

Effet des fertilisants de l'agro-industrie dans l'évolution de la végétation aquatique envahissante sur la lagune de Ono, sur le littoral est de la Côte d'Ivoire

Gbocho Thierry Basile N'GUESSAN

Marie-Claude AKADJE-KONAN

maclaude35@yahoo.fr

Célestin HAUHOUOT

Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire

Résumé

La lagune Ono connaît une eutrophisation importante marquée par la présence des plantes aquatiques envahissantes. Cette eutrophisation résulte de pratiques agro-industrielles dans son bassin versant. Ce cours d'eau est en constante pollution par les agro-industrielles. La présente étude vise à évaluer la contribution des fertilisants agricoles dans la prolifération des plantes aquatiques envahissantes dans la lagune Ono. Pour ce faire, des données sur les pratiques agricoles ont été collectées par choix raisonné. Une classification des images satellitaires pour l'analyse de la dynamique des VAE et la caractérisation physico-chimique du milieu aquatique ont été également faites. Les résultats montrent une forte utilisation d'engrais azotés et phosphorés par les deux principaux blocs agro-industriels. De plus, les faibles teneurs des paramètres physico-chimiques mesurés dans l'eau justifient la prolifération des plantes aquatiques envahissantes par une forte consommation des nutriments notamment le phosphore. Leur superficie est passée de 66 hectares à 394 hectares entre 2000 et 2020.

Mots clés : Côte d'Ivoire, lagune Ono, eutrophisation, végétation aquatique, fertilisants agricoles

Effect of agro-industrial fertilisers on the evolution of invasive aquatic vegetation in the Ono lagoon on the east coast of Côte d'Ivoire

Abstract

The Ono lagoon is experiencing significant eutrophication, marked by the presence of invasive aquatic plants. This eutrophication is the result of agro-industrial practices in its catchment area, through the abundant use of fertilisers. This watercourse is constantly polluted by agro-industrial companies. The aim of this study is to assess the contribution of agricultural fertilisers to the proliferation of invasive aquatic vegetation (IAV) in the Ono lagoon. To this end, data on agricultural practices was collected. Satellite images were classified to analyse the dynamics of IAV and the physico-chemical characterization of the aquatic environment was carried out. The results show heavy use of nitrogen and phosphorus fertilisers by the two main agro-industrial blocks. In addition, the low levels of physico-chemical parameters in the water measured justify the proliferation of invasive aquatic plants through high consumption of nutrients, particularly phosphorus. Their area increased from 66 hectares to 394 hectares, between 2000 and 2020.

Keys words: Côte d'Ivoire, Ono lagoon, Eutrophication, invasive aquatic vegetation, agricultural fertilisers

Introduction

L'introduction des cultures d'exportation dans la zone littorale a entraîné une profonde modification du paysage naturel dans le sud-est de la Côte d'Ivoire. Celle-ci s'est traduite par un développement et une extension remarquable des cultures industrielles (ou commerciales) au détriment des formations forestières (A. Kangah et *al.*, 2017, p.1). Dans cet élan, la politique agricole ivoirienne a contribué au développement de l'agro-industrie avec l'usage des fertilisants azotés et phosphorés pour accroître les rendements. Ainsi naquirent les plans

palmiers, le boom de l'hévéaculture, les cultures d'ananas et de banane douce. Les sols agricoles sont des sources importantes de pollution du milieu lagunaire à travers le drainage des fertilisants organiques et minéraux utilisés et accumulés dans les sols (A. D. Leone *et al.*, 2001, p. 4593). Une partie des produits phosphorés et azotés utilisés dans les plantations agro-industrielles pénètre, par infiltration et/ou par ruissellement, dans les sols et les eaux (W. Chao *et al.*, 2009, p.416). Ces écosystèmes sont aujourd'hui marqués par la présence constante de résidus des intrants dus aux pratiques agricoles (B. Zoumenou *et al.*, 2018, p.5) et des végétaux aquatiques envahissants. En Côte d'Ivoire, les cours d'eau sont exposés au transfert des intrants agricoles phosphorés et azotés (S.G. Traoré *et al.*, 2012, p. 7056 ; A. J. Gboko *et al.*, 2019, p. 2956).

Sur le littoral Sud-Est, le bassin versant de la lagune Ono est soumis à de fortes pressions anthropiques marquées par le développement des activités agricoles, agro-industrielles et domestiques. L'une des conséquences de ces activités humaines sur les différentes cours d'eau de la zone, en général, et sur la lagune Ono, en particulier, est la prolifération des plantes aquatiques envahissantes. Cet état de dégradation du milieu aquatique est généré par une pollution organique importante et une accumulation de sels nutritifs à l'origine des phénomènes d'eutrophisation (M. Ayah *et al.*, 2015, p.113). Dans la zone d'étude, les cultures intensives agro-industrielles et les plantations paysannes sont faites avec l'usage excessif de fertilisants. Ces pratiques culturelles ont pour conséquence majeure, la prolifération des plantes aquatiques envahissantes telles que la salade d'eau douce (*Eichhornia crassipes*), la laitue d'eau (*Pistia stratiotes*), etc., dans le paysage lagunaire Ono (R. Ettien et D. Arfi, 1996, p. 8).

Plusieurs études ont été menées dans le bassin de la lagune Ono, sur la vulnérabilité à l'érosion, sur la qualité physico-chimique de la lagune (G. E. Aké *et al.*, 2012, p. 23 ; P. Tohouri *et al.*, 2017, p. 8) et sur son eutrophisation (A. J. Gboko *et al.*, 2019, p. 2942). Toutefois, la problématique des apports et des impacts des fertilisants sur les écosystèmes naturels dans les zones d'exploitations agro-industrielles n'a quasiment pas été abordée, bien qu'il existe des études synthétiques effectuées par plusieurs auteurs sur différentes composantes des écosystèmes naturels.

Ce travail se propose donc d'évaluer la contribution des fertilisants agricoles dans la prolifération des plantes aquatiques envahissantes, dans la lagune Ono.

1- Matériel et méthodes

1.1-PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Comprise entre les latitudes 5° 21'10,44"/5° 23'34,30" nord et les longitudes 3° 35'20,62"/3° 32'57,55" ouest, la lagune Ono est située à environ 9 km au nord de la ville de Bonoua (figure 1). Elle a une superficie d'environ 6,1 km² avec une profondeur variant de 0,5 m à 4 m (A. J. Gboko *et al.*, 2019, p. 2943). Elle est alimentée par le fleuve Comoé et la rivière Wamon. Son bassin versant se trouve dans le département de Grand-Bassam (figure 1). Elle est délimitée à l'Est par le département d'Aboisso et à l'ouest et au nord par celui d'Alépé. Les pourtours de la lagune sont dominés par des activités agro-industrielles depuis plusieurs décennies. Ils présentent, par conséquent, des modifications avancées du paysage dues aux diverses pratiques agricoles. Celles-ci entraînent des bouleversements dans la structure du couvert végétal et des sols sous l'effet conjugué du climat et des précipitations.

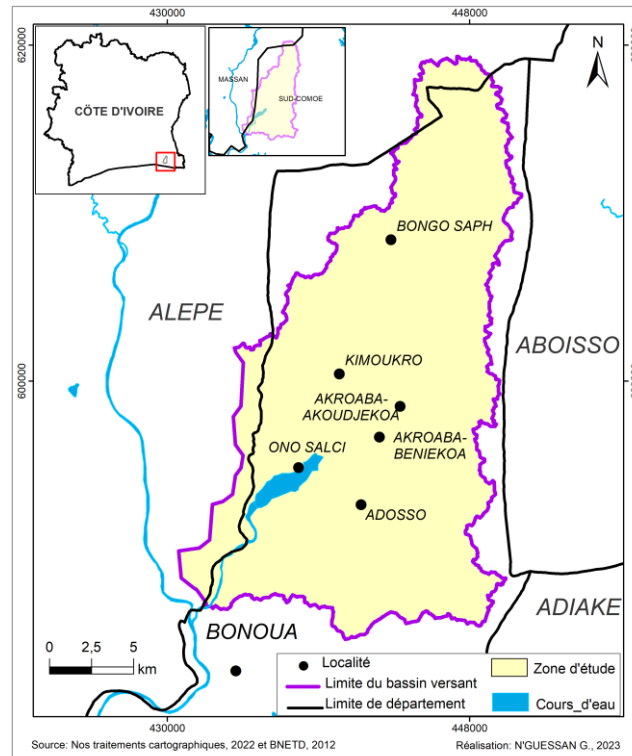


Figure 1 : Présentation du bassin versant de la lagune ONO

Le caisson en bleu représente la lagune Ono qui est une étendue d'eau et non un cours d'eau. Les cours d'eau doivent être représentés par des traits en bleu.

Les principales cultures industrielles présentes dans la zone sont l'hévéa, le palmier à huile et l'ananas. Elles sont réalisées, d'une part, par deux grands groupes agro-industriels que sont la SCB, pour l'ananas, et la SAPH, pour l'hévéa, et, d'autre part, par des exploitants agricoles individuels et/ou villageois. Ci-dessous la cartographie des blocs agro-industriels.

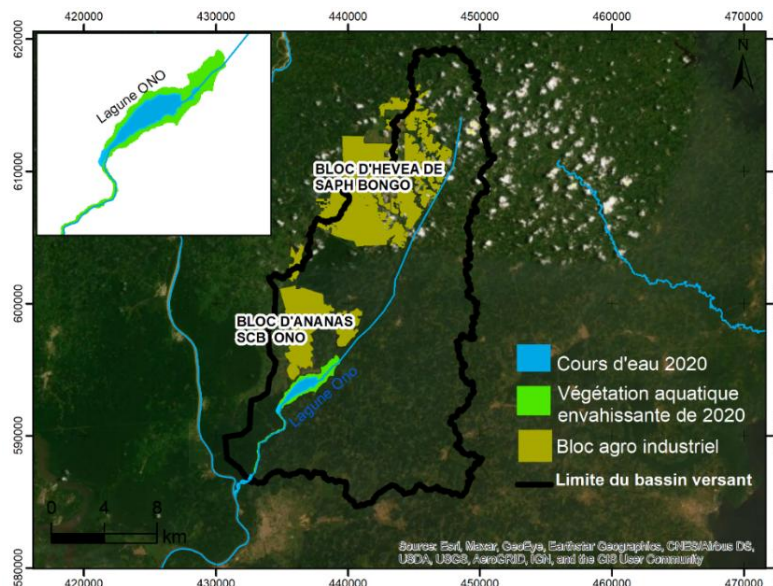


Figure 2 : Occupation du bassin versant par les blocs agro-industriels

Le bloc d'exploitation d'ananas est plus proche de la lagune que celui de l'hévéaculture qui se situe à environ 10 km d'elle.

Ce travail est basé sur l'exploitation de trois types de données :

- des données d'enquête sur les quantités et qualités de fertilisants collectées auprès des unités agro-industrielles, du bassin de la lagune Ono. Elles servent au calcul du taux d'intrants utilisés par type de culture à l'hectare et par an ou par cycle de culture intensive.
- Deux images Landsat (Landsat ETM⁺ du 02 février 2000 et Landsat 8 OLI/TIR du 05 avril 2020) sont utilisées pour cartographier le couvert végétal envahissant sur la lagune Ono, suivant deux classes thématiques que sont l'eau et la végétation aquatique envahissante ;
- des prélèvements d'échantillon d'eau en vue de caractériser la physico-chimie du milieu aquatique. Les coordonnées des différentes stations de prélèvements sont listées dans le tableau I.

Tableau I : Coordonnées des stations de prélèvement

Longitude	Latitude	Description de la station
436956	594607	Prélèvement sur le cours d'eau en amont de la lagune
435587	593435	Prélèvement sur le cours d'eau en aval de la lagune

Source : Nos données de mission de 2019

1.2-METHODOLOGIE

Les enquêtes auprès des grands blocs industriels sont inspirées de la méthode à choix raisonné. Il s'agit d'enquêtes semi-orientées sur les grands domaines agro-industriels, réalisées auprès des chefs de service des blocs agro-industriels Ono SALCI et SAPH Bongo. Le questionnaire porte sur les itinéraires techniques des exploitations, le type d'intrants agricoles et leur concentration en azote et phosphore, par culture et à l'hectare, la fréquence annuelle et l'année de création des plantations.

À l'aide de la télédétection, l'occupation spatiale du cours d'eau par les végétaux aquatiques envahissants a été cartographiée. Pour ce faire, des opérations de prétraitement ont d'abord été effectuées sur deux images satellitaires le 02 février 2000 par Landsat ETM⁺ et le 05 avril 2020 (Landsat 8 OLI/TIR). Ces deux images Landsat ont permis d'analyser l'évolution des superficies du plan d'eau et de la végétation aquatique envahissante dans le temps. Il s'agit, en fait, d'une correction radiométrique et atmosphérique afin de corriger les variations de la distribution des données causées par le décalage temporel dans leur acquisition.

La classification des images a, ensuite, été réalisée, en utilisant l'indice de signature spectrale des végétaux aquatiques envahissants (NDVI) combiné à l'indice d'humidité pour la classification dirigée par Maximum de vraisemblance. Ensuite, il y a eu l'analyse statistique de la dynamique des VAE qui a eu lieu sur le plan d'eau entre 2000 et 2020.

Pour la caractérisation physique et chimique du milieu aquatique, deux prélèvements d'échantillon d'eau en amont et en aval de la lagune Ono ont été réalisés à 0,5 m en dessous de la surface de l'eau, sous les végétaux aquatiques envahissants le 28 avril 2017, à l'aide d'une bouteille Niskin. Au total, deux échantillons ont été collectés au cours d'une campagne. Pour y parvenir, des mesures *in situ* du potentiel d'hydrogène (pH), de la température (T°C), de l'oxygène dissous (OD) et de la conductivité électrique (CE) ont été effectuées à l'aide d'un multiparamètre YSI 6920. Un spectrophotomètre de type HACH DR 6000 a servi à la détermination des concentrations en sels nutritifs (nitrates, nitrites, ammonium et phosphates). De par ces travaux, plusieurs résultats ont été obtenus.

2- Résultats

Les résultats obtenus sont de natures diverses.

Quantités de doses d'azote et de phosphore chimiques utilisées dans les exploitations agro-industrielles

L'analyse est fondée sur variation des doses de fertilisants contenant de l'azote et du phosphore utilisés dans chaque unité agro-industrielle ainsi que leur fréquence d'utilisation. La quantité d'engrais répandue à l'hectare à Bongo est 55,5 kg. La dose totale d'engrais est estimée à 96875 kg d'azote, soit 15,5 kg.N/ha et 71875 kg de phosphore, soit, 11,5 kg.P/ha.

En milieu de culture industrielle de l'ananas, les doses et fréquences sont spécifiques aux types d'engrais utilisés. Ainsi, sur une superficie totale de 650 ha, l'entreprise exploite, par cycle de culture annuelle, 325 ha pour la production et 325 ha pour l'entretien des rejets. Les proportions en macroéléments contenus dans les engrais d'entretien de la culture utilisée sont l'urée (46 %), le MAP ou Mono Amoniac Phosphate (11-61-0), le Complet Retard CRF 4M26 (1-4, 1 - 20,3) et le Nitrate de Calcium (15,3-0-0).

Pour une meilleure productivité annuelle, l'entreprise utilise 3 643 kg d'engrais minéral contenant une dose de 1 245 kg d'azote à l'hectare. Cette valeur correspond, pour l'ensemble du site, à 809861 kg d'azote rependus. Les types d'intrants et leurs quantités issues des données d'enquête sont contenus dans le tableau II suivant :

Tableau II : État des apports en fertilisants chimiques dans les cultures intensives des blocs agro-industriels en 2019

Type de cultures Intensives	Unité agro-industrielle	Superficie (ha) exploitée	Type d'engrais avec de l'azote et du phosphore	Quantité (kg)/hectare	Fréquence annuelle des apports	Dose d'azote (kg/ha)	Dose totale en azote (kg)	Dose de phosphore (kg/ha)	Dose totale en phosphore (kg)
Hévea	SAPH Bongo	6250	NPK 14-10-18	55,5	2	15,54	96875	11,5	71875
Ananas	SCB - Ono	325	Urée 46 %, MAP, 11-61-0 ; Complet Retard CRF 4M 26,1 - 4,1 - 20,3 ; Nitrate de calcium 15,3 - 0 - 0	3643	Variable selon le type d'engrais 1-3	785,94	255 430,5	150,73	48 987,25

Source : Nos traitements d'enquêtes de terrain de 2019

La superficie exploitée pour l'hévéaculture est 19 fois supérieure à celle de l'ananas, soit respectivement 6 250 ha contre 325 ha. Par contre, les doses d'engrais utilisées par an dans la culture de l'ananas sont à plus de 65 fois supérieures à celles de l'hévéa, soit 785 kg/ha contre 15 kg/ha, respectivement. L'engrais NPK 14-10-18 est le plus utilisé dans la production de l'hévéaculture par la SAPH Bongo tandis que, pour la culture de l'ananas, diverses formules d'engrais contenant de l'azote et du phosphore sont utilisées.

Dans le bassin versant de la lagune Ono, les deux unités agro-industrielles rejettent, au sol, par épandage, 906 736 kg d'azote et 169 849,5 kg de phosphore. Par suite de ruissellement des eaux de pluie, ces rejets d'intrants se retrouvent dans le milieu aquatique et l'enrichissent.

Variation des paramètres physico-chimiques du milieu aquatique

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés en amont et en aval de la lagune Ono sont consignés dans le tableau III ci-après.

Tableau III : Mesures des teneurs des paramètres physico-chimiques de l'eau de la lagune Ono

Paramètres	pH	Temp (°C)	Oxygène (mg/L)	Conductivité élect. (µS/cm)	MES (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)
Amont	6,31	31,2	1,59	42,1	126	0,33	0,006	1,1	0,03
Aval	6,2	30,8	3,77	71,8	703	0,71	0,019	0,7	0,03
Médiane	6,26	31	2,68	56,95	414,5	0,52	0,013	0,9	0,03

Source : Nos résultats de prélèvement d'eau de 2019

Le pH mesuré en amont et en aval de ce plan d'eau, sensiblement égal, est faiblement acide. Il en est de même de la température de l'eau presque identique en aval et en amont. Les concentrations en O₂ et sels nutritifs c'est-à-dire PO₄³⁻, NO₂⁻ et NH₄⁺, en amont et en aval, sont sensiblement égales et faibles. L'eau est faiblement minéralisée en raison de ces faibles valeurs de conductivités électriques. Les teneurs en MES, en aval de la lagune Ono, sont plus élevées qu'en amont. Ces faibles valeurs montrent que les nutriments sont consommés par les VAE qui les stockent dans leurs tissus pour leur croissance, en particulier le phosphore.

Évolution de la végétation aquatique envahissante sur la lagune Ono entre 2000 et 2020

L'occupation de la surface de la lagune Ono par les végétaux aquatiques envahissants de 2000 à 2020 est présentée par les figures 3 et 4.

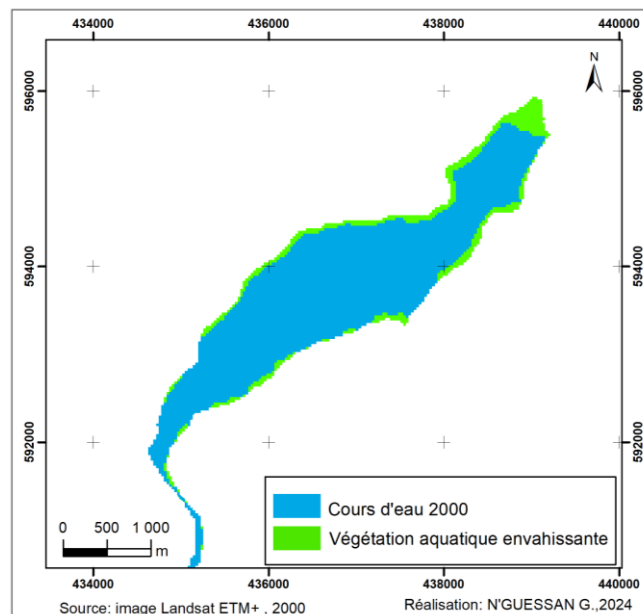


Figure 3 : Occupation du plan d'eau au 2 février 2000 par les végétaux aquatiques envahissants.

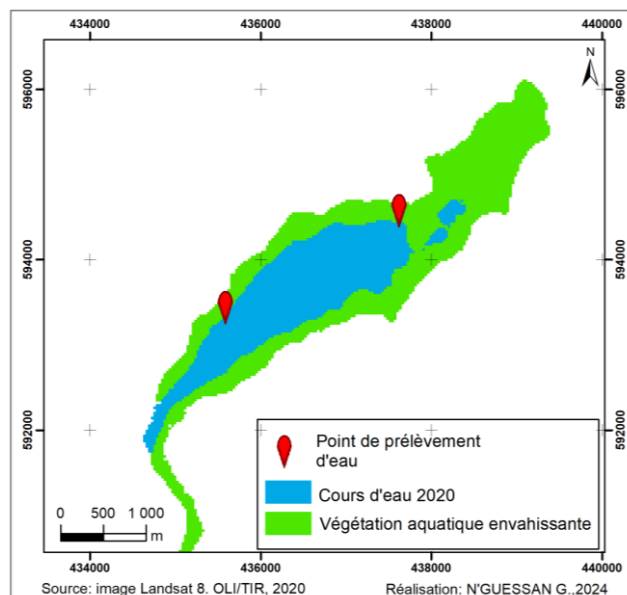


Figure 4 : Superficie couverte par les végétaux aquatiques envahissants au 5 avril 2020.

En 2000, la couverture de la végétation aquatique envahissante sur la lagune Ono estimée à 66 hectares sur une superficie totale de 610 hectares ; soit un plan d'eau visible de 544 hectares. Cette végétation aquatique est localisée, en grande partie, sur la partie nord de la lagune (figure 3).

En 2020, les VAE ont recouvert toute la partie nord ou l'amont de la lagune (nord-est) (figure 4). La superficie couverte par les VAE est passée de 66 à 397 hectares pour un plan d'eau libre de 238 hectares. Ainsi, en 20 ans, elle s'est accrue d'environ 501,51 %. À l'inverse, le plan d'eau connaît une régression de sa surface visible de 49,78 %, passant alors de 544 ha à 213 ha de 2000 à 2020. Les résultats sont transcrits dans le tableau IV.

Tableau IV : Évolution des surfaces du plan d'eau et des végétaux aquatiques envahissants de 2000 à 2020

Entité	Superficie en 2000 (ha)	Superficie en 2020 (ha)	Taux d'évolution global (%)
Végétation aquatique envahissante	66	397	501,51
Cours d'eau	544	213	-60,84

Source : Nos traitements statistiques de 2020

Cependant, l'ensemble de la zone connaît des excroissances en superficie par endroit avec l'étalement de la couverture des VAE sur les berges (figure 4).

3- Discussion

Nombreuses sont les études qui ont montré que l'azote est l'un des éléments qui participent à la croissance et au rendement de la culture de l'ananas. Cependant, les besoins en phosphore de cette plante sont limités malgré sa forte capacité d'absorption. Il ressort des résultats d'enquête que des doses de 785,94 kg.N/ha et 150,73 kg.P/ha dans la culture de l'ananas ont été épandues dans le périmètre exploité de la SCB Ono. Ces doses sont supérieures aux exigences ou normes du CIRAD (2011, p ?) en matière d'apport d'éléments essentiels aux cultures. En effet, le CIRAD recommande des doses de 300 kg/ha d'azote et 122,5 kg/ha de phosphore dans la culture de l'ananas. Cependant, la dose d'azote épandue est inférieure à celle recommandée par K. Kobenan et al. (2005, p. 2) dans les travaux du CNRA avec 430,6 kg.N./ha. A l'inverse, les teneurs de phosphore utilisées sont supérieures à celles de C.E. Agbangba (2016, p.150) dans la culture de l'ananas cayenne lisse au Bénin avec une dose de 42 kg/ha de phosphore. Cette différence significative sur le littoral est pourrait être

due aux conditions pédoclimatiques de la zone de culture et à l'exploitation excessive des périmètres de cultures depuis des années nécessitant un usage excessif d'engrais ou de fertilisants pour de meilleurs rendements. Cette abondance d'azote est révélée par A.A. Adingra et A.M. Kouassi (2011, p. 51) et par A.J. Gboko *et al.* (2019, p.2955) qui indiquent la présence de fertilisants dans les cours d'eau du littoral due à l'usage de grandes quantités d'engrais dans la plupart des plantations industrielles localisées sur le littoral est. Aussi, le non-respect des itinéraires techniques d'utilisation des intrants chimiques dans les plantations constitue-t-il un risque environnemental selon A.P.K. Gomgnimbou *et al.* (2009, p. 499).

La teneur en orthophosphates (PO_4^{3-}) de l'eau prélevée varie de 0,33 à 0,71 mg/L. Ces teneurs sont similaires à celles de A. J. Gboko *et al.* (2019, p. 2947) sur les eaux de surface de la lagune Ono. Elles sont susceptibles de déclencher le processus d'eutrophisation des eaux. En effet, selon A.Y. Karikari *et al.* (2007, p. 10), lorsque la teneur en phosphore ou orthophosphates de l'eau se situe entre 0,34 à 0,70 mg/L, son eutrophisation devient effective comme il est constaté en lagune Ono. La prolifération des VAE témoignerait de la faiblesse de la profondeur de la couche d'eau et de la richesse des sédiments, mémoire de l'eau, en sels nutritifs. Il faut, toutefois, noter les faibles concentrations en sels nutritifs enregistrées dans l'eau échantillonnée. Ainsi, ces facteurs auraient conduit à la prolifération croissante des végétaux aquatiques au fil du temps. Cela a été montré par l'évolution de l'occupation par ces végétaux entre 2000 et 2020, avec un taux de 501,51 %, passant de 66 hectares en 2000 à 397 hectares en 2020. De plus, la perturbation de l'activité photosynthétique du milieu est caractérisée par une variation importante de la charge en MES comprises entre 126 et 703 mg/l, due au drainage du bassin versant agricole qui induit la turbidité de l'eau.

Les teneurs en nutriments azotés et phosphorés sont toutes classées excellentes, selon la grille d'évaluation de surface (SEEE, 2007, p. 2) et E. Sanae *et al.* (2012, p. 7). La croissance en masse de la végétation aquatique envahissante fixe les teneurs en nutriments des eaux, en particulier le phosphore dans leurs tissus afin d'assurer cette croissance végétative (G. Thiebaut *et al.*, 2004, p. 131 ; O. B. Yapo *et al.*, 2008, p.106). Elle réduit aussi la transparence et le taux d'oxygène de l'eau (A. J. Gboko *et al.*, 2019, p. 2956). Nos résultats sur la dynamique des végétaux aquatiques envahissants sont similaires à ceux de plusieurs études. En effet, au Burkina Faso, sur le lac de Tengréla, le taux de la couverture végétale moyenne annuelle reste de façon permanente au-dessus de 70 % pour une couverture moyenne mensuelle supérieure à 60 % de la surface du lac de 2000 à 2017 (J. F. Sawadogo, 2018, p. 90). Sur le lac de Taabo, la couverture du plan d'eau par les végétaux est également de 33,3 % avec un taux de variation moyenne annuelle de 4,1 % sur la période 2002-2005 (A. K. S. R. Blé, 2008, p. 53). Tous ces développements sont le fait des pollutions anthropiques dans l'environnement des cours d'eau rendant possible la prolifération des végétaux aquatiques envahissants (J. Mandi *et al.*, 1992, p. 328.)

Conclusion

La présente étude est une contribution à une meilleure connaissance des facteurs de prolifération des plantes aquatiques envahissantes sur la lagune Ono. L'analyse des pratiques agricoles a permis de déterminer les quantités de fertilisants azotés et phosphorés qui s'épandent dans le bassin versant de cette lagune. Les fertilisants les plus problématiques sont l'azote et le phosphore qui sont plus utilisés, à l'hectare, dans la production de la culture de l'ananas. L'hévéaculture contribue faiblement à cette pollution de l'environnement par de faibles quantités annuelles d'azote et phosphore au cours des premières années de cultures. Les teneurs en nutriments mesurées (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ et PO_4^{3+}) dans la lagune Ono indiquent qu'il n'y a pas de concentration alarmante justifiant la prolifération de la végétation aquatique envahissante. Elles sont en dessous des normes de la qualité des eaux de surface de l'IBGE (2005) et SEEE (2007) bien que l'on constate une forte prolifération de la végétation aquatique envahissante dans la lagune avec un taux d'évolution globale de 501,59 %. La dynamique de ces végétaux résulte de la forte consommation des nutriments drainés par les eaux de

ruissellement des zones agricoles dans la lagune. Les concentrations relativement faibles en nutriments dans les eaux résultent de leur prélèvement par la végétation aquatique. Aussi, la charge élevée de matières en suspension (MES) organiques variant de 126 à 703 mg/l permet de comprendre le mécanisme de ce phénomène de ruissellement des zones agricoles en amont, dans la lagune Ono en voie de disparition, sous l'effet conjugué de la végétation aquatique et du comblement.

Références bibliographiques

ADINGRA A.A. et KOUASSI A.M., 2011 « Pollution en lagune Ebrié et ses impacts sur l'environnement et les populations riveraines, » in *F. Tech. & Doc. Vulg.* : pp. 48-53.

ETIEN N'dah et ARFI Robert, 1996, Macrophyte aquatique dans les eaux « continentales » Ivoiriennes, Arch. SC. Cent. Rech. Océanol, Abidjan, Vol. XV, n°2, 25p

AGBANGBA Codjo Emile., 2016, Réponses agronomiques de l'ananas (*Ananas comosus*) à la fertilisation minérale au Bénin : croissance, rendement et qualité du fruit. *Thèse de Doctorat*. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 183 p.

AKÉ Gabriel Étienne, KOUADIO Boyossoro Hélène, ADJA Miessan Germain, ETTIEN Jean-Baptiste, EFFEBI Kôkôh Rose et BIÉMI JEAN, 2012, « Cartographie de la vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique des sols de la région de Bonoua (Sud-Est de la Côte d'Ivoire) ». In *Physio-Géo*, 6, pp. 23-42

AYAH Massabalo, GRYBOS Malgorzata, TAMPO Lallébila, BAWA Limam Moctar, BRIL Hubert, GBANDI Djaneye-Boundjou, 2015 : « Qualité et pollution des eaux d'un Hydrosystème littoral tropical : cas du système lagunaire de Lomé, Togo ». in *European Scientific Journal*, édition 11 (15), pp. 96-119

BLE Acca Kouakou Serge Roland, 2008, Rentabilité de la pêche pratiquée sur le lac de Taabo couvert partiellement par les végétaux aquatiques envahissants : *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, N° 2, pp. 53-54.

CHAO Wang Chao Wang, GUANGHUA Lu GuangHua Lu , JING Cui Jing Cui , PEIFANG Wang PeiFang Wang, 2009, Sublethal effects of pesticide mixtures on selected biomarkers of *Carassius auratus* . in *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 28, 2009, pp. 414- 419.

GBOKO Affoua Jeanne, AKOBE Apie Colette, AKA Ané Maurice, AKA Charles Albéric, KOUAME Aka Ferdin, ADOU Koffi Nestor, 2019, « État d'eutrophisation de la lagune continentale Ono (Bonoua sud-est de la Côte d'Ivoire) dans un environnement agro-industriel durant la crue du fleuve Comoé ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(6): pp. 2942-2958

GOMGNIMBOU A. P.K., SAVADOGO P. W., NIANOGO A. J., MILLOGO-RASOLODIMBY J. , 2009, « Usage des intrants chimiques dans un agrosystème tropical : diagnostic du risque de pollution environnementale dans la région cotonnière de l'est du Burkina Faso ». in *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13 (4), pp. 499-507.

IBGE, 2005, Qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface : cadre général. Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles", Document Environnement, 16 p.

KANGA Armand, KONAN Kouadio Eugène, SYLLA Daouda, 2017, « Utilisation des technologies géospatiales pour l'évaluation des transformations spatiales dues aux pressions anthropiques dans le canton Afféma (Sud-Est ivoirien) » in *Photo Interprétation European Journal of Applied Remote Sensing*, Paris, Vol. 51, n° 3, pp. 12-23.

- KARIKARI A. Y., ASANTE K. A. et BINEY C. A., 2007, Water Quality Characteristics at the Estuary of Korle Lagoon in Ghana, *in CSIR-Water Research Institute*, 12 p.
- KOBENAN K., ASSIENAN A. B., YAO N. T., GNONHOURI G. P., KOUASSI K. S., 2005, Bien cultiver l'ananas en Côte d'Ivoire, (CNRA), 4 p.
- LEONE A.D., AMATO S. & FALCONER R.L., 2001, Emission of chiral organochlorine pesticides from agricultural soils *in the Cornbelt region of the United States. Environ. Sci. Technol.* 35, pp. 4592-4596.
- MANDI L., DARLEY J., BARBE J. and BALEUX B., 1992, « Essais D'épuration Des Eaux Usées de Marrakech Par La Jacinthe D'eau (Charges Organique, Bactérienne et Parasitologique) ». *in Revue Des Sciences de l'eau/Journal of Water Science* 5 (3): pp. 313–333
- SANAE Errochdi, MAJIDA EI Alami, NARD Bennis, BOUTAÏNA Belqat, MOHAMMED Ater et Fatiha Fdil, 2012, « Étude de la qualité physicochimique et microbiologique de deux réseaux hydrographiques nord marocains : Laou et Tahaddart », *Méditerranée*, 118, pp. 41-51.
- SAWADOGO Jean Ferdinand, 2018, Contribution à la lutte contre les plantes envahissantes dans le les plans d'eau du Burkina Faso : monitoring du lac de Tengréla par Télédétection. Mémoire de Master, 39 p.
- S.E.E.E (Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement.), 2007, "Normes de qualité Eaux de surface. Grille de qualité, 2 p.
- TANGARA Abou, 2019, Contribution de la télédétection et des SIG à la caractérisation de la dynamique spatio-temporelle des végétaux aquatiques envahissants dans le lit du fleuve Niger : cas du district de Bamako (Mali). Mémoire de Master. Université Félix Houphouët Boigny, CURAT. 80 p.
- TOHOURI Privat, ADJA Germain Miessan, SORO Gbombélé, AKE Etienne Gabriel, KONAN Ives N'guessan, and BIEMI Jean, 2017, Qualité physicochimique en saison pluvieuse des eaux de surface de la région de Bonoua (sud-est de la Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 20: 2, pp.8-41.
- TRAORE Abou, SORO Gbombélé, KOUADIO Konan Emmanuel, BAMBA Siaka Barthélémy, OGA Marie Solange, SORO Nagnin et BIEMI Jean, 2012 « Évaluation des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques des eaux d'une lagune tropicale en période d'étiage : la lagune Aghien (Côte d'Ivoire) ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6 (6), pp. 7048-7058
- THIEBAUT Gabrielle, GARBEY Cendrine, MULLER Serge, 2004, Suivi biologique par les macrophytes aquatiques de la qualité des cours d'eau de la réserve de biosphère Vosges du Nord-Pfälzerwald. *Revue d'Écologie*, 59 (1-2), pp. 123-133
- YAPO Ossey Bernard., MAMBO Véronique, TIDOU Abiba Sanogo, HOUENOU Valentin Pascal, 2008, « Etude Analytique des Caractéristiques Chimiques d'un Lac Eutrophe en Milieu Tropical : La Conductivité comme Indicateur de Trophie du Lac de Buyo (Côte d'Ivoire) ». *in J. Soc. Ouest-Afr. Chim.* 025, pp. 87-108
- ZOUMENOU Berny's , AÏNA Martin, TOKO Ibrahim Imorou , IGOUT Ahmed , DOUNY Caroline , BROSE François, SCHIFFERS Bruno, GOUDA Ibrachi , SIKA Kisito Chabi, KESTEMONT Patrick, SCIPPO Marie-Louise, 2018, Occurrence of acetamiprid residues in water reservoirs in the cotton basin of northern Benin. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* 9 p.