

la production d'un composé solide noir qui est le biochar. La porosité du biochar obtenu lui confère une surface spécifique de 420 m²/g qui conduit à de grandes capacités d'adsorption : c'est en quelque sorte un réservoir qui peut stocker jusqu'à deux fois et demie son volume en eau. Quand la plante a besoin d'eau, pendant les périodes de sécheresse, elle ira la chercher dans ce que le biochar a stocké. Le biochar est aussi une solution pour la séquestration à long terme du carbone : une tonne de biochar stocke jusqu'à 3 tonnes de CO₂. L'expérience a donné des très bons résultats concernant l'amélioration des caractéristiques physicochimiques du compost et l'augmentation du rendement.

CONCLUSION

Après plusieurs années d'expériences, nos résultats ont montré que la technique de culture hors sol dans des fossées en utilisant le compost de tronc de palmier dattier seul ou amélioré par des autres additifs a donné des rendements proches de ceux de substrat commercial importé les fibres de coco et a contribué à minimiser le coût d'installation de culture d'hors sol.

Références

- [1] H. Ben Hassine, F. Bouksila, A. Mtimet, C. Zidi, Les cultures sous serres irriguées par les eaux géothermales dans le Sud Tunisien (Tozeur, Kébili et Gabès). Document méthodologique des données de base (eau et sol), (1996).
- [2] F. Tittarelli, E. Rea, V. Verrastro, JA. Pascual, S. Canali, FG. Ceglie Compost-based nursery substrates: effect of peat substitution on organic melon seedlings, *Compost Sci Util*, 17(4) (2009):220–228
- [3] A. ASIAH, I. RAZI, Y. KHANIF, M. MARZIAH, M. SHAHARUDDIN. Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust and Oil Palm Empty Fruit Bunch and the Growth of Hybrid Heat Tolerant Cauliflower Plant, *Pertanika*. *Trap. Agric. Sci.* 27(2) (2004) : 121 - 133
- [4] Davies and Hobson, The constituents of tomato fruit-the influence of environment, nutrition, and genotype, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 15 (1981) 205-280.
- [5] D.Warncke, Analyzing Greenhouse Growth Media by the Saturation Extraction Method, *HortScience*, 21 (1986) 212-223.
- [6] M.Abad, P. Noguera, V. Noguera, A. Roig, J. Cegarra, C. Paredes, Reciclado de residuos organicos y su aprovechamiento como sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura*, 19(1997): 92-109
- [7] R. Wallach, Chapter 3. Physical characteristics of soilless media in soilless culture, *Theory and Practice*. Amsterdam. Elsevier B.V, (2008) 41–116

Contamination par les pesticides organochlorés des eaux de la lagune aby (Côte d'Ivoire)

Sylvie Assemian-Niango¹Aka Ehu Camille², Aka Charles Albéric³

(1,2,3) Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Abidjan, Côte d'Ivoire

Résumé

Les activités agricoles sont souvent à l'origine de la dégradation de la qualité des eaux de surface. En vue d'évaluer l'impact ces activités sur la qualité écologique de la lagune Aby, les pesticides organochlorés ont été recherchés dans les eaux de cette lagune. Pour ce faire, des campagnes ont été menées de juillet 2020 à février 2021. Des prélèvements saisonniers d'échantillons d'eaux ont été faits en vingt (20) stations réparties sur l'ensemble du complexe Aby. La température, la salinité, le pH, la conductivité et les teneurs en oxygène dissous des eaux lagunaires ont été mesurés in situ à l'aide d'un multiparamètre de marque HANNA HI 9829 (EN 50081-1 et EN et EN 50082-1). La transparence a été mesurée au disque de Secchi. Les dosages des orthophosphates et des nitrates ont été faits à l'aide d'un spectromètre de marque HACH DR 900 (HACH, 2014). Le dosage des pesticides organochlorés a été fait par Chromatographie en Phase gazeuse de marque Agilent GC 8890. Les paramètres physico-chimiques sont caractéristiques des eaux lagunaires ivoiriennes. Les teneurs en sels nutritifs de mêmes que les concentrations en pesticides des eaux lagunaires sont élevées au cours des saisons pluvieuses. Les teneurs en pesticides des eaux lagunaires variant de 1 à 530 µg/L sont supérieures aux limites de 0,1 à 0,3 µg/L selon la norme SEQ-EAU (2003).

Key Words: lagune Aby, Pesticides organochlorés, sels nutritifs, paramètres physico-chimiques

Contamination by organochlorine pesticides of Aby lagoon's waters (Côte d'Ivoire)

Abstract:

Agricultural activities are often the cause of deterioration in the quality of surface water. In order to assess the impact of these activities on the ecological quality of Aby lagoon, organochlorine pesticides were determined in the waters of this lagoon. To do this, campaigns were carried out on the Aby lagoon from July 2020 to February 2021. Seasonal water sampling was carried out at twenty (20) stations distributed along lagoon. Temperature, salinity, transparency, pH, conductivity and dissolved oxygen contents of lagoon waters were measured in situ using HANNA HI 9829 multiparameter (EN 50081-1 et EN and EN 50082-1). Analyses of orthophosphates and nitrates ions were made using a HACH DR 900 spectrometer (HACH, 2014). The pesticides assay was done by Gas chromatography GC Agilent 8890. The physicochemical parameters are characteristic of ivorian lagoon waters. Nutrient salt contents as well as pesticide concentrations in lagoon's waters are high during rainy seasons. The concentrations of organochlorine pesticides ranging from 1 to 530 µg/L are above the regulatory limit of 1.0 to 0.3 µg/L of SEQ-EAU 2003.

Mots clés : Aby lagoon, organochlorine pesticides, nutrients, physicochemical

¹ Corresponding author asviea@yahoo.fr

Introduction

Les pesticides organochlorés sont une grande famille de pesticides utilisés en agriculture. Leur persistance dans le milieu aquatique et leurs effets toxiques sur la faune marine sont reconnus par la communauté scientifique ([1]. Ils font désormais l'objet d'une interdiction d'usage dans de nombreux pays à cause de leur grand potentiel de contamination et de risque pour la santé humaine [2] ; [3]. Ces produits sont encore utilisés dans plusieurs pays sous-développés et en voie de développement [4] par manque de ressources nécessaires pour faire respecter les lois en vigueur [5]. Étant donné que les principales régions agricoles sont situées en majorité dans les plaines côtières et dans les vallées fluviales, les pesticides sont drainés vers ces zones côtières entraînant ainsi la contamination des eaux, des organismes aquatiques et représentant ainsi un danger pour l'homme.

En Côte d'Ivoire, des études ont fait état de la présence de ces pesticides dans les lagunes Ébrié [6], Aghien et Potou [7] et de Grand-Lahou [8] ; celles portant sur les pesticides organochlorés au niveau de la lagune Aby sont très peu rapportées dans la littérature. Pourtant, les pressions agricoles sont particulièrement fortes sur les rives de cette lagune. La présente étude a donc pour objectif d'évaluer le niveau de contamination des eaux de la lagune Aby par les pesticides organochlorés.

Matériel et méthodes

Zone d'étude et stations d'échantillonnage

Située à l'extrême sud-est de la Côte d'Ivoire, entre les longitudes 2°50' et 3°21' Ouest et les latitudes 5°04' et 5°22' Nord, la lagune Aby couvre une superficie de 424 km² pour une profondeur moyenne de 3,8 m (Figure 1). Elle constitue, dans sa partie orientale, une frontière naturelle entre la Côte d'Ivoire et le Ghana [9]. La lagune Aby contient trois détroits larges de 4,5 km, 2 km et 1,25 km. Ces détroits permettent de la subdiviser en quatre parties ayant des régimes hydrologiques différents dues aux influences océaniques, fluviales et atmosphériques variables d'une partie à l'autre de l'ensemble du système lagunaire. Il s'agit du Nord au Sud et d'Ouest en Est de la lagune Aby nord et de la lagune Aby sud qui constituent la partie Aby du complexe lagunaire Aby, de la lagune Tendo et de la lagune Éhy [9]. Cette lagune renferme également de nombreuses îles dont six (6) d'entre elles (Assokomonobaha ou Assoko, Balouaté, Méha, Nyamouan, Éloamin et l'île sacrée Bosson-Assoun) constituent le parc national des îles Éhotilé [10]. La lagune Aby est alimentée par deux principales rivières forestières que sont la Bia au Nord et la Tanoé à l'Est et également par plusieurs petites rivières non moins importantes telles que l'Éholié au Nord et le Toudoum à Eplémlan. Les échanges d'eaux entre la lagune et l'océan Atlantique se font par le grau d'Assinie Mafia. Cependant ces échanges sont réduits car gênés par un ensemble de chenaux (les îles barrières) situés au niveau de la lagune Aby sud [11].

La lagune Aby est située dans la région d'Adiaké dont le climat est de type équatorial de transition caractérisé par le découpage saisonnier suivant:

- Grande saison sèche de décembre à mars;
- Grande saison des pluies d'avril à juillet;
- Petite saison sèche d'août à septembre et
- Petite saison des pluies d'octobre à novembre [12]; [13].

Les critères de choix des stations sont d'une part les zones proches de grandes agglomérations (Adiaké, Tiapoum), les exutoires des principaux affluents de la lagune (Bia, Tanoé et Éholié), les exutoires du système lagunaire Aby dans l'océan, les plantations agro industrielles et d'autre part la représentativité de l'ensemble du système lagunaire Aby (Figure 2). Ainsi, la station 1 (Eléman-M'boin) est à cheval entre les lagunes Aby Nord et Aby Sud. Les stations 2, 10 à 12 et 13 sont situées au niveau de la lagune Aby Sud. En outre, les stations 10 à 12 (Kakoukro, Angboudjou et Eboindo I, respectivement) sont situées au niveau du chenal par lequel le système lagunaire communique avec l'océan. Les stations 14 à 20 sont situées au niveau de la lagune Aby nord avec les exutoires de la Bia, de l'Éholié respectivement aux stations 16, 17 et la station 14 située à proximité de la ville d'Adiaké. Les stations 3 à 7 sont au niveau de la lagune Tendo avec l'exutoire de la Tanoé à la station 7. Les stations 8 et 9 sont quant à elles situées au niveau de la lagune Éhy.

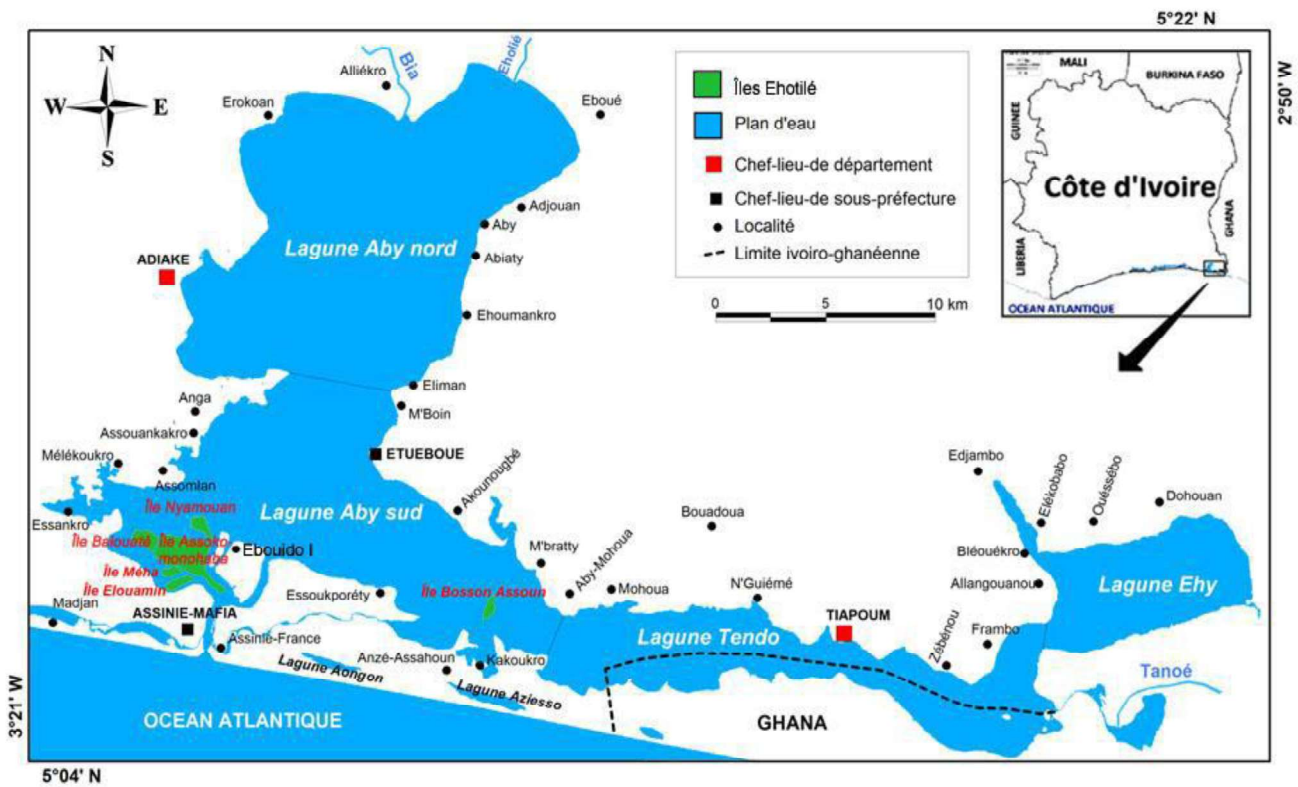


Figure. I. Présentation du système lagunaire Aby (Source: Centre de Recherches Océanologiques (CRO))

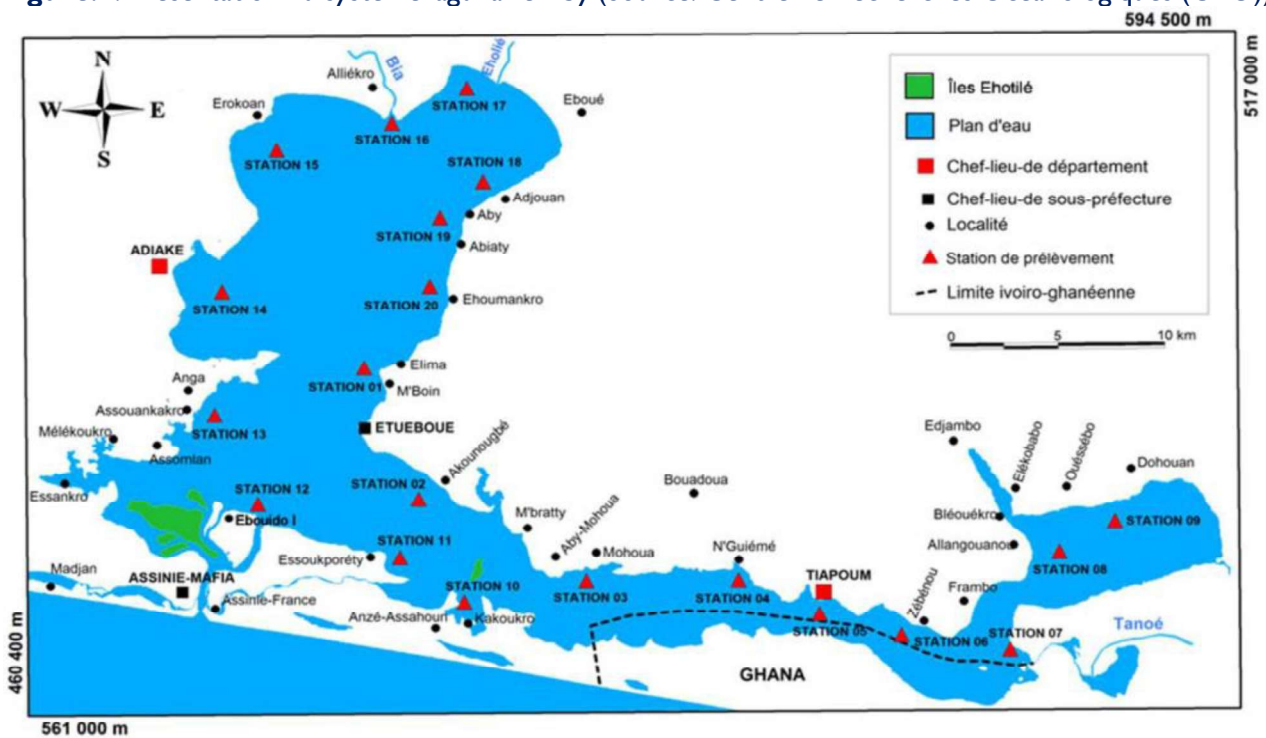


Figure 2: Stations d'échantillonnage

Les coordonnées géographiques des stations d'échantillonnages sont présentées dans le tableau I.

Tableau I: Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnages

| Noms des stations | N° stations | Coordonnées géographiques (UTM) | |
|-------------------|-------------|---------------------------------|--------|
| | | X | Y |
| Eléman-M'boin | 1 | 476200 | 578100 |
| Akounougbe | 2 | 478700 | 571600 |
| Mowa | 3 | 486500 | 567500 |
| N'guiémé | 4 | 493600 | 567500 |
| Tiapoum | 5 | 497300 | 565600 |
| Zébénou | 6 | 501100 | 564600 |
| Tanoé | 7 | 506100 | 565300 |
| Allangouanou | 8 | 508600 | 568800 |
| Quessébo | 9 | 511200 | 570300 |
| Kakoukro | 10 | 480800 | 566500 |
| Angboudiou | 11 | 477800 | 568700 |
| Eboïndo I | 12 | 471200 | 571400 |
| Assouankakro | 13 | 469200 | 575800 |
| Adiaké | 14 | 469600 | 581900 |
| Erokoan | 15 | 472200 | 588900 |
| Bia | 16 | 477600 | 590200 |
| Eholié | 17 | 481100 | 591900 |
| Adiouan | 18 | 482300 | 58800 |
| Aby-Abiaty | 19 | 479800 | 585500 |
| Ehoumankro | 20 | 479300 | 582100 |

Échantillonnage

Les déplacements sur la lagune en vue des échantillonnages se sont faits à l'aide d'un hors-bord. Un GPS (Global Positioning System) de marque Garmin (GPSMAP 64 SC) a permis de localiser les différentes stations. Au cours d'une campagne de juillet 2020 à février 2021, des prélèvements saisonniers d'échantillons d'eaux ont été faits en vingt (20) stations réparties sur l'ensemble du complexe Aby. La température, la salinité, le pH, la conductivité et les teneurs en oxygène dissous des eaux lagunaires ont été mesurés *in situ* à l'aide d'un multiparamètre de marque HANNA HI 9829 (EN 50081-1 et EN et EN 50082-1). La transparence a été mesurée au disque de Secchi. Les dosages des orthophosphates et des nitrates ont été faits à l'aide d'un spectromètre de marque HACH DR 900 (HACH, 2014). Les échantillons d'eau destinés au dosage des pesticides ont été prélevés à l'aide d'une bouteille Niskin et conservés dans des bouteilles en verre. En vue de les stabiliser, les bouteilles ont été placées dans une glacière à 4°C. 25 ml de solvant (hexane) ont été ajoutés à 500 ml de chaque échantillon. Les échantillons ont ensuite été agités pendant 30 mn à l'aide d'un agitateur puis placés dans des ampoules à décanter. Les sumageants ont été recueillis et purifiés sur une colonne de florisil. Les extraits purifiés ont été préconcentrés et prêts pour le dosage.

Le dosage des pesticides organochlorés a été fait par Chromatographie en Phase gazeuse de marque Agilent GC 8890.

Résultats et Discussion

Tableau II : Moyennes, coefficients de variabilité, valeurs minimales et valeurs maximales des paramètres physico-chimiques en fonction des saisons.

| | | Température (°C) | Salinité (‰) | pH | Conductivité (µS/cm) | Transparence (m) | Oxygène dissous (mg/L) |
|--------------------------|-----|------------------|--------------|-------|----------------------|------------------|------------------------|
| Grande saison | Moy | 30,73 | 1,63 | 7,87 | 179,8 | 1,03 | 5,06 |
| | CV | 1,2 | 91 | 10,45 | 76,38 | 31,22 | 1,8 |
| | Min | 29,20 | 0 | 6,4 | 98,35 | 0,5 | 4,51 |
| | Max | 32,65 | 3,2 | 9,9 | 899,07 | 1,8 | 7,76 |
| Grande saison des pluies | Moy | 29,82 | 1,16 | 7,37 | 190,74 | 0,47 | 4 |
| | CV | 1,81 | 122,9 | 9,91 | 72,01 | 36,47 | 11,8 |
| | Min | 27,3 | 0 | 5,44 | 30,47 | 0,13 | 3,7 |
| | Max | 33,33 | 1,6 | 9,47 | 199,67 | 0,73 | 6,91 |
| Petite saison | Moy | 27,72 | 0,46 | 7,32 | 421,68 | 1,23 | 5,74 |
| | CV | 1,44 | 127,5 | 0,03 | 76,56 | 36,4 | 32,07 |
| | Min | 26,4 | 0 | 5,63 | 47,65 | 0,88 | 3,99 |
| | Max | 28,73 | 4,73 | 8,08 | 1341,91 | 1,88 | 11,13 |
| Petite saison des pluies | Moy | 29,31 | 0,17 | 7,37 | 474,67 | 0,93 | 4,36 |
| | CV | 1,63 | 119,22 | 0,3 | 90,11 | 29,44 | 31,08 |
| | Min | 28,03 | 0 | 6,82 | 34,08 | 0,6 | 1,39 |
| | Max | 30,58 | 0,68 | 7,73 | 790 | 1,6 | 6,72 |

Paramètres physico-chimiques

Le tableau II présente les moyennes, les coefficients de variation, les valeurs minimales et maximales de la température, de la salinité, du pH, de la conductivité, de la transparence et de la teneur en oxygène dissous des eaux de surface de la lagune Aby en fonction des saisons hydroclimatiques.

Les températures moyennes varient de 27,72°C en petite saison sèche à 30,73°C en grande saison sèche (Tableau II). Les eaux lagunaires sont plus chaudes pendant la grande saison sèche et plus froides pendant la petite saison sèche (saison d'upwelling). La lagune Aby est caractérisée par une variation thermique moins importante comme l'indiquent les faibles coefficients de variation observés. Il en est de même des lagunes Ébrié, de Grand-Lahou et de Fresco [13] ; [14] ; [15]. Cette stabilité thermique des eaux semble donc caractéristique des lagunes ivoiriennes. Ce constat a également été fait par [16] dans le lac Nokoué au Bénin et [17] dans le système lagunaire de Lomé au Togo. Selon ces auteurs, cette stabilité thermique des eaux est due aux faibles profondeurs des systèmes lagunaires qui favorisent le bon brassage des eaux.

La valeur minimale de température enregistrée dans cette étude est du même ordre de grandeur que celles trouvées en lagunes Aby, Ébrié et Grand-Lahou par [12]. De même que dans les autres lagunes, cette valeur minimale est également enregistrée en petite saison sèche qui correspond à la saison d'upwelling ou période de remontée des eaux froides [18]. Quant aux températures très élevées des eaux lagunaires en grande saison sèche, elles sont le fait de l'insolation car la température d'une eau de surface est étroitement liée aux variations de la température ambiante et aux variations saisonnières [19]. En effet, en période de saison sèche, la température de l'air ambiant est élevée ; ce qui entraîne le réchauffement des couches d'eaux superficielles [18]. Contrairement aux travaux de [12] où les valeurs maximales de température sont en grande saison sèche, la valeur maximale de température dans cette étude est enregistrée en grande saison des pluies. Cela pourrait s'expliquer par les températures chaudes des eaux lagunaires en avril, en début de la grande saison des pluies. Les températures élevées en avril ont également été trouvées en lagune Ébrié par [13].

Les salinités moyennes des eaux lagunaires varient de 0,17 ‰ en petite saison des pluies à 1,65 ‰ en grande saison sèche. Les coefficients de variations de la salinité supérieurs à 100 % sont élevés (Tableau II). Les eaux lagunaires sont plus salines pendant la grande saison sèche. Elles sont plus ou moins douces pendant la petite saison des pluies. Avec des valeurs moyennes comprises entre 0,17 et 1,65 ‰, la lagune Aby est moins saline que les lagunes de Fresco, de Grand-Lahou et Ébrié. En effet, les salinités moyennes des eaux de surface de la lagune Ébrié, de Grand-Lahou et de Fresco sont respectivement 15‰, 13,5 ‰ et 15,69 ‰ [13]; [20] ; [15]; [22]. Cette faible salinité de la Lagune Aby est due au fait que sa communication avec l'océan est gênée par des chenaux situés au niveau de l'embouchure [18]; [23]. Les valeurs élevées des coefficients de variation de la salinité montrent que la lagune Aby est un milieu ouvert. Ce milieu est à la fois sous les influences des apports d'eaux continentales (fluvial et des précipitations) et des apports d'eaux océaniques.

Les conductivités moyennes varient de 621,68 µS/cm en petite saison sèche à 3794,8 µS/cm en grande saison sèche (Tableau II). Les eaux lagunaires ont des conductivités élevées au cours de la grande saison sèche et des conductivités faibles en petite saison sèche. Les coefficients de variation de la conductivité des eaux lagunaires supérieurs à 90 % sont élevés.

Les valeurs moyennes du pH varient de 7,12 en petite saison sèche à 7,87 en grande saison sèche. Les coefficients de variation du pH des eaux lagunaires inférieurs à 11% sont faibles (Tableau II).

Les valeurs moyennes de la transparence varient de 0,43 m en grande saison des pluies à 1,23 m en petite saison sèche (Tableau II). Les eaux lagunaires sont plus transparentes pendant la petite saison sèche et moins transparentes pendant la grande saison des pluies.

Les valeurs maximales de conductivité des eaux lagunaires sont enregistrées en grande saison sèche comme c'est le cas du lac Nokoué au Bénin [24]. En outre, le pH, la conductivité et la transparence montrent des fluctuations saisonnières en relation avec la salinité. En effet, les eaux océaniques sont à l'origine des valeurs élevées du pH, de la conductivité et de la transparence des eaux lagunaires. Ainsi, aux périodes de salinité élevée correspondent des eaux à conductivité élevée, basiques et transparentes et aux périodes de faible salinité, des eaux de faibles conductivités, moins transparentes et faiblement acides.

Les valeurs moyennes de la teneur en oxygène dissous des eaux lagunaires varient de 4,26 mg/L en petite saison des pluies à 6,04 mg/L en grande saison des pluies (Tableau II). Ces teneurs moyennes au cours de la grande saison sèche, de la grande saison des pluies, de la petite saison sèche et de la petite saison des pluies correspondent à 81,65 %, 79,29 %, 73,16% et 55,75 % de saturation respectivement, selon [25]. Les coefficients de variation de la teneur en oxygène dissous inférieurs à 15 % en grande saison sèche et en grande saison des pluies sont faibles. En petite saison sèche et en petite saison des pluies, ces coefficients de variation compris entre 30 et 33 % sont élevés (Tableau II). En ce qui concerne le taux d'oxygène dissous, les valeurs élevées en grande saison sèche et au niveau des stations 7, 8 et 9 (stations sous influence de la Tanoé) peuvent être dues aux brassages des eaux comme l'ont montré [26] en lagune Ébrié et [27] en lagune de Grand-Lahou. En effet, les quantités d'oxygène dissous dépendent aussi des échanges avec l'atmosphère, échanges qui sont favorisés par l'agitation des eaux, elle-même fonction du vent, de la marée et des courants [28]. En grande saison des pluies, le taux en oxygène dissous des eaux lagunaires est sensiblement égal à celui de la grande saison sèche. Il pourrait être dû aux activités photosynthétiques consécutives aux apports de substances nutritives et aux brassages des eaux. L'abaissement du taux d'oxygène dissous des eaux lagunaires au cours de la petite saison sèche comparativement aux saisons précédentes est dû aux remontées d'eaux océaniques profondes pauvres en oxygène [18]. Les coefficients de variation faibles en grande saison sèche et en grande saison des pluies et élevés en petite saison sèche et en petite saison des pluies signifient que les teneurs en oxygène des eaux lagunaires varient très peu en grande saison sèche et en grande saison des pluies. Cependant, leurs variations sont importantes en petite saison sèche et en petite saison des pluies.

Orthophosphates et Nitrates

Les teneurs moyennes en orthophosphates varient de 0,067 mg/L en grande saison sèche à 0,13 mg/L en grande saison des pluies (Tableau III). Les coefficients de variation supérieurs à 26 % sont élevés. Quant aux nitrates, les valeurs moyennes varient de 0,13 mg/L en petite sèche à 4,64 mg/L en grande saison des pluies. Les coefficients de variation supérieurs à 34% sont élevés (Tableau III). Les sels nutritifs des eaux lagunaires varient en fonction des milieux frontières et des saisons. En effet, selon [29], [30] et [31], les teneurs en éléments majeurs des hydrosystèmes littoraux dépendent en général des échanges avec l'océan et des apports du continent.

Tableau III: Moyennes, coefficients de variation, valeurs minimales et valeurs maximales des teneurs en orthophosphates et en nitrates sels nutritifs des eaux lagunaires

| | | Ortophosphates (mg/L) | Nitrates (mg/L) |
|--------------------------|-----|--------------------------|-----------------|
| Grande saison sèche | Moy | 0,067 | 1,62 |
| | CV | 60,68 | 55,31 |
| | Min | 0,01 | 0,3 |
| | Max | 0,107 | 3,8 |
| Grande saison des pluies | Moy | 0,13 | 4,64 |
| | CV | 29,51 | 51,86 |
| | Min | 0,07 | 1,7 |
| | Max | 0,20 | 9,2 |
| Petite saison sèche | Moy | 0,09 | 0,13 |
| | CV | 74,37 | 34,76 |
| | Min | 0,03 | 0,08 |
| | Max | 0,28 | 0,23 |
| Petite saison des pluies | Moy | 0,069 | 0,55 |
| | CV | 26,43 | 128,6 |
| | Min | 0,04 | 0 |
| | Max | 0,10 | 2,5 |

En saisons pluvieuses, les teneurs en sels nutritifs des eaux lagunaires sont plus élevées, comparativement aux saisons sèches. Ce constat a été également fait par **Issola, (2008) et Konan, (2010)** au niveau des lagunes de Fresco et de Grand-Lahou respectivement. Les eaux lagunaires sont donc enrichies en sels nutritifs au cours des saisons pluvieuses. Cet enrichissement serait dû aux eaux de ruissellement des aires agricoles et des zones urbaines. En effet, les rivières forestières en crues, les eaux de ruissellement des aires agricoles et des zones urbaines du fait des précipitations sont les principales sources d'apports de sels nutritifs dans la lagune Aby. Au niveau des aires agricoles, les précipitations entraînent, par ruissellement, les engrais épandus dans les plantations vers les eaux lagunaires. Cet épandage d'engrais se fait en général avant les saisons pluvieuses, précisément en mars-avril pour la grande saison des pluies et en août-septembre pour la petite saison des pluies. En outre, avec le défrichement des forêts, l'érosion s'accélère et la couche d'humus dégradée ne retient plus les éléments nutritifs issus de la pluie et des décompositions végétales. Les premières pluies entraînent le lessivage intense des sols. Aussi, la nature sableuse des sols de la zone côtière et la violence des précipitations augmentent-elles le lessivage des produits phytosanitaires et des fertilisants (**Dufour et al., 1994**). La lagune reçoit donc en saisons pluvieuses des eaux riches en substances nutritives favorables au développement des végétaux. Les crues des rivières forestières amènent également en lagune des eaux qui ont ruisselé sur les espaces majoritairement occupés par des forêts où par des vastes zones de cultures et de sols nus. D'ailleurs, selon **Metongo (1989)**, l'influence océanique étant faible en lagune Aby, l'abondance des sels nutritifs mesurés est essentiellement due aux apports continentaux, atmosphériques et à la minéralisation de la matière organique dans les couches profondes.

Pesticides Organochlorés

Seize (16) pesticides organochlorés ont été recherchés dans les eaux de la lagune Aby. Ce sont : l'Aldrin, l' α BHC, le β BHC, le δ BHC, le Dieldrin, l'Endosulfan I, l'Endosulfan II, l'Endosulfan-Sulfan, l'Endrin, l'Endrin aldéhyde, le γ BHC, l'Heptachlore, l'Heptachlore Epoxy, le 4,4'-DDD, le 4,4'-DDE et 4,4'-DDT. Les figures 3 à 6 montrent leurs variations saisonnières.

En grande saison sèche et en petite saison sèche, tous les pesticides recherchés sont présents dans les eaux lagunaires sauf l'Endosulfan II, en grande saison des pluies l'endosulfan n'est pas présents dans les eaux lagunaires et en petite saison des pluies l'Aldrin et l'Endosulfan ne sont pas détectés dans les eaux lagunaires. Comparativement aux saisons sèches, il y a une forte présence de pesticides dans les eaux lagunaires en saisons pluvieuses notamment en grande saison des pluies. Cette forte présence de pesticides est due aux eaux de ruissellement des aires agricoles et des zones urbaines. La valeur maximale (530 $\mu\text{g/L}$) en petite saison sèche pourrait s'expliquer par les rejets d'eaux urbaines. En effet, les rejets d'eaux urbaines et les eaux de drainage des cours d'eau contiennent des pesticides susceptibles de contaminer les eaux côtières comme c'est le cas de la lagune Moulay Bouselham au Maroc (Mehdaoui et al., 2000).

Les teneurs élevées en pesticides des eaux lagunaires en saisons sèches pourraient être également due aux pêcheurs qui utilisent les pesticides pour la pêche comme c'est le cas au Bénin en périodes de basses eaux (Lawani et al, 2017). Les teneurs en pesticides des eaux lagunaires sont plus élevées en saisons des pluies qu'en saisons sèches pourraient s'expliquer par les apports de ces composés via les eaux de ruissellement des zones agricoles et urbaines et les eaux de drainage de la lagune. En effet, selon Lawitli et al., 2017, l'intensité et la durée des précipitations influencent considérablement les quantités de pesticides transportées par ruissellement.

Les teneurs en pesticides des eaux lagunaires variant de 1 à 530 $\mu\text{g/L}$ sont supérieures aux limites de 0,1 à 0,3 $\mu\text{g/L}$ selon la norme SEQ-EAU (2003).

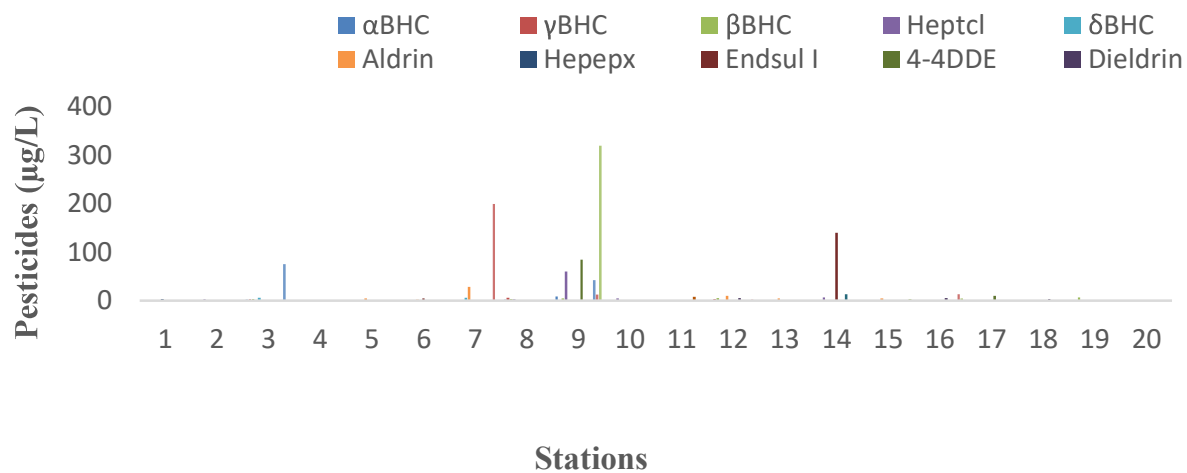


Figure 3 : Teneur en pesticides des eaux lagunaires en grande saison sèche

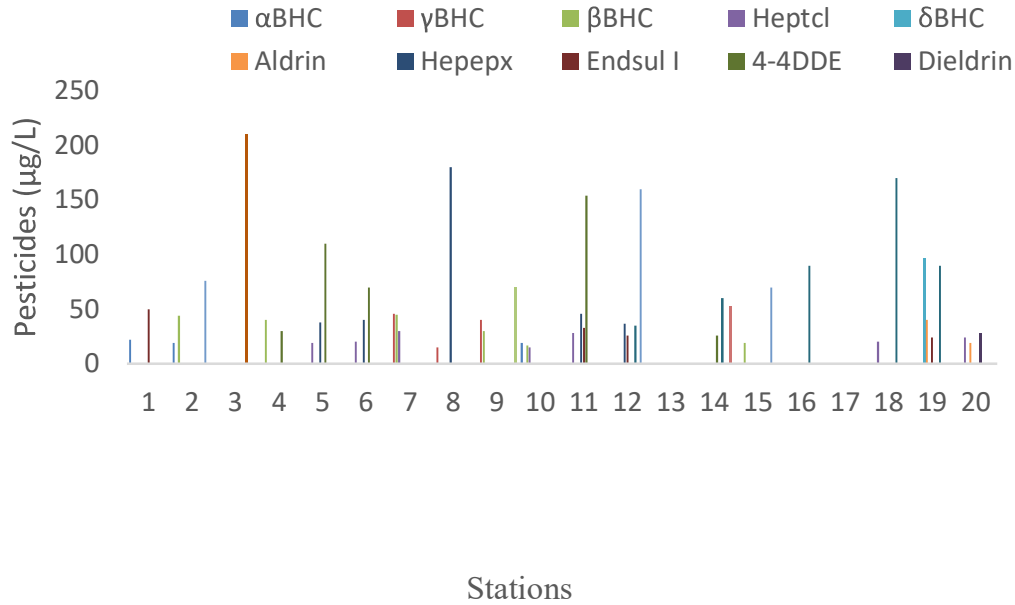


Figure 4 : Teneur en pesticides des eaux lagunaires en grande des pluies

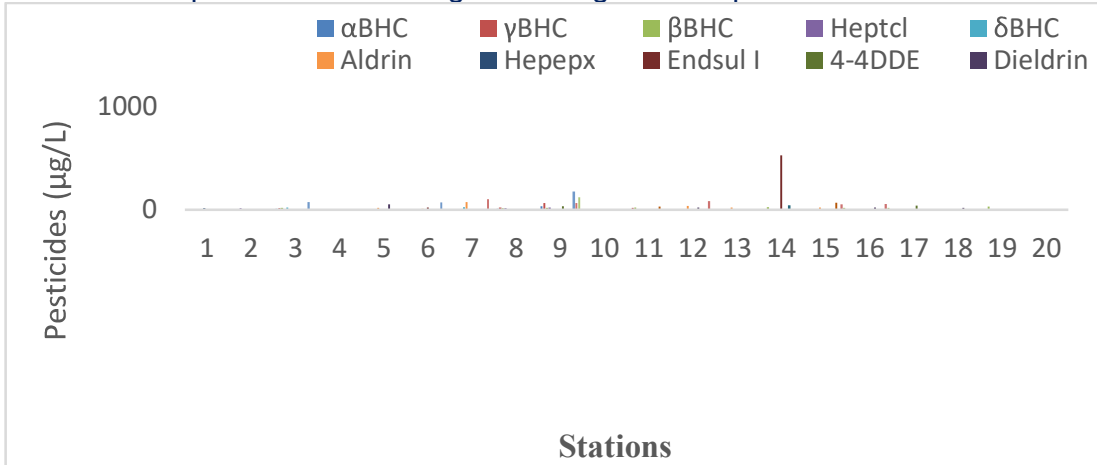


Figure 5 : Teneur en pesticides des eaux lagunaires en petite saison sèche

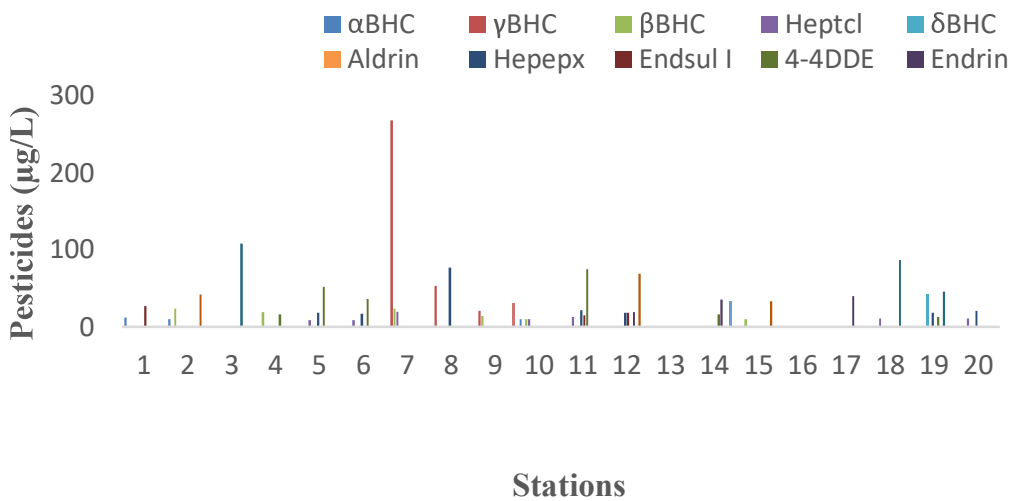


Figure 6 : Teneur en pesticides des eaux lagunaires en petite saison des pluies

Conclusion

Les variations saisonnières de la température et du pH des eaux lagunaires sont faibles. La lagune Aby est moins saline que les lagunes de Fresco, de Grand-Lahou et Ébrié. Tout comme la salinité, les eaux lagunaires sont plus conductrices, plus transparentes en grande saison sèche et très oxygénées en grande saison sèche et en grande saison des pluies. Par contre, l'abondance de sels nutritifs est rencontrée en grande saison des pluies.

La présence de pesticides organochlorés dans les eaux de la lagune Aby indique une contamination récente des eaux lagunaires compte tenu du caractère hydrophobe de ces pesticides. Les pesticides organochlorés sont par conséquent encore utilisés malgré leurs interdictions. Ils parviennent à la lagune à travers les rejets d'eaux usées domestiques, le lessivage des terres agricoles et les eaux de drainage de la lagune. Leur présence dans les eaux de la lagune Aby est une menace pour la qualité écologique de ce milieu et pour la santé des populations compte tenu de leur toxicité et de leur caractère cancérigène. Par conséquent, des mesures doivent être prises afin de faire respecter leur interdiction.

Références Bibliographiques

- [1] Wang D., Miao X. & Li Q. X., 2008. Analysis of organochlorine pesticides in coral (*Porites evermanni*) samples using accelerated solvent extraction and gas chromatography/ion trap mass spectrometry. *Archives of environmental contamination and toxicology* 54:211-218.
- [2] Bayen S., Thomas G.O., Lee H.K. & Obbard J. P., 2004. Organochlorine pesticides and metals in green mussel, *Perna viridis* in Singapore. *Water, air, and soil pollution* 155 : 103-116.
- [3] Yasuno M., 1995. Long-term biomonitoring of organochlorine and organotin compounds along the coast of Japan by the Japan Environment Agency. *Bioindicators of Environmental Health*, M. Munawar, O. Hanninen, S. Roy, N. Munawar, L. Karenlampi, D. Brown, editors. (New York: SPB Academie Pub.), pp 179-193.
- [4] Bélanger D., 2009. Utilisation de la faune macrobenthique comme bioindicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. Mémoire de maîtrise, 67 p.
- [5] Carvalho F. P. & Hance R. J., 1993. Les pesticides dans les milieux marins tropicaux : Tableau de la situation. *AIEA Bulletin*, 2/1993, pp 14-19.
- [6] Ouffoué K.S., Ahibo A. C., Villeneuve J.P., Sess D.E. & N'guessan Y.T., 2009. Pollution of a tropical lagoon by the determination of organochlorine compounds. *Tropicultura* 27 (2 : 77-82).
- [7] Traoré A., Ahoussi K. E., Aka N., Traoré A. & Soro N., 2015. Niveau de contamination par les pesticides des eaux des lagunes Aghien et Potou (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *Int. J Pure App. Biosci.* 3 (4): 312-322
- [8] Kouakou R., 2017. Contamination par des polluants organiques persistants (hydrocarbures aromatiques polycycliques, polychlorobiphényles et pesticides organochlorés) des sédiments de surface d'une lagune tropicale (Lagune de Grand-Lahou, Côte d'Ivoire). Thèse unique, Université Félix Houphouët- Boigny, 141 p.
- [9] Assemian-Niango S, Kouassi A M, Traoré KS, Dembélé A, Biemi J. 2014. Distribution des ions sulfate (SO₄²⁻) d tropical à forte influence continentale: lagune Aby, Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 124 (3): 256-273. <https://www.europeanjournalofscientificresearch.com>.
- [10] Malan D. F., Aké Assi L., Tra Bi F. H., Neuba D., 2007. Diversité floristique du parc national des îles Ehotilé (littoral est de la Côte d'Ivoire). *Bois et Forêt des Tropiques*, 2007, N°292 (2). Diversité biologique flore, Côte d'Ivoire, 49-58.
- [11] Koné Y.J.-M., Abril G., Kouadio K.N., Delille B. & Borges A.V., 2009. Seasonal variability of carbon dioxide in the rivers and lagoons of Ivory Coast (West Africa). *Estuaries and Coasts*, 32: 246-260.
- [12] Seu-Anoï N. M., 2012. Structuration spatiale et saisonnière des peuplements