dokulil, M.T. (2008). Contribution of Long-Term Monitoring to the European Water Framework Directive Implementation. Proceedings of Taal 2007 : The 12th World Lake Conference. Sengupta, M. et Dalwani, R. (eds). pp 1122-1131
- Behrenfeld M. J., Falkowski P.G., Feldman G.C., Field C.B., Frouin R., Los S.O., McClain C.R., Tucker C.J., Esaias W.E., Kolber D.D. Pollack N.H. et Randerson J.T., (2001). Biospheric primary production during an ENSO transition. *Science*. 291: 2594–2597.
- Bilous, O., Barinova, S., Klochenko, P. (2012). Phytoplankton communities in ecological assessment of the Southern Bug River upper reaches (Ukraine). *Ecology & Hydrobiology*, 13(3), 211-230.
- Bourrelly, P. 1985a. Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique. Tome I: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.
- Bourrelly, P. 1985b. Les algues d'eau douce: Initiation à la systématique. Tome III: Les algues Vertes. Editions N. Boubée & Cie, Paris.
- Colyer, C.L., Kinkade, C.S., Viskari, P.J. et Landers, J.P. (2005). Analysis of cyanobacterial pigments and proteins by electrophoretic and chromatographic methods. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 382: 559-569.
- Compère, P. (1976); Algues de la région du lac Tchad, Cah. O.R.S.T.O.M., série. Hydrobiologie, 5, 77-118
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Raskin, R. G. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387 (6630), 253-260.
- Dokulil, M., Chen, W. and Cai, Q., (2000). Anthropogenic impacts to large lakes in China: the Tai Hu example. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3: 81 – 94.
- Ettl, H. (1978). Xanthophyceae. Ettl, H., Gerloff, J. et Heynig, H. (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart
- Ganf, G.G., Heaney, S.I. and Corry. J., (1991). Light absorption and pigment content in natural populations and cultures of a non-gas vacuolate cyanobacterium *Oscillatoria bourrellyi* (= *Tychomema bourrellyi*). *Journal of Plankton Research*. 13 : 1101-1121.
- Germain, H. (1981). Flore des diatomées : eaux douces et saumâtres. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.

- Gleick, P.H. (1993). "Water resources: A long-range global evaluation." *Ecology Law Quarterly* Vol. 20, No. 1, pp. 141-149.
- Gnohossou, P.M. (2006). La faune benthique d'une lagune ouest africaine (le lac Nokoué au Bénin), diversité, abondance, variations temporelles et spatiales, place dans la chaîne trophique. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse, France.
- Goussanou, A. (2012). Diversity of phytoplakton of Nokoue Lake. MSc Thesis, University of Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Benin
- Groga, N. (2012). Structure, Fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de taaba (côte d'ivoire). 27p.
- Iglesias-Rodriguez, M.D., Schofield, O.M., Batley, J., Medlin, L.K. et Hayes, P.K. (2006). Intraspecific genetic diversity in the marine coccolithophore *Emiliana huxleyi* (Prymnesiophyceae): The use of microsatellite analysis in marine phytoplankton population studies. *Journal of phycology*. 42: 526-536.
- John, D.M. (1994). Alternation of generations in algae: its complexity, maintenance and evolution. *Biology Review*. 69: 275-291.
- Karr, J.R., Fausch, K.D., Angermeier, P.L., Yant, P.R., et Schlosser, I.J., (1986): Assessing biological integrity in running waters: a method et its rationale. *Illinois Natural History Survey Special Publication 5*. 28p.
- Kofoïd, C.A. (1909). On *Peridinium steinii* Jörgensen, with a note on the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae. *Archiv für Protistenkunde*. 16: 25-47.
- Kugrens, P. et Clay, B.L. (2003). Cryptomonads. Dans: *Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification*. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.
- Lalèyè, P., Moreau J., Niyonkuru C. et Teugels G. G., (2003). Spatial and seasonal distribution of the ichthyofauna of Lake Nokoué, Benin, West Africa. *African Journal of Aquatic Sciences* 28 (2): 151-161
- Malmqvist B, Rundle S (2002). Threats to the running water ecosystems of the world. *Environmental Conservation* 29 (in press).
- Mintogbe, M.M.V. (2016). Dynamique des assemblages de phytoplancton du Lac Ahémé au Bénin. MSc Thesis, Université d'Abomeu-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin.
- Not, F., Valentin, K., Romari, K., Lovejoy, C., Massana, R., Tobe, K., Vaultot, D. et Medlin, L.K. (2007). Picobiliphytes: A marine picoplanktonic algal group with unknown affinities to other eukaryotes. *Science*. 5809: 253-255.

- Odountan, H., Abou, Y. (2015). Can Macroinvertebrate Assemblage Changes Be Used as Biological Indicator of Water Quality of the Nokoué Lake (Benin)? *Journal of Environmental Protection*, 6 : 1402-1416
- Olodo, B. I. (2015). Qualité de l'Eau et Structure de la communauté phytoplanctonique du Lac Ahémé au Bénin, Mémoire de Master Hydrobiologie Appliquée, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 53p
- Ott, D.W. et Oldham-Ott, C.K. (2003). Eustigmatophyte, Raphidophyte and Tribophyte Algae. Dans: *Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification*. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.
- Prescott, L.M., Harley, J.P. et Klein, D.A. (2003). *Microbiologie*, 2ème édition. De boeck Université, Bruxelles.
- Rosowski, J.R. (2003). Figuresynthetic Euglenoids. Dans : *Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification*. Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.
- Saez, A.G., Zaldivar-Riveron, A. et Medlin, L.K. (2008). Molecular systematics of the Pleurochrysidaceae, a family of coastal coccolithophores (Haptophyta). *Journal of Plankton Research*. 30 : 559-566.
- Schagerl, M. et Donabaum, K. (2003). Patterns of major Figuresynthetic pigments in freshwater algae. 1. Cyanoprokaryota, Rhodophyta and Cryptophyta. *Annales de Limnologie*.39:35-47.
- Shannon, C.E., Weaver, W. (1949). *La théorie mathématique de l'information*.
- Starmach, K. (1974). *Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae*. Flora Slodkowodna Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Stickney, H.L., Hood, R.R., Stoecker, D.K. (2000). L'impact de la mixotrophie sur les écosystèmes marins planctoniques. *Modélisation écologique*, 125 (2) 203-230.
- Tazi, O., Fahde, A. and El Younoussi, S., (2001). Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca, Maroc. *Sécheresse*, 12: 129 – 134.
- Texier H., Colleuil B., Profizi J.P. & Dossou C. (1980) Le lac Nokoué, environnement du domaine marginolittoral sudbeninois: Bathymétrie, lithofaciès, salinité, mollusques et peuplements végétaux. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquit., Bordeaux*. 28, 115-142.
- Vazquez, G. and Favila, M.E., (1998). Status of the health conditions of subtropical Atezea Lake. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1: 245 – 255.

- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3rd Edition. Academic Press, London.
- Zalewski, M. (2000). Ecohydrology. The scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial. *Ecol. Engng*, 16 : 1
- Zeitzschel B., (1978). Why study phytoplankton? In: Sournia A (ed) *Phytoplankton manual*. Monographs on oceanographic methodology - UNESCO: 1-6.

ANNEXE

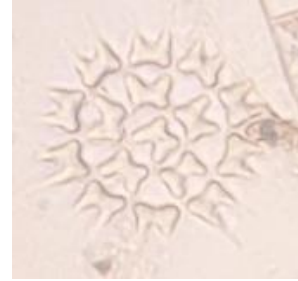
Photos de quelques espèces observées



Euglena sp



Coscinodiscus sp



Pediatstum sp



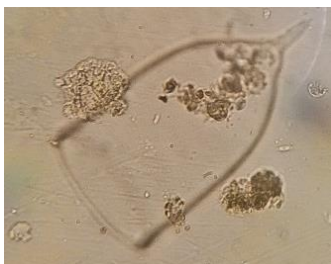
Gyrosigma sp



Oxillatoria sp



Tabellaria sp



Favela sp



Pleurosigma sp



Navicula sp