

Suivi de la qualité des eaux de la lagune Ébrié dans le district d'Abidjan-Côte d'Ivoire : Contrôle des polluants organiques Pesticides et Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Konan Jean-Marie Kouakou

Laboratoire des Sciences de l'Environnement, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire
Direction de l'Évaluation et du Patrimoine Hydraulique-Direction Générale des Ressources en Eau-Ministère des Eaux et Forêts, Abidjan, Côte d'Ivoire

Sylvie Assemian-Niango

Centre de Recherches Océanologiques (CRO) Abidjan, Côte d'Ivoire

Kouamé Auguste Kouassi

Laboratoire de Géosciences, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire

Marius Pokou Yao Kolia

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

Approved: 07 September 2026

Posted: 09 September 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Kouakou, K.J.-M., Assemian-Niango, S., Kouassi, K.A., & Kolia, M.P.Y. (2026). *Suivi de la qualité des eaux de la lagune Ébrié dans le district d'Abidjan-Côte d'Ivoire : Contrôle des polluants organiques Pesticides et Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2026.p173>

Résumé

Cette étude se propose d'évaluer le niveau de contamination des eaux de la lagune Ébrié par les polluants organiques tels que les pesticides et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et ce afin de contribuer à la mise en place d'une base de données relative à la qualité de cette eau. Des échantillons d'eau ont été prélevés au niveau de quelques sites de cette lagune puis analysés. Les pesticides et les HAP ont été extraits par la méthode de purification sur colonne octadécylrique (C₁₈) et quantifiés par chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP). L'analyse des résultats révèle une variation des concentrations en polluants mesurées

au niveau de cette lagune. Le métamitron est présent dans presque tous les sites de surveillance avec des concentrations comprises entre 0,097 mg/L et 0,121 mg/L, supérieures à la norme fixée à 0,1 µg/L (Union Européenne (U.E.)). La concentration en atrazine mesurée est de 0,11 mg/L, supérieure à la norme 0,005 mg/L (*Conseil canadien des Ministres de l'Environnement (CCME)*, 2002). En ce qui concerne les HAP, Les valeurs du Benzo (a) pyrène et Benzo (g,h,i) pérylène sont supérieures à la norme $3,8 \cdot 10^{-6}$ mg/L (United States Environmental Protect Agency (U.S.EPA 2006a)). Les eaux de cette lagune sont par conséquent polluées et pourraient constituer une menace pour la faune aquatique et les populations environnantes.

Mots-clés : Lagune Ébrié, Côte d'Ivoire, Pesticides, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), Contamination

Monitoring of the Water Quality of the Ébrié Lagoon in Abidjan District, Côte d'Ivoire: Control of Organic Pollutants, Pesticides and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PHA)

Konan Jean-Marie Kouakou

Laboratoire des Sciences de l'Environnement, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire
Direction de l'Évaluation et du Patrimoine Hydraulique-Direction Générale des Ressources en Eau-Ministère des Eaux et Forêts, Abidjan, Côte d'Ivoire

Sylvie Assemian-Niango

Centre de Recherches Océanologiques (CRO) Abidjan, Côte d'Ivoire

Kouamé Auguste Kouassi

Laboratoire de Géosciences, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire

Marius Pokou Yao Kolia

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

Abstract

This study aims to assess the level of contamination of the “Ébrié” lagoon with pesticides and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in order to contribute to the establishment of a database on the quality of the waters of this lagoon. Water samples were taken at several sites in the lagoon and analyzed. Pesticides and PHA were extracted by the octadecyl (C18) column purification method and quantified by High-Performance Liquid

Chromatography (HPLC). The analysis of results reveals a variation in concentrations of pollutants measured in this lagoon. Metamitron is present in almost all monitoring sites with concentrations ranging between 0.097 mg/L and 0.121 mg/L, exceeding the standard set at 0.1 µg/L (E.U.). The measured concentration of atrazine is 0.11 mg/L, exceeding the standard of 0.005 mg/L (CCME, 2002). Concerning PAH, the values of Benzo(a)pyrene and Benzo(g,h,i) perylene are above the standard of 3.8×10^{-6} mg/L (U.S. EPA 2006a). The study shows that the waters of this lagoon are polluted and could pose a threat to the aquatic fauna and the surrounding populations.

Keywords: « Ébrié » lagoon, Côte d'Ivoire, Pesticides, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH), Contamination

Introduction

L'eau disponible pour les humains et aussi pour le reste de l'écosystème, représente moins de 1% du volume total d'eau douce sur terre (Chebli, 2012). La pollution de cette ressource due aux activités anthropiques constitue un problème environnemental majeur car elle provoque non seulement la dégradation de la qualité de l'eau mais aussi menace la vie des organismes aquatiques et celles des humains (Togbé et al., 2019). En effet, ces activités génèrent divers types de polluants qui sont la plupart du temps rejetés sans traitement préalable (Kambiré *et al.*, 2014). L'un des phénomènes les plus alarmants est la croissante accumulation de substances récalcitrantes difficilement biodégradables dans les eaux (Chebli, 2012).

La lagune Ébrié, un des écosystèmes aquatiques les plus importants de la Côte d'Ivoire en raison de ses valeurs écologiques et ses exploitations aquacoles n'échappe pas à ce type de pollution. Elle est le réceptacle des eaux usées domestiques et industrielles (Toulé et al., 2017). Outre ces rejets (domestiques et industriels), le lessivage des sols agricoles intervient également dans la pollution de cette lagune (Kambiré et al., 2014 ; Touré *et al.*, 2018). D'ailleurs, plusieurs études menées au niveau de cette lagune ont rapporté une contamination fécale (Akpo et al. 2016 ; Yoboué et al., 2018) et une contamination par les pesticides (Yao et al., 2020) et par les HAP (Soro et al., 2010 ; Assemian-Niango et al., 2024). Les conséquences de ces contaminations sur ce milieu lagunaire sont multiples, notamment son eutrophisation qui se manifeste par un développement massif d'algues, une coloration des eaux, des mauvaises odeurs (Kambiré et al., 2014 ; Touré et al., 2018) et la mortalité d'organismes aquatiques dans certains secteurs de cette lagune (Boni, 2017). Vue l'impact de la pollution de la lagune Ébrié, il s'avère nécessaire de trouver des solutions afin de préserver non seulement la qualité de ses eaux mais aussi la faune aquatique et la santé des populations. La connaissance de l'état sanitaire de cette lagune étant d'une

importance capitale, l'objectif de cette étude est par conséquent de déterminer les teneurs en quelques molécules de pesticides et d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) des eaux de la lagune Ébrié.

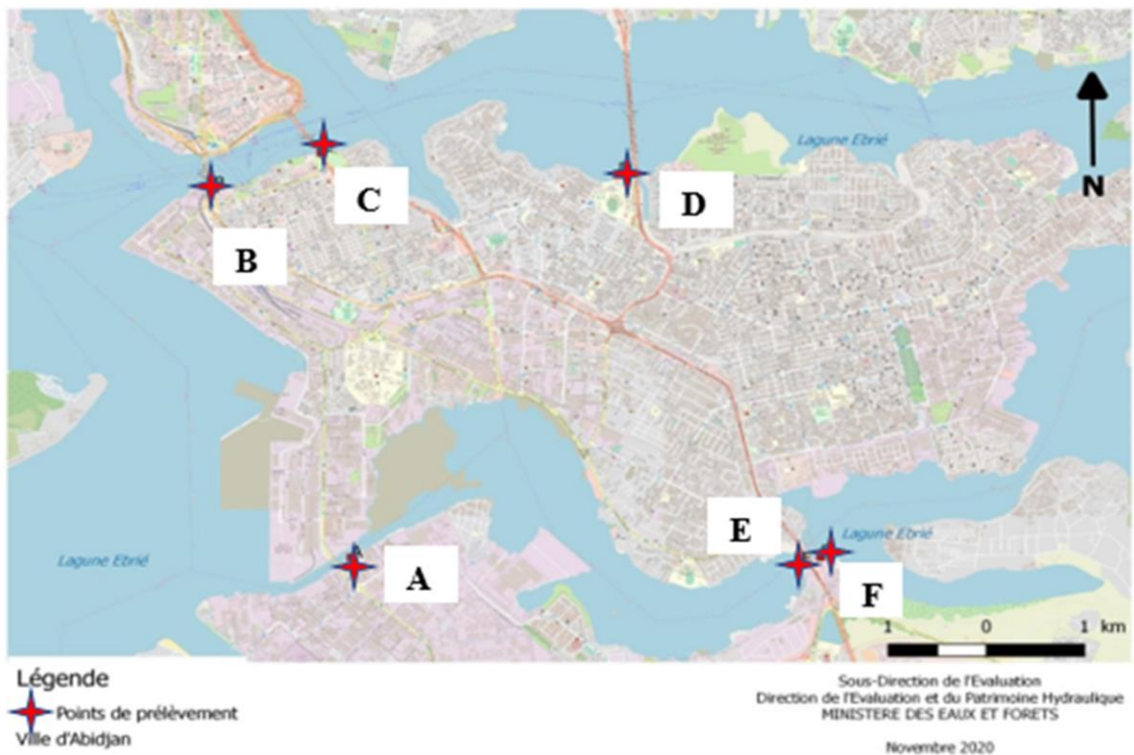
Méthodologie

Produits chimiques

Tous les solvants utilisés au laboratoire pour l'extraction des pesticides et HAP sont de qualité analytique et ceux utilisés pour l'injection à la chromatographie sont de qualité HPLC. Les étalons analytiques des molécules de pesticides proviennent de chez Dr Ehrenstorfer GmbH (Augsbourg, Allemagne). Tandis que les cartouches SPE ont été achetées à MAERCK, Allemagne. L'eau de qualité HPLC provient de Honeywell International Inc. (Morristown NJ, USA).

Échantillonnage

Il s'agissait d'un échantillonnage portant sur les eaux de surface conformément à la norme ISO 5667-1. L'échantillonnage a consisté à réaliser des prélèvements au niveau de six (6) sites de surveillance de la lagune Ébrié (figure 1). Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une bouteille Niskin de capacité 1 litre. Les échantillons d'eaux prélevés ont été transvasés dans des bouteilles appropriées avec des réactifs de conservation selon la norme ISO 5667-3. Ils ont été par la suite rangés dans des glacières contenant des packs à glace pour être acheminer au laboratoire. Au total dix-huit (18) échantillons ont été obtenu soit trois (3) prélèvements par site. Les différentes coordonnées GPS des sites de prélèvements identifiés sont indiquées dans le Tableau 1.

Figure 1 : Sites de prélèvement et de surveillance de la lagune Ébrié

La figure 1 présente les sites de prélèvement des échantillons d'eaux sur la lagune Ébrié. Ces sites sont marqués par les points en rouge et matérialisés par les lettres A, B, C, D, E et F.

Tableau 1 : Coordonnées des sites de prélèvement sur la lagune Ébrié

Points de prélèvement	Latitude N (en mètre)	Longitude O (en mètre)	Sites identifiés
A	0582893	0388535	Pont Vridi
B	0587065	0387141	Pont FHB
C	0587478	0388237	Pont de Gaulle
D	0587221	0391263	Pont HKB
E	0582814	0393121	Koumassi, carrefour Akwaba 1
F	0582896	0393321	Koumassi, Gare Pinasse

Le Tableau 1 présente les coordonnées géographiques des sites d'échantillonnage de la figure 1. Ces sites sont également nommés par des repères très connus.

Protocole d'analyse des échantillons

Les analyses des échantillons se sont faites à l'aide de différents équipements et méthodes.

Extraction et analyse des Pesticides

La méthode d'extraction des pesticides faite à partir d'échantillons d'eau brute est dérivée de celle utilisée par Aké et al. (2020) et Ahmed (2001). Dans ce protocole, l'extraction des pesticides s'est faite par la méthode de purification sur colonne octadécylique (C₁₈). Cinq cents millilitres (500 ml) d'eau ont été d'abord transvasés dans une ampoule à décanter. Par la suite 50 ml de dichlorométhane ont été ajoutés et l'ampoule a été agitée vigoureusement. Après un temps de décantation, la phase organique a été filtrée et recueillie dans un ballon à col rodé. À l'aide d'un rotavapor, cette phase organique a été évaporée à sec puis 10 ml d'hexane ont été ajoutés pour la purification sur colonne C₁₈. Pour cette purification, la cartouche C₁₈ a été activée avec 10 ml de méthanol. L'extrait est récupéré avec l'hexane et passé sur la colonne C₁₈ qui est asséchée par la suite. Les pesticides retenus par la cartouche ont été décochés avec 5 ml de méthanol puis transvasés dans un vial pour la quantification des molécules de pesticides à l'aide d'un HPLC de marque SHIMADZU, modèle LC-20AT équipé d'un DGU-20A5 dégazeur, un détecteur UV/Visible de marque SHIMADZU, modèle SPD-20A et un injecteur modèle SIL-20A. Le dispositif permet une détection ultra-violette à des longueurs d'onde variables et permet d'obtenir des gradients de solvants avec une pompe.

De plus, avec un logiciel (solution LC), il contrôle l'ensemble du système et assure l'acquisition des données. La séparation a été réalisée sur une colonne analytique de type VP-ODS, de 154 mm de longueur et de 4,6 mm de diamètre interne avec une pré-colonne de garde de 10 x 4,6 mm La phase mobile utilisée est constituée d'un mélange d'acétonitrile (A) et de l'eau ultra pure (E) (acétonitrile/eau (20/80)) avec un débit de 1 ml/min et la température de la colonne est de 40°C.

Les injections sont réalisées automatiquement avec un volume de 20 µl. Les pesticides ont été déterminés par un test UV/visible détecteur avec une longueur d'onde programmable.

Extraction et analyse des HAP

Les HAP ont été extraits par le même protocole que celui des résidus de pesticides ; cependant les conditions analytiques diffèrent.

La longueur d'onde est fixée à 280 nm, le débit à 0,5 ml/min, la durée d'analyse est à 20 minutes. La température du four est réglée à 40°C et le détecteur est de type SPD-20A (UV). La phase stationnaire est composée d'une colonne de type Shim pack VP-ODS (250 L x 4,6 mm). La phase

mobile contient en (A) l'Acétonitrile de qualité HPLC 80(%) et en (B) l'eau bi-distillée de qualité HPLC 20 (%).

Résultats

Résultats de l'analyse des pesticides

Les concentrations en pesticides mesurées au cours de cette étude sont présentées dans le Tableau 2.

Au niveau des six (6) points de prélèvement, sur un total de 7 pesticides recherchés (Organochlorés, Triazines, Triazinones, Pyréthrénoïdes, herbicides dérivés de l'urée + carbamates, Rodenticides) seuls le métamitron, herbicide appartenant à la famille des triazinones et l'atrazine qui est une triazine ont été détectés. Le métamitron est présent dans presque tous les sites de surveillance avec des concentrations comprises entre 0,097 mg/L et 0,121 mg/L et des teneurs supérieures à la norme fixée à 0,1 µg/L (U.E.). Les concentrations en métamitron varient donc très peu d'un point à l'autre. La concentration en atrazine mesurée est de 0,11 mg/L, teneur supérieure à la norme 0,005 mg/L (CCME, 2002). Quant aux molécules recherchées au niveau des autres familles (Oganophosphorés, Pyréthrénoïdes, herbicides dérivés de l'urée + carbamates et Rodenticides), leur teneur était soit inférieure à la limite de quantification (0,0022 mg/L) soit non définie.

Tableau 2 : Résultats des concentrations en mg/L de résidus de pesticides par groupe dans l'eau des différents sites d'étude

Groupe de pesticides	Koumassi1	Koumassi 2	Pont FHB	Pont de GAULLE	Vridi	Pont HKB
Organophosphorus	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Triazines	0,11±0,004	ND	ND	ND	ND	ND
Triazinones	0,097±0,002	ND	0,121±0,002	0,100±0,003	0,110±0,003	0,120±0,02
Pyréthrénoïdes	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Herbicides dérivés de l'urée + carbamates	<LQ	ND	<LQ	ND	<LQ	<LQ
Rodenticides	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND : Non détecté ; LQ : Limite de quantification

Le Tableau 2 présente les concentrations des pesticides recherchés dans les eaux des différents sites d'échantillonnage. Sept (7) pesticides ont été recherchés dans ces eaux.

Résultats des analyses des HAP

Les concentrations en HAP obtenues après analyse des échantillons d'eau sont consignées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Résultats des concentrations HAP (mg/L) recherchés dans l'eau des différents sites

Type HAP	Koumassi 1	Koumassi 2	Pont FHB	Pont DE GAULLE	Vridi	Pont HKB
Fluoranthène	0,073±0,012	ND	ND	0,075±0,012	ND	0,081±0,044
Pyrène	ND	4,57±0,052	0,308±0,030	ND	0,336±0,066	ND
Benzo (k) fluoranthène	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo (a) pyrène	<LQ	0,82±0,040	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Indeno(1,2,3-cd) pyrène	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo (g,h,i) pérylène	ND	0,85±0,022	ND	ND	ND	ND
Benzo (a)anthracène	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo (b) fluoranthène	<LQ	ND	ND	ND	ND	ND

Les concentrations des HAP sont présentées en fonction des sites d'échantillonnage.

Huit (8) HAP parmi les seize (16) qui sont considérés comme prioritaires par U.S.EPA ont été recherchés dans les échantillons d'eaux. Le Fluoranthène et le pyrène sont les plus présents sur plusieurs sites. Les valeurs obtenues varient entre 0,073 et 0,081 mg/L pour le fluoranthène et entre 0,308 et 4,57 mg/L pour le pyrène. Le Benzo (g,h,i) pérylène et le Benzo (a) pyrène ont été quantifiés dans un seul site (Koumassi 2, gare pinasse). Leurs concentrations sont respectivement 0,85 mg/L $\pm$ 0,022 et 0,82 $\pm$ 0,040 mg/L. Les valeurs du Benzo (a) pyrène et Benzo (g,h,i) pérylène sont supérieures à la norme $3,8 \cdot 10^{-6}$ mg/L (U.S.EPA 2006a).

Discussion

La présence de pesticides dans ces échantillons d'eau de la lagune Ébrié pourrait s'expliquer par l'utilisation des produits phytosanitaires dans les activités de pêche et agricoles. En effet, une étude réalisée par Yao et al. (2018) indique que l'implantation de plantations industrielles et les activités anthropiques effectuées dans cette zone seraient à l'origine d'une pollution par les pesticides. Selon Keddal et N'Dri (2007), l'utilisation abusive de pesticides en agriculture les conduit vers le milieu aquatique par ruissellement et lessivage des terres agricoles. Idem pour Koffi et al. (2014) qui, lors d'études environnementales réalisées au niveau de la lagune Ébrié, ont révélé que les eaux de cette lagune sont menacées de pollution par les eaux de ruissellement en provenance des terres agricoles environnantes.

Parmi les huit HAP recherchés, seuls quatre ont été détectés (Fluoranthène, Pyrène, Benzo (a) pyrène, et Benzo (g,h,i) pérylène) avec une présence plus importante du fluoranthène et du pyrène au niveau des sites

d'échantillonnage. La présence de ces molécules (HAP) dans cette lagune serait liée à l'élimination et la combustion de déchets, à la production de charbon, aux trafics routier et maritime. Selon une étude du Bureau National d'Études Techniques et de Développement (BNETD) (2018), cette contamination par les HAP pourraient résulter des combustions incomplètes de matières organiques d'origine naturelle et/ou anthropique (feux de forêts ou de brousses, bois, charbon, etc.) des échappements des véhicules à moteurs (trafic routier, bateaux, hors bords, etc.), des rejets diffus ou accidentels (fuite de carburants et autres huiles issues des véhicules à moteurs, du déversement accidentel de produits pétroliers lors de leur transport ou de leur transvasement, etc.), des déchets urbains ou industriels acheminés par les pluies et les eaux de lessivage. Ces mêmes observations ont été faites par Kouakou et al. (2015) au niveau de la lagune de Grand-Lahou. Selon ces auteurs, les sources possibles de HAP sont les déversements d'hydrocarbures et de carburants des navires et bateaux de pêche, la combustion de déchets, l'élimination des déchets domestiques et surtout la production de charbon de bois sur les rives de la lagune. Ce constat a également été fait par Ayenon (2017). Selon cet auteur, la contamination par les HAP serait non seulement liée aux rejets illicites dus aux opérations de ballast mais aussi aux résidus d'huiles des bateaux faisant le trafic en mer qui atteignent par la suite les lagunes. En outre la présence du Benzo (a) pyrène et Benzo (g,h,i) pérylène au niveau de Koumassi pourrait s'expliquer par la présence des pinasses dans cette localité. Assemian-Niango et al. (2024) ont également trouvés ces HAP dans les eaux de la lagune Ébrié au niveau de la zone du Port Autonome d'Abidjan..

Conclusion

L'objectif de la présente étude était de déterminer les teneurs en quelques molécules de pesticides et d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) des eaux de la lagune Ébrié.

Cette étude a permis de connaître l'état qualitatif des eaux de la lagune Ébrié et les sources potentielles de pollution. Le métamitron, herbicide appartenant à la famille des triazinones et l'atrazine qui est une triazine ont été détectés. En outre, le métamitron est présent dans presque tous les sites de surveillance. En ce qui concerne les HAP, le fluorentène, et le pyrène sont les plus présents. Le Benzo (g,h,i) pérylène et le Benzo (a) pyrène ont été quantifiés dans un seul site (Koumassi 2, gare pinasse). Les teneurs en pesticides et HAP variant d'un site d'échantillonnage à un autre sont supérieures aux normes au niveau de quelques sites. Les eaux de la lagune Ébrié sont par conséquent polluées et représentent ainsi un danger pour l'environnement aquatique et un risque sanitaire pour la population riveraine.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Aké, Assi. Y., Gnonsoro, U. P., Kouakou, K. J-M, Kpan Kpan, K. G., Biégo. G. H. & Gningninri, H. A-M. L. (2020). 'Pesticide Residues in Pineapple Juice in Abidjan, Côte D'ivoire Academic Journal of Chemistry' ISSN(e): 2519-7045, ISSN(p): 2521-0211, Vol. 5, Issue. 7, pp: 91-97, 2020
2. Ahmed, F. E., (2001). "Analyses of pesticides and their metabolites in foods and drinks." *Trends Anal.Chem.*, vol. 20, pp. 649-661.
3. Akpo; S. K., Ouattara, P. J. M., Eba, M. G., Ouffouet S. & Coulibaly, L. (2016). État de la pollution fécale dans les baies de la lagune Ebrié (Banco, Cocody et M'Badon) à Abidjan, Côte d'Ivoire. *Journal of Materials and Environmental Science*, 7 (2): 621-630
4. Assemian-Niango, S., K.J-M Kouakou, A.A.L. Achy, C.A. Aka. (2024). Contamination par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) des eaux de la lagune Ébrié : zone du port autonome d'Abidjan. *Revue trimestrielle en Sciences Sociale (RSS)-Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES)*.1079-1098
5. Ayenon, S. F. (2017). Déversements pétroliers accidentels et/ou intentionnels et leurs impacts sur les activités socio-économiques au large des côtes Ivoiriennes. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, n°2.
6. BNETD (2018). Projet d'aménagement du carrefour akwaba dans la commune de Port-Bouët – Abidjan PP 85.
7. Boni, L (2017). Diversité et structure des peuplements des poissons de deux secteurs lagunaires : cas des secteurs IV et V de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan
8. CCME, 2002. Recommandation canadienne pour la qualité de l'environnement, mise à jour 2, novembre 2002 Winnipeg- le conseil.
9. Chebli, D. (2012). Traitement des eaux usées industrielles : Dégradation des colorants azoïques par un procédé intégré couplant un procédé d'oxydation avancée et un traitement biologique. Thèse de Doctorat, Université Ferhat Abbas, Algérie, 167 p.

10. Kambiré, O., Adingra, A. A., Eblin, S. G., Aka, N., Kakou, A. C. & Koffi-nevry, R. (2014). Caractérisation des eaux d'une lagune estuarienne de la Côte d'Ivoire : la lagune Aby. *Larhyss Journal*, 20 : 95-110.
11. Keddal, H. & N'dri, Y.J. (2007). Impacts de l'intensification agricole sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, *Revue HTE* 138 : 15
12. Koffi, K., N'Go, Y. A., Yeo, K. M., Koné, D. & Savané I. (2014). Détermination des périmètres de protection de la lagune Aghien par le calcul du temps de transfert de l'eau jusqu'à la lagune. *Larhyss Journal*, 19 : 19-35.
13. Kouakou, R., Kouassi, A. M., KWA-KOFFI, E. K., Gnonsoro, U. P. & Trokourey, A. (2015). Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in a tropical coastal lagoon (Grand-Lahou lagoon, Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(2): 1120-1129.
14. Soro, N., L. Ouattara, K. Dongo, E. K. Kouadio, E. K. Ahoussi, G. Soro, M.-S. Oga, I. Savané & Biemi J. (2010). Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire : sources potentielles de pollution des eaux souterraines. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. Available online at <http://ajol.info/index.php/ijbcs> *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(6): 2203-2219, December 2010,ISSN 1991-8631.© 2010 *International Formulae Group*. All rights reserved. Original Paper <http://indexmedicus.afro.who.int>
15. Togbé, A. M. O., Kouamé, K. V., Yao, K. M., Ouattara, A. A., Tidou, A. S. & Atsé B. C. (2019). Évaluation de la contamination des eaux de la lagune Ébrié (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*, 13 (2): 1162-1179.
16. Toulé, A. C., Adingra, A. A., Kouadio-n'gbesso, N., Kambiré, O., Koffi-nevry R. & Koussemon M. (2017). Caractérisations physico-chimiques et bactériologiques des eaux des stations aquacoles de Layo et de Jacquerville (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 11 (6): 2842-2855.
17. Touré, M., N'guessan, A. Y. & Konan, E. K. (2018). Étude géochimique des sédiments superficiels d'une baie lagunaire et son impact sur l'environnement : Cas de la baie d'Abouabou (lagune Ébrié; Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 12 (5) : 2371-2380.

18. U.S. Environmental protect Agency (U.S.EPA). (2006a): National recommanded water quality criteria office of water, office of science and technology.
19. Yao, K. S., Kouamé, K. V., Yao, K. M., Atse, B. C., Trokourey, A. & Tidou, A. S. (2018). Contamination, distribution et évaluation des risques écologiques par les pesticides dans les sédiments de la lagune Ebrié, Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 14 (6) : 400 – 412.
20. Yao, K. S., Atsé, B. C. & Trokourey, A. (2020). Évaluation de l'impact de la contamination aux pesticides des eaux, sur les poissons et la santé de l'Homme, des secteurs IV et V de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Sciences des Structures et de la Matière*, 2 : 59 – 74.
21. Yoboué, K. P., Aboua, B. R. D., Berté, S., Coulibaly, J. K, Ouattara, N. I. & Kouamelan, E. P. (2018). Impacts des exploitations piscicoles en cages flottantes sur la structure des macroinvertébrés benthiques de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (2): 769-780.