

Assemian-Niango Sylvie, Aka Charles Alberic and Kouakou Jean Marie
Étude des teneurs en éléments traces métalliques (plomb, arsenic et cadmium) des eaux de la
lagune Ébrié dans quelques zones à fortes pressions urbaines : secteurs Plateau, Cocody,
Koumassi et Zimbabwe

International Journal Water Sciences and Environment Technologies

Vol. (x), Issue. 3, December 2025, pp. 61-68

e-ISSN: 1737-9350 p-ISSN: 1737-6688, | Open Access Journal |

www.ijste.org

Scientific Press International Limited

Received: August 2025 / Revised: September 2025 / Accepted: September 2025 / Published: December 2025



Étude des teneurs en éléments traces métalliques (plomb, arsenic et cadmium) des eaux de la lagune Ébrié dans quelques zones à fortes pressions urbaines : secteurs Plateau, Cocody, Koumassi et Zimbabwe

Assemian-Niango Sylvie¹, Aka Charles Alberic² and Kouakou Jean Marie³

(1,2) Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V18 Abidjan, Côte d'Ivoire

(3) Direction de l'Évaluation et du Patrimoine Hydraulique-Direction Générale des Ressources en Eau- Ministère des Eaux et Forêts ; Abidjan, Côte d'Ivoire

Résumé

Dans le but de connaître l'état sanitaire de la lagune Ébrié en vue de préserver sa qualité écologique, l'objectif de la présente étude est de déterminer le niveau de contamination en éléments traces métalliques (Plomb, Arsenic et Cadmium) des eaux de cette lagune dans des zones urbaines à fortes pressions anthropiques. Pour ce faire des campagnes ont été réalisées dans cette lagune de juillet 2022 à février 2023. Des prélèvements saisonniers d'échantillons d'eaux ont été faits en quatre (4) stations réparties sur la lagune Ébrié reliant les communes du Plateau, de Cocody, de Koumassi et de Port-Bouët (Zimbabwe). La température et la salinité des eaux lagunaires ont été mesurées in situ à l'aide d'un multiparamètre de marque HANNA HI 9829. Les dosages des orthophosphates et des nitrates ont été faits à l'aide d'un spectrophotomètre de marque HACH DR 900 et ceux des métaux lourds par un Spectromètre d'Absorption Atomique (SAA) de marque Agilent et de modèle 240 AA. Les teneurs en plomb (1069 à 1230 µg/L), arsenic (3939 à 4764 µg/L) et cadmium (59 à 86 µg/L) sont au-dessus des normes ivoiriennes (Arrêté interministériel N° 0168/MSHP/MINEF du 03.08.2020) qui sont 50 µg/L pour le Plomb, 100 µg/L pour l'Arsenic et 5,0 µg/L pour le Cadmium.

Mots clés : Lagune Ébrié, Eaux, Zones urbaines, Paramètres physico-chimiques, Métaux lourds

Study of heavy metal contents (Lead, Arsenic and Cadmium) in the waters of the ÉBRIÉ lagoon in some areas with high urban pressure: plateau, Cocody, Koumassi and Zimbabwe sectors

Abstract

In order to know the health status of the Ébrié lagoon in order to preserve its ecological quality, the objective of this study is to determine the level of contamination in trace metal elements (Lead, Arsenic and Cadmium) of the waters of this lagoon in urban areas with high anthropogenic pressures. To do this, campaigns were carried out on this lagoon from July 2022 to February 2023. Seasonal water sample collections were taken at four (4) stations distributed over the Ébrié lagoon connecting the municipalities of Plateau, Cocody, Koumassi and Port-Bouët. The temperature, salinity and dissolved oxygen contents of the lagoon waters were measured in situ using a HANNA HI 9829 multiparameter. The orthophosphate and nitrate measurements were carried out using a HACH DR 900 spectrometer and those of heavy metals by an Agilent Atomic Absorption Spectrometer (AAS) model 240AA. The values are above the Ivorian standards (Interministerial Order No. 0168/MSHP/MINEF of 03.08.2020) which are 50 µg/L for Lead, 100 µg/L for Arsenic and 5.0 µg/L for Cadmium.

Keywords: Ébrié Lagoon, Waters, Urban areas, Physicochemical parameters, Heavy metals

¹ Corresponding author: asviea@yahoo.fr

INTRODUCTION

Les éléments Traces Métalliques sont une menace pour les êtres vivants car ils ont de graves conséquences sur la santé humaine et l'environnement compte tenu de leur toxicité [4]. En outre les éléments traces métalliques tels que le plomb, l'arsenic et le cadmium ont un fort impact toxicologique sur les produits de consommation courante, sur l'homme ainsi que sur la faune et la flore aquatique [15]. Ce sont des polluants engendrés la plupart du temps par l'activité humaine. Ces éléments traces métalliques contaminent les milieux aquatiques via les rejets industriels, les pesticides, les eaux usées et s'accumulent dans les sédiments et les organismes vivants [13].

La lagune Ébrié qui est le système lagunaire le plus important de l'Afrique de l'Ouest est sujette à des contaminations en éléments traces métalliques. En effet, plusieurs études ont fait état de la contamination métallique importante de la zone urbaine de la lagune Ébrié [16, 6, 2, 5]. Cependant les études axées sur les zones d'intenses trafics lagunaires, de réparation de véhicule et d'engins motorisés et les zones de fortes pressions démographiques sont peu rapportées dans la littérature. En vue de préserver la qualité écologique de la lagune Ébrié, la présente étude a par conséquent pour objectif de déterminer l'impact des activités urbaines sur les eaux lagunaires en lien avec la présence de plomb, d'arsenic et de cadmium.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des campagnes ont été réalisées dans la lagune Ébrié de juillet 2022 à février 2023. Des prélèvements saisonniers d'échantillons d'eaux ont été faits dans quatre (4) stations réparties sur la lagune Ébrié, reliant les communes du Plateau de Cocody, de Koumassi et le quartier Zimbabwe dans la commune de Port-Bouët (Figure 1).

Les coordonnées géographiques des stations sont présentées dans le tableau 1. Les paramètres physico-chimiques et les sels nutritifs ont été étudiés en vue de connaître les caractéristiques des eaux lagunaires. La température et la salinité, des eaux lagunaires ont été mesurés *in situ* à l'aide d'un multiparamètre de marque HANNA HI 9829. La transparence a été mesurée au disque de Secchi. Les dosages des orthophosphates et des nitrates ont été faits à l'aide d'un spectrophotomètre de marque HACH DR 900.

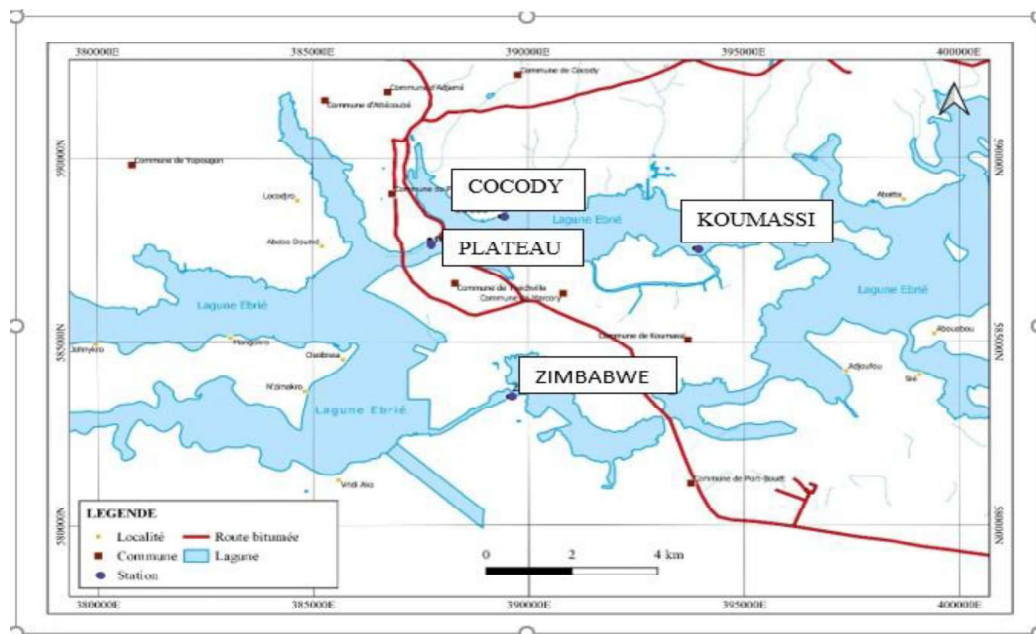


Figure 1 : Stations d'échantillonnage sur la lagune Ébrié (Source : Centre de Recherches Océanologiques (C.R.O.))

Tableau I : Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage

Stations	Noms stations	x	y	Altitudes
St1	plateau	0387713	0587789	4
St2	cocody	0389359	0588404	7
St3	koumassi	0393870	0587531	3
St4	zimbabwe	0389539	0583508	0

Analyse du plomb, de l'arsenic et du cadmium dans les échantillons d'eau

Préparation des échantillons

Acidification

Pour assurer un meilleur conditionnement des échantillons, tous nos échantillons sont acidifiés avec 5 mL d'acide nitrique (HNO₃ 65 %) pour 200 mL d'eau à analyser afin de ramener le pH de l'échantillon inférieur à 2, car l'acide nitrique concentré est un oxydant puissant qui dissout tous les métaux usuels [11].

Filtration

Après acidification, tous les échantillons sont filtrés au travers de membranes filtrantes de porosité 0,45 µm avec un appareillage de filtration en verre (filtration sous vide). Les filtrats sont récupérés dans des flacons propres afin de déterminer la teneur totale en plomb, en arsenic et en cadmium des échantillons d'eaux.

Conservation des échantillons

Avant l'analyse, les échantillons sont stockés à une température inférieure à 4° C et à l'abri de la lumière.

Résultats et discussion

Paramètres physico-chimiques et les sels nutritifs

Les températures des eaux lagunaires varient de 26,2 à 30,3 °C à la station 3 respectivement en petite saison sèche et en petite saison des pluies (Figure 2). Les températures minimales des eaux lagunaires enregistrées en petite saison sèche sont le fait du phénomène d'upwelling qui entraîne la remontée des eaux froides océaniques dans les eaux lagunaires. Ces mêmes résultats ont été observés dans les lagunes Aby, Ébrié et Grand-Lahou par [12] et dans la lagune Aby par [3].

La salinité des eaux lagunaires varie de 1,2 ‰ à la station 3 en grande saison sèche à 48,1 ‰ à la station 4 en petite saison des pluies (Figure 3). La valeur minimale de salinité à la station 3 est due au fait que cette station est la plus éloignée du canal de vridi et par ricochet de l'océan Atlantique. En revanche les valeurs maximales de la salinité des eaux lagunaires au niveau de la station 4 (Zimbabwe) sont dues à la fois à la proximité de cette station de canal de vridi, aux intrusions d'eaux océaniques et au faible renouvellement des eaux au niveau de cette station. Ce constat a également été fait par [12] au niveau des lagunes de Grand-Lahou, Ébrié et Aby et par [1] au niveau de la côte Sud Liban.

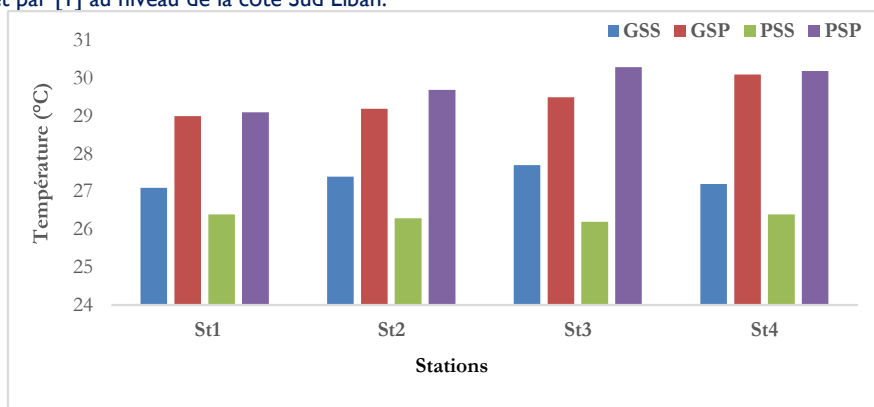


Figure 2 : Variation spatio-temporelle de la température des eaux lagunaires

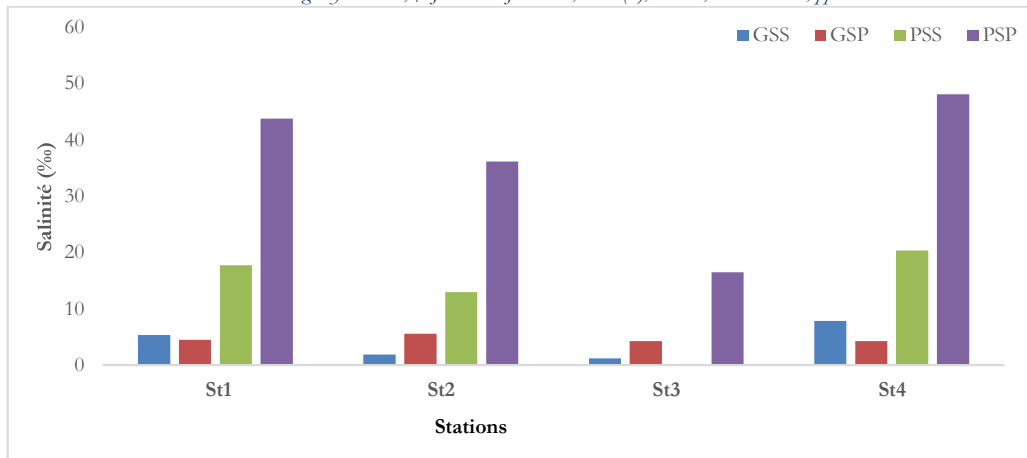


Figure 3 : Variation spatio-temporelle de la salinité des eaux lagunaires

Les teneurs en nitrates des eaux lagunaires varient de 0,43 à 6,2 mg/L respectivement dans la station 3 en grande saison des pluies et dans la station 4, en grande saison sèche (Figure 4). Celles des orthophosphates des eaux lagunaires varient de 0,14 mg/L à la station 4 en grande saison sèche à 0,88 mg/L à la station 2 au cours de cette saison (Figure 5). Les teneurs élevées des sels au cours des saisons sèches sont le fait des eaux usées domestiques et urbaines. Les faibles teneurs pendant les saisons pluvieuses sont liées également à la saison d'échantillonnage. En effet, en saison de crue des fleuves, il y a drainage de plusieurs déchets organiques (débris végétaux et animaux, déchets ménagers) par les fleuves, les eaux de pluies et les eaux de ruissellement vers la lagune. Cependant, ces éléments ne vont se décomposer qu'en saison sèche pour libérer les sels nutritifs d'où la faible concentration en saison pluvieuse. [7] a également observé les faibles valeurs de nitrates pendant la grande saison pluvieuse au niveau de la lagune Ouladine à Grand-Bassam. À cela s'ajoute le phénomène de dilution des eaux au cours des saisons pluvieuses.

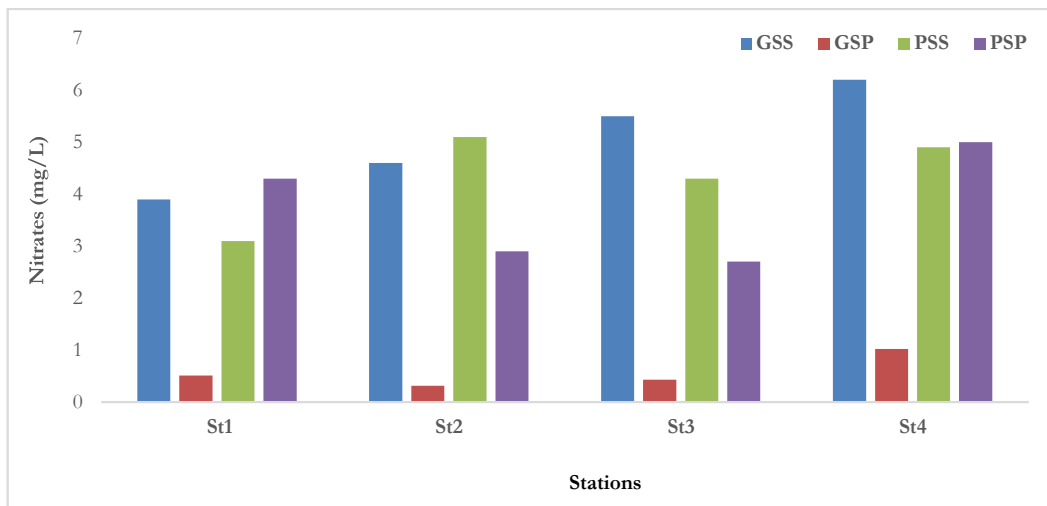


Figure 4 : Variation spatio-temporelle des teneurs en nitrates des eaux lagunaires

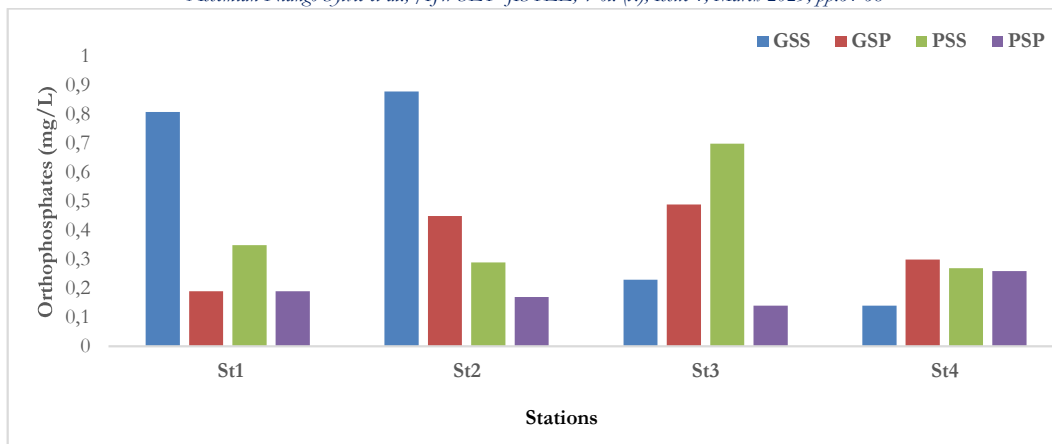


Figure 5 : Variation spatio-temporelle des teneurs en orthophosphates des eaux lagunaires

Éléments traces métalliques

Les figures 6, 7 et 8 montrent respectivement les teneurs en plomb, en arsenic et en cadmium des eaux de la lagune Ébrié au Plateau, à Cocody, à Koumassi et Zimbabwe (Port-Bouët).

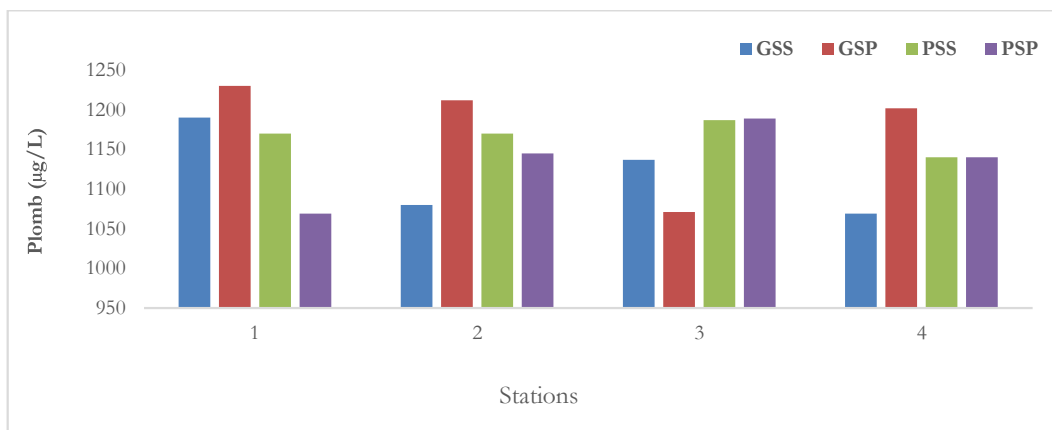


Figure 6 : Variations spatio-temporelles des teneurs en plomb des eaux de la lagune Ébrié

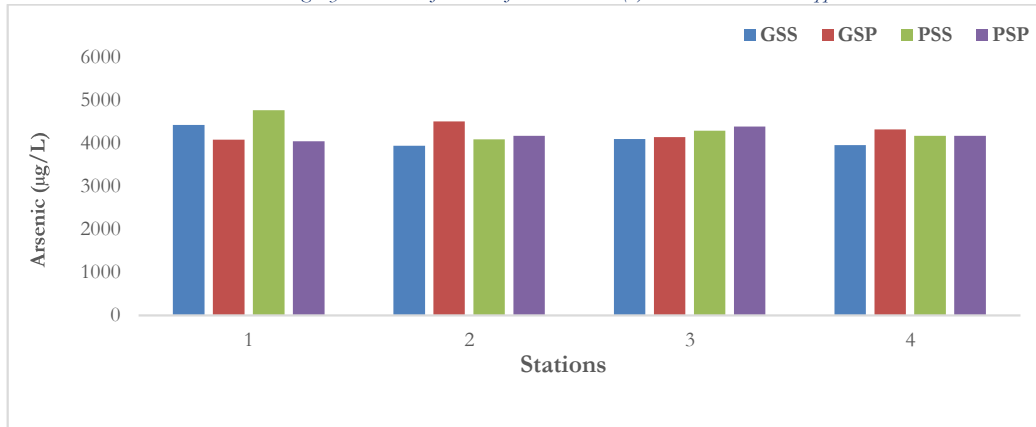


Figure 7 : Variations spatio-temporelles des teneurs en arsenic des eaux de la lagune Ébrié

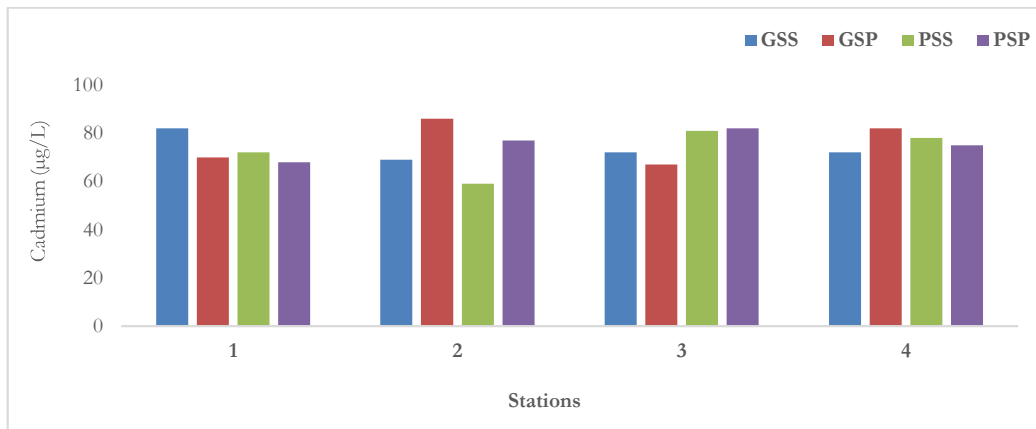


Figure 8 : Variations spatio-temporelles des teneurs en cadmium des eaux de la lagune Ébrié

Les concentrations en plomb dans les eaux lagunaires varie de 1069 µg/L dans les stations 1 et 4 respectivement en petite saison des pluies (PSP) et en grande saison sèche (GSS) à 1230 µg/L dans la station 1 en grande saison des pluies (GSP) (Figure 6). La station 1 en grande saison des pluies se singularise par la concentration la plus élevée en plomb (1230 µg/L). En dehors de cette concentration maximale, d'autres stations présentent également des concentrations élevées : c'est le cas des stations 2 et 4 en grande saison des pluies (GSP) avec des valeurs respectives de 1212 µg/L et 1202 µg/L. Ces concentrations élevées en plomb pourraient être dues à une forte pression anthropique (activités domestiques et industrielles, densité du trafic lagunaire). [10] ont également rapporté de fortes concentrations en plomb dans eaux de lagunes proches des habitations et des zones industrielles dans les sédiments de l'île de Sabah Borneo. Ces résultats montrent que les concentrations en plomb des eaux de lagune de la zone étudiée sont largement au-dessus de la valeur seuil de 50µg/L (Arrêté interministériel N° 0168/MSHP/MINEF du 03.08.2020).

Les concentrations en arsenic sont comprises entre 3939 µg/L en grande saison sèche à la station 2 et 4764 µg/L à la station 1 en petite saison sèche (Figure 7). Ces valeurs maximales pourraient s'expliquer par l'intensité du trafic lagunaire et par les eaux usées domestiques et industrielles. Elles sont élevées comparativement à la valeur seuil de 100 µg/L (Arrêté interministériel N° 0168/MSHP/MINEF du 03.08.2020). [9] ont rapporté des concentrations en arsenic dans l'estuaire Yalujiang, en Chine inférieures à celles obtenues dans la présente étude.

Les concentrations en cadmium ont varié de 59 à 86 µg/L dans la station 2 respectivement en petite saison sèche et en grande saison des pluies. Des concentrations élevées sont enregistrées à la station 1 en grande saison sèche, à la station 3 en petite saison sèche et en petite saison des pluies et à la station 4 en grande saison des pluies et en petite saison sèche. Ces valeurs élevées de cadmium dans les eaux de la lagune Ébrié pourraient s'expliquer par les effluents domestiques et industriels, par les eaux de ruissellement à la suite des précipitations et par l'intensité du trafic lagunaire. Toutes les concentrations de cadmium obtenues sont supérieures à la valeur limite 5 µg/L (Arrêté interministériel N° 0168/MSHP/MINEF du 03.08.2020). Ce résultat suggère que le cadmium présente un risque important pour les organismes aquatiques tels que les poissons. La concentration de cadmium (0,99 µg/L) rapportée par [8] dans les secteurs (I, II et III) de la lagune Ébrié est inférieure à celles obtenues dans la présente étude. Comparativement aux concentrations de plomb, de cadmium et d'arsenic (moyennes 3,40 µg/L, 10,97 µg/L et 7,30 µg/L respectivement) rapportées dans les secteurs IV et V de la lagune Ébrié par [14], les teneurs de ces éléments traces métalliques dans cette étude sont très élevées. Nos résultats montrent que les eaux lagunaires dans la zone de cette étude sont polluées.

CONCLUSION

Les valeurs de température et de salinité des eaux de la lagune Ébrié dans les secteurs du Plateau, de Cocody, de Koumassi et de Zimbabwe (Port-Bouët) sont caractéristiques des eaux lagunaires ivoiriennes. Les températures des eaux lagunaires sont minimales en petite saison sèche qui coïncide avec la période d'upwelling tandis que les valeurs de salinité sont maximales. En outre il existe un gradient croissant de salinité des eaux lagunaires des stations les plus continentales vers celles proches du canal de Vridi.

En ce qui concerne les éléments nutritifs, les eaux de la lagune Ébrié ont des teneurs élevées en nitrates et en orthophosphates au cours des saisons sèches.

Les éléments traces métalliques tels que le plomb, l'arsenic et le cadmium sont présents dans les eaux de la lagune Ébrié. Les valeurs sont au-dessus des normes ivoiriennes (Arrêté interministériel N° 0168/MSHP/MINEF du 03.08.2020) qui sont 50 µg/L pour le Plomb, 100 µg/L pour l'Arsenic et 5,0 µg/L pour le Cadmium. Ces éléments traces métalliques constituent donc une menace pour la vie aquatique et pour l'homme.

Références

- [1] Abboudi, A., Tabyaoui, H., El Hamichi, F., Benaabidate, L., & Lahrach, A. 2014. Étude de la qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassinversant de Guigou, Maroc. *European Scientific Journal*, 10(23). ISSN : 1857-7881.
- [2] Ayénan M., Kouamé V., Koffi M., Ahmed A., Abiba S., et Boua C., 2019. Évaluation de la contamination des eaux de la lagune Ebrié (Zones IV et V), Côte d'Ivoire en arsenic, plomb et cadmium: variations spatio-temporelles et risques sanitaires. International Formulae Group. All rights reserved. 8124-IJBCS. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.45>.
- [3] Assemian-Niango S., 2017. Étude de la qualité chimique des eaux et contamination par les esters de l'acide phtalique des sédiments d'une lagune tropicale: Lagune Aby (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat à l'Université Nangui Abrogoua, 165 p.
- [4] Beriala B. & Belhani S. 2021. Élimination des métaux lourds par l'utilisation d'un nano-adsorbant à base de la biomasse. Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, 66p.
- [5] Irié Bi T., Aka Na., Kando A., Coulibaly A., et Monde S., 2019. Enrichissement des sédiments de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) en éléments traces métalliques (ETM) : influence sur la qualité des sédiments et les organismes benthiques. *Journal of Applied Biosciences* 142: 14448 – 14463. ISSN 1997-5902.
- [6] Kakou C., Koffi M., Stephane M., N'Guessan L., Albert T., 2018. Distribution trends and ecological risks of arsenic and trace metals in wetland sediments around gold mining activities in central-southern and southeastern Côte d'Ivoire. *Journal of Geochemical Exploration*. GEXPLO 6126. DOI: 10.1016/j.gexplo.2018.03.013.
- [7] Kamagaté, M. 2017. Distribution du phytoplancton dans la lagune Ouladine, Grand-Bassam (Côte d'Ivoire) [Mémoire de Master]. Université Félix Houphouët-Boigny, 56 p.
- [8] Kouassi, NLB, Yao KM, Trokourey A, Soro B. 2015. Distribution, Sources, and Possible Adverse Biological Effects of Trace Metals in Surface Sediments of a Tropical Estuary. *Environmental*.
- [9] Li H, Lin L, Ye S, Li H, Fan J. 2017. Assessment of nutrient and heavy metal contamination in the seawater and sediment of Yalujiang Estuary. *Mar. Pollut. Bull.*, 117(1-2): 499-506. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.069.

- [10] Praveena SM, Aris AZ, Radojevic M. 2010. Heavy metals and source in intertidal mangrove sediment of Sabah Borneo. *Island Environment Asia*, (3): 79-83.
- [11] Rodier, J., 2005. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles et eaux résiduaires et eaux de mer (8e éd.). Dunod, Paris.
- [12] Seu-Anoï, N., 2012. Structuration spatiale et saisonnière des phytoplanctoniques et variabilité des facteurs abiotiques dans trois complexes lagunaires de la Côte d'Ivoire (Aby, Ébrié, Grand-Lahou) [Thèse Unique]. Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire, 135 p
- [13] Tchaa D., 2021. Evaluation de la contamination des éléments traces dans les eaux et sédiments de la lagune de Lomé et bioaccumulation chez deux espèces de poisson. Doctorat de l'Université de Toulouse délivré par : Institut National Polytechnique de Toulouse (Toulouse INP) Discipline ou spécialité : Ecologie Fonctionnelle. 181p
- [14] Togbé A. M. O., K. V. Kouamé ; K. M. Yao, A. A. Ouattara, A. S. Tidou et B. C. Atsé, 2019. Évaluation de la contamination des eaux de la lagune Ebrié (Zones IV et V), Côte d'Ivoire en arsenic, plomb et cadmium: variations spatio-temporelles et risques sanitaires. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. Available online at <http://www.ifgdg.org> *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(2): 1162-1179, April 2019 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print) .
- [15] Waseem A., Arshad J., Iqbal F., Sajjad A., Zahid M., et Murtaza G., 2014. Pollution Status of Pakistan: A Retrospective Review on Heavy Metal Contamination of Water, Soil, and Vegetables. *BioMed Research International*. Volume 2014, 29 pages.
- [16] Wognin A., Yao M., Fori J., Ané M., Aoua S., Sylvain M., et Kouamé A., 2017. Les éléments traces métalliques dans la lagune Ebrié : distribution saisonnière, niveau de contamination et qualité environnementale des
- [17] sédiments. *International Formulae Group*. All rights reserved. 2835-IJBCS. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.30>