



Variation saisonnière des paramètres abiotiques de la lagune Aghien (Côte d'Ivoire)

Séraphin Kouakou KONAN¹, Benoit Kouamé KOUAKOU¹, Marie-Jeanne OHOU², Félix Koffi KONAN³, Kouamé Bini DONGUI²

¹ Laboratoire des Sciences et Technologie de l'Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

² Laboratoire de Chimie de l'Environnement et des Matériaux, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

³ Laboratoire d'Hydrobiologie, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

Corresponding Author: E-mail : konandks@yahoo.fr

Original submitted in on 11th December 2017. Published online at www.m.elewa.org on 30th December 2017
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v120i1.7>

RESUME

Objectifs : Les autorités dans la quête d'une source d'eau complémentaire pour alimenter en eau potable la population d'Abidjan (Côte d'Ivoire) sans cesse croissante ont envisagé exploiter la lagune Aghien. Ce présent travail a pour objectif d'améliorer les connaissances sur la variation spatiale et saisonnière des paramètres abiotiques de la lagune Aghien.

Méthodologie et résultats : Pour atteindre ce but, quatre campagnes d'échantillonnages ont été menées. Ainsi, les échantillons d'eau ont été prélevés de manière saisonnière dans onze (11) stations réparties sur l'ensemble de la lagune. Les paramètres tels que la température, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, le potentiel redox ont été mesurés in situ. La matière en suspension, le phosphate, le nitrate, le nitrite, l'ammonium, la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biochimique en oxygène cinq jours (DBO₅) ont été mesurés selon les méthodes conventionnelles ou au laboratoire. Les résultats ont montré que les eaux de la lagune Aghien présentent un pH en général proche du pH neutre (pH entre 6,94 et 7,85). Les teneurs en Plomb sont supérieures à la norme. Les concentrations élevées du plomb dans la lagune Aghien constituent donc un danger potentiel. L'analyse saisonnière a donné des valeurs élevées en ammonium, en phosphate, en nitrite, en DCO, en DBO₅, en conductivité, en oxygène dissous respectivement en petite et grande saison des pluies ainsi que de faibles valeurs de potentiel redox pendant la petite saison pluvieuse. Les paramètres tels que les MES, la turbidité et le nitrate enregistrent des valeurs plus marquées en petite saison sèche.

Conclusions et application des résultats : Les résultats de cette étude montrent que les eaux de la lagune Aghien sont menacées par les effluents domestiques à caractère biodégradable. Les concentrations en sels nutritifs sont encore dans la limite de l'acceptabilité. Cependant, les zones sous influence continentale ont enregistré les concentrations les plus élevées des paramètres de pollution. Il est nécessaire de mettre en place un mécanisme de surveillance chimique en respectant toutes les normes de protection de la lagune Aghien.

Mots clés : Lagune Aghien-paramètres abiotiques- saison-pollution.

Seasonal variation of the abiotic parameters of the waters of the Aghien lagoon (Côte d'Ivoire)

ABSTRACT

Objectives : The government seeking to provide the population of Abidjan with clean water apply, envisioned to exploit the Aghien lagoon as a supplement source of water. The aim of this work is to improve the knowledge on the spatial and seasonal variation of the abiotic parameters of the Aghien lagoon.

Methodology and results: Four sampling campaigns were conducted on a seasonal basis from February to November 2016 in eleven (11) stations spread over the lagoon. Parameters such as temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, redox potential were measured *in situ* and suspended solids, phosphate, nitrate, nitrite, ammonium, chemical oxygen demand (COD) and biochemical oxygen demand five days (BOD₅) by conventional chemical methods. The results showed that the waters of the Aghien lagoon have a pH generally close to the neutral pH (pH between 6.94 and 7.85). The heavy metal studies are mainly absent in the water. The quantity of plumb is higher than normal. So the higher concentration of plumb in the Aghien lagoon constitutes a potential danger. Seasonal analysis yielded high values of ammonium, phosphate, nitrite, COD, BOD₅ and conductivity, oxygen dissolved respectively in small and large rainy season as well as low values of redox potential during the short rainy season. Parameters such as suspended solids, turbidity and nitrate recorded higher values in the short dry season.

Conclusion and applications of results: The results of this study also show that the waters of the Aghien lagoon are threatened by domestic biodegradable effluents. Concentrations of nutrient salts are still within the limits of acceptability. However, areas under continental influence have recorded the highest concentrations of pollution parameters. It is necessary to set up a chemical monitoring mechanism respecting all the protection standards of the Aghien lagoon.

Key words: Aghien lagoon, abiotic parameters, clean water, heavy metal

INTRODUCTION

L'eau douce renouvelable est une ressource indispensable à la vie. Aujourd'hui, le développement économique va de pair avec l'augmentation de la consommation et l'apparition des problèmes de disponibilité ou de qualité. Dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire, les besoins actuels en eau potable sont estimés à 170 millions de mètre cube par an, alors que le volume maximal admissible de prélèvement d'eau est de 130 millions de mètre cube (SOGREAH, 1996). Compte tenu de la croissance démographique et de la pollution nitratée signalée par (Jourda et al. 2006) et (Ahoussi et al. 2008) qui a occasionné l'abandon total de certains champs captants, il est nécessaire d'utiliser d'autres ressources en eau douce qui pourraient être utilisées pour répondre aux besoins en eau potable de la population du District d'Abidjan. La recherche de ressources en eau additionnelles pour le besoin de la population de l'agglomération d'Abidjan reste une préoccupation majeure pour les autorités en charge de ce secteur. Un tel contexte de déficit et de dégradation des ressources en eau destinées à la production d'eau

potable a poussé les décideurs à avoir d'autres sources alternatives. Ainsi, les eaux souterraines de la nappe de Bonoua à une centaine de kilomètre d'Abidjan, sont utilisées pour répondre, en partie, aux besoins pressants des populations. En outre, la lagune Aghien, vu sa grande réserve en eau douce, à proximité d'Abidjan (Durand & Guiral 1994) a été identifiée par l'Office National d'Eau Potable (ONEP) comme une source alternative pour la production d'eau potable pour combler ce déficit. Cependant, sa proximité avec de nombreux villages, des plantations et des fermes d'élevages pourrait entraîner la dégradation de la qualité de ses eaux. De ce fait, une surveillance des paramètres abiotiques permettra de suivre l'évolution des paramètres de qualité des eaux de la lagune Aghien en fonction des activités anthropiques afin de proposer des solutions aux sources de pollution. L'objectif de cette étude est de caractériser de façon saisonnière des paramètres abiotiques des eaux de la lagune d'Aghien en vue de la surveillance chimique des polluants.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude : La lagune d'Aghien est située dans la partie sud-est de la Côte d'Ivoire entre les latitudes 05 ° 22 'N et 05 ° 26' N et les longitudes 3 ° 49 'W et 3 ° 55'W (Figure 1a). Avec une superficie de 20,2 km² et un volume de 25 km³, la

lagune d'Aghien est alimentée par deux affluents principaux, les rivières Djibi et Bété. Il communique avec la lagune de Potou par un canal naturel dans lequel s'écoule l'eau de la rivière Me. La région est essentiellement couverte par la forêt dense

sempervirente et ombrophile fortement dégradée à cause des activités anthropiques en l'occurrence, l'expansion des cultures de rente (Palmier à huile, hévéas) et la croissance de l'habitat humain. Le climat est composé d'une grande saison des pluies et une grande saison sèche alternant avec une petite saison des pluies et une petite saison sèche. La géologie de la zone est marquée par la formation sédimentaire constituée de roches détritiques du tertiaire et quaternaire. La lagune Aghien est encadrée dans le continental terminal composé de sable, d'argile et grès ferrugineux. On note la présence des vases (matières organiques et particules fines minérales) et de sable du

quaternaire sur les bordures Est de la lagune Aghien (Delor et al. 1992). Deux catégories de sols occupent la région. Il s'agit des sols à sesquioxydes (sols ferrallitiques lessivés en bases) et des sols hydromorphes notamment les sols tourbeux ou sols humiques à Gley indifférenciés, ou pseudo-gley indifférenciés et sur alluvions à dominance sableux (Roose & Cheroux 1966). Les formations du socle cristallin et cristallophyllien sont constituées de gneiss fin à biotite et amphibole (Delor et al. 1992). Deux types d'aquifères sont rencontrés dans la lagune d'Aghien en l'occurrence, les aquifères discontinus du socle et les aquifères continus de bassins sédimentaires.

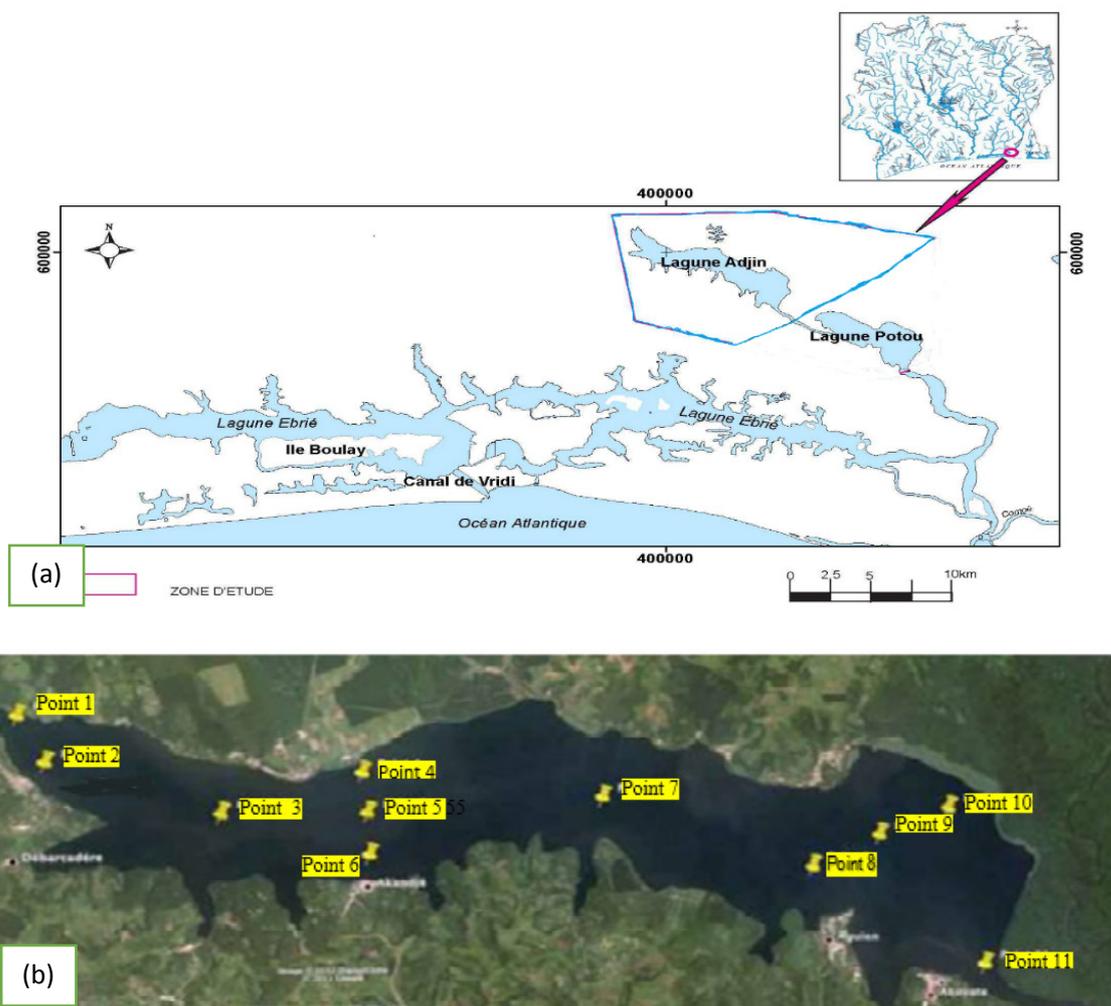


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (a) et station de prélèvement (b) sur la lagune Aghien

Campagnes de mesures et échantillonnage : Les prélèvements ont été effectués dans onze (11) stations réparties sur toute la lagune (Figure 1b) en fonction des

sources d'alimentation de la lagune (rivières), des activités anthropiques et de la pression des populations riveraines. Quatre campagnes de prélèvement ont été

effectuées de février à novembre 2016. Elles sont réparties comme suit : une campagne pendant la grande saison pluvieuse (Juin), une campagne pendant la petite saison sèche de (septembre), une campagne pendant la petite saison des pluies (novembre) et une campagne pendant la grande saison sèche (février). Les échantillons d'eau ont été recueillis dans des flacons en plastique à 20 cm de la surface puis 20 cm de l'interface eau-sédiment. Ces échantillons ont conservés dans une glacière contenant de la glace pour le transport au laboratoire. Les stations ont été identifiées à l'aide d'un GPS MLR SP 12X.

Techniques de mesure et d'analyse des échantillons d'eau : Le pH, la température, la conductivité, le potentiel redox, et l'oxygène dissous ont été déterminés in situ à l'aide d'un multiparamètre de marque HANNA HI 9828. La turbidité a été déterminée à l'aide d'un turbidimètre. La détermination des matières en suspension (MES) s'est effectuée par filtration sur membrane (microfibres de verre Wattman GF/C, millipore 0,45µm) et séchage conformément à la méthode AFNOR T90-105. La Demande Chimique en Oxygène (DCO) a été effectuée par la méthode du

dichromate de potassium selon la norme NFT 90-101. Le principe consiste à la réduction de la matière organique oxydable par le dichromate de potassium en milieu acide, en présence de catalyseur et au dosage du dichromate par un réducteur (le sulfate ferreux). La détermination de la Demande Biochimique en Oxygène en cinq jours (DBO₅) a été effectuée par la méthode manométrique selon la norme AFNOR T90-103 avec des manomètres OxiTop à affichage numérique LED fixés directement sur le flacon de DBO₅. La mesure de la DBO₅ avec le système Oxitop est basée sur le principe de la pression. Les orthophosphates, les nitrites, les nitrates et les ammoniums ont été mesurés par spectrophotométrie aux longueurs d'ondes respectives 885 nm, 543 nm, 415 nm et 630 nm selon les normes AFNOR. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel PAST 3.14. A partir de l'analyse en composantes principale (ACP), le cercle de corrélation et l'ordination des saisons ont été établies. La variabilité spatio-temporelle des paramètres de pollution a été étudiée par l'analyse des variances (ANOVA) avec la significativité à $p < 0,05$.

RESULTATS

Variation spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques : Les variations spatio-temporelles des paramètres physico-chimiques (température, turbidité, MES, conductivité, pH, oxygène dissous et potentiel redox) des eaux de la lagune Aghien sont présentées dans le tableau I. Les valeurs des températures des eaux de la lagune Aghien de la grande saison sèche varient entre 22,2 et 25,2°C avec une valeur moyenne de 24,4 °C ± 0,32, celles de grande saison des pluies varient entre 26,3 et 28,0°C avec une moyenne de 27,3 ± 0,1°C, celles de petite saison sèche varient entre 26,7 et 27,7°C avec une valeur moyenne de 27,1 ± 0,1°C et celles de la petite saison des pluies varient entre 28,2 et 31,0 avec une valeur moyenne de 29,1 ± 0,2. Les résultats obtenus relèvent que les valeurs de turbidité sont variables. Elles varient de 11,4 à 23,4 NFU pendant la grande saison sèche avec une valeur moyenne de 16,5 ± 1,2 NFU. Elles vont de 7,4 à 72,2 NFU à la grande saison des pluies avec une valeur moyenne de 20,5 ± 6,5 NFU. A la petite saison sèche, elles partent de 29,9 à 49,9 NFU avec une valeur moyenne de 41,1 ± 1,9 et de 6,9 à 22,2 NFU avec une valeur moyenne de 15,6±1,3 NFU à la petite saison des pluies. Les teneurs moyennes de la turbidité des eaux des différentes saisons sont toutes supérieures à la norme de l'OMS.

Les valeurs de la conductivité varient de 48,2 à 98,6 µS/cm avec une valeur moyenne de 72,2 ± 3,5 µS/cm à la grande saison sèche. Elles partent de 54,4 à 230,0 µS/cm à la grande saison des pluies avec une valeur moyenne de 88,1 ± 14,4, de 62,9 à 71,75 µS/cm avec une valeur moyenne de 65,4±0,8 µS/cm pour la petite saison sèche et de 66,0 à 71,7 µS/cm avec une valeur moyenne de 68,5 ± 0,5 µS/cm pour la petite saison des pluies. Ces valeurs obtenues sont toutes inférieures à la norme de l'OMS. Les valeurs de turbidité et de MES enregistrées pendant la période d'étude ont une évolution similaire. Les valeurs des PH des eaux de la lagune Aghien de la grande saison sèche varient entre 7,7 et 8,0 avec une valeur moyenne de 7,8±0,0, celles de grande saison des pluies varient entre 6,5 et 7,2 avec une moyenne de 6,9±0,1, celles de petite saison sèche varient entre 7,3 et 7,8 avec une valeur moyenne de 7,5 ± 0,0 et celles de la petite saison des pluies varient entre 6,4 et 8,6 avec une valeur moyenne de 7,8 ± 0,2. Ces valeurs obtenues sont toutes conformes à la norme de l'OMS. Les eaux de la lagune Aghien ont un potentiel redox négatif. Les relatives valeurs maximales sont notées durant la grande saison des pluies. Les résultats obtenus relèvent que les valeurs de l'oxygène dissous sont variables. Elles varient de 6,7 à 7,9 mg/L pendant la

grande saison sèche avec une valeur moyenne de 7,3 ± 0,1 mg/L. Elles vont de 3,5 à 5,9 mg/L à la grande saison des pluies avec une valeur moyenne de 5,2 ± 0,2 mg/L. A la petite saison sèche, elles partent de 5,4 à 7,0 mg/L avec une valeur moyenne de 6,3±0,1mg/L et de 6,1 à 8,6 mg/L avec une valeur moyenne de 7,5 ± 0,2 mg/L à la petite saison des pluies. Le test Mann-

Whitney donnent un coefficient (p) ≤ 0,05 pour l'ensemble des paramètres mesurés. La température, la turbidité, les MES, la conductivité, le pH, l'oxygène dissous et le potentiel redox ont une variation significative d'une saison à l'autre. Cette variation est globalement plus élevée pendant la petite saison des pluies que pendant les autres saisons.

Tableau1 : Valeurs maximales, minimales et moyennes des paramètres physico-chimiques des eaux de la lagune Aghien au regard de la norme OMS

Saisons	Valeurs	Paramètres mesurés						
		Temp	turb	cond	MES	pH	OD	Eh
GSS	Min	22,2	11,4	48,2	8,4	7,7	6,7	-82,6
	Max	25,2	23,4	98,6	15,0	8,0	7,9	-19,8
	Moy	24,4±0,3	16,5±1,2	72,2±3,5	11,6±0,7	7,8±0,0	7,3±0,1	-28,6±8,8
GSP	Min	26,3	7,45	54,4	2,05	6,5	3,5	-32
	Max	28,0	72,2	230,0	39,0	7,2	5,9	-6,6
	Moy	27,3±0,1	20,5±6,5	88,1±14,4	12,8±3,7	6,9±0,1	5,2±0,2	-21,8±2,7
PSS	Min	26,7	29,9	62,9	11,0	7,3	5,4	-47,7
	Max	27,7	49,9	71,7	17,0	7,8	7,0	-15,6
	Moy	27,1±0,1	41,10±1,9	65,4±0,8	14,4±0,5	7,5±0,0	6,3±0,1	-27,9±2,7
PSP	Min	28,2	6,96	66,0	1,5	6,4	6,1	-176,6
	Max	31,0	22,2	71,7	13	8,6	8,6	27,7
	Moy	29,1±0,2	15,6±1,3	68,5±0,5	10,5±1,0	7,8±0,2	7,5±0,2	-67,3±1,64
Norme OMS		25	≤5	≤250	-	6.5-8.5	-	-

Min : Minimum ; Moy : Moyenne ; Max : Maximale OD = oxygène dissous, Cond= conductivité, Turb= Turbidité, Eh= Potentiel redox, GSS : Grande Saison Sèche, GSP : Grande Saison des Pluies, PSS : Petite Saison Sèche, PSP : Petite Saison des Pluies.

Variation spatio-temporelle des sels nutritifs, de la DCO et de la DBO₅. : Les teneurs en sels nutritifs (orthophosphates, nitrates et nitrites), les valeurs de DCO et de DBO₅ sont consignées dans le tableau 2. La teneur en orthophosphate est comprise entre 0,08 et 0,11mg/L à la grande saison sèche avec une valeur moyenne de 0,09±0,00 mg/L, entre 0,039 et 0,140 mg/L avec une valeur moyenne de 0,053 ± 0,001 mg/L à la grande saison des pluies, entre 0,039 et 0,060 mg/L avec une valeur moyenne de 0,052 ± 0,002 mg/L à la petite saison sèche et entre 0,04 et 0,61 avec une valeur moyenne de 0,12 ± 0,05 mg/L à la petite saison des pluies (Tableau 2). Les valeurs des nitrates des eaux de la lagune Aghien à la grande saison sèche varient entre 0,17 et 1,17 mg/L avec une valeur moyenne de 0,6±0,1 mg/L, celles à la grande saison des pluies varient entre 0,40 et 1,61 mg/L avec une valeur moyenne de 0,78±0,14 mg/L, celles à la petite saison sèche varient entre 1,27 et 2,78 mg/L avec une

valeur moyenne de 2,23 ± 0,14 mg/L et entre 0,09 et 4,44 une valeur moyenne de 0,60 ± 0,39 mg/L pour la petite saison des pluies. Les teneurs moyennes des nitrates des eaux des différentes saisons sont toutes inférieures à la norme de l'OMS qui est de 50 mg/L. Les résultats obtenus relèvent que les valeurs des nitrites sont variables. Elles varient de 0,01 à 0,05 mg/L à la grande saison sèche avec une valeur moyenne de 0,02 ± 0,00 mg/L. Elles vont de 0,008 à 0,134 mg/L à la grande saison des pluies avec une valeur moyenne de 0,047 ± 0,140mg/L. A la petite saison des pluies, elles partent de 0,006 à 0,025 mg/L avec une valeur moyenne de 0,012 ± 0,001 mg/L et de 0,001 à 0,360 mg/L avec une valeur moyenne de 0,039 ± 0,032mg/l à la petite saison des pluies (Tableau 2). Les résultats de l'analyse indiquent que les teneurs en ammonium restent constantes en grande saison sèche avec une valeur moyenne de 0,10± 0,00mg/L. Les teneurs varient de 0,1 mg.L⁻¹ à 0,55 mg.L⁻¹ avec une moyenne

de $0,32 \pm 0,05$ à la grande saison des Pluies, celles de la petite saison sèche fluctuent entre 0,099 et 0,150 mg/L avec une valeur moyenne $0,106 \pm 0,004$ mg/L et celles de la petite saison des pluies partent de 0,21 à 10,4 mg/L avec une valeur moyenne de $0,322 \pm 0,051$ mg/L. Les teneurs en DCO oscillent entre 30,0 et 94,1 mg/L avec une moyenne $41,5 \pm 5,57$ mg/L pendant la grande saison sèche. Les fortes valeurs sont enregistrées durant la petite saison pluvieuse avec une moyenne de $63,56 \pm 13,6$ mg/L. Les fortes teneurs en DBO₅ sont observées durant la petite saison des pluies

avec une valeur moyenne de $27,35 \pm 4,35$ mg/L. Les valeurs ($p < 0,05$) du test Mann-Whitney montrent que les sels nutritifs, la DCO et la DBO₅ des eaux de la lagune Aghien présentent une différence significative entre elles ($P < 0,05$). La DCO et la DBO₅ enregistrent des valeurs plus faibles pendant la grande saison des pluies que celles des autres saisons pendant que les eaux de la lagune Aghien sont plus chargées en sels nutritifs pendant la grande saison sèche que celles des trois autres saisons.

Tableau 2 : Valeurs de, Nitrate, Nitrite, Ammonium, orthophosphate, DCO et DBO₅ des eaux prélevées

Saison	Valeurs	Paramètres mesurés					
		NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	DCO	DBO ₅
GSS	Min	0,17	0,01	0,10	0,08	30,0	12,8
	Max	1,17	0,05	0,10	0,11	94,1	33,6
	Moy	$0,60 \pm 0,10$	$0,02 \pm 0,00$	$0,10 \pm 0,00$	$0,09 \pm 0,00$	$41,5 \pm 5,57$	$17,5 \pm 1,7$
GSP	Min	0,40	0,01	0,10	0,039	29,99	4,99
	Max	1,61	0,13	0,55	0,14	66,08	12,40
	Moy	$0,78 \pm 0,14$	$0,05 \pm 0,01$	$0,32 \pm 0,05$	$0,05 \pm 0,01$	$42,58 \pm 3,73$	$7,58 \pm 0,84$
PSS	Min	1,27	0,01	0,099	0,039	29,99	6,15
	Max	2,78	0,02	0,150	0,060	55,6	23,10
	Moy	$2,23 \pm 0,14$	$0,01 \pm 0,00$	$0,11 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,00$	$38,71 \pm 2,23$	$16,55 \pm 1,61$
PSP	Min	0,09	0,01	0,21	0,04	29,0	11,20
	Max	4,44	0,36	1,04	0,61	143,0	51,10
	Moy	$0,60 \pm 0,39$	$0,04 \pm 0,03$	$0,32 \pm 0,05$	$0,12 \pm 0,05$	$63,56 \pm 13,63$	$27,35 \pm 4,35$
Norme OMS		≤50	≤ 0.2	≤ 1.5	≤ 0.2	-	-

Typologie abiotique des eaux de la lagune Aghien : L'analyse en composante principale (ACP) a permis d'évaluer les principaux paramètres influant la qualité des eaux de la lagune Aghien (figure 2). Les composantes (facteur 1 et facteur 2) expliquent 52,09 % de la variation de l'ensemble de données. Le premier axe exprime 31,23 % de la variance totale, contre 20,86 % pour le second axe (Figure 2a). Le cercle de corrélation montre que les variables négativement corrélées à l'axe 1 sont la température, l'oxygène dissous, le pH, l'ammonium et la DBO₅, tandis que la conductivité, les nitrates, les MES, la turbidité et le potentiel redox sont positivement

corrélés à cet axe. Le second axe est significativement corrélé à la DCO et aux nitrites dans sa partie positive. Concernant la variation saisonnière des paramètres abiotiques considérés, l'axe 1 est significativement corrélé avec la petite saison des pluies des trois autres saisons (Figure 2b). Pendant la petite saison pluvieuse, les eaux de la lagune Aghien se caractérisent par des valeurs élevées du pH, de l'oxygène dissous, de la température, de la DCO, de la DBO₅ et de l'ammonium. En revanche, les trois autres saisons se distinguent par des valeurs importantes en nutriments (orthophosphates, nitrates et nitrites), en MES, en conductivité, en potentiel redox et de turbidité.

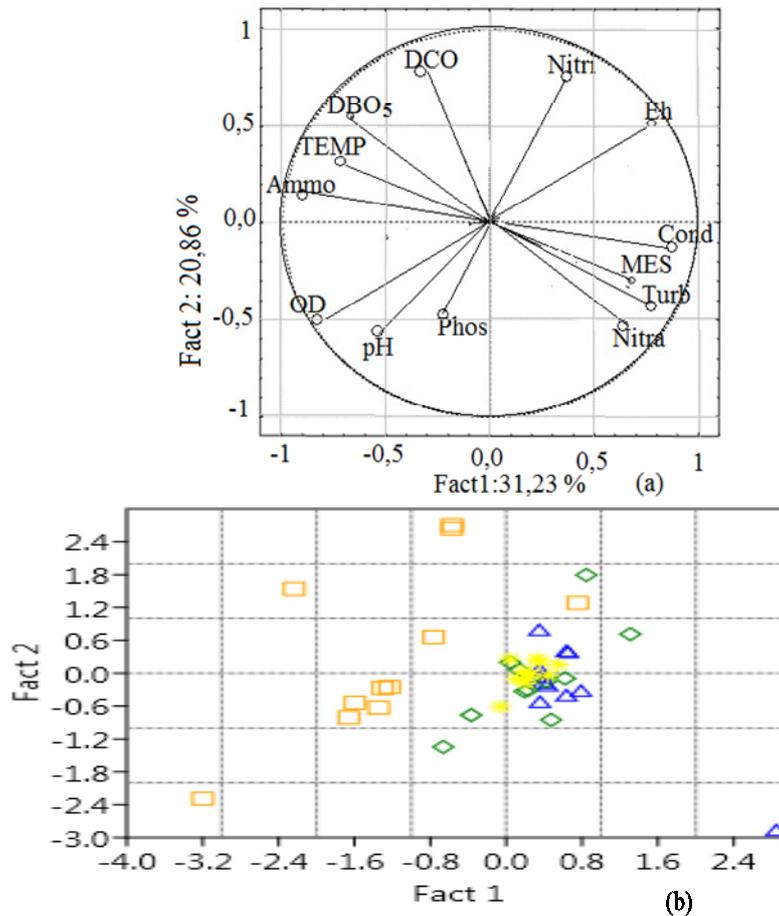


Figure 2 : Cercle de corrélation des variables (a) ; plan factoriel des paramètres physico- chimiques et chimiques en fonction des saisons (b): Temp =Température, Phos = phosphate, OD = oxygène dissous, Cond= conductivité, Nitra = Nitrate, Nitri = Nitrite, Ammo= Ammonium, Turb = Turbidité, Eh = Potentiel redox. Grande saison sèche = losange vert, Grande saison des pluies= triangle bleu, Petite saison sèche = étoile jaune, Petite saison des pluies = rectangle orange.

La figure 3 présente le poids des paramètres considérés pour l'ordination sur chacun des axes 1 (a) et 2 (b) de la figure 3. Il en ressort que la conductivité, le potentiel redox, la DCO et la DBO₅ sont les paramètres qui ont les poids les plus élevés (0,1 en valeur absolue). Le premier groupe constitué de la petite saison des pluies est caractérisé par des valeurs de teneurs en DBO₅ significativement élevées que celui

du second groupe (figure 3b). Les valeurs du potentiel redox sont significativement fortes dans le groupe 1 que celui du groupe 2 (figure 4c). En revanche, le groupe 2 se distingue par des valeurs significativement élevées de conductivités (figure 4d). Par ailleurs, une absence de variation significative pour la DCO entre les deux groupes est observée (figure 4a).

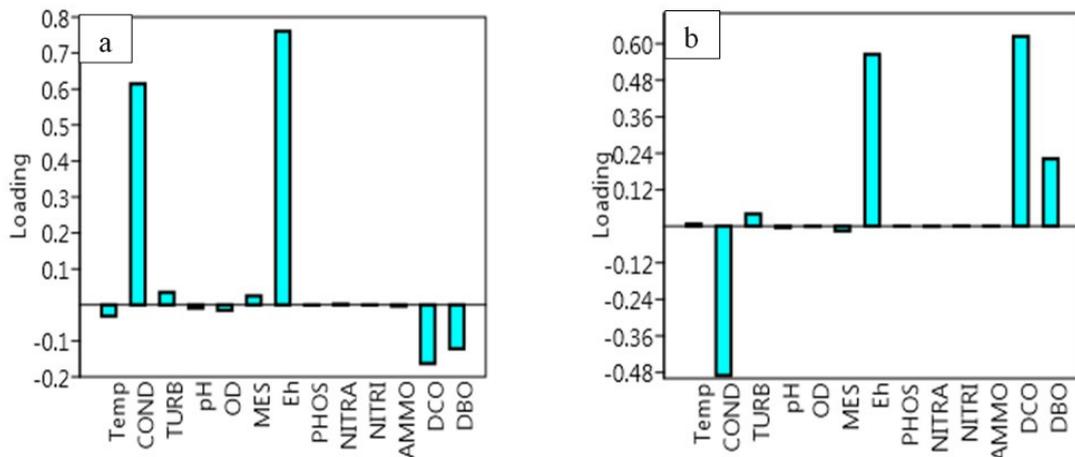


Figure 3: Poids des paramètres par rapport aux axes 1 (a) et 2 (b) : Temp =Température, Phos = phosphate, OD = oxygène dissous, Cond= conductivité, Nitra = Nitrate, Nitri = Nitrite, Ammo= Ammonium, Turb= Turbidité, Eh= Potentiel redox.

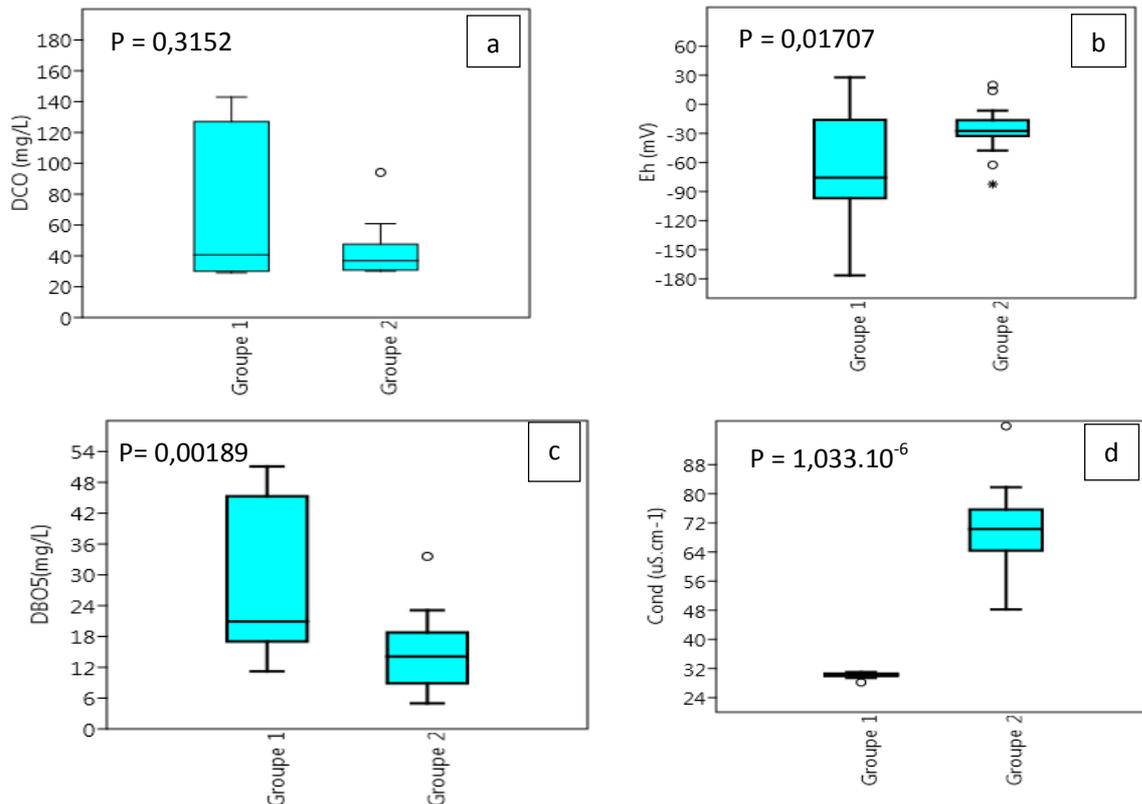


Figure 4 : Variation saisonnière des variables aux poids élevés a) la DBO₅ ; b) le potentiel redox ; c) la DCO ; d) la conductivité.

Le tableau 3 présente les grilles d'évaluation de la qualité des eaux à partir des moyennes des quatre saisons. Les eaux de la lagune Aghien sont dans la

classe bon pour l'oxygène dissous, très bon pour les MES, bon pour l'ammonium, médiocre pour la DCO et médiocre dans l'ensemble pour la DBO₅.

Tableau 3: Description de la qualité des eaux et des cours d'eau

Paramètres	Classification DCE (2010)				GSS	GSP	PSS	PSP
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre				
Oxygène dissous (mg.L ⁻¹)	8	6	4	3	7,3±0,1	5,2±0,2	6,3±0,1	7,5±0,2
DCO (mg.L ⁻¹)	20	30	40	80	41,5±5,5	42,6±3,7	38,7±2,2	63,5±13,6
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	3	6	10	25	17,5±1,7	7,6 ±0,8	16,5±1,6	27,3±4,3
MES (mg.L ⁻¹)	25	50	100	150	11,6±0,7	12,8 ±3,7	14,4± 0,5	10,5 ±0,1
Ammonium (mg.L ⁻¹)	0,1	0,5	2	5	0,1±0,0	0,3±0,1	0,1±0,0	0,3±0,1

DISCUSSION

L'analyse des résultats montre que la composition physico-chimique et chimique des eaux de la lagune Aghien est loin d'être constante au cours des saisons. En effet, la petite saison des pluies est caractérisée par des valeurs élevées de la température, du pH et de l'oxygène dissous. Les fortes températures enregistrées en novembre dues à la forte insolation pourraient augmenter les vitesses des réactions chimiques et biochimiques (Groga 2012). Les valeurs élevées de pH et d'oxygène dissous pourraient être dues aux valeurs élevées de la température qui stimulent l'activité photosynthétique pendant cette saison dans la lagune prospectée. Cette forte activité photosynthétique est favorisée par la faible turbidité qui laisse pénétrer les rayons du soleil dans la colonne d'eau (Komoé *et al.* 2009). Ce résultat explique les fortes corrélations entre ces paramètres (température, pH et oxygène dissous) pendant cette période. La température élevée favoriserait le phénomène de l'auto-purification et augmenterait le taux de sédimentation de MES d'où la relative faible valeur pendant la petite saison des pluies. Les faibles valeurs de la température obtenues en février pourraient être liées au phénomène d'upwelling ou à la faible insolation favorisée par un ciel couvert. Les eaux de la lagune Aghien sont turbides en petite saison sèche. Cette turbidité pourrait être liée aux matières en suspensions. En effet, la petite saison sèche correspond à la période des crues des rivières qui seraient chargées en matière en suspension. Les mêmes résultats ont été relevés par Komoé (2010) dans la lagune de Grand-Lahou. La relative forte minéralisation des eaux en grande saison des pluies pourrait être attribuée à l'arrivée des eaux continentales riche en sels minéraux ou la forte température

enregistrée à cette période pourrait augmenter les vitesses des réactions biochimiques et favoriser l'accumulation d'ions. Les faibles valeurs de pH pendant la grande saison des pluies pourraient s'expliquer par la dilution des eaux due aux apports pluvieux et aussi à l'arrivée des eaux continentales qui sont acides. En effet, l'hydratation du CO₂ produit l'acide carbonique dont l'ionisation libère des ions H⁺ : ce sont ces ions H⁺ qui contribuent à l'acidité de l'eau. Ces eaux continentales turbides réduiraient la pénétration de la lumière d'où la diminution de l'activité photosynthétique. Ce qui expliquerait les faibles valeurs de l'oxygène dissous à cette période. L'analyse des résultats des ions nitrite et ammonium révèle qu'ils ont des basses concentrations en saison sèche et des concentrations élevées en saison des pluies. Cette variation pourrait s'expliquer par le fait que pendant la saison sèche l'influence fluviale est faible, de plus le phénomène d'eutrophisation pourrait conduire à l'épuisement de nitrite et d'ammonium tandis qu'en saison des pluies, la lagune reçoit les eaux continentales riches en sels nutritifs (nitrite et ammonium). Ces résultats sont semblables à ceux observés dans le système lagunaire ivoirien par Koné *et al.* (2009); Seu (2012) qui ont montré que le pluvio-lessivage est le facteur-clé de l'entrée des nutriments dans les eaux lagunaires. Ce phénomène pourrait expliquer les pics en nutriments (azotés et phosphorés) observés aux stations 1, 7 et 10 en petite saison des pluies. Aussi, les fortes valeurs de nitrate en petite saison sèche pourraient être liées au drainage des terrains agricoles du bassin versant et à la remise en suspension des nutriments des sédiments ou l'abondance de matières organiques mortes des sols (Hammami *et al.* 2005). En saison pluvieuse, cette

diminution relative de ces teneurs pourrait s'expliquer par leur consommation par les microorganismes (bactéries et champignons) (Issola *et al.* 2008). Les fortes concentrations en orthophosphate observées pendant la grande saison sèche seraient liées à sa faible assimilation par les végétaux aquatiques. Selon Yao (2009), l'assimilation du phosphore s'accroît avec les concentrations d'azote et peut être freinée par une carence en azote. Dans cette étude, la concentration en azote est faible pendant la grande saison sèche. En termes de qualité pour les eaux potables, il ressort que toutes les valeurs moyennes des sels nutritifs sont nettement inférieures aux recommandations de l'OMS (2011), ce qui montre que l'effort à fournir pour le traitement des eaux de la lagune Aghien sera moindre en référence à ces paramètres. La valeur moyenne de DCO élevée pendant la petite saison des pluies corrobore ceux d'EL Morhit (2009) dans l'étude de l'estuaire de baies Loukkos au Maroc et de Kambiré *et al.* (2014) dans la lagune Aby. Ce résultat pourrait être lié au transfert de matière organique accumulées pendant la petite saison sèche du continent vers la lagune. Nos résultats corroborent ceux de Dufour (1982) et Yao *et al.* (2009)

CONCLUSION

L'ensemble des investigations réalisées sur les propriétés physico-chimique et chimique de la lagune a permis d'évaluer la qualité des eaux ainsi que leur variation saisonnière. Du point de vue physique et chimique, le suivi des eaux de ce système lagunaire a permis de mettre en évidence la faible concentration en sels nutritifs. Il ressort que la lagune est soumise à un apport de nutriments essentiellement d'origine exogène liée au pluviollessivage du bassin versant, les pics sont atteints à la grande et à la petite saison des pluies. Les eaux de la lagune Aghien sont globalement aérées pendant les quatre saisons. Les

qui ont obtenu des valeurs de DBO₅ maximales pendant les saisons des crues et des pluies en lagune Ebrié. En termes de qualité pour les eaux potables, il ressort que toutes les valeurs moyennes de DBO₅ des quatre saisons sont presque toutes supérieures à 8, ce qui signifie que les eaux de la lagune Aghien sont de mauvaise qualité en référence à ce paramètre (Rodier 2009). Dans les eaux distribuées, la matière organique est souvent à l'origine de colorations ou de mauvais goûts rebutants pour le consommateur (Goné *et al.* 2008). Cependant, les ordres de grandeur de la DBO₅ et de la DCO enregistrés dans cette étude sont largement inférieurs aux valeurs moyennes rapportées par Yao *et al.* (2009) sur les eaux de la lagune Ebrié (DCO = 285 ± 110,32 mg.L⁻¹ et DBO = 100,48 ± 45,02 mg.L⁻¹). Cette différence est probablement due au fait que la lagune Ebrié qui est située en pleine agglomération reçoit directement les eaux usées de la ville d'Abidjan. La pollution des eaux par la matière organique est accentuée en petite saison des pluies pendant la période d'étude. Cependant, elle peut être éliminée par coagulation-floculation au cours de la production d'eau potable.

eaux de la lagune Aghien sont fortement chargées en matières organiques. Les concentrations les plus élevées sont observées en saison pluvieuse. Par conséquent, un regard doit être porté sur les stations proches des embouchures des rivières et aux zones à forte influence anthropique où les indices de pollution (DBO₅ et DCO) sont les plus élevés. La moyenne DCO (46,58 mg.L⁻¹) et DBO₅ (17,25 mg.L⁻¹) de la lagune Aghien sont largement supérieure à la norme relative à la qualité des eaux destinée à la consommation humaine.

REMERCIEMENT.

Les auteurs remercient les responsables de la Direction de la Gestion et de la protection des Ressources en Eau (DGPRE) pour avoir mis les moyens techniques à notre disposition pour l'accomplissement de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- Ahoussi K. E., Soro N., Soro G *et al.* (2008). Groundwater pollution in Africans Biggest Towns. Case of the Town of Abidjan (Cote d'Ivoire). *European journal of scientific research*, 20 (2) : 302-316.
- Cheroux M., Roose E. (1966). Les sols du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. O.R.S.T.O.M. Adiopodoumé, multig, pp. 51-92.
- Delor C., Diaby I., Yao S *et al.* (1992). Carte géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000, 1^{ère} Edn, Feuille GRAND BASSAM, Direction de la Géologie Abidjan, Côte d'Ivoire.

- Dufour P. (1982). Influence des conditions de milieu sur la biodégradation des matières organiques dans une lagune tropicale, *Oceanologica Acta* (5) : 355-363.
- Durand J. R., Guiral D. (1994). Hydroclimat et hydrochimie. In : Environnement et Ressources Aquatiques de Côte d'Ivoire, Tome II. Les milieux lagunaires. Durand. J. R., Dufour Ph., Guiral D. et Zabi S. (Éditeurs). Éditions de l'ORSTOM, Paris, pp. 59-90
- El Morhit (2009). Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Loukkos). Thèse de Doctorat, Université Mohammed V - Agdal, Faculté des Sciences de Rabat (Maroc), 260 p
- Goné D. L., Kamagaté B., Ligban R et al (2008). Coagulation- flocculation of a tropical surface water with alum for dissolved organic matter (DOM) removal : Influence of alum dose and pH adjustment. *International Journal of Environment Sciences applied*, 3 (4) : 247-257
- Groga N. (2012). Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse (France), 244 p.
- Hammami J., Brahim M., Gueddari M. (2005) «Essai d'évaluation de la qualité des eaux de ruissellement du bassin versant de la lagune de Bizerte.» *Bulletin de l'Institut National Océanographique*. Mer de Salammô, (32) : 69-77.
- Issola Y., Kouassi A.M., Dongui B.K et al. (2008). Caractérisation physicochimique d'une lagune côtière tropicale : lagune de Fresco (Côte d'Ivoire), *Afrique Sciences*, 4(3) : 368-393.
- Jourda J., Kouame k., Saley B. M et al. (2006). Contamination of the Abidjan aquifer by sewage: An assessment of extent and strategies for protection. In *Groundwater Pollution in Africa*, Yongxin X, Brent U (eds). Taylor & Francis/Balkema: Great-Britain: 93-102.
- Kambiré O., Adingra A. A., Eblin S.G et al. «Caractérisation des eaux d'une lagune estuarienne de la Cote d'Ivoire: la lagune Aby» *Larhyss Journal*, (20) : 95-110.
- Komoé K. (2010). Diversité du phytoplancton du complexe lagunaire de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 306 p.
- Komoé K., Da K. P., Kouassi A. M et al. (2009). Seasonal Distribution of Phytoplankton in Grand-Lahou Lagoon (Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 26 (3) : 329-341.
- Koné Y. J. M. (2008). Dynamics of carbon dioxide and methane in the mangroves of Vietnam, and the rivers and the lagoons of Ivory Coast. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université de Liège (Belgique), 205 p.
- Rodier J. (2009). L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer. Dunod, 9^e édition, Paris, 1579 p.
- Seu A. N. M. (2012). Structuration spatiale et saisonnière des peuplements phytoplanctoniques et variabilité des facteurs abiotiques dans trois complexes lagunaires de Côte d'Ivoire (Aby, Ébrié et Grand- Lahou). Thèse de Doctorat, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 186 p.
- SOGREAH. (1996) : Étude de la gestion et de la protection de la nappe assurant l'alimentation en eau potable d'Abidjan. Étude sur modèle mathématique. Rapport d'étude de phases 1, 2, 3 et 4. BNETD décembre.
- Yao K. M. (2009). Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques des eaux de la lagune Ebrié dans la zone d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Thèse Unique de Doctorat, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 182 p.
- Yao K. M., Métongo B.S., Trokourey A et al (2009). La pollution des eaux de la zone urbaine d'une lagune tropicale par les matières oxydables (lagune Ébrié, Côte d'Ivoire). *International Journal of biology Science*, 3 (4): 755-770.