



Biomasse planctonique et qualité de l'eau du lac Ahémé au Sud-Ouest du Bénin

Ousmane Touré BOUKARI^{1*}, Flavien Edia DOVONOU¹, Waris Kéwouyèmi CHOUTI²,
Daniel Koto DAGNON¹, Edmisol ADJADJIHOUE¹, Youssouf ABOU³, Daouda MAMA¹
et Limam Moktar BAWA⁴

¹Laboratoire d'Hydrologie Appliquée, Département d'Hydrologie et Gestion des Ressources en Eau, Institut National de l'Eau, B.P. 526 Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

²Laboratoire de Chimie Inorganique et de l'Environnement, Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques, B.P. 526 Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

³Laboratoire d'Ecologie et de Gestion des Ecosystèmes Aquatiques, Département de Zoologie, Faculté des Sciences et Techniques, B.P. 526 Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

⁴Laboratoire de Chimie des Eaux, Département de Chimie, Faculté des Sciences, B.P. 1515 Lomé, Université de Lomé, Togo.

*Auteur correspondant ; E-mail : oboukari3@gmail.com ; Tel. : +229 97170527

Received: 04-11-2021

Accepted: 13-05-2022

Published: 30-06-2022

RESUME

L'étude portait sur l'évaluation de la qualité de l'eau du lac Ahémé au moyen des communautés planctoniques. Cette étude a été initiée suite aux travaux d'assainissements du plan d'eau menés par l'Agence pour le Développement intégré de la zone Economique du Lac Ahémé et de ses Chenaux (ADELAC). Les échantillonnages se sont déroulés en juillet 2020 sur quatre points définis sur le lac. L'inventaire et l'évaluation de la biomasse ont été réalisés grâce aux observations microscopiques et clés d'identification des taxons. L'inventaire des espèces a révélé 22 espèces de phytoplancton appartenant à 04 classes et 13 espèces de zooplancton réparties en 03 groupes. Il ressort de l'évaluation de la biomasse phytoplanctonique que les Diatomophycées présentent la plus forte densité (862 individus/L) et les Chlorophycées la plus faible (3 individus/L). Quant au zooplancton, les Copépodes sont plus abondants (118 individus/L) et les Cladocères les moins (3 individus/L). L'indice planctonique (3 – 15.25) a montré que le lac est oligotrophe au niveau des quatre sites échantillonnés. Selon la grille de qualité des eaux, l'oligotrophie traduit une bonne qualité de l'eau du lac. Par comparaison aux études antérieures, la qualité de l'eau s'est améliorée suite à l'assainissement opéré. Cette avancée doit être préservée à travers des actions de gestion durable du lac.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Plancton, biomasse, indice planctonique, qualité de l'eau, lac Ahémé.

Plankton biomass and water quality of Lake Ahémé in south-west of Benin

ABSTRACT

The study concerns the evaluation of the water quality of Lake Ahémé by plankton communities and was initiated following the sanitation works carried out by the Agency for the Integrated Development of the

Economic Zone of Lake Ahémé and its Channels (ADELAC). The work was done in July 2020 on four defined points on the lake. The inventory and the evaluation of the biomass were carried out thanks to microscopic observations and identification of taxa's keys. The species inventory revealed 22 phytoplankton species belonging to 04 classes and 13 zooplankton species divided into 03 groups. The evaluation of the phytoplankton biomass shows that Diatomophyceae have the highest density (862 individuals/L) and Chlorophyceae the lowest (3 individuals/L). As for the zooplankton, Copepods are the most abundant (118 individuals/L) and Cladocerans the least (3 individuals/L). The planktonic index (3 - 15.25) showed that the lake is oligotrophic at the four sampled sites. According to the water quality grid, oligotrophy reflects good water quality. Compared to previous studies, the water quality has improved following the sanitation operation. This progress must be preserved through actions to protect the lake.

© 2022 *International Formulae Group*. All rights reserved.

Keywords: Plankton, biomass, plankton index, water quality, Lake Ahémé.

INTRODUCTION

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs (Elegbede al., 2019). Face à l'explosion démographique actuelle, les activités humaines représentent l'une des causes majeures de la dégradation des écosystèmes aquatiques. De par le monde, de nombreux plans d'eau sont ainsi irréversiblement endommagés par des pollutions ponctuelles et diffuses. Suite à une pollution, l'état écologique de l'écosystème d'un lac peut changer. Les perturbations de types chimiques, physiologiques ou comportementales pour une espèce ou un groupe d'espèces indiquent une modification de la qualité des eaux au sein de leur écosystème (Tort ajada, 2013). La santé d'un écosystème est donc mieux reflétée par les caractéristiques des communautés biologiques (Reyjol et al., 2011). Pour évaluer la qualité des eaux, on peut donc avoir recours aux organismes biologiques. Les organismes aquatiques sont en effet d'excellents bio-indicateurs de la qualité des milieux aquatiques. Dans le domaine de la bio-indication, sept (07) principales catégories de bio-indicateurs sont utilisées à savoir : les macro-invertébrés benthiques, les poissons, les algues, le zooplancton, les macrophytes, les bactéries et les oiseaux. Selon Sherrard et al.

(2006), l'abondance et la composition du peuplement planctonique sont, en général, de bons indices pour comprendre la structuration et la qualité des eaux.

Dans le lac Ahémé, second plus grand lac du Bénin, situé au Sud-Ouest, les techniques et engins de pêche utilisés pour l'exploitation de ses ressources causent des dommages à l'écosystème, et l'empêchent de remplir ses fonctions économiques et sociales. En effet, les techniques de pêches, telles que les barrages à nasses, les Acadja et les Gbodoègo, faits à base des matériaux végétaux et installés souvent dans les couloirs de migration des poissons piègent les sédiments vaseux et exacerbent l'envasement du lac (Amoussou, 2004). La décomposition de ces matériaux nécessite une quantité importante d'oxygène dissous pour leur dégradation, rendant donc insuffisante celle disponible pour les espèces halieutiques. Le système de pêche traditionnelle appelé Acadja influence les paramètres physico-chimiques de l'eau et la faune aquatique autour de la région d'Acadja (Aina et al., 2019).

C'est fort de ce constat que l'Agence pour le Développement intégré de la zone Economique du Lac Ahémé et de ses Chenaux (ADELAC) a initié conformément au Décret n° 2015-316 du 03 juin 2015 portant création, attribution, organisation et fonctionnement de l'ADELAC, le Programme Intercommunal de Réhabilitation du lac Ahémé (PIRA) pour

lutter contre la pollution du lac. L'assainissement du lac Ahémé a été effectif en août 2019 et a consisté au déguerpissement des Acadja, des filets moustiquaires et autres matériels de pêches dont se servent les pêcheurs sur le lac. Deux années plus tard, il s'est avéré indispensable d'évaluer l'efficacité des travaux effectués mais aucune étude n'a cependant été réalisée dans ce sens. Le présent travail s'inscrit dans ce cadre et visait à évaluer la qualité de l'eau du lac Ahémé au moyen d'un indicateur biologique : le phytoplancton. L'intérêt pour cet organisme réside dans le fait qu'il perçoit et répercute les forçages naturels et anthropiques beaucoup plus rapidement que les autres compartiments biologiques. Ce sont toutes ces raisons qui justifient la présente étude portant sur la biomasse planctonique et la qualité de l'eau du lac Ahémé au Sud-Ouest du Bénin.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Le lac Ahémé fait partie des grands réseaux hydrographiques du Bénin. Il est situé dans une zone tropicale humide entre 6°20 et 6°40 de latitude Nord et 1°55 et 2° de longitude Est (Figure 1). Il est limité à l'Est par la commune de Kpomassè, au Nord-Ouest par la commune de Bopa et au Sud-Ouest par la commune de Comè. Le lac Ahémé est long de 24 km et couvre une superficie comprise entre 80 et 100 km² selon qu'on soit en période d'étiage ou de crue (MK, 2006). Sa profondeur est de l'ordre de 2 à 2,5 mètres, elle peut être inférieure à 2 mètres par endroit (Dèdjiho, 2014).

Le fleuve Couffo (190 km), qui alimente en amont le lac Ahémé, draine un bassin versant de 3000 km² (Dèdjiho, 2014). Il prend sa source au Togo, dans les monts Djami, près du village de Tchetti (Bénin) à 240 m d'altitude. Dans sa partie Sud, son lit se caractérise par un chenal d'écoulement large de 75 m qui est localement appelé lac Toho (Le Barbé et al., 1993) et qui présente une

profondeur variant de 2,50 m à 5 m (Amoussou, 2010).

Une grande partie de ces eaux se déverse dans la mer, notamment à marée basse. A marée haute au contraire, les eaux du Mono à l'ouest, remontent dans le chenal Ahô et sont repoussées par la marée en se mélangeant aux eaux marines. (Dèdjiho, 2014).

D'après les données pluviométriques, la durée de la saison des pluies est d'environ 6 à 7 mois (une grande saison pluvieuse qui va de mi-mars à mi-juillet et une petite saison pluvieuse de mi-août à octobre). La moyenne annuelle des hauteurs de pluie est de 753 mm (MB, 2017).

La température minimale dans la commune est de 23°C et couvre le mois d'août ; la maximale est de 26°C et couvre le mois de février, de mars et d'avril. La moyenne ambiante est d'environ 25°C (MB, 2017).

La végétation est caractérisée par une forêt arbustive, associée entre autres à des peuplements plus ou moins denses de palmiers à huile et des cocotiers. La végétation aquatique est constituée de *Rhizophora racemosa* (Palétuvier rouge), de *Avicennia africana* (Palétuvier blanc) et de *Acrosticum aureum* (fougère des mangroves) (MK, 2006).

Collecte des données

L'échantillonnage a été réalisé en Juillet 2020 au niveau de quatre points définis sur les zones du lac Ahémé anciennement couvertes par les Acadja afin d'apprécier l'influence des travaux d'assainissements (Figure 1). Les coordonnées géographiques de ces points sont présentées dans le Tableau 1. Au niveau de chaque station, un volume composite de 10 L d'eau est prélevé dans un sceau gradué et filtré à l'aide d'un filet à plancton SDMO QUINIOU model F131P20 (maille 20 µm, diamètre 30 cm, longueur 90 cm). L'eau concentrée (250 mL) est récupérée dans des flacons en verre et fixée au formol (4%) et au lugol (5%) afin de mieux conserver la structure des cellules algales contenues dans les échantillons. Les échantillons ont ensuite

été disposés dans une glacière et acheminés au laboratoire.

Observation et identification du plancton

Les observations ont été faites suivant des transects verticaux au moyen d'un microscope Labomed Lx 400. Une goutte de l'échantillon concentré a été observée trois fois entre lame et lamelle aux grossissements 10X et 40X à l'aide du microscope. Les espèces de phytoplancton et de zooplancton ont été ensuite dessinées et photographiées. L'identification des espèces a été faite à l'aide des clés d'identification des travaux de Iltis (1955); Compère (1975, 1976); Bourelly (1985, 1990); Couté et Perrette (2011).

En ce qui concerne le dénombrement, un volume précis (1 mL) de l'échantillon concentré a été prélevé et étalé sur la cellule de Burkner, puis observé à l'aide du microscope Labomed Lx 400. Le comptage des espèces s'est fait par le parcours horizontal de toute la longueur de la cellule suivant des transects verticaux.

Traitement des données

Inventaire des communautés planctoniques

Les photographies et les noms des espèces obtenues après l'observation et l'identification des espèces ont permis de réaliser l'inventaire des espèces de plancton du lac Ahémé.

Biomasse planctonique

La biomasse planctonique est définie comme le nombre d'individus d'une espèce par unité de surface. Pour le calcul de cette biomasse, nous avons exploité la formule proposée par NIO (2004) comme suit :

$$A = \left(\frac{n * V2}{V1} \right)$$

L'abondance du plancton (A) : est le nombre d'individus planctoniques par millilitre d'eau filtré par le filet ;

n : est le nombre d'individus planctoniques comptés au microscope dans 1 mL d'échantillon ; V1 : est le volume total d'eau filtré par le filet en litre ;

V2 : est le volume de concentration des organismes en millilitre.

Bio-indication de la qualité de l'eau

La qualité de l'eau a été évaluée à l'aide de l'indice planctonique au moyen de la formule ci-dessous (Barbe et al., 2003) :

$$I_{pl} = \text{moyenne} (\sum Qi \times Aj)$$

Avec I_{pl} = Indice planctonique ;

Qi = coefficient attribué à chaque groupe d'algues ;

Aj = indice d'abondance relative de chaque groupe d'algues.

L'indice planctonique est interprété selon les grilles présentées dans les Tableaux 4 et 5.

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des points de prélèvements.

Sites d'échantillonnage	Codes	Coordonnées géographiques
Guézin	S1	N 06°23'20,5" ; E 001°56'21,1"
Sègbohouè	S2	N 06°24'21,3192" ; E 001°57'21,1788"
Adjatokpa	S3	N 06°27'35,15" ; E 001°58'38,55"
Tokpa-Domè	S4	N 06°25'50,6" ; E 001°57'54,9"

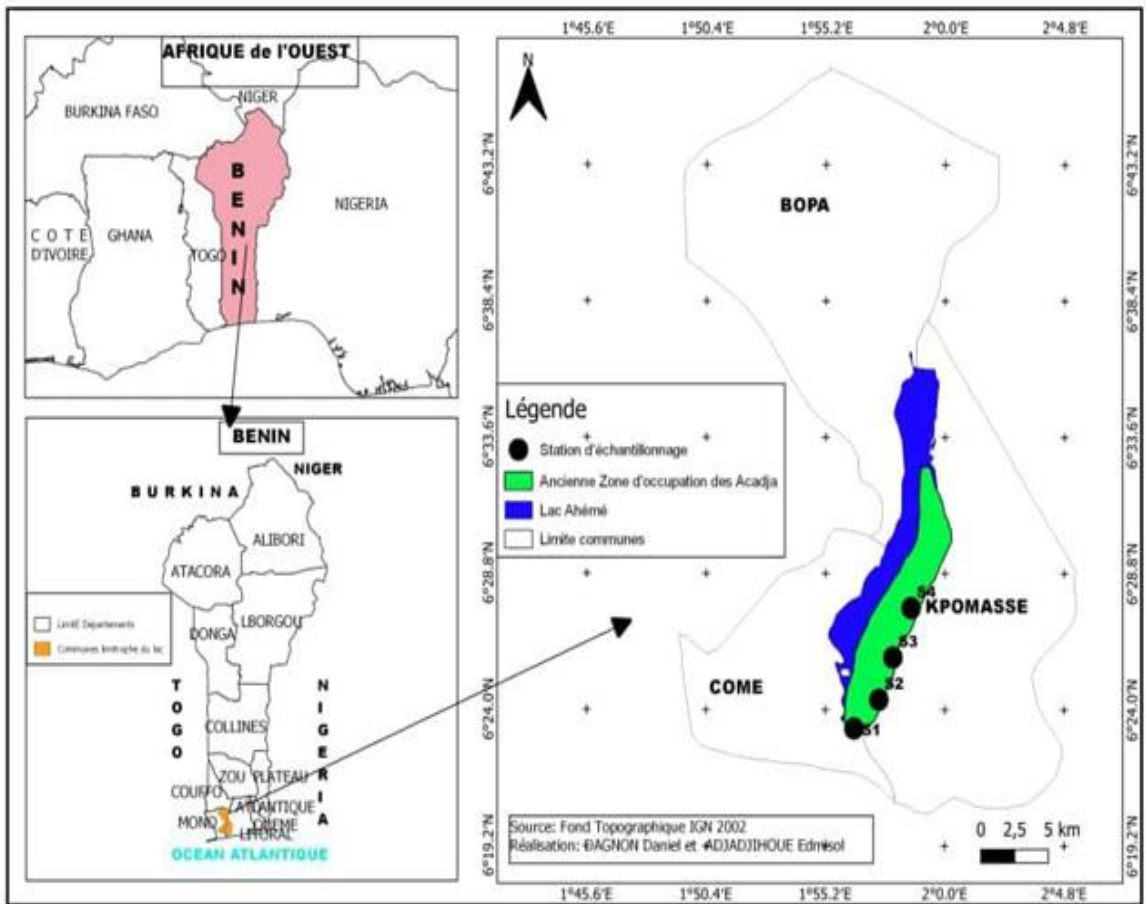


Figure 1 : Carte de localisation du lac Ahémé et des points d'échantillonnage.

Tableau 2 : Coefficients attribués aux groupes algaux repères.

Groupe algal	Qi
Desmidiées	1
Diatomées	3
Chrysophycées	5
Dinophycées et cryptophycées	9
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12
Cyanophycées	16
Eugléniens	20

Source : Barbe et al., 2003.

Tableau 3 : Classes d'abondance relative de chaque groupe algal.

Classe d'abondance (%)	[0 ; 10]]10 ; 30]]30 ; 50]]50 ; 70]]70 ; 90]]90 ; 100]
Indice d'abondance (Aj)	0	1	2	3	4	5

Source : Barbe et al., 2003.

Tableau 4 : Grille d'interprétation de l'indice planctonique.

Valeur de l'indice	[0 ;20]]20 ; 50]]50 ; 100]
Niveau trophique	Oligotrophie	Mésotrophie	Eutrophie

Source : Barbe et al., 2003.

Tableau 5 : Grille de description des qualités d'eau.

Niveau trophique	Description générale
Oligotrophe	<ul style="list-style-type: none"> • Eléments nutritifs : faible concentration • Flore : biomasse réduite • Transparence de l'eau : élevée • Oxygène dissous : élevée dans toute la colonne d'eau
Mésotrophe	<ul style="list-style-type: none"> • Eléments nutritifs : concentration moyenne • Flore : biomasse moyenne • Transparence de l'eau : moyenne • Oxygène dissous : en déficit près du fond à la fin de la saison sèche
Eutrophe	<ul style="list-style-type: none"> • Eléments nutritifs : concentration élevée • Flore : biomasse élevée • Transparence de l'eau : faible • Oxygène dissous : déficits sévères dans la partie profonde du lac (hypolimnion) à la fin de la saison sèche

Source : Boissonneault, 2013.

RESULTATS

Inventaire de la communauté planctonique du lac Ahémé

Phytoplancton

L'observation et l'identification du plancton dans le lac ont permis de recenser 22 espèces phytoplanctoniques (Tableau 6) appartenant à 04 classes à savoir : les

Chlorophycées, les Cyanophycées, les Diatomophycées et les Euglénophycées. La classe des Diatomophycées est la plus riche avec 13 espèces et celle des chlorophycées la plus faible avec une seule espèce (Figure 2).

Zooplancton

L'observation et l'identification du plancton dans le lac a révélé la présence de 13

espèces de zooplancton (Tableau 7). Elles sont réparties en trois groupes à savoir : les Cladocères, les Copépodes et les Rotifères. Le groupe des Copépodes comporte plus d'espèces (11 taxons) comparativement aux deux autres groupes qui ne comptent qu'un (01) taxon chacun. Les images de quelques espèces zooplanctoniques identifiées dans le lac Ahémé sont présentées dans la + 3.

Biomasse du peuplement planctonique du lac Ahémé

Phytoplancton

La Figure 4 présente la variation des abondances des classes phytoplanctoniques en fonction des sites d'échantillonnages dans le lac. Il ressort de cette figure que la classe des Diatomophycées est la plus dense avec des valeurs d'abondance variant entre 324 individus/Litre au niveau de Guézin et 862 individus/Litre au niveau d'Adja-Tokpa. La classe des chlorophycées présente les plus faibles densités avec des valeurs d'abondances de 3 individus/Litre au niveau de Guézin, Sègbohoulè et Adjatokpa et totalement absente au niveau de Tokpa-Domè.

Zooplancton

La Figure 5 renseigne sur l'abondance des groupes zooplanctoniques au niveau de chaque site d'échantillonnage. Parmi les trois groupes de zooplancton, c'est celui des

Copépodes qui présente la plus forte abondance au niveau de tous les sites d'échantillonnage avec des valeurs variant entre 35,41 et 118,03 individus/L. Le groupe des Cladocères est le moins abondant avec une valeur identique de 2,36 individus/L au niveau de Guézin, Sègbohoulè et Adjatokpa. Aucun taxon de copépode n'a été répertorié sur le site de Tokpa-Domè.

Bio-indication de la qualité de l'eau du lac Ahémé

La Figure 6 présente la variation de l'indice planctonique (I_{pl}) en fonction des sites d'échantillonnage au niveau du lac Ahémé. L'indice planctonique varie entre 15.25 au niveau de Guézin et 3 au niveau de Sègbohoulè et de Tokpa-Domè. L'analyse de la figure révèle que le lac Ahémé est oligotrophe au niveau de l'ensemble des sites d'échantillonnage.

Le Tableau 8 présente les résultats de l'évaluation de la qualité de l'eau du lac Ahémé selon la grille de Boissonneault (2013). En référence à cette grille, l'eau du lac Ahémé est de très bonne qualité avec une faible concentration en éléments nutritifs, une biomasse réduite, une transparence de l'eau et une concentration d'oxygène dissous élevées dans toute la colonne d'eau.

Tableau 6 : Composition taxonomique du phytoplancton du lac Ahémé.

Classe	Nombre de taxons	Taxons
Chlorophycées	1 taxon	<i>Tetraëdrom obesum</i>
Cyanophycées	5 taxons	<i>Oscillatoria sp., Microcystis holsatica, Microcystis incerta, Microcystis elachista, Pleurocoepsa fuliginosa.</i>
Diatomophycées	13 taxons	<i>Gyrosigma sp., Gyrosigma acuminatum, Caloneis permagma, Cocconeis placentula, Amphora lineolata, Pinnularia lata, Navicula cryptocephala, Navicula Oblonga, Navicula vaucheriae, Tabellaria flocculosa, Coscinodiscus excentricus var fasciculatus, Coscinodiscus granii, Nitzschia sigmoidea.</i>
Euglènophycées	3 taxons	<i>Vanhöffenia antartica, Euglena variabilis, Euglena acus var-longissima</i>



Figure 2 : Images de quelques espèces phytoplanctoniques identifiées dans le lac Ahémé : (A) : *Amphora lineolata* ; (B) : *Caloneis permagma*, (C) : *Pinnularia lata*, (D) : *Euglena variabilis*.

Tableau 7: Composition taxonomique du zooplancton du lac Ahémé.

Groupes	Nombre de taxons	Taxons
Cladocères	1 taxon	<i>Daphanosoma excisum</i>
Copépodes	11 taxons	<i>Mesocyclops aequatorialis</i> , <i>Mesocyclops aequatorialis sokotoensis</i> , <i>Tropocyclops confinis</i> , <i>Corycaeus sp</i> , <i>Acartia tonsa nauplius</i> , <i>Acartia nauplius</i> , <i>Acartia clausi</i> , <i>Ostracode</i> , <i>Nauplius larvae</i> , <i>Copepode nauplius</i> , <i>Copepode calanoide</i>
Rotifères	1 taxon	<i>Trichotria pocillum</i>

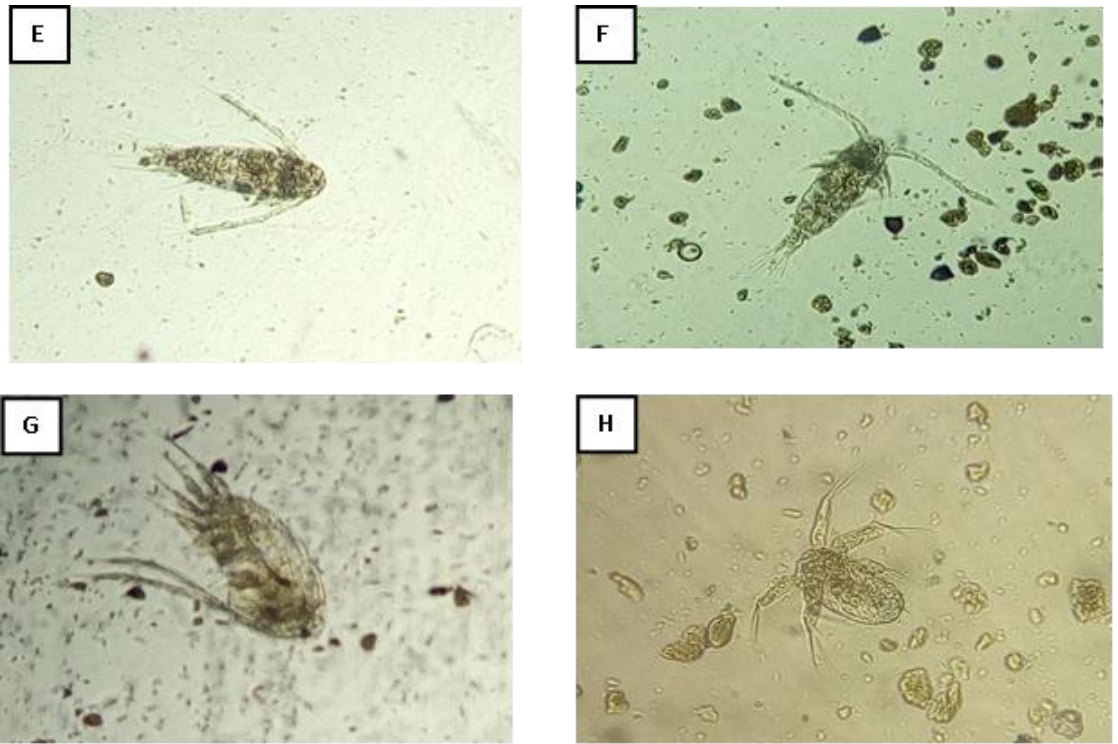


Figure 3 : Images de quelques espèces zooplanctoniques identifiées dans le lac Ahémé : (E) : *Nauplius larvae* ; (F) : *Corycaeus sp* ; (G) : *Ostracode* ; (H) : *Copepode calanoide*.

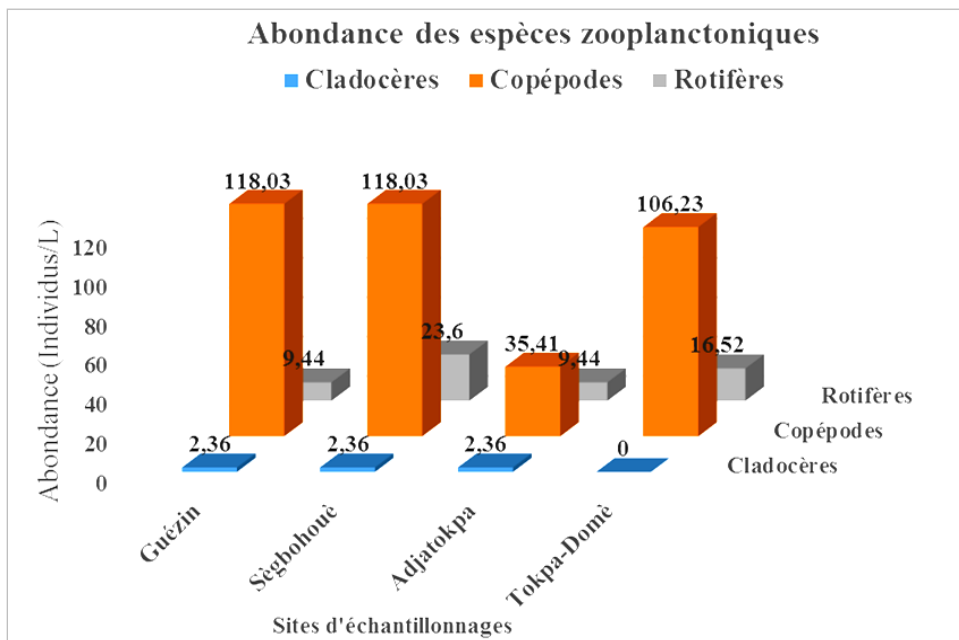


Figure 4 : Abondances des groupes des espèces zooplanctoniques dans le lac Ahémé.

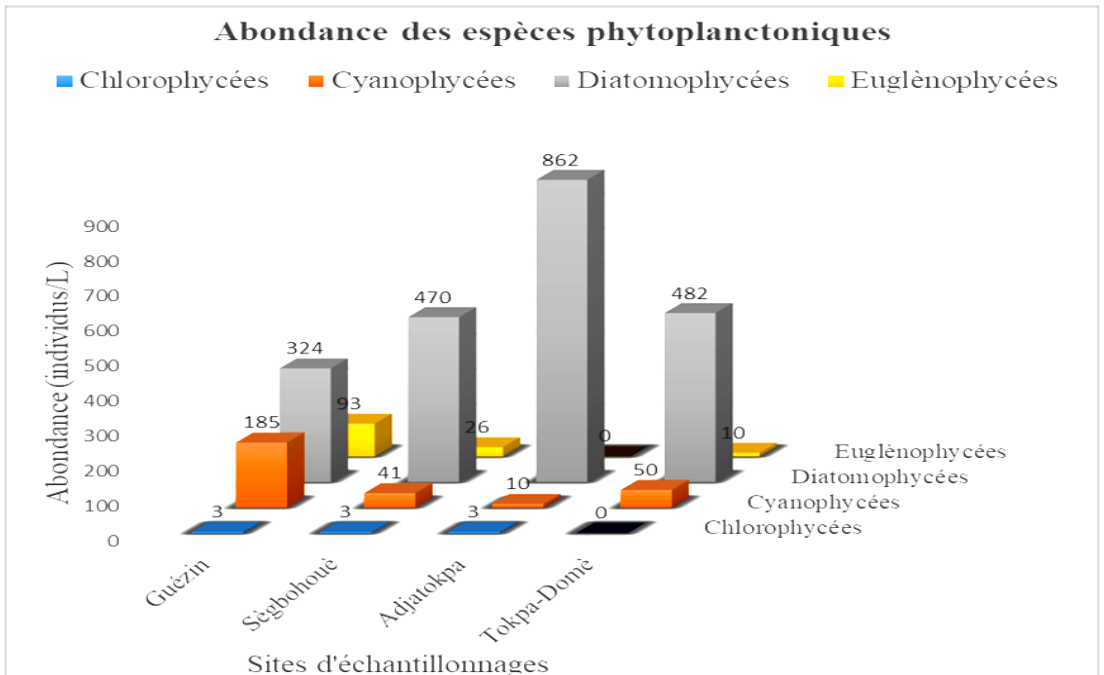


Figure 5 : Abondance des classes phytoplanctoniques dans le Lac Ahémé.

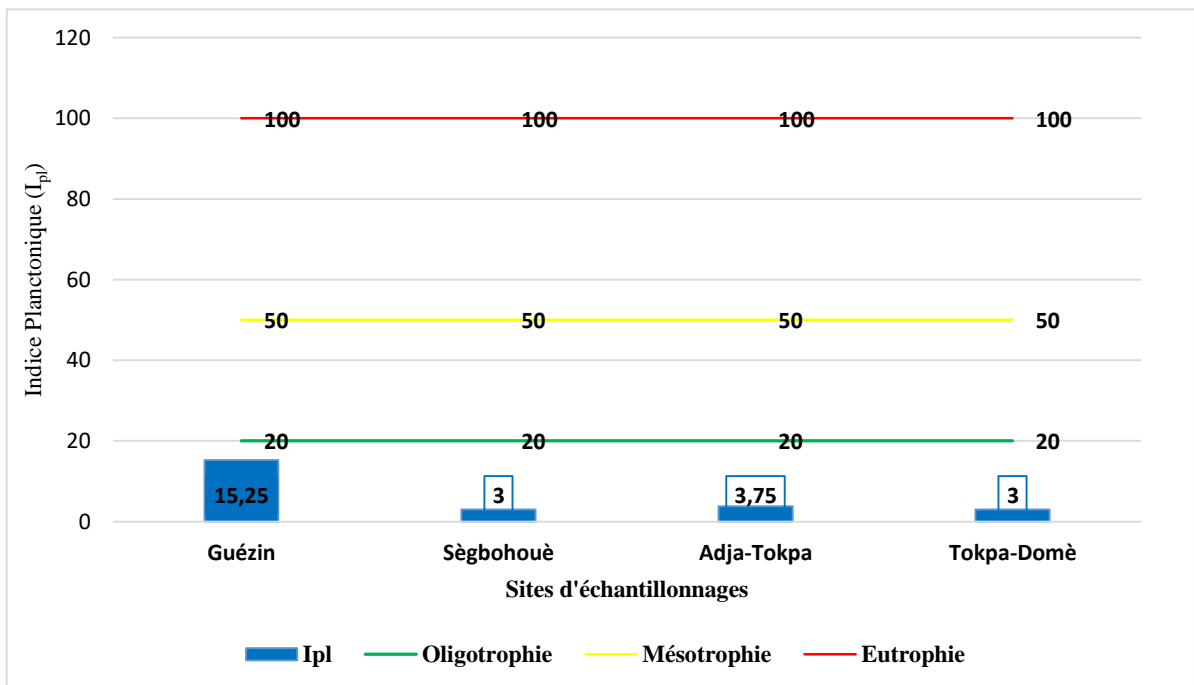


Figure 6 : Variation de l'indice planctonique (I_{pl}) au niveau du lac Ahémé.

Tableau 8 : Résultat d'évaluation de la qualité de l'eau du lac Ahémé selon la grille de Boissonneault (2013).

Niveau trophique	Description générale
Oligotrophe	<ul style="list-style-type: none">• Eléments nutritifs : faible concentration• Flore : biomasse réduite• Transparence de l'eau : élevée• Oxygène dissous : élevée dans toute la colonne d'eau

DISCUSSION

Inventaire et biomasse de la communauté planctonique du lac Ahémé

L'inventaire des communautés phytoplanctoniques présents dans le lac Ahémé a révélé au total 22 espèces de phytoplancton appartenant à 04 classes à savoir : les Chlorophycées, les Cyanophycées, les Diatomophycées et les Euglènophycées. Quant au zooplancton, 13 espèces sont répertoriées et réparties en trois groupes que sont : les Cladocères, les Copépodes et les Rotifères. La faible richesse spécifique de planctons obtenue pourrait être liée à l'interaction entre le lac et la mer. Selon Issola (2010) et Konan et al. (2019), la mer exerce une force de succion des eaux continentales entraînant les taxons de ces eaux vers la mer. Cette action contribue à la réduction des taxons des eaux continentales et pourrait justifier le faible nombre de taxons enregistrés au niveau du Lac Ahémé.

La classe des Diatomophycées, avec 13 espèces est la plus riche en espèces phytoplanctoniques. L'analyse de l'abondance relative de ces classes phytoplanctoniques a également fait ressortir la prédominance des Diatomophycées. Selon Rousseaux et Gregg (2013) et Ben Mustapha et al. (2014), les Diatomées sont répandues principalement dans les eaux côtières, les zones d'upwelling et de hautes latitudes, correspondant à des milieux turbulents caractérisés par des concentrations élevées en nutriments. La prédominance des Diatomophycées dans le Lac Ahémé pourrait donc être liée à sa situation géographique. Le Lac Ahémé fait en effet partir des estuaires et lagunes qui bordent la façade maritime du

Bénin. Assougnon et al. (2007) et Abdou Salam et al. (2020) confirme également que les Diatomophycées sont beaucoup plus adaptées aux turbulences marines. Quant aux nutriments, selon les résultats actuels, ils se retrouvent en faibles quantités dans le lac. Ces limitations nutritives sont de nature à altérer la croissance des espèces de phytoplancton et ne pourraient justifier la prédominance des Diatomophycées dans la présente étude. La principale caractéristique de cette classe d'algue phytoplanctonique réside cependant dans son besoin en silicates qu'elle utilise pour former une paroi cellulaire appelée frustule constituée de silice biogénique (bSi) polymérisée sous forme d'opale amorphe (SiO₂) (Toullec, 2020). Les silicates n'ont pas été évalués dans la présente étude sinon leur rôle dans la prévalence des Diatomophycées pouvait être déterminé. Des études ont néanmoins révélé que cette paroi siliceuse aurait une fonction de protection contre le broutage des herbivores dès lors qu'un lien a pu être établi entre pression de prédation et degré de silicification des diatomées (Liu et al., 2016). Les Diatomées seraient donc épargnées au détriment des autres classes algales. Cette situation explique donc la prédominance des Diatomées dans le milieu.

Le zooplancton joue un rôle clé dans la chaîne trophique aquatique car il sert d'intermédiaire entre les producteurs primaires et les niveaux trophiques supérieurs. Il permet le transfert des flux de matière organique (carbone, azote et phosphore) produits lors de la photosynthèse vers les niveaux trophiques supérieurs tels les poissons (Lenz, 2000). Le

groupe des Copépodes comporte plus d'espèces (11 taxons) comparativement aux deux (02) autres groupes qui ne comptent qu'un (01) taxon chacun. Il présente aussi la plus forte abondance au niveau de tous les sites d'échantillonnage. De telles conditions de prédominance des copépodes ont aussi été observées en Mer Méditerranée (Mazzocchi et al., 2014). Selon Kiorboe (2011), les copépodes dominent la composition et la biomasse du zooplancton dans tous les Océans. Il est donc évident que les copépodes prédominent la biomasse zooplanctonique dans la présente étude. Cependant, les différentes études portant sur la sélectivité des larves et des stades juvéniles de poissons pélagiques montrent que les copépodes figurent parmi leurs proies préférentielles (Costalago et al., 2014). Au regard de la biomasse de copépodes disponible dans notre milieu d'étude, les espèces halieutiques disposent donc de bonnes conditions nutritionnelles pour leur développement.

Bio-indication de la qualité de l'eau du lac Ahémé

Les résultats de la bio-indication ont montré que l'ensemble des sites étudiés sont oligotrophes et présentent donc une eau de très bonne qualité. Les travaux de Félix (2013) et Dèdjiho (2014) avaient révélé que le lac présentait une mésotrophie à Tokpa-Domè et Guézin et une eutrophisation à Sègbohoulè et Adjatokpa. Il apparaît donc clairement que la qualité de l'eau au niveau des sites étudiés a connu une amélioration. L'ancienne zone d'occupation des acadja est à présent de bonne qualité et caractérisée par une faible concentration en éléments nutritifs, une biomasse réduite, une transparence de l'eau et une quantité d'oxygène dissous élevée dans toute la colonne d'eau.

Les nutriments jouent un rôle important dans la croissance planctonique (Mama et al., 2011). Lorsqu'ils sont présents en quantités excessives, ils favorisent le phénomène d'eutrophisation (Ekou et al., 2011). La faible

concentration en éléments nutritifs observée dans le lac Ahémé garantirait donc un bon état de santé de ce dernier.

Une biomasse en excès, lorsqu'elle meurt et se décompose, consomme de l'oxygène et peut entraîner l'asphyxie de la faune aquatique (Devidal et al., 2007). La faible biomasse enregistrée dans le lac Ahémé n'aura donc pas d'impact significatif sur le taux d'oxygène disponible et n'affectera pas de ce fait la vie des espèces aquatiques.

Une perturbation de la transparence de l'eau peut compromettre la chaîne alimentaire et, par conséquent, nuire à la productivité et à la diversité animale et végétale d'un écosystème aquatique (CREL, 2009). La transparence élevée de l'eau du lac Ahémé favoriserait donc sa productivité biologique. Une quantité d'oxygène dissous élevée dans toute la colonne d'eau permet d'assurer la vie des espèces aquatiques présentes dans le lac (Dèdjiho, 2014).

Au regard de tout ce qui précède, les communautés phytoplanctoniques qu'on retrouve dans l'ancienne zone d'occupation des Acadja sur le lac Ahémé témoignent du bon état écologique de ce dernier.

Conclusion

Le présent travail a porté sur l'évaluation de la qualité de l'eau du lac Ahémé au moyen des communautés phytoplanctoniques. Il a été entrepris suite aux travaux d'assainissements menés par ADELAC sur le lac afin de vérifier si ces travaux ont permis d'améliorer la qualité de l'eau du lac. L'inventaire et la biomasse des communautés phytoplanctoniques dans le lac ont révélé la présence de 22 espèces de phytoplancton appartenant à 04 classes avec une forte densité des Diatomophycées. Quant aux zooplanctons, 13 espèces zooplanctoniques ont été répertoriées et réparties en trois groupes avec une forte abondance des Copépodes. Ces différentes espèces planctoniques recensées reflètent une eau de bonne qualité. La qualité de l'eau du lac

a donc connu une amélioration en comparaison aux études antérieures, qui révélaient l'altération de sa qualité et même son eutrophisation. Les travaux d'assainissements menés par ADELAC ont donc eu un impact positif sur la qualité de l'eau du lac Ahémé. A présent, il y a nécessité de préserver cette amélioration observée à travers des actions de protection du lac.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

OTB, FED, WKC, DKD et EA ont contribué à la conception de l'étude, aux travaux de terrain et de laboratoire, et à la rédaction de l'article. OTB, FED et WKC étaient les superviseurs de proximité. Tout le travail est supervisé par YA, DM et LMB, Responsables des laboratoires où les travaux ont été réalisés.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tous les reviewers pour leur contribution à la qualité scientifique de ce manuscrit.

REFERENCES

Abdou salam AM, Ba N, Ndour I, Sane S, Thiaw M, Diouf N, Diouf J, Diop D, Gueye M, Brehmer P, Mbaye MS, Kane A, Noba K. 2020. Caractérisation de la flore phytoplanktonique dans l'Aire Marine Protégée (AMP) de Bamboung et de deux sites environnants (Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(7): 2452-2462. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i7.7>

Amoussou A. 2003. Dynamique hydro-sédimentaire et mutations des écosystèmes du "lac" Ahémé. Mémoire de maîtrise, Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 103p.

Assougnon DL, Agadjihouédé H, Kokou K, Lalèyé AP. 2007. Caractérisation physico-chimique et diversité du peuplement phytoplanktonique des mares au sud de la réserve de faune de Togodo (sud-Togo). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(4): 1920-1936. DOI: 10.4314/ijbcs.v11i4.40.

Barbe J, Lafont M, Mouthon J, Philippe M. 2003. Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau. Rapport Cemagref-Agence de l'eau Rhône-Méditerranée Corse, Lyon.

Ben Mustapha Z, Alvain S, Jamet C, Loisel H, Dessailly D. 2014. Automatic classification of water-leaving radiance anomalies from global SeaWiFS imagery: Application to the detection of phytoplankton groups in open ocean waters. *Remote Sensing of Environment*, **146**(4): 97-112. DOI: 10.1016/j.rse.2013.08.046.

Boissonneault Y. 2013. Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Bélanger. Rapport d'étude de la Municipalité de Saint-Alexis-des-Monts et de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Québec.

Bourrelly P. 1985. *Les Algues d'Eau Douce: Initiation à la Systématique des Algues Bleues et Rouges*. Collection Faunes et Flores actuelles : Paris.

Bourrelly P. 1990. *Les Algues d'Eau Douce : Initiation à la Systématique des Algues Vertes*. Collection Faunes et Flores actuelles : Paris.

Compère P. 1975. *Algues de la Région du Lac Tchad : Diatomophycées*. Editions ORSTOM : Paris.

Compère P. 1976. *Algues de la Région du Lac Tchad : Chorophycophytes*. Editions ORSTOM: Paris.

Costalago D, Palomera I, Tirelli V. 2014. Seasonal comparison of the diets of juvenile European anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardina pilchardus* in the Gulf of Lions. *Journal of Sea Research*, **89**(2014): 64-72. DOI:

- <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.02.008>.
- Couté A, Perrette C. 2011. Inventaire des micro-algues dulçaquicoles dans le bois de Païolive. Rapport d'étude de l'Association Païolive, Paris.
- CREL. 2009. Protocole de mesure de la transparence de l'eau. Conseil Régional de l'Environnement des Laurentides, Québec.
- Dedjiho CA. 2014. Etude diagnostic de la pollution chimique des plans d'eaux du complexe lagunaire du sud-ouest du BENIN : cas du lac Ahémé-Gbezoume. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 139p.
- Devidal S, Rivard-Sirois C, Pouet MF, Thomas O. 2007. Solutions curatives pour la restauration de lacs présentant des signes d'eutrophisation. Rapport interne de l'Observatoire de l'Environnement et du Développement Durable, Université de Sherbrooke, Québec.
- Ekou L, Ekou T, N'da KJ, Dje T. 2011. Variations temporelles des Paramètres Physicochimiques et Biotiques de Deux Écosystèmes Aquatiques de la Lagune Ebrie. *European Journal of Scientific Research*, **58**(3): 414-422. <http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>.
- Elegbede Manou B, Koumolou L, N'tia FF, Atikou MI, Labite HE, Aina M, Edorh PA. 2019. Inconvenience of traditional fishing practice on aquatic ecosystem of Nokoué Lake in Benin Republic (West Africa). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(7): 3032-3038. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.5>.
- Félix J. 2013. Evaluation de la qualité physico-chimique et l'état trophique de l'eau du lac Ahémé. Mémoire de Licence professionnelle, Programme de Formation en Eau, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 55p.
- Iltis A. 1980. Les algues. In *Flore et Faune Aquatiques de l'Afrique Sahélo-Soudanienne*, Durand JR, Lévêque C (Eds). Editions ORSTOM: Paris; 9-61.
- Issola Y. 2010. Étude des caractéristiques climatiques, hydrochimiques et de la pollution en métaux lourds d'une lagune tropicale: la lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 177p.
- Kiorboe T. 2011. What makes pelagic copepods so successful? *Journal of Plankton Research*, **33**(5): 677-685. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/fbq159>.
- Konan ES, Aka NM, Adon MP. 2019. Les diatomées pennales de la lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(3): 1354-1365. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i3.12>.
- Le Barbé L, Alé G, Millet B, Texier H, Borel Y, Gallde R. 1993. *Les ressources en Eaux Superficielles de la République du Bénin*. Editions ORSTOM: Paris.
- Lenz J. 2000. Introduction. In *ICES Zooplankton Methodology Manual*, Harris R, Wiebe P, Lenz J, Skjoldal HR, Huntley M (eds). New York Academic Press: New York; 1-32.
- Liu H, Chen M, Zhu F, Harrison PJ. 2016. Effect of diatom silica content on copepod grazing, growth and reproduction. *Front. Mar. Sci.*, **3**(89): 1-7. DOI: 10.3389/fmars.2016.00089.
- Mama D, Aina M, Alassane A, Boukari OT, Chouti W, Deluchat V, Bowen J, Afouda A, Baud M. 2011. Caractérisation physico-chimique et évaluation du risque d'eutrophisation du lac Nokoué (Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(5): 2076-2093. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i5.29>.
- Mazzocchi MG, Siokou I, Tirelli V, Bandelj V, De Puelles, Örek Y, De Olazabal, Gubanova A, Kress N, Protopapa M, Solidoro C. 2014. Regional and seasonal characteristics of epipelagic mesozooplankton in the Mediterranean Sea based on an artificial neural network analysis. *J. Mar. Sys.*, **135**: 64-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2013.04.009>.

- MB. 2017. Plan de Développement Communal de Bopa (2018-2022). Mairie de Bopa (MB), Bopa.
- MK. 2006. Plan de Développement Communal de Kpomassè. Mairie de Kpomassè (MK), Kpomassè.
- NIO. 2004. Phytoplankton identification manual, New Delhi. National Institute of Oceanography (NIO), New Delhi.
- Oyéyé LM. 1983. Un exemple de sédimentation biodétrique quaternaire dans le domaine margino - littoral en climat tropical humide: le "lac" Ahémé - (Bénin - Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat, Université de Dijon, France, 171p.
- Reyjol Y, Spyrato SV, Basilico L, Archambault V, Argillier C. 2013. Bioindication : des outils pour évaluer l'état écologique des milieux aquatiques, Perspectives en vue du 2e cycle DCE, Eaux de surface continentales. Synthèse des journées « DCE et bioindication » du séminaire « Méthodes d'évaluation de l'état des eaux – Situation et perspectives dans le contexte de la directive cadre sur l'eau ». ONEMA, Paris.
- Rousseaux C, Gregg W. 2013. Interannual variation in phytoplankton primary production at a global scale. *Remote Sens.*, **6**(1): 1-19. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs6010001>
- Sherrard NJ, Nimmo M, Llewellyn CA. 2006. Combining HPLC pigment markers and ecological similarity indices to assess phytoplankton community structure: an environmental tool for eutrophication. *Sci Total Environ.*, **361**(1-3): 97-110. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.08.058>
- Sossou-Agbo L. 2013. La mobilité des populations dans le complexe fluviolagunaire de la basse vallée de l'Ouémé au Bénin, en Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble, France, 349p.
- Tortajada S. 2013. De l'étude du fonctionnement des réseaux trophiques planctoniques des marais de Charente Maritime vers la recherche d'indicateurs. Thèse de Doctorat, Université de La Rochelle, France, 280p.
- Toullec J. 2020. Étude des interactions Diatomées/copépodes sur l'export de carbone, dans un contexte de changement climatique Apports expérimentaux et étude *in situ*. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, France, 193p.