

ÉTUDE DES PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES DES EAUX DE LA LAGUNE CONTINENTALE ONO (BONOUA SUD-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE) DURANT LA CRUE DU COMOÉ

Affoua Jeanne GBOKO*, Apie Colette AKOBE,
Koffi Nestor ADOU, Ané Maurice AKA, Charles Albéric AKA,
Sylvain MONDE et Kouamé AKA

Université Félix Houphouët-Boigny, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire de Géologie Marine et de Sédimentologie, BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

* Correspondance, e-mail : gbokoaffouajeanne@gmail.com

RÉSUMÉ

Cette étude porte sur la variabilité spatiale et l'analyse statistique des paramètres physico-chimiques de la lagune Ono. Les données ont été acquises sur onze stations à l'aide de multiparamètre sur le terrain et du spectromètre de masse au laboratoire. Les teneurs en oxygène dissous (OD) sont faibles avec une moyenne de 1,98 mg/L. Elles sont dues à la forte concentration en matière organique (MO) des eaux en décomposition. Ce qui explique ainsi la corrélation inverse entre la MO et l'OD ($r = -0,52$). Ces eaux ont un pH maximal de 5,11 liées à la forte concentration en matière organique avec une moyenne de 9,41 mg/L induisant l'acidité des eaux de cette lagune. Elles présentent donc une pollution organique et des zones d'anaérobioses surtout sur le fond. Elles sont aussi influencées par les milieux frontaliers, Comoé et rivières modifiant sa dynamique hydrologique. Les eaux du bassin alimentant cette lagune surtout celles des plantations industrielles et du village Ono sont chaudes en favorisant la conductivité. Ce qui induit la bonne corrélation ($r = 0,85$) entre la température et la conductivité. Les matières en suspension (MES) sont essentiellement représentées par la MO expliquant leurs fortes corrélation ($r = 0,97$). Cette MO est issue de la forte croissance des végétaux aquatique et terrestre sur le plan d'eau lagunaire.

Mots-clés : *hydrologie, lagune tropicale, crue, Ono, Comoé, Côte d'Ivoire.*

ABSTRACT**Study of the hydrological parameters of the continental lagoon Ono (Bonoua, South-East of Côte d'Ivoire) during the the flood of the river Comoé**

This study focuses on spatial variability and statistical analysis of the physico-chemical parameters of the Ono lagoon. The data was acquired from eleven stations using the field multiparameter and laboratory mass spectrometer. Dissolved oxygen levels are low with an average of 1.98 mg / L. They are due to the high concentration of OM in decomposing water. This explains the inverse correlation between the MO and the OD ($r = -0.52$). These waters have a maximum pH of 5.11 related to the high concentration of organic matter with an average of 9.41 mg / L inducing the acidity of the waters of this lagoon. They therefore have organic pollution and areas of anaerobiosis especially on the bottom. They are also influenced by border areas, Comoé and rivers changing its hydrological dynamics. The waters of the basin supplying this lagoon, especially those of the industrial plantations and the Ono village, are warm, favoring conductivity. This induces the good correlation ($r = 0.85$) between temperature and conductivity. The MESs are essentially represented by the MO explaining their strong correlations ($r = 0.97$). This MO comes from the strong growth of aquatic and terrestrial plants on the lake lagoon.

Keywords : *hydrology, tropical lagoon, flood, Ono, Comoé, Côte d'Ivoire.*

I - INTRODUCTION

Les hydrosystèmes littoraux tels que les rivières, les fleuves, les lacs, les estuaires, les lagunes, les océans etc., sont de nos jours soumis à de fortes pressions anthropiques notamment, l'urbanisation, le tourisme, l'agriculture, la pêche, l'expansion industrielle et les exploitations minières [1]. Ces deux dernières décennies sont ainsi marquées par une croissance démographique très accrue selon les données du RGPH de 2014. Corrélativement, la section Est du littoral Ivoirien est marquée par une augmentation des activités économiques surtout agro-industrielles. Cela cause des problèmes liés à la croissance démographique non contrôlée sur ces potentialités naturelles en particulier les ressources en eau. Aujourd'hui, cette forte pression anthropique sur les ressources naturelles aboutit à une production de plus en plus importante de déchets de toutes natures. Comme l'exemple de rejets des sels nutritifs dans les eaux de surfaces favorisant la croissance des végétaux aquatiques qui induit une pollution organique et l'eutrophisation [2]. Cette pollution est en partie due à l'intensification des activités agricoles, industrielles et domestiques. De telles situations sont des réalités que connaît la région agricole de Bonoua précisément. La lagune Ono naturellement

influencée par le fleuve Comoé n'est pas en marge de cette situation. Cette lagune voit sa surface colonisée par les végétaux aquatiques et terrestres induisant un rétrécissement graduel de sa surface. Le bassin versant de la lagune Ono héberge les plantations et l'usine de la Société de Culture de Banane (SCB) ex. Société d'Ananas Liquide de Côte d'Ivoire (SALCI). Les eaux de la lagune Ono sont alors destinées à irriguer les cultures de ces sociétés en saison sèche. Une pêche traditionnelle s'y développe pour l'approvisionnement local en poisson. Malgré toutes ces activités se développant dans son environnement, la lagune semble être oubliée par les recherches scientifiques. Ce qui engendre une méconnaissance de son hydrologie, de sa morpho-sédimentologie etc. Les études réalisées sur la lagune Ono portent essentiellement sur la biodiversité de la zone humide qu'elle constitue [3, 4]. C'est à ce juste titre que l'analyse des paramètres hydrologiques de la lagune Ono s'est avérée nécessaire. Elle permettra de maîtriser la variabilité spatiale ces paramètres et déterminer les sources d'influence hydrologique des eaux de la lagune.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Présentation du site

La lagune ONO est située au Nord-est de la sous-préfecture de Bonoua entre la longitude 3° 32' et 3° 36' Ouest et la latitude 5° 21' et 5° 23' Nord à environ 49 Km. Elle a une superficie d'environ 400 Ha. La **Figure 1** présente la situation géographique et le positionnement des points d'échantillonnage. Ce travail est basé sur l'exploitation des données hydrologiques mesurées in situ et au laboratoire sur onze (11) stations en surface et à l'interface eau-sédiment en Novembre 2017 (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Localisation géographique (UTM) et profondeur (m) des stations de mesure

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Lo	4386	4373	4374	4375	4364	4362	4353	4355	4351	4349	4347
ng	54	47	66	86	98	02	51	90	11	42	72
Lat	5949	5943	5940	5936	5932	5936	5928	5925	5922	5924	5918
	88	19	10	41	22	97	92	83	93	63	04
Pro	1	1,90	2,03	2,07	2,15	2	1,86	2,14	2,49	2,47	3,74
f		5	7	1	2		1	2	1	3	8
(m)											

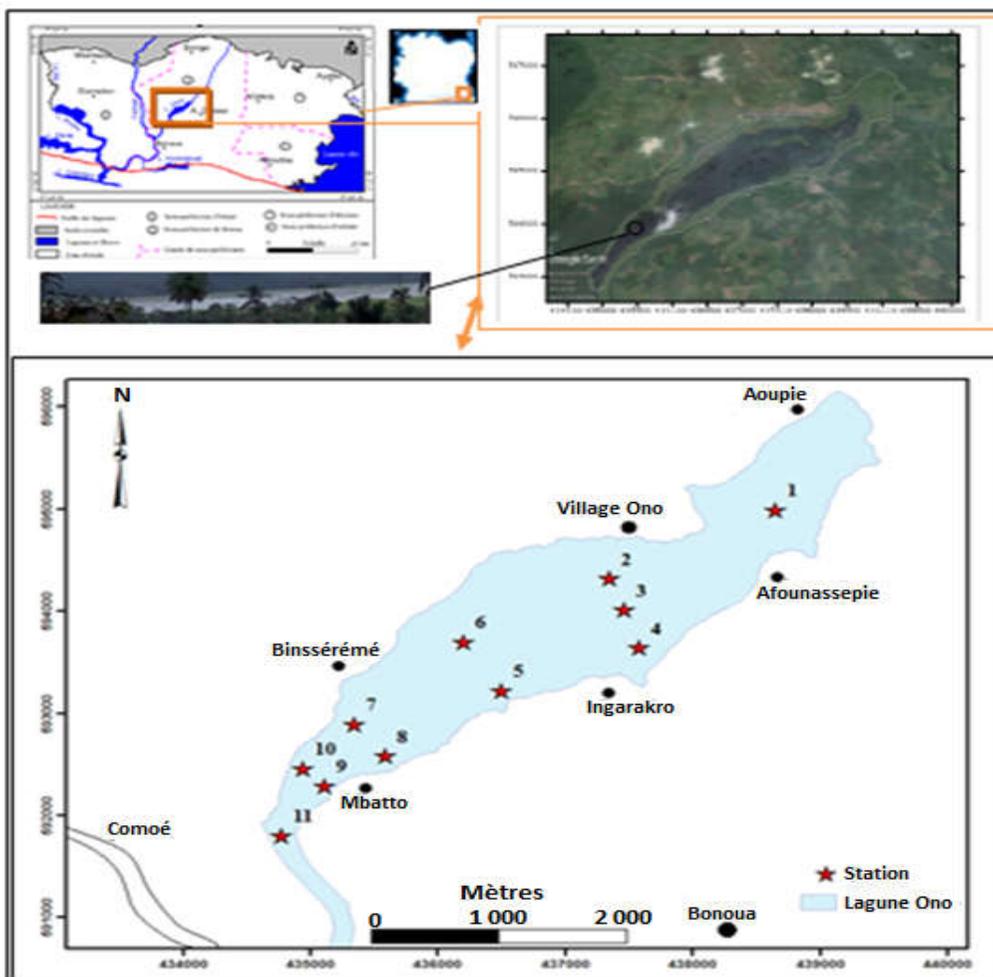


Figure 1 : Situation géographique et positionnement des points d'échantillonnage

II-2. Acquisition des paramètres hydrologiques

Les mesures des paramètres hydrologiques ont été réalisées sur 11 stations dans la lagune Ono (**Figure 1**) par des prélèvements d'eau superficielle et de l'interface eau-sédiment. Les mesures du potentiel d'hydrogène (pH), de la température (T°C), de l'oxygène dissous (OD), de la conductivité électrique (CE) et de la turbidité ont été faites «*in situ*» à l'aide d'un capteur Multiparamètre HO 40 d. La transparence de l'eau est mesurée par le disque de Secchi. Le dosage des sels nutritifs, la mesure de la teneur en matière organique et de la chlorophylle-a ont été réalisés au spectromètre de masse DR 6000 au Laboratoire Central de l'Environnement (LCE) du Centre Ivoirien Antipollution (CIAPOL).

II-3. Cartographie des paramètres hydrologiques

Le logiciel ArcGIS a servi à réaliser les cartes de répartition spatiale des différents paramètres hydrologiques. Elle peut se résumer en deux (02) phases. La première consiste à élaborer avec le tableur Excel, un fichier CVS de données numériques des différents paramètres hydrologiques pour chaque station avec les données prélevées sur le terrain. A ce fichier, on ajoute le contour réalisé sur Google Earth. La seconde phase est de sortir les cartes de répartition spatiale des différents paramètres en faisant une interpolation. La méthode d'interpolation utilisée est le krigeage.

II-4. Analyse en composante principale

Le nombre des variables étudiées et l'effectif des échantillons imposent un recours aux analyses multidimensionnelles. Rappelons que la matrice de corrélation et le cercle de corrélation des différents paramètres hydrologiques ont été élaborés au moyen du logiciel Statistica. L'analyse en Composantes Principales (ACP) permet de mettre en évidence les similitudes chimiques et la position graphique que représenteraient deux ou plusieurs variables chimiques au cours de leur évolution. Ainsi deux variables voisines sur le cercle de communauté ont une affinité. Cette analyse a permis d'avoir des informations pour l'interprétation hydrologique. Ce sont les paramètres statistiques, la matrice de corrélation entre les variables, les valeurs propres, pourcentages et cumul ainsi que la projection des individus dans un plan.

III - RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

III-1. Paramètres hydrologiques de lagune Ono

III-1-1. Évolution spatiale de la température des eaux de la lagune Ono

Les valeurs de la température des eaux de la lagune Ono (**Tableau 2**) oscillent entre 30,3°C et 26,5°C, soit un écart thermique de l'ordre de 0,98. La température moyenne est de 28,43°C.

Tableau 2 : Température (°C) dans la colonne d'eau de la lagune Ono

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Surface	28,3	29,1	28,6	28,5	29,1	30,3	30,2	29	29,1	29,6	29,1
fond	27,7	26,5	26,5	27,5	27,8	27,7	28,5	28,1	27,9	28,1	28,3

La température des eaux de surface (-0,5 m) est strictement supérieure à celle du fond et en chaque point de mesure (**Figure 3**). Cette variation de la

température en fonction de la profondeur met en évidence l'influence du rayonnement solaire dans le réchauffement des eaux de la lagune [5]. En effet, les rayons solaires qui pénètrent les couches d'eaux réchauffent celles-ci selon un gradient thermique qui décroît de la surface vers le fond. Le maximum de température est de $30,3^{\circ}\text{C}$ dans le Centre-Ouest de la lagune. Il serait influencé en plus du rayonnement solaire, par les rejets d'eau de ruissellement chaudes provenant des plantations de la Société de Culture de Banane (SCB) (ex SALCI : Société d'Ananas Liquide de Cote d'Ivoire). Par ailleurs, les températures minimales observées à l'extrémité Nord-Est autour de $28,3^{\circ}\text{C}$ pourraient être favorisé par l'alimentation de cette zone en eau d'une rivière froide venant du Nord-Est de la lagune. Les températures moyennes observées à l'extrémité Sud seraient en lien avec les échanges d'eau avec la Comoé en crue. Cette observation coïncide avec celle observée par [6 - 8] qui expliquent que les variations spatiales de la température des eaux ont pour origines les milieux frontières. La moyenne des températures mesurées dans la lagune Ono est de $29,17^{\circ}\text{C}$. Elle est donc sous la dépendance des effets conjugués de l'ensoleillement et des rejets d'eau dans la lagune. Cette lagune pourrait présenter une stratification thermique des eaux vu l'écart de température entre le fond et la surface. Cette stratification engendre des courants conduisant à une stabilisation de la tranche d'eau lagunaire.

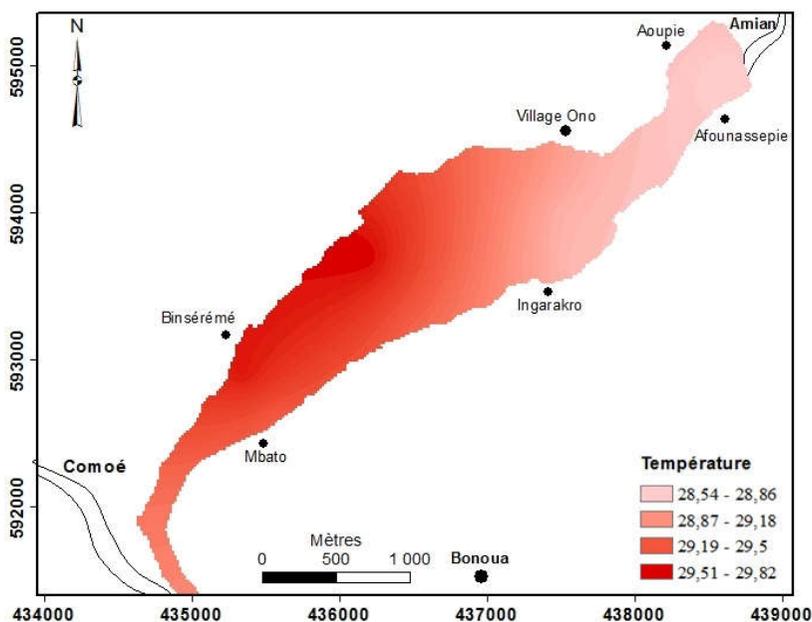


Figure 2 : Carte de répartition spatiale de la température de surface

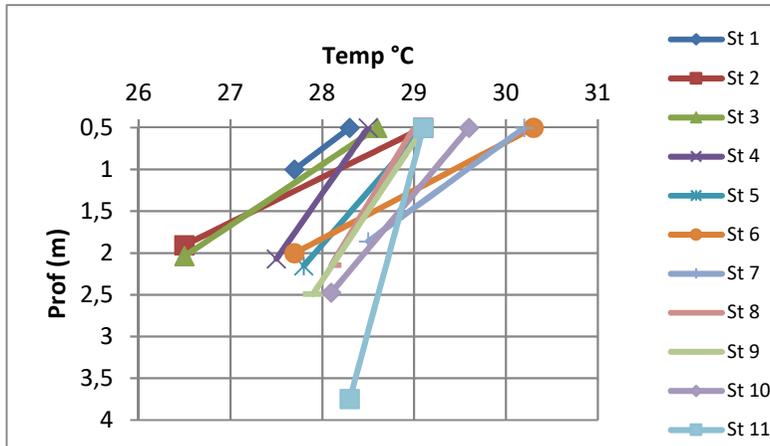


Figure 3 : Variation de la température en fonction de la profondeur

III-1-2. PH des eaux de la lagune Ono

Les valeurs du potentiel d'hydrogène de surface et du fond des eaux de la lagune Ono sont présentées dans le **Tableau 3**. Elles varient de 5,1 à 5,73 avec une moyenne de 5,35 et un écart type de 0,18.

Tableau 3 : Valeurs du pH dans la colonne d'eau de la lagune Ono

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Surface	5,38	5,42	5,64	5,73	5,62	5,65	5,11	5,37	5,3	5,41	5,33
Fond	5,18	5,37	5,43	5,28	5,38	5,41	5,23	5,18	5,11	5,12	5,1

Les valeurs de pH observées sont en dessous de 6, la moyenne est de 5,35. Ceci nous permet de dire que les eaux de la lagune Ono sont acides. Par ailleurs, l'acidité du fond est plus élevée en tout point de mesure que celles de la surface sauf à la station 7 avec une acidité maximale de 5,11 (**Figure 5**). Cette zone de forte acidité pourrait être due à une dystrophie provoquée par un enrichissement organique ponctuel [9] et un mauvais brassage des eaux. De façon générale, l'acidité de cette lagune serait le produit de la forte concentration de matières organiques qui s'y décomposent. On peut ajouter la contamination chimique due à la dégradation des déchets ménagers et intrants agricoles drainés par les eaux de pluie.

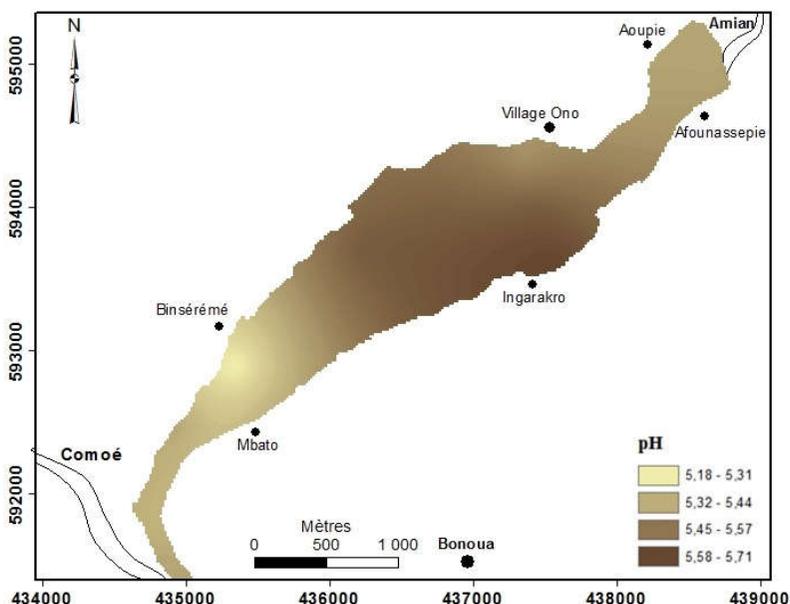


Figure 4 : Carte de répartition spatiale du pH des eaux de surface

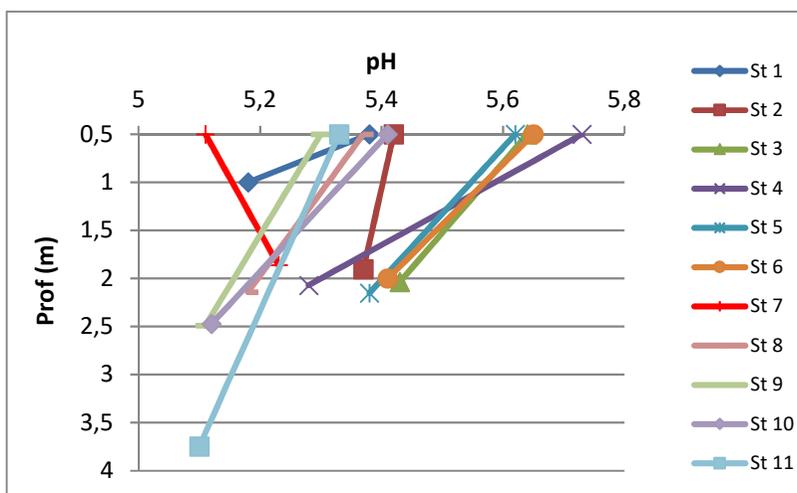


Figure 5 : Variation du pH en fonction de la profondeur

III-1-3. Répartition spatiale de l'Oxygène dissous dans les eaux de la lagune Ono

La valeur minimale est portée à 0,12 mg/L à la station 11, à l'interface eau-sédiment. Les plus fortes valeurs sont cependant observées au Centre, en surface avec un maximum évalué à 5,84 mg/L à la station 6 (Tableau 4).

Tableau 4 : Teneurs en oxygène dissous en fonction de la profondeur de la lagune Ono

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Surface	2,23	1,91	3,49	4,74	3,57	5,84	2,81	2,39	1,92	2,4	1,73
Fond	1,39	0,26	2,21	1,28	1,09	0,42	0,18	0,81	0,34	0,2	0,12

Les teneurs en oxygène dissous (OD) croissent du Centre vers les deux extrémités Sud-Ouest et Nord-Est (**Figure 6**). Elle est élevée en surface qu'en profondeur en tout point de mesure (**Figure 7**) avec une moyenne de 1,98 mg/L et des teneurs maximales au Centre (5,84 mg/L). Ces teneurs au Centre auraient un lien avec la faible concentration en matière organique. En effet, dans certains écosystèmes, la production in situ par la photosynthèse peut engendrer des sursaturations atteignant 150 voire plus de 200 %. Mais l'accumulation de matière organique peut conduire à la consommation de l'oxygène dissous par les bactéries hétérotrophes et induire des sous-saturations provoquant l'anoxie [10]. L'accumulation de cette matière est plus élevée au fond qu'en surface, la forte décomposition explique donc la baisse de la teneur en oxygène dissous des fonds lagunaires [11, 12].

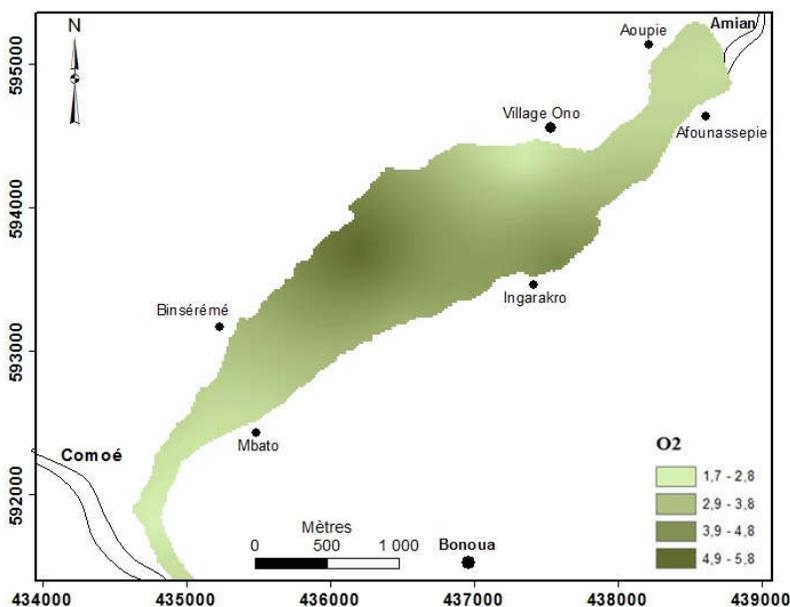


Figure 6 : Carte de répartition de la teneur en oxygène dissous des eaux superficielles

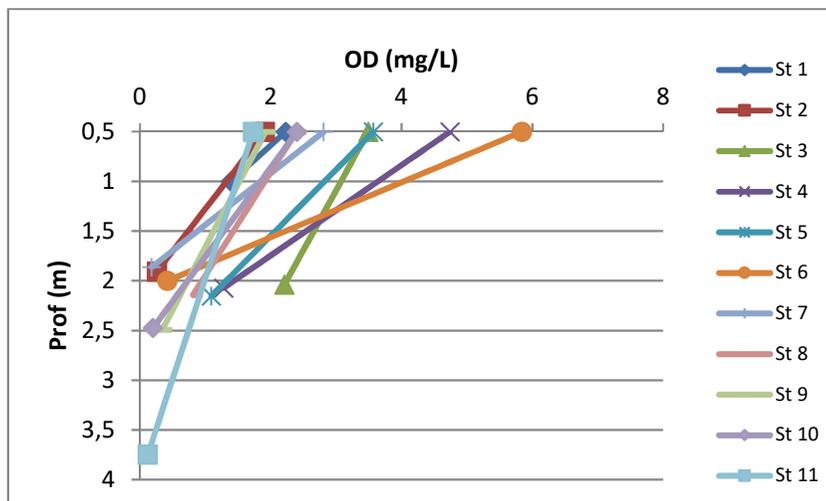


Figure 7 : Variation de la teneur en oxygène dissous suivant la profondeur

III-1-4. Teneur en matière organique, en matières en suspension et niveau de transparence des eaux de la lagune Ono

La teneur en matière organique et en MES évoluent similairement et croît strictement du Nord-Est au Sud-Ouest de cette lagune (**Figure 8 et 10**). Les teneurs de fond sont largement élevées que celles de la surface (**Figure 9 et 11**). Elles tendent à être homogènes vers l'extrémité Sud-Ouest. Ceci serait imputable à l'entrée des eaux de la Comoé à cet endroit. Cette intrusion de la Comoé ne favorise pas la décantation de la matière en suspension. Cette forte concentration dans la partie basale serait due à l'écoulement des eaux vers cet endroit ainsi que sa profondeur favorisant son accumulation. La majeure partie de la MES est représentée par la matière organique qui pourrait provenir de la décomposition de débris végétaux et animaux (plantes aquatiques envahissantes, ressources halieutiques) sur ce plan d'eau lagunaire. Une infime partie des rejets agricoles et domestiques se déversent dans cette lagune. Ainsi, la MES représentées en majeure partie par la MO, influencent la pénétration de la lumière d'où la faible transparence [13]. La valeur moyenne de la transparence est de 1,5 m, celles de la MES et de la MO sont égaux (6mg/L). [14] rend compte de ce phénomène en indiquant que la valeur peu significative de la transparence témoigne de l'importance du phytoplancton et de la MES. Le **Tableau 5** présente les teneurs de la matière organique de la surface et du fond des eaux de la lagune Ono. Les valeurs maximales et minimales sont respectivement 31 et 3 mg/L avec une moyenne de 9,41 mg/L et un écart type de 7,54.

Tableau 5 : Matière organique (mg/L) des eaux en fonction de la profondeur de la lagune

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Surface	4	4	3	4	5	4	6	5	8	8	8
Fond	31	7,8	25,6	7	18	21	6	5	7,6	8,6	10,6

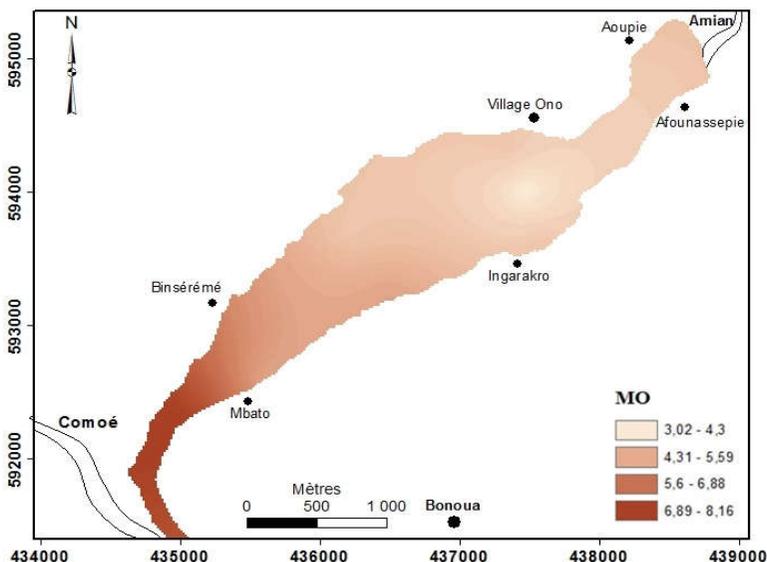


Figure 8 : Carte de répartition de la matière organique des eaux superficielles

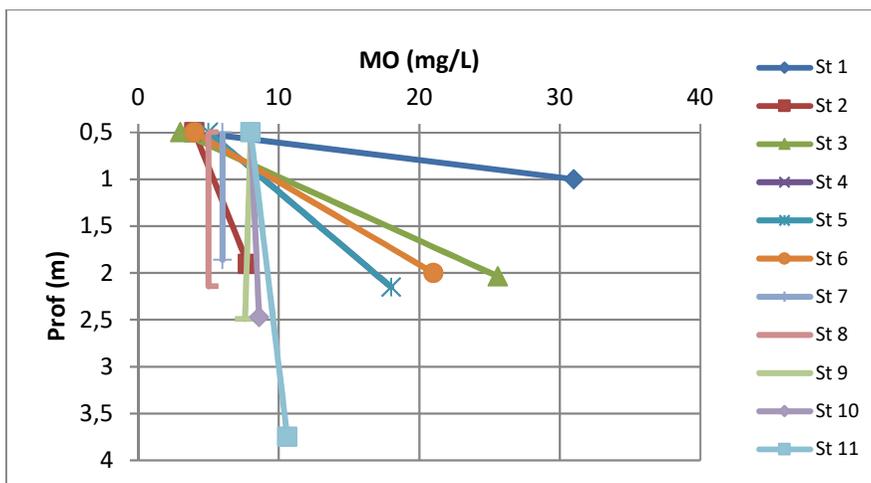


Figure 9 : Variation de la teneur en matière organique en fonction de la profondeur

La teneur de matière en suspension (**Tableau 6**) des eaux de la lagune Ono varie de 3 à 32 mg/L avec une moyenne de 9,62 mg/L et un écart type de 7,92.

Tableau 6 : Matière en suspension (mg/L) des eaux de la lagune Ono

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Surface	4	4	3	4	5	4	6	5	8	8	8
Fond	32	8	26	7	19	23	6	5	8	9	11

Les courbes de variation des MES des eaux de surface et du fond de la lagune épousent sensiblement celles de la matière organique. Cependant les teneurs de la MES sont supérieures en certains points de mesure à celles de la matière organique.

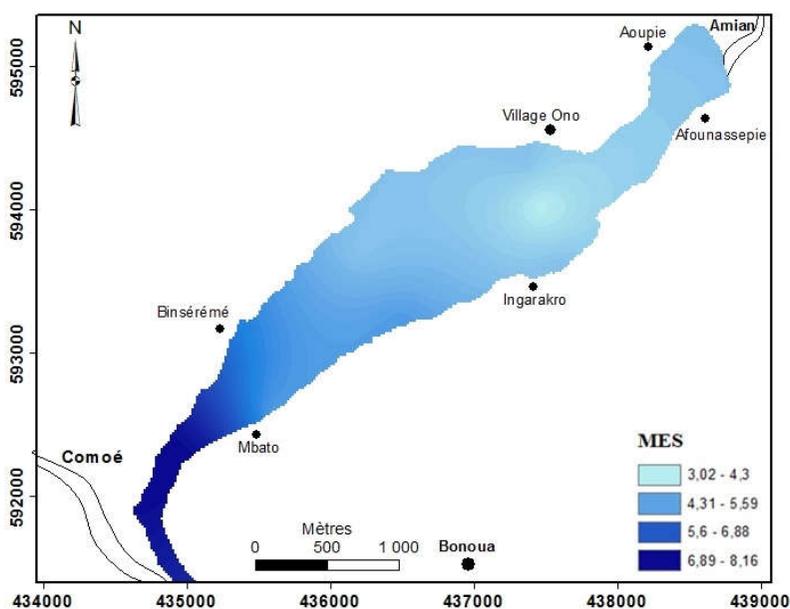


Figure 10 : Carte de répartition de la MES des eaux superficielles

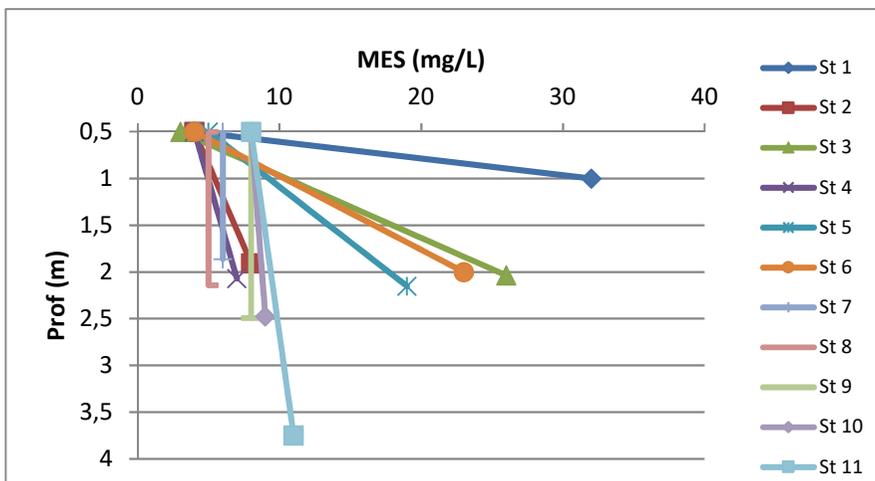


Figure 11 : Évolution de la teneur en MES suivant la profondeur

➤ Le relevé ci-dessous (*Tableau 7*) présente les différentes mesures de la transparence.

Tableau 7 : Transparence (m) de la lagune Ono

Station	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Prof (m)	1,5	1,6	1,9	1,7	1,6	1,4	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5

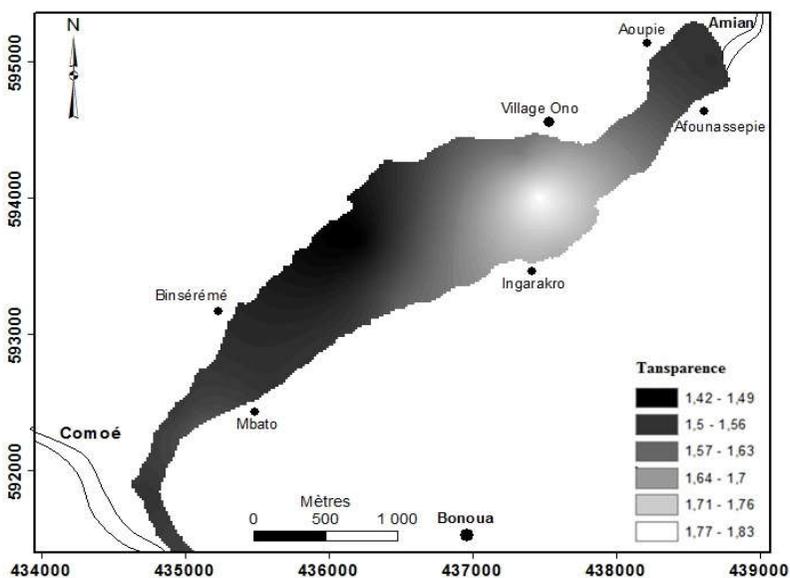


Figure 12 : Carte de répartition de la transparence

III-1-8. Conductivité des eaux de la lagune Ono

Les eaux de la lagune Ono présentent une moyenne de 26,87 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les conductivités électriques minimales et maximales sont respectivement 29,9 et 24,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Tableau 8**).

Tableau 8 : Conductivité des eaux de la lagune Ono

Prof	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Surface	24,5	26,2	25,2	24,2	25,1	27,7	27,8	26,4	26,7	27,1	27,5
Fond	26,4	28	27,6	26,9	26,1	29,9	28,3	26,8	27	27,3	28,5

Elle croit du Nord-Est vers le Sud-Ouest avec des valeurs qui croissent de la surface en profondeur (**Figure 13 et 14**). Cette croissance serait liée à la forte concentration en minéraux des eaux de la Comoé et des rejets d'eau venant du lessivage des plantations d'ananas de la SCB. Dans l'ensemble, la faible valeur de la conductivité de cette lagune (moyenne 26,21 $\mu\text{S}/\text{Cm}$) pourrait être liée à la forte concentration de la matière organique qui est un mauvais conducteur. Cette variation de la conductivité suit celle de la température présentée ci-dessus qui est en relation avec la minéralisation des eaux lagunaires.

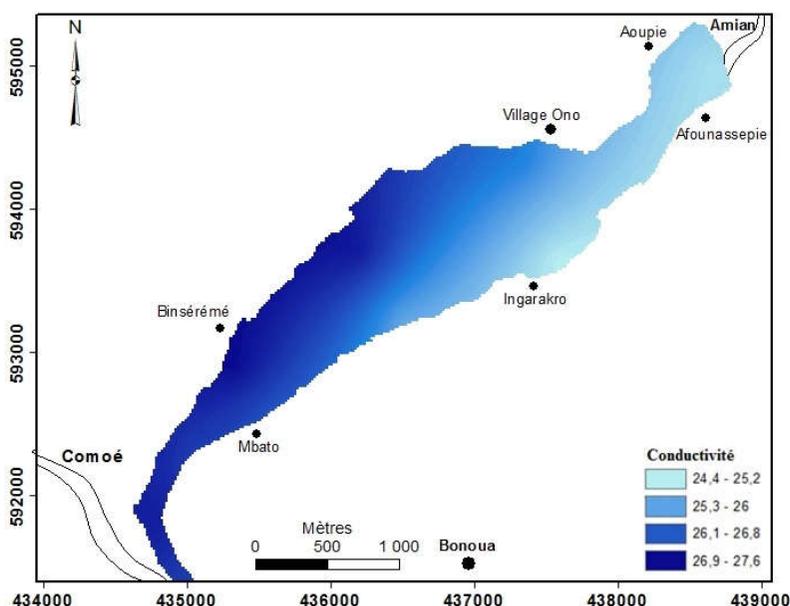


Figure 13 : Carte de répartition spatiale de la conductivité des eaux superficielles

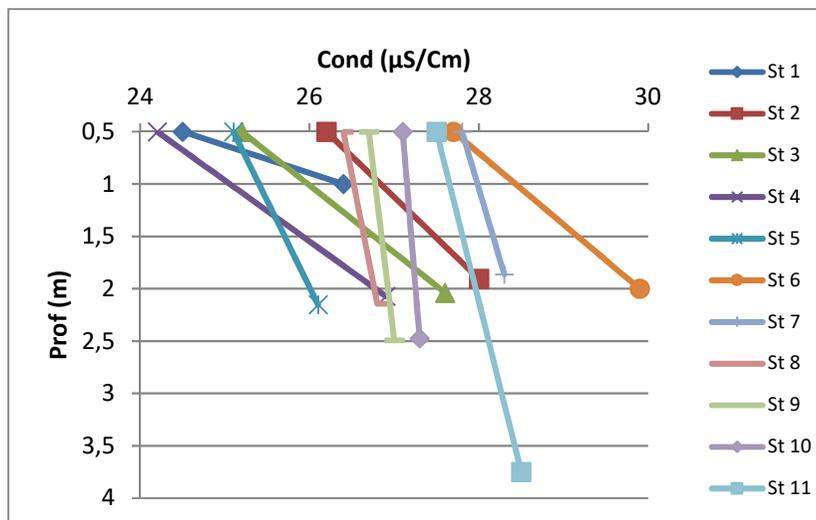


Figure 14 : Variation de la conductivité des eaux de la lagune Ono

III-1-5. Évolution spatiale de la turbidité des eaux de la lagune Ono

La turbidité des eaux de la lagune Ono en période de crue est de l'ordre de 1,82 à 19,6 NTU avec une moyenne de 4,9 et un écart type de 3,61 (Tableau 9).

Tableau 9 : Turbidité (NTU) à la surface et au fond des eaux de la lagune Ono

	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
Surface	3,98	4,76	3,48	3,62	1,82	2,48	2,99	2,84	2,94	3,93	2,94
Fond	19,6	6,97	7,23	4,74	5,2	7,22	4,79	2,91	3,6	4,29	5,47

La turbidité du fond est supérieure à celle de la surface (Figure 14) et présente des fortes variations dans les zones d'influence des rivières et de la Comoé. Elle est faible au Centre et croit vers le Nord-Est et Sud-Ouest (Figure 15). Selon [15], la turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension colloïdales notamment les argiles, limons, grains de silice, matières organiques. Celle-ci est favorisée par les courants des eaux qui perturbent cette turbidité. Ainsi cette forte turbidité observée dans la partie Nord-Est pourrait être liée au courant de la rivière et aux rejets d'eau résiduaire venant du village Ono. Celle du Sud aurait pour source les apports de la Comoé en période de crue. La forte turbidité dans les fonds lagunaires serait due à l'intensification des courants de fond qui entraînent le relargage des sédiments dans la colonne d'eau surtout à l'interface eau-sédiment.

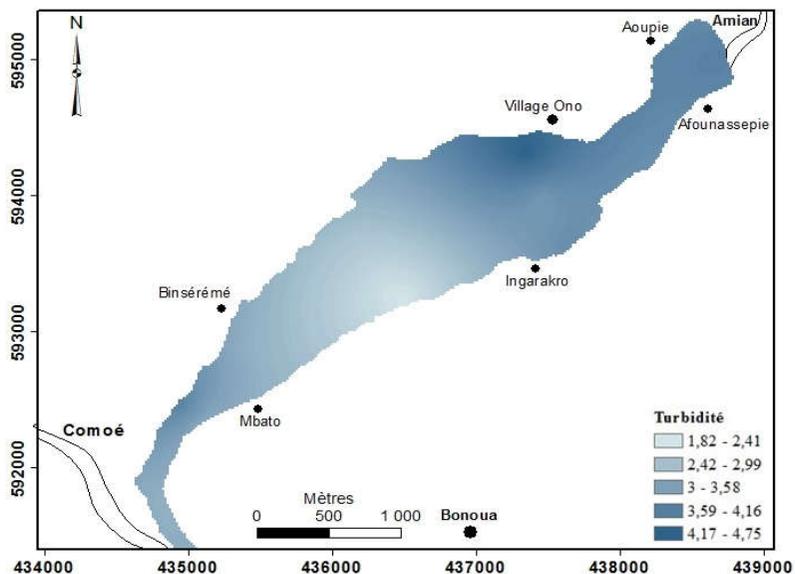


Figure 15 : Variation de la turbidité des eaux de la lagune Ono

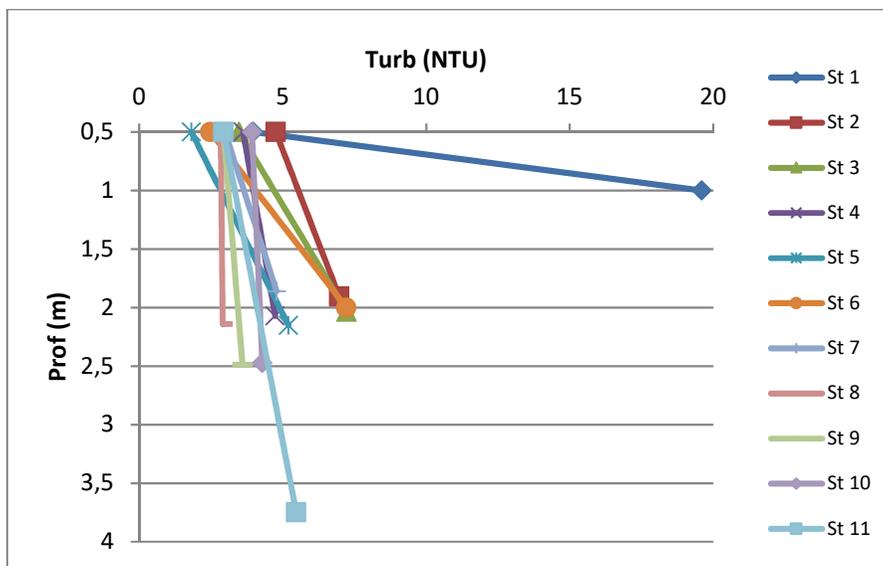


Figure 16 : Évolution de la turbidité à la surface et au fond des eaux de la lagune Ono pendant la crue

III-2. Degré de corrélation des paramètres hydrologiques de surface

Les valeurs de corrélation positive impliquent que les phénomènes qui influencent ces paramètres sont les mêmes. Cependant lorsqu'elles sont

négatives, signifient que les phénomènes sont contraires et évoluent en sens inverse [16]. Ainsi, à l'analyse du **Tableau 10**, on note :

- une bonne corrélation ($r = 0,85$) entre la température et la conductivité ;
- une bonne corrélation ($r = 0,73$) entre le pH et OD ;
- une corrélation moyenne ($r = 0,58$) entre la conductivité et la MES ;
- une forte corrélation ($r = 0,97$) entre la MES et la MO ;

Les interdépendances positives s'expliqueraient soit par une origine commune soit par un processus identique régulant leur évolution dans l'environnement. Ainsi, la forte corrélation entre la température et la conductivité ($r = 0,85$) serait liée au fait que l'élévation de la température favorise la minéralisation conditionnant ainsi la conductivité. La température serait influencée en plus du rayonnement solaire, par les rejets d'eau de ruissellement chaudes provenant des plantations de la Société de Culture de Banane (SCB) (ex. SALCI : Société d'Ananas Liquide de Côte d'Ivoire). Cette lagune pourrait présenter une stratification thermique des eaux vu l'écart de température entre le fond et la surface. La différence de température dans la lagune est favorisée par la forte quantité de MES surtout vers le fond. Cette stratification engendre des courants conduisant à une stabilisation de la tranche d'eau lagunaire. La matière organique constituerait une grande partie de la MES ($r = 0,77$) de cette lagune. Elle pourrait provenir de la décomposition des végétaux aquatiques et terrestres abondants sur ce plan d'eau lagunaire. C'est une infirme partie des rejets agricoles et domestiques qui se déversent dans cette lagune.

Ainsi, les MES représentées en majeure partie par la MO, empêchent la pénétration de la lumière d'où la faible transparence dans la colonne d'eau de cette lagune. Les ions conducteurs font partie des éléments en suspensions mais peu significatifs. Ce qui explique la faible corrélation entre la conductivité et la MES ($r = 0,58$) de la lagune Ono. L'oxygène dissous influencerait les valeurs de pH ($r = 0,73$). En effet, La décomposition par oxydation de la MO enrichie l'eau en ion hydrogène avec production de CO_2 , induisant l'acidité de ces eaux lagunaires (pH max = 5,73). On peut ajouter la contamination chimique due à la dégradation des déchets ménagers et produits chimiques agricoles drainés par les eaux de pluies. Ainsi, les eaux de la lagune Ono sont acides et donc agressives. On remarque aussi diverses corrélations inverses entre :

- l'OD et la MO $r = - 0,53$;
- le pH et la MO $r = - 0,59$;
- le pH et la MES $r = - 0,59$;
- le pH et la conductivité $r = - 0,56$;
- la transparence et la température $r = - 0,58$;
- la transparence et la conductivité $r = - 0,59$;

Les valeurs des coefficients de corrélation négatives traduiraient des origines différentes ou des évolutions en sens contraire. Ces paramètres hydrologiques n'ont ni le même plan factoriel ni le même mécanisme déterminant leur évolution dans le milieu. La concentration de l'OD est liée à l'activité chlorophyllienne et au taux de matières organique en décomposition par oxydation dans l'eau. Ces deux paramètres sont donc régulés par l'activité photosynthétique du phytoplancton. L'oxygène dissous est à la base de la décomposition de la matière organique et donc les teneurs varient inversement ($r = -0,53$). La forte décomposition explique donc la baisse de la teneur en OD des eaux lagunaires engendrant des états anoxiques vers les fonds qui présentent une forte accumulation de MO. Concernant le pH et la MO, plus il y a de la MO en décomposition, plus il y a libération d'ions hydrogène baissant la valeur du pH. Ainsi, la MO le pH évoluent en sens inverse ($r = -0,59$). La pénétration de la lumière dans la tranche d'eau (transparence) évolue inversement avec la température des eaux ($r = -0,58$). En effet, les rayons solaires qui pénètrent les couches d'eaux réchauffent celles-ci selon un gradient thermique qui décroît de la surface vers le fond. Cependant, on constate que dans la lagune Ono, les faibles valeurs de la transparence sont causées par la forte quantité de MES (-0,40) favorisant la baisse de la température des eaux [13].

Tableau 10 : Matrice de corrélation des paramètres hydrologiques de surface

Matrice	pH	Temp	Cond	OD	Transp	MES	Turb	MO
pH	1							
Temp	-0,30	1						
Cond	-0,56	0,85	1					
OD	0,73	0,27	-0,13	1				
Transp	0,44	-0,58	-0,59	0,06	1			
MES	-0,59	0,29	0,58	-0,53	-0,40	1		
Turb	-0,11	-0,34	-0,21	-0,36	0,20	-0,16	1	
MO	-0,59	0,29	0,58	-0,53	-0,40	0,97	-0,16	1

III-3. Détermination des sources d'influences hydrologiques de la lagune Ono

Le regroupement des unités statistiques ou paramètres hydrologiques suivant le plan F1xF2 ouvre la voie à la compréhension des différents phénomènes qui influent sur le comportement des paramètres hydrologiques de la lagune Ono. Sur ces axes choisis, 74,65 % de la variance sont représentés. C'est donc un pourcentage acceptable selon [17]. Dans ce plan, trois familles d'unités statistiques se distinguent (*Figure 17*) :

- La première famille (F1) d'unités statistiques, regroupe les stations de prélèvement 1, 2,3, 4 et 5. Elle se localise au Sud-Est dans la zone d'alimentation du principal cours d'eau du bassin versant. La température et la MO sont relativement faibles. Cette zone présente une moyenne teneur en oxygène et est relativement turbide. Le comportement hydrologique est influencé par les rejets de rivières.
- La deuxième famille (F2), regroupe les unités statistiques des stations 6, et 8. Elles correspondent au Centre de la lagune. Ces eaux sont oxygénées et chaudes. Ce secteur est sous l'influence des rejets d'eaux usées venant du village Ono et du lessivage des plantations industrielles de la SCB (influence anthropique).
- La troisième famille (F3) correspond aux unités statistiques 7, 9, 10, et 11. Ces eaux sont influencées d'une part par une forte minéralisation de la matière organique induisant une faible teneur en OD. D'autre part par les échanges d'eau lagunaire avec la Comoé pendant la période de crue.

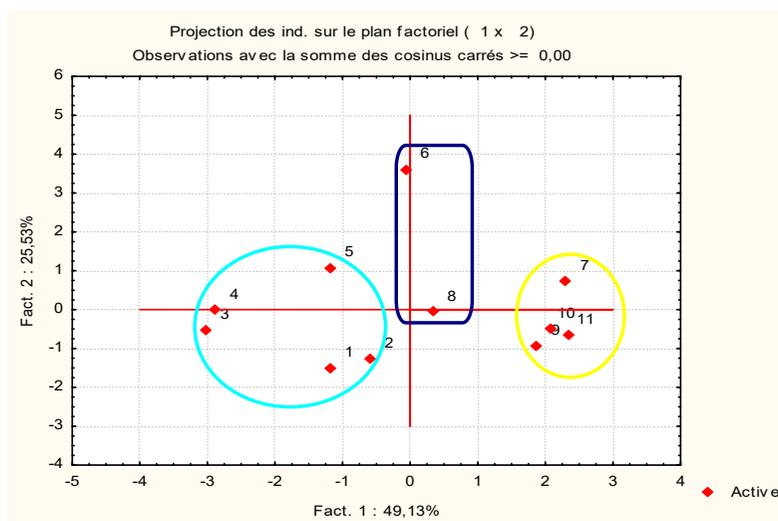


Figure 17 : *Projection des individus dans le plan Fact1-Fact2*

IV - DISCUSSION

La moyenne des températures mesurées dans la lagune Ono est environ 29,17°C. Elle est sous la dépendance des effets conjugués de l'ensoleillement et des rejets d'eau dans la lagune. Le maximum de température est de 30,3°C dans le Centre-Ouest de la lagune. Cependant, elle était de 26,48°C en moyenne selon les études des communautés itchyofauniques de la lagune Ono effectuées par [3] dans la même période que nos études. Par ailleurs, ces valeurs élevées ne seraient pas néfastes pour la vie aquatique mais demande

l'adaptation de certaines espèces aux nouvelles conditions du milieu [3]. La lagune tropicale Aghien-Potou étudiée par [18, 19], sans influence marine et alimentée par des eaux continentales comme la lagune Ono présente une température qui varie de 25,9 à 28,1°C en crue. Cette température est inférieure à celle des eaux de la lagune Ono influencées par les rejets des eaux superficielles chaudes. De façon générale, l'acidité de cette lagune serait le produit de la forte concentration de matière organique qui s'y décompose. On peut ajouter à cela, la contamination chimique due à la dégradation des déchets ménagers et produits chimiques agricoles drainés par les eaux de pluies. Ces eaux présentent des zones dystrophiques provoquées par un enrichissement organique ponctuel [9] et un mauvais brassage des eaux. Les résultats antérieurs de [3] présentent des valeurs supérieures oscillant entre 5,39 et 6,34. Ces eaux sont plus acides que celles de la lagune Aghien-Potou qui varient de 6 à 9 [18] et de 6,6 à 8,8 [19].

Les teneurs en oxygène dissous présentent une moyenne de 1,98 mg/L et des teneurs maximales au Centre (5,84 mg/L). La teneur était plus faible avec une moyenne de 1,08 mg/L [3]. Ces teneurs auraient un lien avec la forte concentration en matière organique des eaux dont la décomposition consomme l'OD. En effet, du faite de la forte quantité en MO, la photosynthèse des végétaux dépendante de la lumière et productrice d'oxygène ne peut plus avoir lieu que dans la couche de surface. Dans les couches plus profondes rendues obscures n'ont lieu que des phénomènes consommateurs d'oxygène (respirations et dégradations). L'oxygène y devient limitant. Ce phénomène est caractérisé par de fortes sursaturations d'oxygène en surface en fin de journée, des sous-saturations en surface la nuit et un épuisement total de l'oxygène au fond [20]. Ces eaux sont fortement polluées mais de manière réversible selon [21]. Cet environnement lagunaire présente une crise dystrophique, plus ou moins réversible par endroit surtout sur le fond déséquilibrant cet écosystème [22].

Ces eaux sont faiblement oxygénées que celles de la lagune Aghien-Potou avec une moyenne relativement faible de 4,9 mg/L [19]. Quand la MO se retrouve dans l'eau, elle est transformée par les bactéries hétérotrophes qui lui sont inféodées et qui sont capables de se développer dans le milieu [20]. Ainsi, la demande en oxygène pour l'autoépuration de la lagune devient impossible. Ce qui entraîne progressivement un comblement de la lagune en matière organique (MO). Celle-ci pourrait provenir de la décomposition des végétaux aquatiques abondants sur ce plan d'eau lagunaire. Une infirme partie des rejets agricoles et domestiques se déversant dans cette lagune, influence la pénétration de la lumière d'où la faible transparence dans la colonne d'eau. La valeur moyenne de la transparence est de 1,5 m. Celle de la MO est de 9,41mg/L. [14] rend compte de ce phénomène en indiquant que la valeur peu significative de la transparence témoigne de l'importance du phytoplancton et de la MO.

V - CONCLUSION

Au terme de cette étude, l'analyse du comportement des paramètres hydrologiques de la lagune Ono en période de crue a permis, à partir des données de température, du pH, l'oxygène dissous, la matière organique, la turbidité et la transparence de juger de sa sensibilité et d'appréhender la dynamique de ses manifestations hydrologiques. La réaction de ce système lagunaire face à l'influence des rejets agricoles, industriels et domestiques est perçue dans la dynamique des paramètres étudiés. Cette lagune présente une stratification thermique des eaux suivant la différence de température entre la surface et le fond. Ces eaux sont acides avec un pH inférieur à six (6); d'où agressives. La matière organique et la transparence évoluent suivant les mêmes séquences de variation aboutissant à une pollution organique. L'analyse en composantes principales fait ressortir trois familles. La première est influencée par les rejets de la rivière. La deuxième au Centre, est influencée par les rejets des activités anthropiques. La troisième famille est influencée par les apports du fleuve Comoé en plus des rejets anthropiques.

RÉFÉRENCES

- [1] - M. K. BLOUNDI, Etude géochimique de la lagune de Nador (Maroc oriental): Impacts des facteurs anthropiques. Thèse de Doctorat Sciences de la Terre et de l'Univers l'ULP-EOST, (2005) 238 p.
- [2] - M. AYAH, M. GRYBOS, L. TAMPO, L. M. BAWA, Qualité et pollution des eaux d'un Hydrosystèmes littoral tropical : cas du système lagunaire de Lomé, Togo, *European Scientific Journal édition*, Vol. 11, N°15 (2015) 25 p.
- [3] - A. J. EYI, K. J. KONAN, K. TANO, K. N'DA, B. C. ATSE, Étude préliminaire des communautés itchyofauniques de la lagune Ono (Côte d'Ivoire), *Journal of Applied Biosciences*, ISSN 104 :9894 - 9906 (2016) 12 p.
- [4] - D. GUIRAL et E. N'DA, Les macrophytes : environnement et ressources aquatiques de Côte-d'Ivoire, (1992) 18 p.
- [5] - P. TOHOURI, G. M. ADJA, G. SORO, E. G. AKE, I. N. KONAN, J. BIEMI, Qualité physico-chimique 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*, ISSN 2028-9324 Vol. 20, N° 1 (Apr. 2017) 28 - 41 p.
- [6] - VARLET, FRANCOIS, «Le regime de la lagune Ebrie (Côte d'Ivoire) » Travaux et documentations de l'O.R. S.T.O.M., N° 83 (1978) 231 p.
- [7] - J. PAGES, L. LEMASSON et PH DUFOUR, «Elements nutritifs et production primaire dans les lagunes de Cote d'Ivoire.» Doc. Sci. CRO Abidjan, 9 (1979) 43 - 50 p.
- [8] - DUFOUR, PHILIPPE. «Les frontieres naturelles et humaines du système lagunaire Ebrie. Incidences sur l'hydroclimat.» *Hydrobiologia*, 94 (1982) 105 - 120 p.

- [9] - B. MILLET, Hydrologie et hydrochimie d'un milieu lagunaire tropical : Le lac togo Editions ORSTOM, collection études et thèses Paris, (1986) 230 p.
- [10] - IFREMER, Suivi des paramètres trophiques dans l'eau des étangs de la Narbonnaise, (2001)
- [11] - B. ABDELLAOUI, M. NAJIH, M. IDHALLA, Fonctionnement hydrologique et risque d'eutrophisation de la lagune de Nador. Rapport final LagMar, (2005) 10 p.
- [12] - Y. ISSOLA, A. M. KOUASSI, B. K. DONGUI et J. BIEMI, Caractéristiques physico-chimiques d'une lagune côtière tropicale : lagune de Fresco (Côte d'Ivoire) ; *Afrique SCIENCE*, 04 (3) (2008) 368 - 393 p.
- [13] - Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides), Protocole de mesure de la transparence de l'eau, 3e édition, Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-75374-2 (2016) (PDF) 9 p.
- [14] - J. TASTET, Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée (Côte d'Ivoire, Togo et Bénin). Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences. Naturelles. Université de Bordeaux I, N°621 (1979) 175 p.
- [15] - J. RODIER, B. LEGUBE et N. MERLET, L'analyse de l'eau. 9^e édition, (2009) 141 - 159 p.
- [16] - E. M. AMANI, A. V. WOGNIN, T. E. WANGO, S. MONDE et K. AKA, Analyse en composante hydrologique principale de la lagune digboue (san pedro, côte d'ivoire) BIOTERRÉ, *Rev. Inter. Sci. de la Terre*, Vol. 13, © Editions Universitaires de Côte d'Ivoire, (2013) 23 p.
- [17] - G. SORO, Evaluation des métaux lourds (Co, Cr, Mn, Ni et Zn) dans les sédiments de la lagune Ebrié, Abidjan (Côte d'Ivoire). Mémoire DEA, Univ. Cocody, Côte d'Ivoire, (2003) 70 p.
- [18] - Y. A. N'GUESSAN, Analyse morphologique, sédimentologique et environnement de dépôts des sédiments superficiels des lagunes Adjin et Potou (Zone littorale de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody, (2008) 145 p.
- [19] - A. TRAORE, G. SORO, K. E. KOUADIO, S. B. BAMBA, S. M. OGA, N. SORO, J. BIEMI, Evaluation 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) : 7048-7058, (2012) 11 p.
- [20] - J. M. CHANTRAINE et P. DUFOUR, Réseau national d'observation de la qualité des eaux marine et lagunaires de Côte d'Ivoire. Etude de faisabilité *ORSTOM*, (1983)
- [21] - IBGE, Qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles", (Novembre 2005) 16 p.
- [22] - SEEE, Fiche sur le nouveau système d'évaluation de la qualité des eaux, Maroc, (2008) 5 p.