



Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du lac Azili dans la commune de Zangnanado au centre du Bénin

Flavien Edia DOVONOU¹, Etienne Mivodjo ALLADASSIVO^{2*},
John Martial KOUKPO³, Luc SINTONDJI² et Nicaise YALO²

¹ Université d'Abomey-Calavi (UAC). Institut National de l'Eau. Laboratoire d'Hydrologie Appliquée 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

² Université d'Abomey-Calavi (UAC). Institut National de l'Eau. Laboratoire d'Hydraulique et de Maitrise de l'Eau. 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

³ Université d'Abomey-Calavi (UAC). Département de Géographie et Aménagement du Territoire. Faculté des Sciences Humaines et Sociales. Laboratoire « Pierre PAGNEY » Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE). BP 922 Abomey-Calavi, Bénin.

* Auteur correspondant ; E-mail : etienne.alladassivo@gmail.com

Received: 13-10-2021

Accepted: 02-04-2022

Published: 30-04-2022

RESUME

Un écosystème aquatique sain est primordial pour la vie des produits halieutiques et une alimentation saine de la population. Ce travail se propose de faire une évaluation de la qualité du lac Azili dans la commune de Zangnanado. Les méthodes de spectrophotométrie d'absorption moléculaire et de membrane filtrante pour le dénombrement des germes sont adoptées. L'échantillonnage a été fait en novembre 2020 suivant quatre points (aval, amont, milieu du lac et proximité de l'île). Les résultats obtenus montrent une teneur en azote supérieure à 2 mg/l ; la teneur en phosphores supérieure à 1 mg/l ; la DBO₅ varie de 5 à 18 mg/l ; la DCO varie de 9.98 à 52.59 mg/l ; la teneur en ammonium varie de 0.45 à 0.5 mg/l ; la teneur en coliformes thermotolérants varie entre 60 et 3140 CT/100 ml ; les teneurs en E. coli et entérocoques fécaux varient de 0 à 20 germes/100 ml. Les résultats issus de cette étude montrent que le lac Azili est à son début de pollution. Cette pollution du lac est due aux activités anthropiques. Des stratégies pour limiter la pollution doivent être mise en place pour éviter le pire dans le futur.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Pollution, qualité physico-chimique, qualité bactériologique, environnement.

Evaluation of quality of physical chemistry and bacteriological of water of lake Azili in the commune of Zangnanado in central part of Benin.

ABSTRACT

A healthy aquatic ecosystem is essential for the life of fish products and a healthy diet of the population. This work proposes to make an assessment of the quality of Lake Azili in the municipality of Zangnanado. The method of spectrophotometer of molecular absorption and the method of filter membrane for the enumeration of germs were adopted. The sampling collection has been done in four

points (downstream, upstream, middle of the lake and proximity of island) in the beginning of the big dry season (November 2020). The results obtained show that the nitrogen content is higher than 2 mg/l, the tenor in phosphorus is higher than 1 mg/l, the DBO varies from 5 to 18 mg/l; the DCO varies from 9.98 to 52.59 mg/l; the tenor in ammonium varies from 0.45 to 0.5 mg/l; the tenor in coli form thermotolerant varies from 60 and 3140 CT/100 ml; the tenors of E. coli and fecal enterocoque varie from 0 to 20 germs/100 ml. The results of this study show that Lake Azili is at its beginning of pollution. This pollution of the lake is due to anthropogenic activities. Strategies to limit pollution must be put in place to avoid the worst in the future.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Pollution, quality of physical chemistry, quality of bacteriological, environment.

INTRODUCTION

La vie sur terre est possible grâce à l'existence de certaines ressources vitales dont l'eau, denrée de grande importance pour les êtres vivants (Houssou, 2010). Elle est un élément indispensable pour la vie et le développement d'une nation. Il est important d'avoir une connaissance sur la qualité des ressources en eau existantes. Mais, les problèmes liés à la pollution des nappes et la pression anthropique au niveau des écosystèmes aquatiques très vulnérables exigent une surveillance permanente de leurs propriétés physico-chimiques, hydrodynamiques et biologiques. Généralement, l'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de microorganismes aquatiques, indicateurs de la qualité de l'eau (Ballouki, 2012).

L'expansion démographique et l'essor économique que connaissent les pays du monde sans occulter ceux de l'Afrique, en particulier le Bénin, ont des conséquences sur l'environnement et sur les plans d'eau. Les ressources en eau sont soumises à une forte pression exercée par l'activité anthropique (agriculture, industrie, élevage, pêche, domestique, hôpitaux, etc.). Les activités anthropiques à caractère socio-économique couplées à celles des processus naturels (érosion des sols, précipitation, évaporation, ruissellement des eaux fluviales) accélèrent la dégradation des ressources en eau de surface (Hawa et al., 2011). Elles provoquent des perturbations de l'équilibre naturel et

accroissent la charge organique de l'eau et des sédiments, puis l'encombrement des ressources en eau, avec des problèmes d'eutrophisation, l'asphyxie de l'environnement aquatique ainsi que les problèmes sanitaires des populations (Babadjide, 2011).

Depuis plus d'une dizaine d'année, les eaux de surface (fleuve, lac, étang, mer, rivière, lagune) sont exploitées pour l'arrosage des produits maraîchers et agricoles. Ainsi, l'eau, source de vie, peut devenir un danger pour l'environnement et pour les utilisateurs si elle n'est pas de qualité acceptable (Agassounon et al., 2014). Cependant les eaux de surfaces doivent être gérées et protégées en raison de leur vulnérabilité à la surexploitation et à la pollution (Merhabi et al., 2019). Ainsi, entre autres la mauvaise gestion des déchets, l'installation anarchique des latrines influencent la qualité des ressources en eau. Le Lac Azili n'est pas du reste face à ces problèmes environnementaux. Il urge donc d'évaluer les facteurs environnementaux affectant sa qualité. Situé dans la commune de Zagnanado et étant sous la menace des activités anthropiques, il est important d'étudier la qualité de son eau qui est utilisée par les populations riveraines. Cette étude vise donc à évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du lac Azili dans la commune de Zagnanado.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans la commune de Zagnanado située entre 7° et 7°30' latitude

nord et 2°15' et 2°30' longitude Est. Elle occupe une superficie totale de 750 Km² et est limitée au nord par la Commune de Dassa-Zoumè, au sud par les Communes de Ouinhi et de Zogbodomey, à l'est par les Communes de Kétou, Adja-Ouèrè et à l'ouest par les Communes de Covè, ZaKpota et Djidja. Elle compte six (06) arrondissements à savoir : Zagnanado, Agonlin-Houégbo, Banamè, Kpédékpo, Dovi et Don-Tan. Ces arrondissements sont subdivisés en 27 villages et 07 quartiers de ville. Elle est située à 47 Km de la Commune d'Abomey, chef-lieu du département du Zou. (Figure 1).

Matériel de terrain

Pour mener à bien cette étude, un certain nombre de matériel a été utilisé tant sur le terrain qu'au laboratoire. Le Tableau 1 présente le matériel utilisé dans le cadre de cette étude ainsi que leurs rôles respectifs de ce dernier.

Méthodes

Recherche documentaire

Afin de mieux cerner tous les contours du problème et de trouver les directives à suivre pour mener à bien notre recherche, il a été nécessaire de passer par la recherche documentaire, une démarche exploratoire qui a marqué toutes les étapes de la recherche. Elle nous a permis de mieux cerner la problématique et à faire l'état des lieux des connaissances capitalisées dans ce domaine. Ainsi, des mémoires de master, de DEA et des thèses de Doctorat voire même des documents scientifiques et articles ayant abordé la même problématique dans le monde, en Afrique et en particulier au Bénin ont été consultés dans les bibliothèques de différentes entités de l'Université d'Abomey-Calavi.

Enquête de terrain

Les enquêtes sont des recherches méthodiques reposant notamment sur des questions et des témoignages. Les couches cibles ayant permis de recueillir les données de terrain sont les femmes, les pêcheurs et les transporteurs ou passeurs (conducteurs de barque). Les entretiens ont porté sur le mode de vie de la population riveraine vis-à-vis de l'environnement.

Echantillonnage d'eau sur le terrain

Les échantillonnages d'eau sur le lac ont été réalisés suivant quatre points à savoir : l'amont, l'aval, le milieu du lac et la proximité de l'île d'Agonvè. La Figure 2 présente les sites de prélèvement retenus pour cette recherche. Pour le prélèvement d'eau nécessaire à l'analyse bactériologique, nous avons utilisé des flacons de 500 ml préalablement stérilisés. Au moment du prélèvement, on ouvre le flacon et on introduit dans l'eau du lac à 30 cm de profondeur, en prenant soin de ne pas contaminer l'échantillon. Ensuite on retire le flacon rempli d'eau. Le flacon est refermé dans les conditions aseptiques requises jusqu'au moment de l'analyse. Pour le prélèvement d'eau à l'analyse physicochimique, la même technique est adoptée dans des flacons préalablement lavés et rincés à l'eau distillée.

Analyse des paramètres physico-chimiques *in situ*

Les paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* dans les échantillons d'eau prélevés sont le pH, la température, le TDS et la conductivité. Le pH et la température ont été mesurés *in situ* avec une sonde multi-paramètres de marque Combo by HANNA. Pendant cette mesure l'électrode est plongée dans l'échantillon et les valeurs des différents paramètres sont lues directement sur l'écran de l'appareil. La turbidité a été mesurée par la méthode néphélométrique basée sur la dispersion ou l'atténuation de la lumière incidente. La turbidité représente la quantité de matière contenue dans un échantillon et qui le rend trouble. La couleur par la méthode au platine cobalt.

Analyse au laboratoire

L'analyse des autres paramètres physicochimiques a été faite au laboratoire avec des méthodes et techniques standardisées (Tableau 2). Nous avons utilisé la méthode de Nessler pour l'analyse de l'ammonium. Pour les ions majeurs anions, nous avons utilisé comme méthodes, la réduction au cadmium pour les nitrates, le dosage par précipitation pour les chlorures. Les méthodes respirométrique et calorimétrique ont été utilisées respectivement pour la détermination de la DBO₅ et la DCO. La méthode de filtration sur membrane a été utilisée pour l'analyse bactériologique.

RESULTATS

Les résultats sont ceux provenant des informations basées sur : l'enquête auprès de la population riveraine au sujet du mode de vie vis-à-vis de l'environnement et les analyses de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux.

Enquête auprès de la population riveraine

Les résultats issus de l'enquête auprès de la population riveraine sur le terrain nous ont permis de constater que 80% de la population défèque à l'air libre, 100% de la population déverse des déchets dans la nature. Ces pourcentages indiquent que c'est la quasi-totalité de la population riveraine qui pratique ce mode de vie. Cette pratique pourrait par conséquent constituer une menace pour l'eau du lac Azili. (Tableau 3).

Caractérisation physico-chimique de l'eau du lac

Les autres résultats des analyses physico-chimiques se résument dans les

Figures 3 à 13. Les résultats de l'analyse des ions chlorures montrent une constante de 6 mg/l pour l'ensemble des 4 sites échantillonnés. Les teneurs en ions nitrites des quatre sites échantillonnés sont toutes inférieures à 0.001 mg/l. Cette valeur répond à la norme béninoise (3.2 mg/l). De la même manière, les teneurs en ion nitrate pour l'ensemble des sites échantillonnés sont également inférieures à 0.4 mg/l répondant ainsi à la norme béninoise (45 mg/l). Les valeurs enregistrées pour les ions ammonium sont proches de la norme béninoise en vigueur (0.5 mg/l) soit une moyenne de 0.48 mg/l.

Caractérisation bactériologique

Les résultats de l'analyse bactériologique obtenue montrent que toutes les valeurs des paramètres étudiés ne répondent pas à la norme béninoise. Ainsi, pour les E. Coli et les entérocoques fécaux, les valeurs varient de 0 à 20 germes/100ml. Les résultats obtenus pour les coliformes thermotolérants varient entre 60 et 3140 CT/100ml (Figure 13).

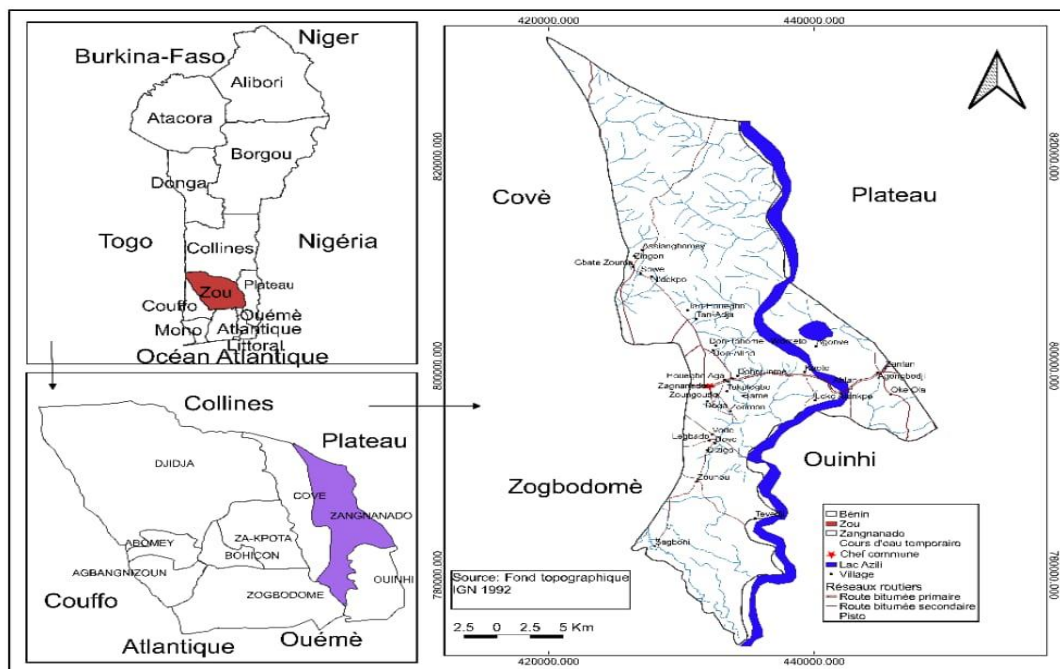


Figure 1 : Situations géographiques du lac Azili dans la commune de Zangnanado.

Tableau 1 : Matériel et rôles.

Matériel	Rôles
GPS	A permis de prendre les coordonnées des différents sites d'échantillonnages.
Flacon en plastiques de 1L	A permis de prélever l'eau pour l'analyse physicochimique.
Verres borosilicatés de 100 mL contenant thiosulfate de sodium	A permis de prélever l'eau pour l'analyse bactériologique.
une glacière avec blocs réfrigérants $\pm 5^{\circ}\text{C}$ de température	A permis de conserver l'échantillon intacte jusqu'au laboratoire.
Un multi-paramètre	A permis de mesurer des paramètres <i>in situ</i> comme : le pH, la température, la conductivité.
Un appareil photo numérique	A permis de prendre des photos.
Un marqueur et un papier adhésif	Pour étiqueter les échantillons.
Un stylo et un cahier	Pour relever les valeurs <i>in situ</i> .
Une barque motorisée	Pour les déplacements sur le lac.

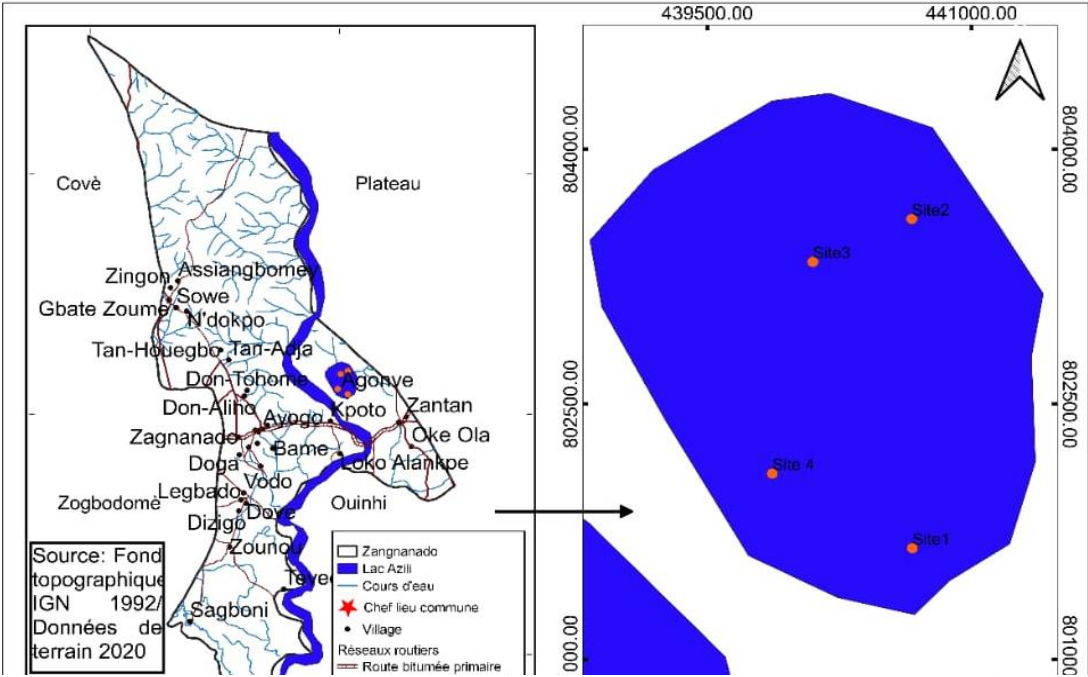


Figure 2 : Sites de prélèvement de l'eau du lac retenus pour cette recherche.

Tableau 2 : Paramètres chimiques et bactériologiques de même que les méthodes de dosage.

NO₃⁻	Réduction au cadmium
NO ₂ ⁻	Sulfanilamide
NH ₄ ⁺	Nessler
PO ₄ ³⁻	Molybdate d’ammonium
Cl ⁻	North
N	Kjedhal
DBO ₅	Respirométrie
DCO	Colorimétrie
Entérocoques fécaux	Filtration sur membrane
E.Coli	Ensemencement en milieu liquide
Coliformes thermotolérants	Filtration sur membrane

Tableau 3 : Quelques résultats issus des enquêtes de terrain.

Désignations	Oui	Non
Défécation à l’air libre	80 %	20 %
Déversement des déchets dans la nature	100 %	0 %
Utilisation de produits chimiques pour le maraîchage	4 %	96 %

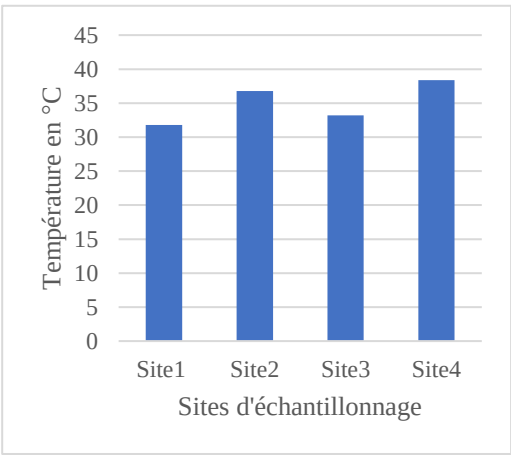


Figure 3 : Variation de la température dans l’eau du lac Azili selon les sites échantillonnés.

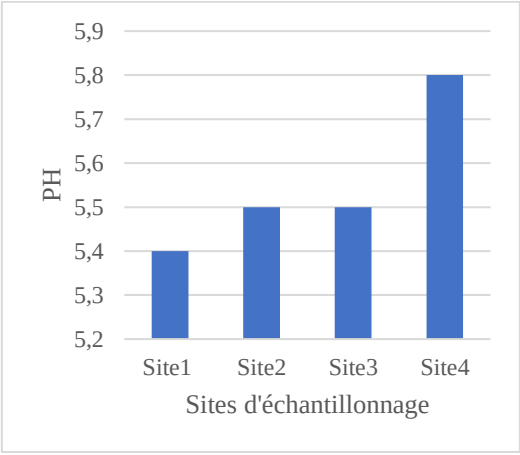


Figure 4 : Variation du pH dans l’eau du lac Azili selon les sites échantillonnés.

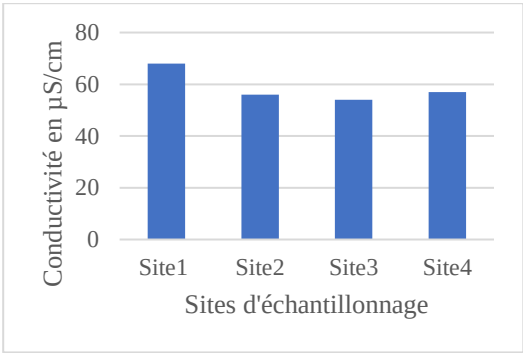


Figure 5 : Variation de la conductivité de l’eau du lac Azili selon les sites échantillonnés.

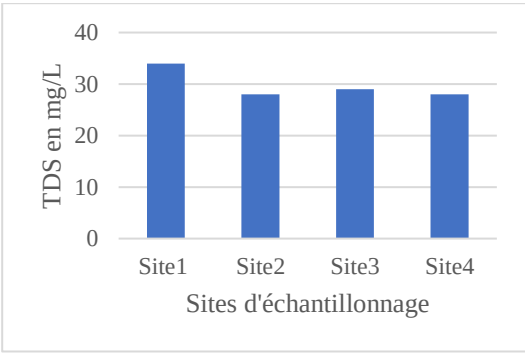


Figure 6 : Variation du TDS dans l’eau du lac Azili selon les sites échantillonnés.

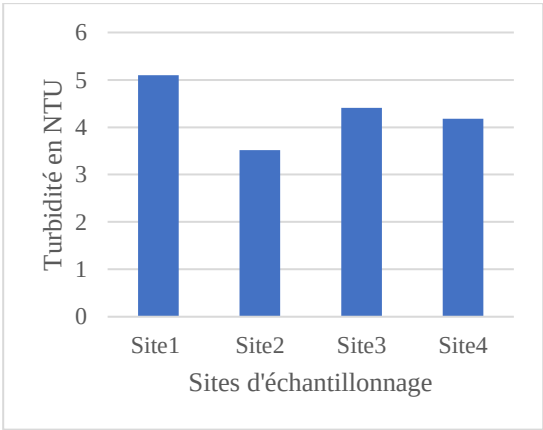


Figure 7 : Variation de la turbidité de l’eau du lac Azili selon les sites échantillonnés.

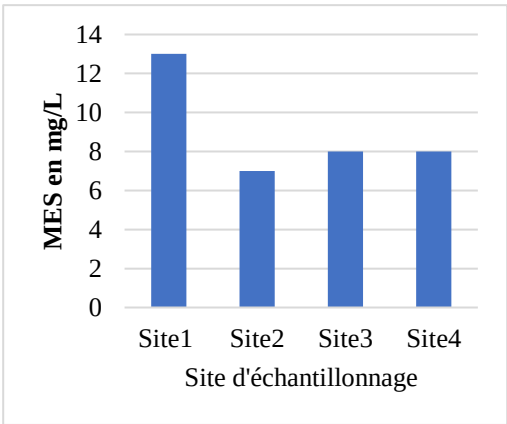


Figure 8 : Variation de MES dans l’eau du lac Azili selon les sites échantillonnés.

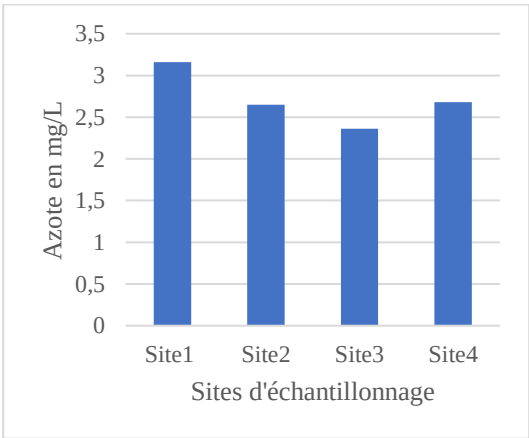


Figure 9 : Variation de la teneur en azote dans l’eau du lac Azili selon les sites échantillonnés.

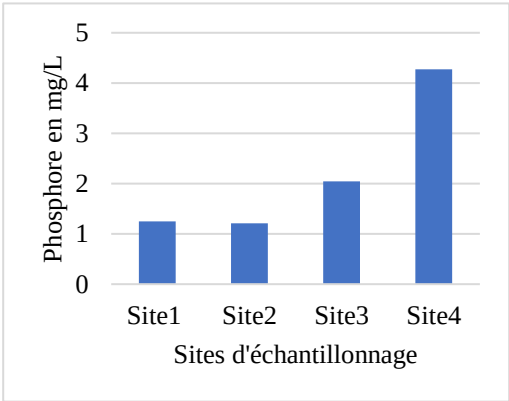


Figure 10 : Variation de la teneur en phosphores dans les eaux du lac Azili selon les sites échantillonnés.

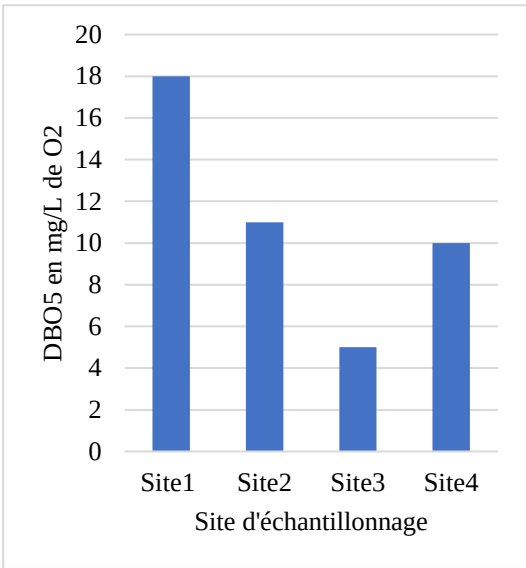


Figure 11 : Les teneurs de la DBO₅ dans les eaux du lac selon les sites échantillonnés.

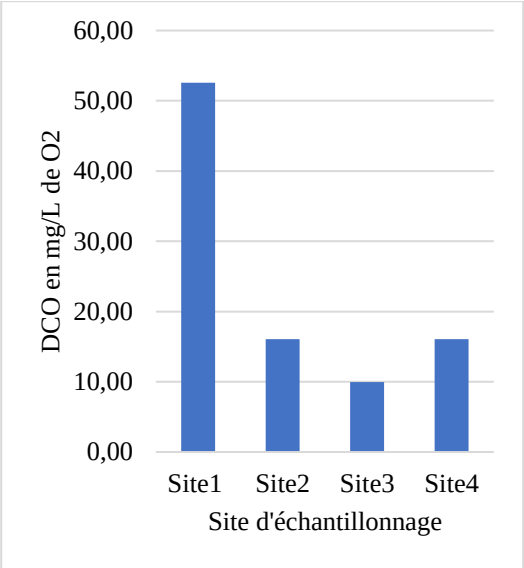


Figure 12 : Les teneurs de la DCO dans les eaux du lac Azili selon les sites échantillonnés.

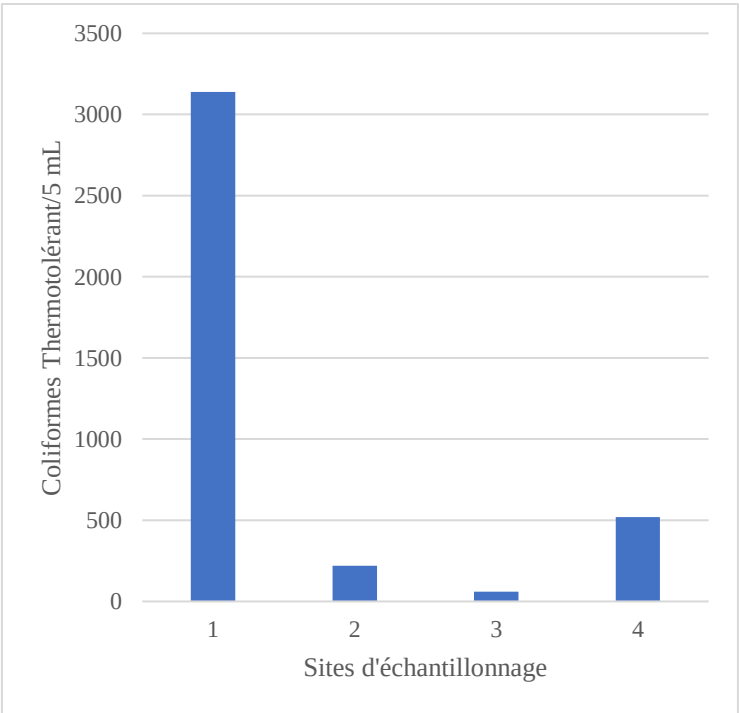


Figure 13 : Les Coliformes Thermotolérants dans les eaux du lac Azili selon les sites échantillonnés.

DISCUSSION

Il est nécessaire de faire une analyse approfondie des paramètres étudiés afin d'apprécier en terme qualitatif et environnemental les eaux du lac Azili. Ainsi, pour ce qui concerne les paramètres physiques, toutes les valeurs de la température enregistrées n'étant pas conforme à la norme béninoise, ceci pourrait être expliqué par plusieurs facteurs : l'heure à laquelle les mesures ont été prises ; le changement d'altitude et de pente du cours d'eau. Les résultats du pH montrent que les eaux du lac sont acides puisque n'appartenant pas à l'intervalle de la norme 6,5 – 8,5 mais inférieur à celui-ci. En effet, cette acidité des eaux dépend en grande partie de la nature des terrains traversés et les rejets transportés. Ceci peut être également dû à un apport en acides humiques et fulviques résultant du lessivage des sols par les précipitations (Merhabi et al., 2019). Ces résultats se rapprochent également de ceux de (Samaila et al., 2021) qui ont abouti à la conclusion de l'acidité des aquifères du socle du moyen bassin versant de Goroubi.

Les résultats obtenus au niveau de la conductivité électrique répondant à la norme montrent une élévation en aval. Cette élévation pourrait être liée à la géologie du terrain riche en sel minéraux induisant une forte minéralisation. Ces résultats confirment ceux de Amine et Abdelmalek (2012).

Les teneurs en turbidité montrent que celle enregistrée en aval n'est pas conforme à la norme. Ceci pourrait être lié aux diverses activités enregistrées dans cette zone : la commercialisation des produits halieutiques, le maraîchage etc.

La norme admissible pour la DCO étant de 20 mg/l, on note une valeur de 52,59 mg/l en aval ; la seule valeur largement supérieure à cette dernière. Cette valeur élevée de la DCO pourrait correspondre à une forte teneur de matières organiques présentes dans le lac. Ce résultat confirme celui de (Dovonou et al., 2011) qui a montré dans son étude sur le lac Nokoué que les eaux renferment une forte teneur de matières organiques liée aux dépôts de branchage d'acadjá.

Quant à la DBO, elle vient confirmer les teneurs en DCO enregistrées. Elle présente ainsi des valeurs souvent supérieures à 10 mg/l à l'exception du centre du lac. Ceci pourrait être dû à la décomposition des macrophytes ou les branchages de palmiers dans le lac observé dans le milieu. La décomposition de tous ces végétaux occasionne une importante consommation d'oxygène dissous et par la suite la désoxygénation du milieu. Dans ce cas, les espèces aquatiques seraient menacées. Ces résultats se rapprochent de ceux de Mama et al. (2011).

Les concentrations de phosphore obtenues sont supérieures à la limite admissible de 1mg/l (Amine et Abdelmalek 2012). Cette non-admissibilité pourrait provoquer plus tard des problèmes d'eutrophisation pour le lac par conséquent des problèmes d'ordre écologique, sanitaire et social sur la population.

De façon globale, ces résultats confirment ceux du cabinet Golf Expertises (2008) sur le plan de gestion du plan d'eau du lac Azili qui a révélé une dégradation des eaux à cause de la surexploitation des ressources halieutiques et à l'utilisation d'engins de pêche non conformes à la réglementation en vigueur. Elle a révélé également que les déchets liquides et solides rejetés par les populations riveraines contribuent à la pollution des eaux du lac Azili. Les activités anthropiques interfèrent sur les eaux de surface en créant des problèmes environnementaux et sanitaire (Antoinette et al., 2016).

Les résultats bactériologiques des échantillons d'eau du lac nous révèlent que les eaux sont polluées par la présence des coliformes thermotolérants, les entérocoques fécaux et les E. Coli. En effet la présence d'un de ces microorganismes pathogènes dans un volume de 100 ml d'eau d'échantillon indique que ces eaux ne cadrent pas avec les seuils recommandés et sont hors normes de l'OMS (OMS, 2014). Les coliformes thermotolérants sont considérés parmi les indicateurs de contamination fécale de l'eau les plus couramment et fréquemment utilisés dans l'évaluation des risques pour la santé humaine (Merhabi et al., 2019). La défécation à l'air libre ou au niveau du long du lac ou encore

dans le lac qui s'observe dans ce milieu pourrait être à l'origine de la présence de ses germes dans les eaux du lac. Ces indicateurs sont considérés comme des indicateurs pathogènes en raison des risques accrues de maladie gastro-intestinales et à des maladies respiratoires associées à la contamination fécale dans les eaux récréatives (EPA, 2012). Les eaux du lac renfermant des germes pathologiques pourraient être à l'origine de plusieurs maladies hydriques observées dans ce milieu lacustre.

Par ailleurs, les Coliformes Thermotolérants sont d'origine animale ou humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales (Balloy et al., 2019). Ils ont démontré également que les eaux polluées sont à l'origine des pesticides et engrais chimiques utilisés dans l'agriculture. De la même manière, l'abreuvement intensif d'animaux et les activités domestiques sont la cause de fortes contaminations fécales des eaux. (Dianou et al., 2011).

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AME est l'investigateur principal, YN a contribué à l'analyse, l'interprétation des résultats, KMJ et SL ont participé à l'interprétation des résultats, la rédaction, la lecture et la correction de l'article. DEF a assuré la supervision générale des travaux effectués.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de cette publication remercient le Laboratoire d'Hydrologie Appliquée de l'Institut National de l'Eau pour sa contribution dans les analyses des eaux échantillonnées.

Conclusion

Le présent travail a permis l'élaboration d'un diagnostic global de l'état de pollution de l'eau du lac Azili. Pour un nombre total de quatre échantillons sur différents endroits du

lac, il en ressort des résultats interprétatifs. Les résultats des analyses physico chimiques et bactériologiques ont montré que plus de la moitié des paramètres étudiés ne sont conformes à la norme béninoise en vigueur. Les eaux ne sont pas de bonne qualité et donc polluées. Cette pollution s'observe plus lorsqu'on évolue de l'amont vers l'aval vis-à-vis des paramètres ; turbidité, azote, phosphore, cuivre, plomb, entérocoques fécaux et coliformes thermotolérants. Nous notons que le mode de vie de la population riveraine (déversement des ordures ménagères, défécation à l'air libre, utilisation des engrais chimiques etc.) pourrait être d'une part la cause de cette pollution. L'état global de dégradation du lac n'est pas aussi alarmant mais nécessite une vigilance et une attention permanente pour éviter le pire dans les années à venir.

REFERENCES

- Afrique Conseil. 2010. Monographie de la commune de N'Dali, 27 p.
- Agassounon Djikpo Tchibozo M, Tadjou A, Anago D. G, Dovonou Ef, Ayi-Fanou L. 2014. Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de boisson dans les arrondissements de la commune de Kétou au Bénin. *Microbiol. Ind. San. Environn.*, **8**(2) : 187-207.
- Amine R, Abdelmalek A. 2012. Caractérisation physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Agrioun de la région de Bejaia. Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia, 54p.
- Antoinette A, Micheline ADT, Nelly CK, Rébecca L. 2016. Flux des polluants liés aux activités anthropiques, risques sur les ressources en eau de surface et la chaîne trophique à travers le monde : synthèse bibliographique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(3) : 1459-1472. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.43>.
- Babadjidé CH. 2011. Pollution, ses conséquences, ses causes et ses incidences sur la santé humaine dans le bassin du fleuve Mono au Bénin. Thèse

- de doctorat, EDP/GENV/FLASH/UAC, 208 p.
- Ballouki K. 2012. Etude de la qualité physico-chimique et biologique de trois sources dans la région de Midelt (Haut Moulouya). Mémoire de master en hydrologie de surface et qualité des eaux, Faculté des Sciences et Techniques, 77p.
- Balloy PM, Katond JP, Hanocq P. 2019. Evaluation de la qualité physico chimique et bactériologique des eaux de puits dans le quartier spontané de Luwuwoshi (RD Congo). *Tropicultura*, **37**(2) : 2295-8010. DOI : 10.25518/2295-8010.627.
- Dianou D, Savadogo B, Zongo D, Zougouri T, Poda JN, Bado H, Rosillon F. 2011. Qualité des eaux de surface dans la vallée du Sourou : Cas des rivières Mouhoun, Sourou, Debe et Gana au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(4) : 1571-1589. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i4.422>.
- Dovonou F, Aïna M, Boukari M, Alassane A. 2011. Pollution physico-chimique et bactériologique d'un écosystème aquatique et ses risques écotoxicologiques : cas du lac Nokoue au Sud Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(4) : 1590-1602. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/IJBCS.v5i4.23>.
- EPA. 2012. Recreational Water Quality Criteria. U.S. Environnement. Protection Agency. 1-69p.
- Golf Expertises. 2008. Plan de gestion de plan d'eau : Lac AZILI. Rapport final, 38p.
- Hawa S. 2011. Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S. des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001. Thèse de Doctorat d'état en Pharmacie, Faculté de Médecine de Bamako, 77 p.
- Houssou CJL. 2010. Gestion de l'eau au Bénin et ses impacts environnementaux : Cas de l'arrondissement de Houin dans la Commune de Lokossa. Mémoire de maitrise professionnelle, FLASH/UAC, 68 p.
- Mama D. 2010. Méthodologie et résultat du diagnostic de l'eutrophisation du lac Nokoué (Bénin). Diplôme de thèse, Université de Limoge, 157p.
- Merhabi F, Amine H, Halwani J. 2019. Evaluation de la qualité des eaux de rivière Kadicha. *Journal Scientifique Libanais*, **20**(1) : 10-34. DOI : 10.22453/LSJ-020.1.010-034
- OMS. 2014. Surveillance de la qualité de l'eau de boisson. OMS : Genève, 1977 ; 143 p.
- Samaila DD, Issoufou S, Yacouba A, Moussa H, Boureima O. 2021. Caractéristiques physicochimiques des eaux souterraines du socle du bassin versant de Goroubi dans la commune de Torodi/ Liptako nigérien. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **15**(6) : 2715-2729. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i6.35>.