

HYDROLOGIE ET QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES EAUX DE LA RETENUE D'ADAOU (Abengourou, CÔTE D'IVOIRE)

ATTO YAPI. D. S.R.^{1*}, KOUAME AKA. F.¹, AKA NATCHIA.², MONDE SYLVAIN¹ et AKA KOUAMÉ¹

1- Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, Unité de formation et de recherche des Sciences de la terre et des ressources Minière, Département des géosciences marines, 22 BP 582 Abidjan 22, Abidjan, Côte D'Ivoire.

2- Centre de Recherches Océanologiques, BP V18 Abidjan, Côte D'Ivoire.

*Auteur correspondant, E-mail: adesirsosthene@gmail.com

RESUME

L'objectif de cette étude est de connaître l'hydrologie et d'évaluer la qualité environnementale des eaux de la retenue d'Adaou. Cette retenue est utilisée pour la production d'eau potable. Afin d'établir, un diagnostic de l'état de cette retenue artificielle, des prélèvements d'eaux ont été effectués dans une dizaine de station en période pluvieuse et en période sèche. Les mesures *in situ* ont montrés que la retenue est thermiquement lié à l'ensoleillement et ses eaux neutre à basique ont une conductivité électrique faible (180,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La concentration moyenne en matières en suspension (5,35 mg/L) et la turbidité moyenne (10,78 NTU) montrent que les eaux du lac sont relativement peu chargées. Par contre, l'oxygène dissous supérieur à 9 mg/L, pendant la saison de pluies, baisse jusqu'à 7 mg/L, pendant la saison sèche. La retenue d'Adaou est confrontée à une pollution métallique avec des teneurs moyennes en fer de 0,67 mg/L, en saison de pluies et 0,97 mg/L, en saison sèche. Ces valeurs sont largement supérieures à 0,3 mg/L, valeur seuil de l'OMS (2011).

Mots clés : Hydrologie, Retenue d'eau d'Adaou, Côte d'Ivoire, Qualité environnementale

ABSTRACT

The purpose of this study is to know hydrology and to evaluate the environmental quality of the waters of the Adaou reservoir. This reservoir is used for the drinking water production.

In order to establish a diagnosis of the state of this artificial reservoir, water sampling were carried out in a dozen stations during rainy and dry periods. In situ measurements showed that the reservoir is thermally linked to the sunshine and its neutral to basic waters has a low electrical conductivity (180.70 $\mu\text{S} / \text{cm}$). The mean suspended solids concentration (5.35 mg / L) and the mean turbidity (10.78 NTU) show that the lake is relatively uncharged.

On the other hand, dissolved oxygen greater than 9 mg / L during the rainy season decreases to 7 mg / L during the dry season. The Adaou reservoir is exposed to metallic pollution with an average iron content of 0.67 mg / L in the rainy season and 0.97 mg / L in the dry season. These values are well above 0.3 mg / L, value threshold of WHO (2011).

KEYWORDS : hydrology, water reservoir of Adaou, Ivory Coast, environmental quality.

I. INTRODUCTION

L'approvisionnement en eau potable devient complexe et d'autant plus indispensables dans les zones subtropicales vue la demande croissante (FAO, 2005 ; UNFPA, 2012). Les eaux de surface et les retenues artificielles sont devenues une source alternative ou principale d'alimentation en eau potable. Ces eaux de surfaces sont souvent captées dans des retenues naturelles ou construites à cet effet. Ce sont des réserves d'eau utilisées pour soutenir le développement socio-économique. Ainsi, à Adaou (Côte d'Ivoire), l'eau distribuée pour l'adduction en eau potable (AEP) provient principalement des prises d'eau de surface. Toutefois, ces eaux de surfaces sont soumises à de nombreuses pressions anthropiques et naturelles. En effet, ces plans d'eau sont des récepteurs de polluants d'origines diverses (déchets et effluents domestiques ou industrielles, eau de ruissellement provenant des terres cultivées, etc.). La retenue d'eau d'Adaou qui draine la quasi-totalité des eaux du département d'Abengourou, n'échapperait pas à ces pressions du fait de la démographie et du développement du secteur agricole. Par ailleurs, l'Office Nationale de l'Eau Potable (ONEP) a constaté récemment une pollution des eaux consécutivement à l'utilisation intensive de produits phytosanitaires pour l'agriculture et la pêche à Bongouanou région voisine de la zone d'Abengourou (ONEP, 2008). Un diagnostic plus complet de la qualité environnementale s'avère nécessaire pour la sauvegarde de cet écosystème. C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente note qui vise non seulement à caractériser l'hydrologie saisonnière (saison pluvieuse et saison sèche) mais aussi à évaluer la qualité environnementale de la retenue d'eau d'Adaou.

II. SITE ET METHODES

II.1. Cadre physique

La retenue d'Adaou se localise dans le département d'Abengourou. Abengourou est situé à l'Est de la Côte d'Ivoire entre les latitudes 5°45' et 7°10' Nord et les longitudes 3°10' et 3°50' Ouest (Figure 1). Il est limité au Nord par les départements d'Agnibilékro et Daoukro ; au Sud par les départements d'Aboisso et d'Alépé ; à l'Est par la République du Ghana ; à l'Ouest par le fleuve Comoé. L'alimentation en eau potable d'Abengourou se fait à partir de la station de traitement d'eau potable de 150 m³/h construite en 1980 et traitant l'eau de la retenue d'Adaou. Cette dernière, objet de cette étude est située entre les latitudes 739500 et 743000 m et les longitudes 443000 et 445500 m (Figure 1).

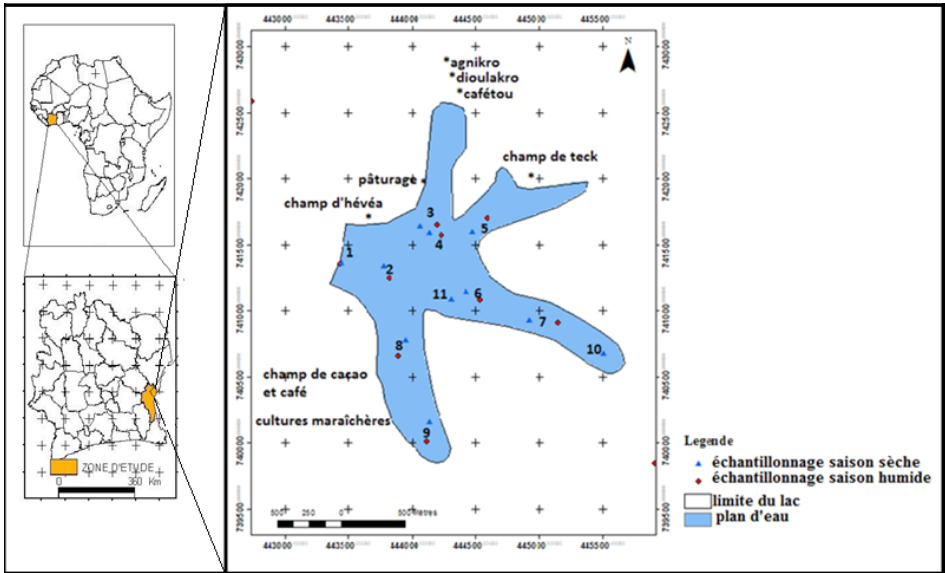


Figure 1: Situation géographique et des stations d'échantillonnage dans la retenue d'Adaou

II.2. Approche méthodologique

Une série de deux campagnes effectuées respectivement en novembre 2015 et mars 2016, a permis de prélever une vingtaine d'échantillons d'eaux dans une dizaine de station de la retenue d'Adaou (Figure 1).

Les stations ont été réparties de manière à obtenir une bonne couverture spatiale et selon les activités agricoles, domestiques et des pâturages autour du plan d'eau. A chaque station, les échantillons d'eau ont été prélevés à la surface.

Les paramètres hydrologiques (pH, température, oxygène dissous, turbidité) ont été mesurés *in situ* sur le terrain pendant les prélèvements. La température, le pH, la conductivité électrique ont été mesurée à l'aide d'un multi-paramètre de type HACH. La turbidité et l'oxygène dissous ont été mesurés à l'aide d'un spectromètre et d'un turbidimètre. Au laboratoire de la direction de la qualité des eaux (DQE - SODECI), les cations et anions qui ont été analysés dans les eaux de la retenue d'Adaou sont l'orthophosphates (PO_4^{3-}), le nitrate (NO_3^-), l'ammonium (NH_4^+), le chlorure (Cl^-), le Fer (Fe), le manganèse (Mn), l'aluminium (Al^{3+}), selon des normes de qualité (NFT 90-038, NFT 90-015, NFT 90-023, EN ISO 13395)

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. HYDROLOGIE DES EAUX DE LA RETENUE D'ADAOU

Température

Les températures enregistrées (Figure 3) oscillent entre 28,8 et 31,3°C en saison pluvieuse et entre 31,5 et 37,7°C en saison sèche. En saison sèche, Les eaux de surface se réchauffent sous l'influence du rayonnement solaire. Ces variations de température suivent celles du climat d'Adaou.

Oxygène dissous

L'examen de l'évolution saisonnière de l'oxygène dissous (figure 3) présente des teneurs élevées en saison pluvieuse de 6,4 à 9,8 mg/L, comparativement à la saison sèche de (4,8 à 7,2 mg/L). Ces augmentations de teneur en oxygène dissous pendant la saison pluvieuse seraient essentiellement dues aux variations de la température de l'eau. En fait, une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude (HEBERT et LEGARE. 2000). En outre, Les fortes teneurs en oxygène dissous, enregistrées dans les zones superficielles, sont dues aux activités photosynthétiques qui se déroulent généralement avec une plus grande intensité dans ces zones du fait de la forte pénétration de la lumière (KOUASSI, 2007). Cependant, pendant la période sèche, le réchauffement de l'eau de la retenue provoquent une diminution de la dissolution de l'oxygène dissous, accentué par une augmentation de la consommation de l'oxygène par les organismes aquatiques.

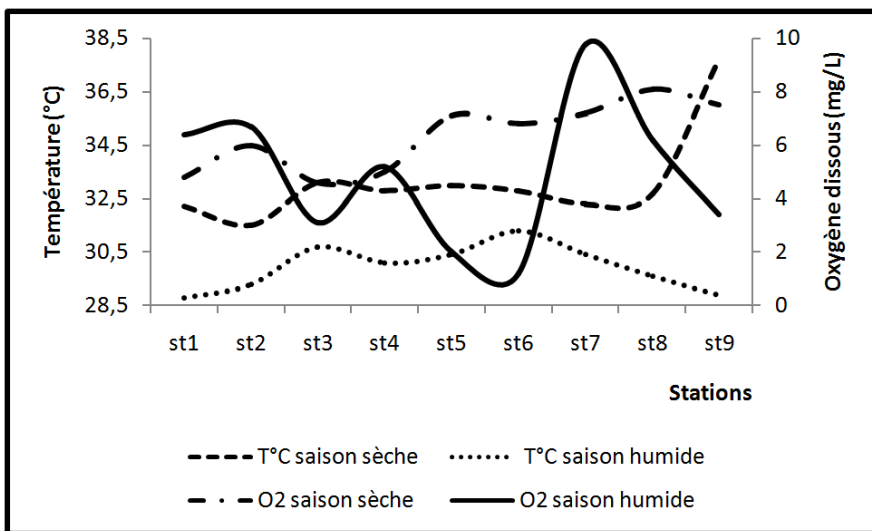


Figure 3 : variation spatio-temporelle de la température et l'oxygène dissous

Potentiel hydrogène (pH)

Le pH est légèrement neutre à alcalin dans la retenue d'eau d'Adaou, aussi bien en période sèche qu'en période de pluie. En effet, le pH varie entre 6,91 et 8,4. Cette alcalinité serait le résultat de l'utilisation du CO_2 lors de la photosynthèse qui s'accompagne par la précipitation des carbonates insolubles. La variation du pH entre les saisons est inférieure en général à une unité de pH. Par contre l'évolution du pH est très variable et ne suit pas une loi régulière (figure 4). Ceci montre que la variation du pH est indépendante des saisons.

Conductivité électrique

L'analyse de la conductivité de la retenue d'Adaou (Figure 4) montre que ces eaux sont faiblement minéralisées avec une moyenne de 180,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les valeurs de conductivité varient de 97,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en période pluvieuse à 200,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en période sèche. Ainsi, ces variations saisonnières de conductivité montrent que les faibles valeurs enregistrées en période pluvieuse avec une moyenne de 163,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ s'expliqueraient par le phénomène de dilution que connaissent les eaux du lac d'Adaou pendant la saison pluvieuse. Par contre, les valeurs élevées de conductivité pendant la saison sèche avec une moyenne de 198,21 $\mu\text{S}/\text{cm}$ seraient dues aux fortes températures dans la région à cette période. Ces températures élevées (31,5-37,7°C) provoqueraient une évaporation intense des eaux et par conséquent une croissance des valeurs de la conductivité (MERGHEM et *al.*, 2016). Par ailleurs, la minéralisation des charges organiques qui se traduit par une augmentation de la conductivité mobilise l'oxygène dissous qui est consommé par les micro-organismes intervenant dans ce processus. Ainsi, après les saisons pluvieuses, les saisons sèches qui suivent constituent les périodes pendant lesquelles la minéralisation des charges apportées en saison pluvieuse atteint son maximum. Ce qui se traduit par des valeurs élevées de conductivité.

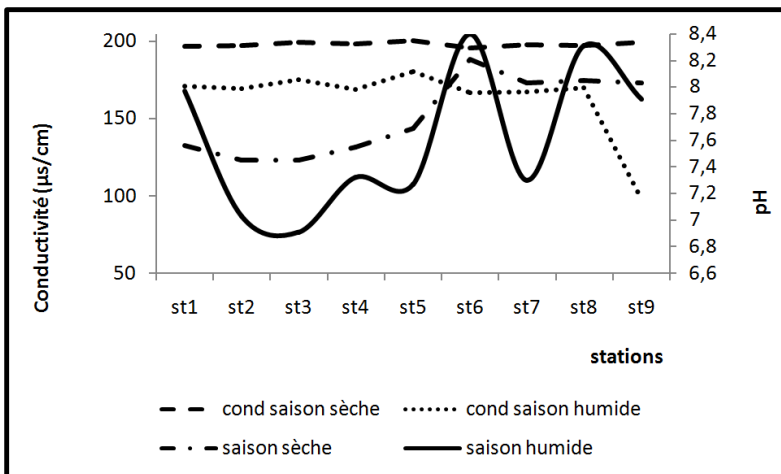


Figure 4 : Variation spatio-temporelle de la conductivité et du pH

Turbidité

La teneur moyenne de la turbidité dans les eaux du barrage d’Adaou est de 10,78 NTU. Les valeurs de turbidité oscillent entre 3,21 et 11,2 NTU en période pluvieuse et entre 7,83 et 26,4 NTU en période sèche (Figure 5). Les teneurs sont élevées en périodes sèche par rapport à la période pluvieuse. Les valeurs moyennes de turbidité sont 7,05 NTU pour la période pluvieuse et 14,51 NTU pour la période sèche. Selon la classification du réseau francophone sur l’eau et l’assainissement (RéFEA), qui en compte 4 classes, l’eau du lac d’Adaou est légèrement trouble car se trouvant dans la classe 2 (5 < classe 2 < 30 NTU). Les faibles variations d’opacité s’expliqueraient par le déclin de la prolifération algale suite au développement zoologique (ALAYAT et al, 2013).

MES

Les eaux du lac d’Adaou ont une teneur moyenne en MES de 5,35 mg/L pour les deux saisons. Cependant, les teneurs en MES présentent des variations saisonnières certaines. La retenue présente des teneurs moyennes élevées en période pluvieuse par rapport à la saison sèche avec respectivement 7, 1 et 3,61 mg/L. Cette augmentation en MES pendant la saison pluvieuse (Figure 5) serait sans doute liée aux apports des eaux de ruissellement, assez chargées en particules, dans le lac. Par conséquent, ces derniers vont favoriser un enrichissement des eaux surtout dans la partie Nord en amont de la retenue. Cette zone présente un double évènement, elle est réceptrice des eaux usées domestiques, municipales et pluviales évacué par la commune d’Adaou, provenant plus précisément du quartier précaire cafétou qui souffre d’un manque de réseau d’assainissement. La baisse de la concentration en MES s’expliquerait par l’élargissement du lit à certains endroits, créant des zones calmes qui vont favoriser les dépôts de MES par décantation (sédimentation) et réduire ainsi, les teneurs au niveau de l’eau.

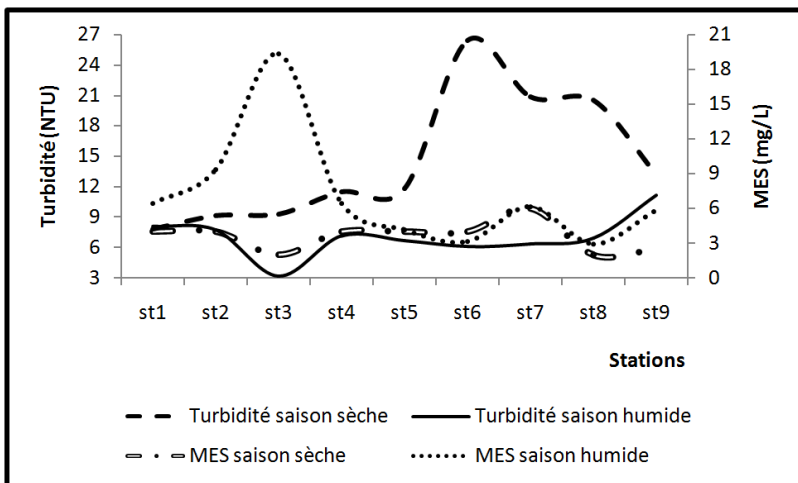


Figure 5 : Variation spatio-temporelle de la turbidité et des matières en suspension

III.2. QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES EAUX DE LA RETENUE D'ADAOU

Chlorures

Les concentrations en chlorure relevées dans les eaux se situent entre 5 et 42 mg/L en période pluvieuse et entre 14 et 23 mg/L en période sèche (Figure 6).

Les teneurs moyennes en chlorure sont de 19,55 et 14,38 mg/L, respectivement en période sèche et période pluvieuse. Les faibles teneurs enregistrées durant la période pluvieuse résultent de la dilution des eaux par les précipitations. En effet, les pluies mensuelles supérieures à 100 mm s'étalent entre Avril et Novembre à la station du Centre National de Recherche Agronomique d'Abengourou (CNRA). Dans la répartition spatiale des pluies, on note que le département d'Abengourou est compris entre les isohyètes 1250 et 1500 mm (BIGOT et *al.*, 2002). Le pic dans la partie aval de la retenue est dû au ruissellement des engrais chlorés utilisés dans les cultures proches du site d'échantillonnage. Ceux-ci peuvent contribuer à l'augmentation de leurs concentrations.

En effet, le CNRA préconise la fumure de compensation par arbre, pour les plantations en production de 100 g de KCl (CNRA, 2006). Aussi d'autres apports seraient anthropiques. Il s'agit des déchets ménagers ainsi que de l'urine. En effet, l'urine humaine contiendrait en moyenne 11 g/L de NaCl (190 méq/L) (EBA, 2013). En outre, toutes les mesures sont largement en dessous de 250 mg/L, la valeur recommandée par l'OMS (2011).

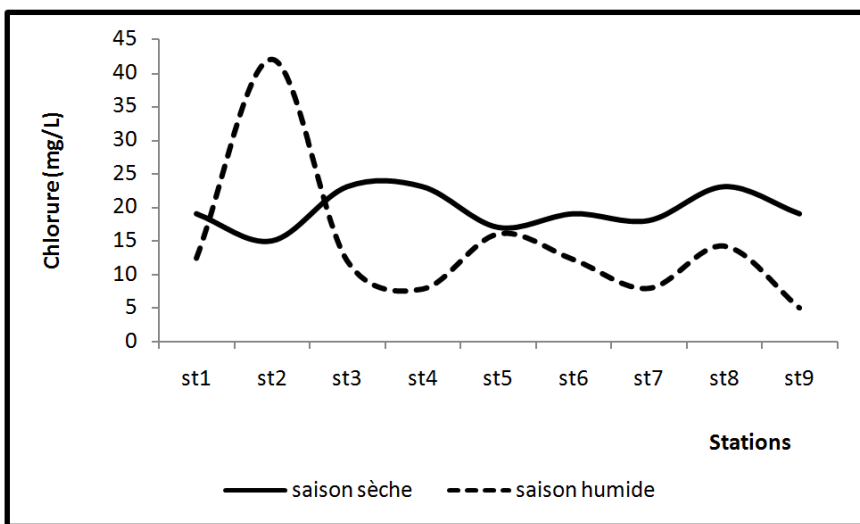


Figure 6 : Variation spatio-temporelle des chlorures

Phosphate

L'analyse des résultats (Figure 7) montre que la concentration en phosphates dans les eaux de la retenue varie entre 0,26 et 2,61 mg/L en saison sèche et entre 0,2 et 1,29 mg/L en saison pluvieuse. Leurs concentrations moyennes varient de 1,01 et 0,46 mg/L, respectivement en saison sèche et en saison pluvieuse.

En aval de la retenue, les concentrations en phosphates sont marquées relativement par une tendance à l'augmentation pour les deux saisons, atteignant leurs valeurs maximales de 1,29 mg/L (saison pluvieuse). Cependant, en amont de la retenue, nous enregistrons une baisse en période pluvieuse. La concentration en période sèche chute légèrement mais maintient la tendance évolutive. Cette disponibilité des phosphates peut être expliquée par les rejets urbains et domestiques des agglomérations avoisinantes et le relargage des ions phosphate piégés dans les sédiments. Selon HEATON (1981), les pluies représentent des sources de phosphates pour les eaux superficielles.

En outre, les faibles teneurs en phosphates seraient dues d'une part à l'assimilation des phosphates par les algues aquatiques lors des phénomènes de photosynthèse et d'autre part à des assimilations bactériennes qui se déroulent dans les eaux lors des processus d'autoépuration.

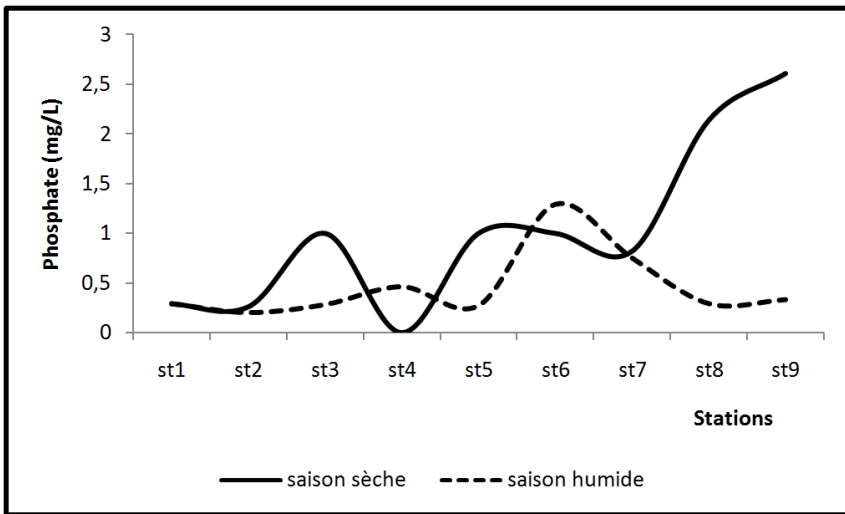


Figure 7 : Variation spatio-temporelle des phosphates

Fer

Les valeurs de fer de la retenue sont très élevées durant les deux périodes (Figure 8).

Les concentrations varient entre 0,27 et 2,24 mg/L, en période pluvieuse et entre 0,9 et 1,83mg/L, en période sèche. Les teneurs moyennes de fer en période pluvieuse et sèche sont respectivement de 0,67 et 0,97 mg/L. L'évolution spatiale de la teneur en fer dans la retenue d'eau rapporte que la teneur présente un gradient croissant dans le chenal Sud pendant les deux périodes.

Durant, la période sèche, les teneurs en fer baissent jusqu' à être nulles dans la partie Nord et Sud de la retenue; puis augmentent à l'extrémité Sud de celle-ci. Cette baisse enregistrée serait due à l'oxydation par l'oxygène d'une part et d'autre part au brassage de la retenue du barrage. Lorsque la température augmente, les eaux de surface descendent tandis qu'au contraire les couches profondes remontent vers la surface, libérant ainsi à partir du sédiment désoxygéné le fer (ELAZZOUZI *et al.*, 2013), ce qui expliquerait la hausse observée en saison sèche. Pendant, la période pluvieuse, les teneurs en fer deviennent importantes à cause du transfert par le ruissellement du fer issu du bassin versant. Cependant, bien que ces ions ne soient pas nuisibles à l'homme, ils provoquent des désagréments pour les consommateurs. Ils donnent une coloration rougeâtre ou noirâtre et un mauvais goût à l'eau de boisson ; comme cela a été constaté sur le terrain.

Toutes ces valeurs présentent des teneurs largement supérieures à 0,3 mg/L, la valeur seuil de l'OMS (2011).

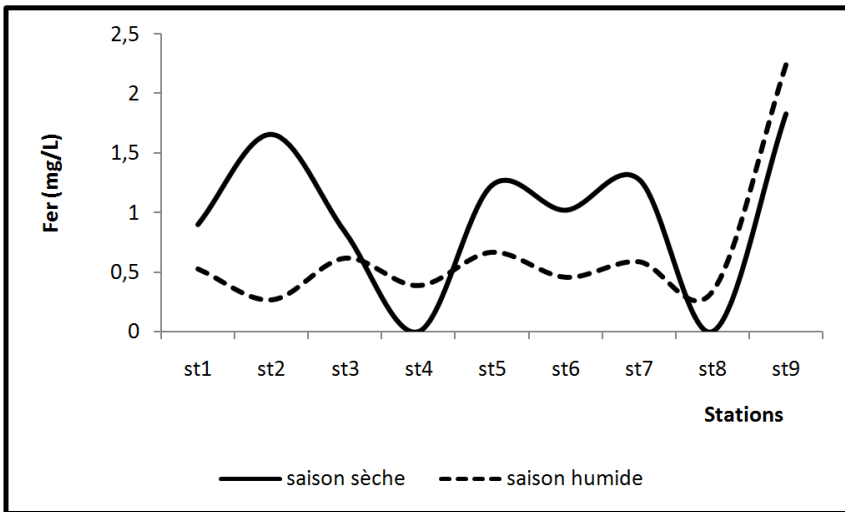


Figure 8 : Variation spatio-temporelle du fer

Manganèse

La figure (9) montre que les teneurs en manganèse varient de 0,06 à 1,29 mg/L, en saison sèche avec une moyenne de 0,38 et de 0,04 à 0,33 mg/L, en saison pluvieuse avec une moyenne de 0,08 mg/L. L'analyse des résultats rapporte que contrairement au fer, le manga-

nèse est faiblement présent dans la retenue d'eau d'Adaou. Les valeurs sont presque nulles en saison pluvieuse. En outre, en période sèche, les teneurs en manganèse ont tendance à augmenter avec un pic à la station st4 (1,29 mg/L) qui est supérieur 0,4 mg/L, la valeur seuil de l'OMS (2011).

L'aluminium

Les concentrations de l'aluminium dans le lac d'Adaou oscillent entre 0,022 et 0,051 mg/L en saison sèche avec une moyenne de 0,03 mg/L et entre 0,056 et 0,192 mg/L, en saison pluvieuse, avec une moyenne de 0,16 mg/L (Figure 10). L'analyse des résultats rapporte que pendant la période pluvieuse les concentrations en aluminium dans la retenue sont très importantes par rapport à la période sèche et cela dans toutes les stations. Cette augmentation de l'aluminium pourrait être due à l'érosion, au lessivage des minéraux et les sels et bien entendu les précipitations. En outre, toutes les mesures sont inférieures à 0,2 mg/L, la valeur recommandée par l'OMS (2011).

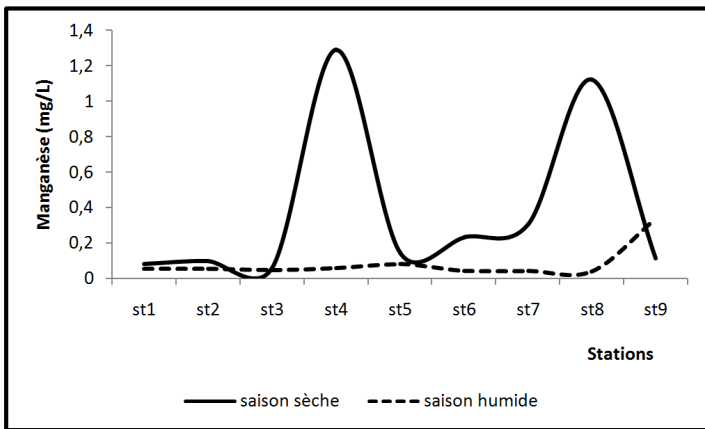


Figure 9 : Variation spatio-temporelle du manganèse

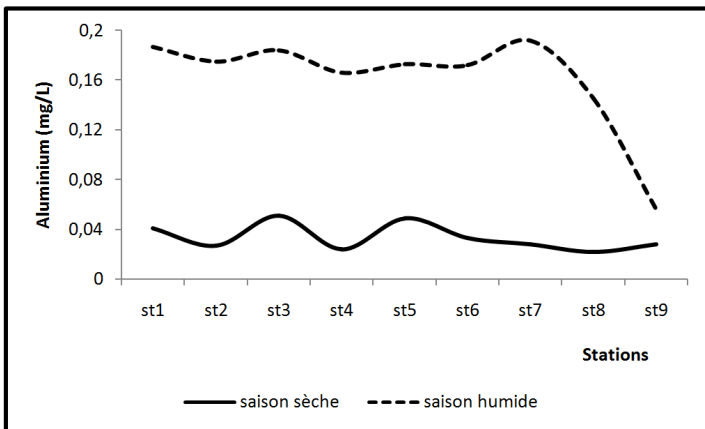


Figure 10: Variation spatio-temporelle de l'aluminium

L'ammonium

L'analyse du profil de l'ammonium (Figure 11), montre que les teneurs varient entre 0,24 mg/L en aval et 0,78 mg/L en amont en période pluvieuse. Les valeurs d'ammonium trouvées en période pluvieuse sont nettement supérieures à celles de la période sèche dans l'ensemble. La saison pluvieuse constitue la période où les engrais sont apportés aux cultures. Leur lessivage va entraîner une accumulation dans la cuvette. Ces observations montrent que l'agriculture aussi bien que l'élevage pratiqués sur le bassin versant sont des sources potentielles d'azote ammoniacal. L'évolution spatiale montre des valeurs importantes en amont. La concentration maximale recommandée par l'OMS (2011), pour une eau traitée est ($\leq 1,5$). Cette valeur est largement respectée.

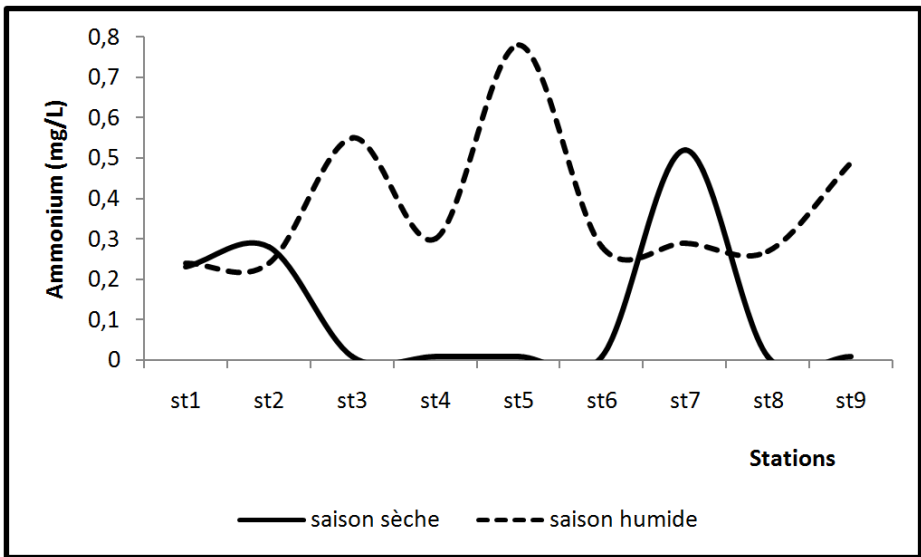


Figure 11 : Variation spatio-temporelle de l'ammonium

Le nitrate

Le suivi de la teneur en nitrate (NO_3^-) dans les eaux est présenté à la figure 12. Les teneurs en nitrate présentent des valeurs moyennes de 2,18 mg/L et 2,34 mg/L, respectivement en saison sèche et saison pluvieuse. L'analyse des profils de nitrate montre une légère variation. Elles oscillent entre 0,3 mg/L et 0,48 mg/L en saison sèche et entre 1,2 et 6,5 mg/L en saison pluvieuse. L'augmentation des nitrates pendant la période pluvieuse par rapport à la période sèche peut-être due au lessivage des fertilisants utilisés dans les sols agricoles et l'élevage d'animaux (bovins, ovins). Les teneurs élevées pourraient aussi s'expliquer par le rejet des eaux usées brutes provenant du quartier précaire cafétoù et de la municipalité d'Adaou en générale. La valeur maximale admissible de cet élément a été fixée

à 50 mg/L par la majorité des normes internationales. Les teneurs enregistrées dans la retenue d'Adaou sont inférieures à la teneur suggéré par l'OMS (2011).

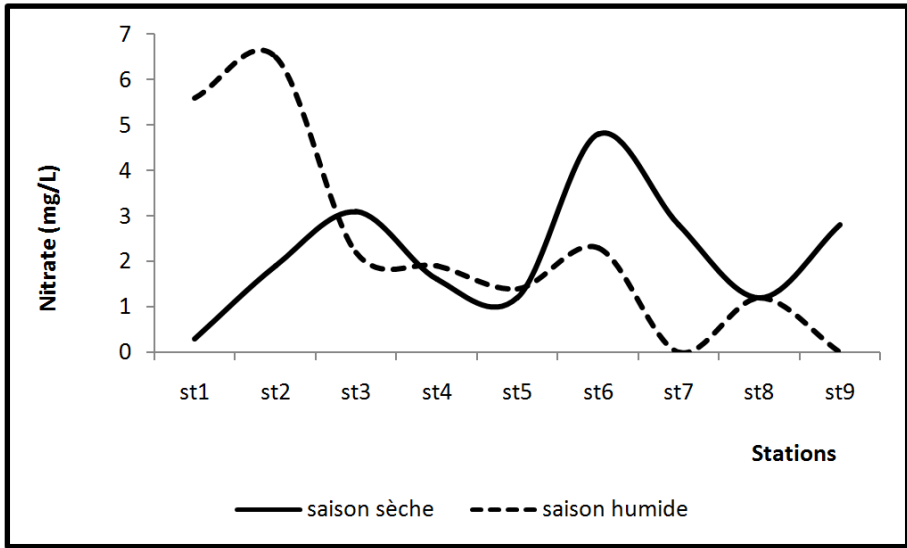


Figure 12: Variation spatio-temporelle des valeurs des nitrates

IV. DISCUSSION

La valeur moyenne de turbidité enregistrée à Adaou en saison sèche est supérieure à la saison pluvieuse. Ces valeurs sont respectivement de 14,51 NTU en saison sèche et 7,05 NTU en saison pluvieuse. En revanche, à Taabo selon les travaux de KOUASSI (2007), la valeur de turbidité est élevée en saison pluvieuse par rapport à la saison sèche (24,95 NTU/ 8,58 NTU). Cette variation serait due au période d'échantillonnage. En effet, durant l'échantillonnage en saison sèche à Adaou, un orage brutal s'est abattu dans la région. Cet orage pourrait influencer les valeurs de turbidité enregistrées à cette période.

V. CONCLUSION

A la lumière des résultats de l'hydrologie et de la qualité environnementale des eaux superficielles de la retenue d'Adaou, on constate des signes de dégradations de la qualité de l'eau particulièrement dans la zone soumise aux rejets d'eaux usées provenant des habitats précaires respectivement dans la partie Nord, Nord-Est de la retenue. Les concentrations en MES et NH_4^+ sont assez élevées en périodes pluvieuses dans les stations st3 et st5 situées en aval des habitats urbains. Toutefois, cette contamination a tendance à diminuer dans les zones situées loin des rejets urbains. Les concentra-

tions en fer sont largement supérieures à la valeur seuil (0,3 mg/L) de l'OMS (2011). Ces eaux sont donc, confrontées à une pollution métallique, elles ont un mauvais goût et désagréable à boire.

Ainsi, la préservation des ressources hydriques devient donc impérative devant la dégradation de ces écosystèmes aquatiques et nécessite la mise en place de périmètre de protection, de renforcement du traitement et de station d'épuration aux alentours de la retenue d'eau d'Adaou.

REFERENCES

- ADOU M., DELOR C., SIMEON Y., ZAMBLE B. Z., KONAN G., YAO B.D., VIDAL M., DIABY I., CAUTRU J.P., CHIRON J.C. DOMMANGET A., COCHERIE A. (1995).** Carte géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000 ; Feuille ABENGOUROU, Mémoire de la direction des mines et Géologie N°7, Abidjan, Côte d'Ivoire, 19 p.
- ALAYAT H., EL KHATTABI J. ET LAMOUREUX C. (2013).** Evolution spatiale des caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac OUBEIRA impose par les conditions sévères de la sécheresse (extreme NE Algérien) *Revue European scientific journal*, vol.9 N°36, p. 564-579
- BIGOT S., BROU Y.T., BONNARDOT V. et SERVAT E. (2002).** Interannual stability of rainfall patterns in the Ivory Coast over the period 1950-1996. In Publication of the International Association of Hydrological Sciences, 274, pp.507-514.
- CNRA CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE AGRONOMIQUE (2015).** Bulletin annuel, 46 p.
- CNRA CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE AGRONOMIQUE. (2006)** Bien cultivé l'hévéa en Côte d'Ivoire, rapport d'étude 5 p.
- EBA A. E. L. (2013) :** Approche géomatique pour la délimitation des périmètres de protection autour des ressources en eau de surface destinées à la consommation : cas de la retenue d'eau de Gagnoa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, 160p
- ELAZZOUI E., FEKHAOU M., HTITI M., EL ABIDI A, EL YADINI A., (2013).** Etudes des caractéristiques physico-chimiques du Fer et Manganèse dans le lac du barrage Smir. ScienceLib Editions Mersenne : Volume 5, N°131005. 2013-10-07
- HEATON, R. D. (1981).** Worldwide Aspect of Wastewater Reclamation and Reuse, 43-76 In: F.M. D'Itri, J. Aguirre-Martinez, and M. Athle-Lambarri. Municipal Waste-Water in Agriculture, Academic Press, New York, 01221-488-04
- HEBERT, S. et LEGARE.S., (2000).** Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'environnement Gouvernement du Québec, 5 p.
- KOUASSI K. L. (2007).** Hydrologie, transport solide et modélisation de la sédimentation dans les lacs des barrages hydro-électriques de Côte d'Ivoire : cas du lac de Taabo. Thèse de doctorat, Université Abobo-Adjamé, 209p.

- LEGENBRE P, CHODOROWSK A., CHODOROWSKA W, PICHET P, POTVIN P. (1980).** Qualité des eaux : Interprétation des données lacustres (1971-1977), Centre de Recherche en Sciences de l'environnement (CERSE), Université du QUEBEC, 409 p.
- LEYNAUD G. (1968).** Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 224-881.
- MERGHAM K A, EL HALOUANI H, ALNEDHARY A A, DSSOULI K, GHARIBI E, ALANSI R Q, AL-NAHMI. (2016).** Etude de l'impact des rejets d'eaux usées brutes et épurées sur la qualité de l'Oued Bani Houat (Bassin de Sanaa) : Etude spatio-temporelle. *J. Mater. Environ. Sci.* 7 (5) 1516-1530
- OMS (2011).** Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization, Fourth Edition; Genève, Suisse 541 p.
- ONEP OFFICE NATIONAL DE L'EAU POTABLE. (2008).** Rapport préliminaire/ Document technique et environnemental, DRE, 20p.