

Évaluation de la qualité physico-chimique et du risque d'eutrophisation de la retenue d'eau de Kogbétohouè (Sud-Bénin)

¹Coffi Justin NOUMON*, ¹Daouda MAMA, ¹Comlan Achille DEDJIHO, ²Euloge AGBOSSOU et ³Safiri IBOURAIMA

¹ Laboratoire d'Hydrologie Appliquée (LHA), Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey Calavi 01 BP 526 Cotonou (Bénin).

² Laboratoire d'Hydraulique et de Maîtrise de l'Eau (LHME), Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey Calavi 01 BP 526 Cotonou (Bénin).

³ Ministère de l'Énergie, des Recherches Pétrolières et Minières, de l'Eau et du Développement des Énergies Renouvelables, 04 BP 1412 - Cotonou (Bénin).

*Auteur correspondant, Email : justinoum2001@yahoo.fr, Tél : 00229 95 22 53 05

Original submitted in on 28th October 2014. Published online at www.m.elewa.org on 30th January 2015
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v85i1.9>

RESUME

Objectifs : Faire une caractérisation physico-chimique et une évaluation du risque d'eutrophisation suivant les variations du niveau des eaux de la retenue de Kogbétohouè

Méthodologie et résultats : Les mesures directes de la qualité physique : le pH, la température et l'oxygène dissous ont été faits avec le multi paramètre PC HORIBA WATER QUALITY CHECKER U-10 ; la conductivité et les solides totaux dissous par le conductimètre WTW 340 i. Les eaux prélevées ont permis d'analyser la turbidité et les Matières en Suspension au colorimètre HACH/890 par la méthode 8025 ; les paramètres chimiques (NTK, NO₂, NO₃, NH₄⁺, PO₄³⁻ortho , PO₄³⁻ total) par la méthode chromatographique ICS 1000 et de doser de la chlorophylle a avec le spectrophotomètre DR 5000 par la Norme AFNOR T90-117. Le risque d'eutrophisation est évalué par la grille de diagnostic d'Ifremer (2000). Les paramètres indicateurs de la qualité physique de l'eau n'ont pas montré pas de grandes variations en périodes de hautes et basses eaux à l'exception de l'oxygène dissous où les valeurs sont très faibles en période de hautes eaux où le développement des plantes aquatiques est important. Les paramètres chimiques sont plus élevés en période de hautes eaux correspondante à une utilisation des engrais sur le bassin versant de la retenue. Les eaux sont dans un état eutrophe (basses eaux) et hypereutrophe (hautes eaux) traduisant une eutrophisation de la retenue.

Conclusion et applications des résultats : L'eutrophisation de la retenue avec un risque permanent d'anoxie appelle à des actions pour limiter les apports d'azote et de phosphate dans la cuvette. Ces résultats pourraient servir de base à la mise en place d'un plan de gestion intégrée de la retenue d'eau et son bassin versant.

Mots clés : Kogbétohouè, Retenue d'eau, Qualité physico-chimique, Eutrophisation

ABSTRACT

Objectives: Study physical and chemical characteristics and assess eutrophication risk of Kogbetohoue dam following changes in water levels.

Methodology and results: Physical quality parameters such as pH, temperature and dissolved oxygen are measured directly with PC HORIBA WATER QUALITY CHECKER U-10 multi parameter;

conductivity and total dissolved solids with conductivity meter WTW 340i. Water collected was analyzed for turbidity and MES by colorimeter HACH/890 with 8025 method; chemical parameters (NTK, NO₂, NO₃, NH₄⁺, PO₄³⁻ortho, PO₄³⁻ total) with chromatographic ICS 1000 method and chlorophyll a is measured out with spectrophotometer DR 5000 by AFNOR T90-117 Norm. Eutrophication risk of the dam is assessed with diagnostic grid of Ifremer (2000). The indicators of physical quality haven't shown a large variation in high or low water periods except dissolved oxygen which has lower values in high water period related to an important development of aquatic plants. Chemical parameters are more important in high water period when fertilizers are used to produce crops. Water analyses revealed that the eutrophication of the dam is great in high water period.

Conclusion and applications of results: The eutrophication of the dam with a permanent risk of anoxia needs actions to reduce inputs of nitrogen and phosphorus in the dam. These results can help to settle integrated management plan of the dam and its basin.

INTRODUCTION

L'étude de la qualité physicochimique et l'évaluation du niveau trophique des cours d'eau permet de caractériser ces éléments minéraux qui dégradent la qualité des cours d'eau et menacent la vie aquatique (Mama et al., 2011a). L'eutrophisation est un phénomène caractérisé par un déséquilibre écologique avec, au départ, une fertilisation excessive en éléments minéraux et organiques d'origine anthropique. Ceci entraîne une forte augmentation de la production organique de la couche superficielle, sa décomposition ultérieure dans la couche sous-jacente diminue, voire annule la teneur en oxygène gazeux dissous (Lacaze, 1996). La prolifération des macrophytes est la principale problématique associée à l'eutrophisation en zone tropicale et principalement en Afrique, à l'opposée des zones tempérées où les cyanobactéries occupent une place de choix (Hill & Coetzee, 2008). En cas de prolifération

d'espèces phytoplanctoniques, l'activité photosynthétique est alors très forte, ce qui induit des variations importantes de la concentration en oxygène dissous et du pH dans les systèmes aquatiques à l'échelle de la journée : en période diurne le pH peut dépasser 10 et en période nocturne le milieu peut être totalement anaérobie, ce qui peut porter atteinte à la vie piscicole (Mama, 2010). Dans ces conditions, certains paramètres physiques, comme le phosphore, la chlorophylle a et l'oxygène dissous, varient en imposant des interactions entre les grandes fonctionnalités de l'écosystème aquatique et notamment la production primaire, la photosynthèse et la nutrition (Benzha, 2007). L'objectif de ce travail est d'analyser la variation de la qualité physico-chimique de l'eau de retenue de Kogbétohoué et d'évaluer le risque d'eutrophisation.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude : La retenue de Kogbétohoué (figure 1) couvre une superficie de 10,25 ha et draine un bassin versant de 70,65 Km². La bathymétrie (Noumon, 2014) a révélé les caractéristiques d'un plan d'eau peu profond. La profondeur moyenne de la retenue d'eau est de 2,26 m pour une profondeur maximale de 5,4 mètres Elle est inférieure à 1 m sur

21% de la surface du plan d'eau. Une diminution de l'ordre de 0,3 m de la profondeur maximale a été observée en 6 ans soit 0,05 m/an. La retenue d'eau est utilisée pour l'abreuvement du bétail, la pêche et la pisciculture, l'irrigation et l'approvisionnement eu des populations riveraines.

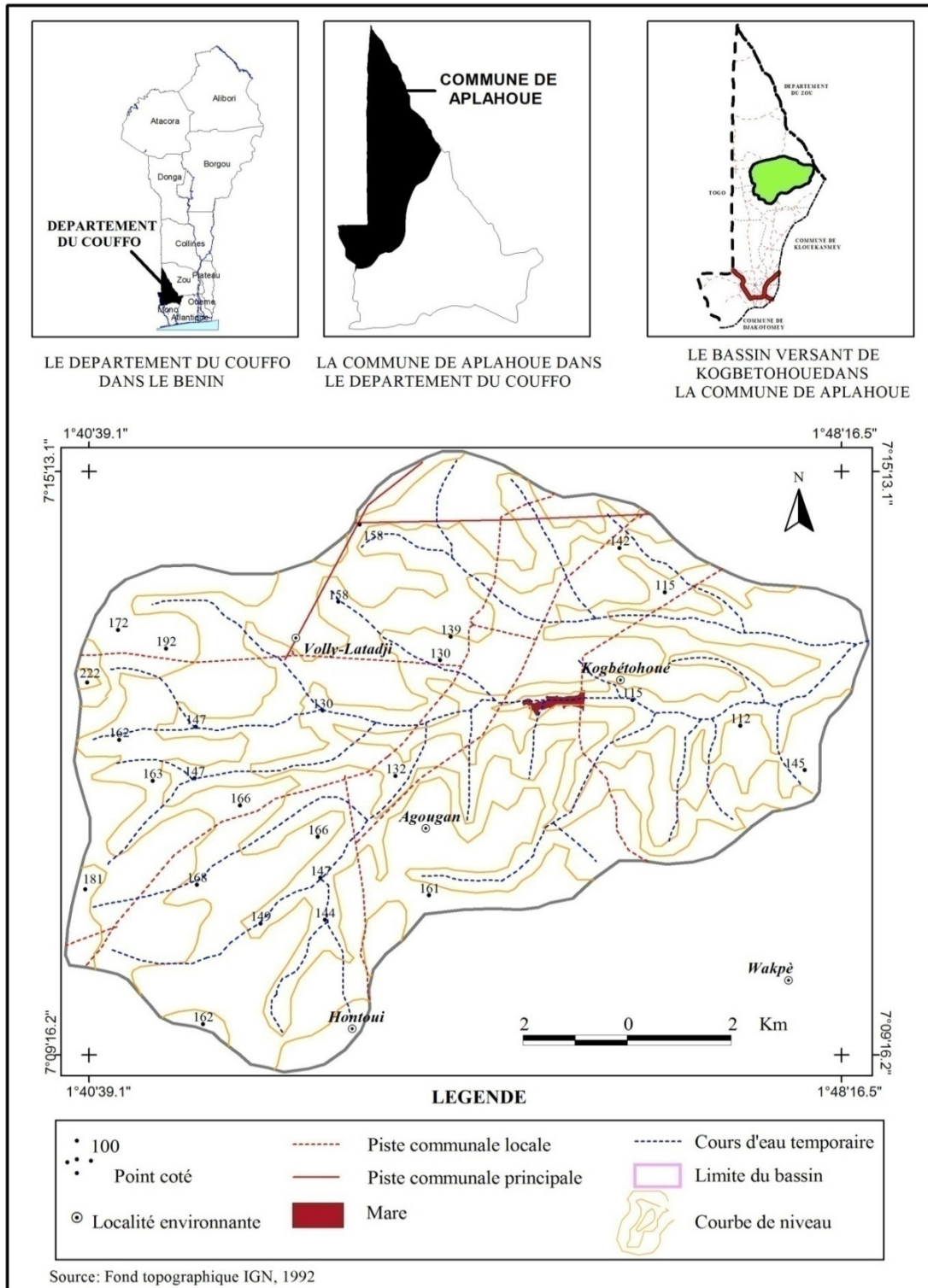


Figure 1 : Carte de situation de la retenue d'eau de Kogbétohoué et son bassin versant

Échantillonnage : Les points d'échantillonnage sont définis de manière à avoir une bonne distribution spatiale des paramètres indicateurs de la qualité et de l'état trophique de la retenue. Ainsi 7 points de prélèvements ont été définis (figure 2).

- un (01) point (P1) au niveau du chenal principal d'alimentation en eau de la retenue ;

- deux (02) points (P2 et P3) proches de la rive droite où se trouve le campement des bovins résidents ;

- deux (02) points (P5 et P6) proches de rive gauche où se déroulent principalement les activités de production agricoles ;

- un (01) point (P4) proche de l'écoulement central du cours d'eau ;
 - un (01) point (P7) à la sortie de la retenue au niveau de la vanne.
- Trois campagnes de prélèvements ont été réalisées à raison de :
- deux (02) en périodes de hautes eaux : juin où la retenue est pleine et déborde par le déversoir et le mois de septembre où la retenue est quasi pleine et ;

- une (01) en mars : période de basses eaux (saison sèche) où la profondeur maximale de l'eau dans la cuvette est de 3,70 m.

Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques : Les descripteurs de la qualité de l'eau ainsi que les paramètres associés à l'eutrophisation ont été analysés pour chacune des trois campagnes de prélèvements et pour les différents points de prélèvements. Les méthodes et appareils utilisés pour les analyses sont résumés dans le tableau 1.

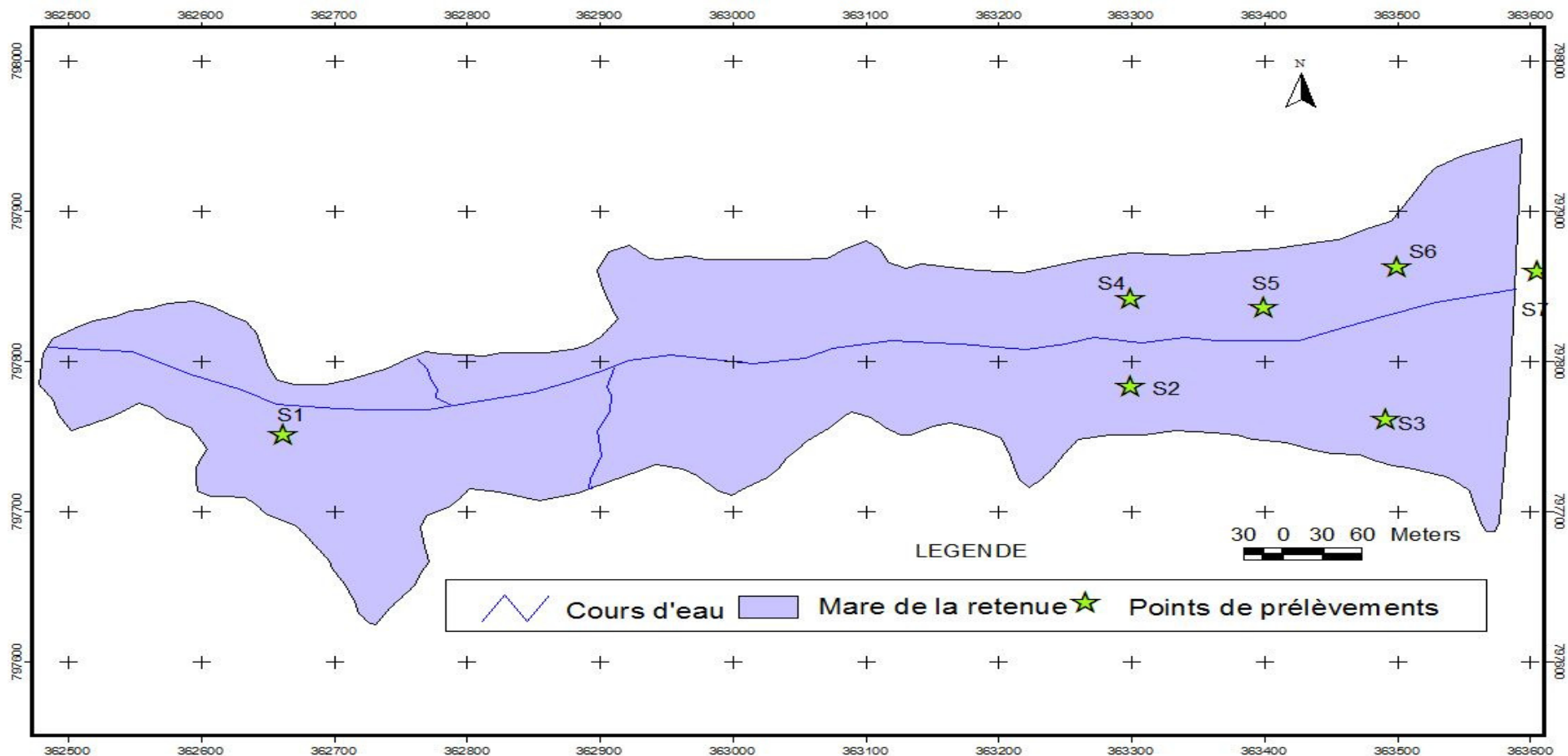
Tableau 1 : Méthodes et appareils utilisés pour l'analyse des paramètres physico-chimiques

Paramètres étudiés	Appareils et méthodes
pH, Température, Oxygène dissous	Mesure directe par le multi paramètre PC HORIBA WATER QUALITY CHECKER U-10
Conductivité, Solides totaux dissous	Mesure directe par le multi paramètre Conductimètre WTW 340 i
Turbidité, Matières en Suspension	Colorimètre HACH/890, Méthode 8025
Paramètres chimiques (NTK, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻ ortho, PO ₄ ³⁻ total)	Méthode Chromatographique ICS 1000 (Nessler, Diazotation, Réduction au Cd, Nessler, Acide ascorbique respectivement)
Chlorophylle a	Spectrophotomètre DR 5000, Norme AFNOR T90-117

La détermination de l'état trophique de la retenue d'eau a été faite suivant la grille d'évaluation du risque d'eutrophisation pour la colonne d'eau (tableau 2) selon Ifremer, 2000.

Tableau 2 : Grille d'évaluation du risque d'eutrophisation (Source, Ifremer, 2000)

Variable			Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
TUR	(NTU)	0	5	10	25	40	
PO ₄ ³⁻	(µM)	0	0,3	1	1,5	4	
NITRI	(µM)	0	0,3	0,5	0,75	1	
NITRA	(µM)	0	1	3	5	10	
AMMO	(µM)	0	1	3	5	10	
Chl-a	mgM ⁻³	0	5	7	10	20	
NT	(µM)	0	50	75	100	120	
PT	(µM)	0	0,75	1,5	2,5	4,5	



Source: Travaux de terrain, juin 2013
Production: NOUMON Justin

Figure 2 : Carte de situation des points de prélèvement d'eau pour les analyses.

Pour chaque point d'échantillonnage, le risque d'eutrophisation a été apprécié pour avec la valeur moyenne des différents paramètres pour les trois campagnes de prélèvement. Puis, l'état global a été donné par point d'échantillonnage. Afin de déterminer le caractère oxydant ou réducteur de l'eau de la retenue d'eau, le pouvoir oxydant (R_H) de l'eau a été calculé à partir de la formule suivante :

$$R_H = \frac{Eh}{0,0992 \times T} + 2 \text{ pH}$$

Eh : Potentiel redox moyen

T : Température en degré Kelvin ($273 + T^\circ\text{C}$)

pH= Potentiel en hydrogène

La valeur obtenue pour le pouvoir oxydant permet de situer l'eau dans les catégories suivantes selon Rejset (2002) :

- $R_H \geq 23$, le milieu est dit oxydant ;
- $15 < R_H < 23$, le milieu est qualifié d'anoxique
- $R_H < 15$, le milieu est dit réducteur

RESULTATS

Paramètres physiques

- **Température** : La figure 3 montre que la température des eaux varie de 27°C à 30°C . Elle est plus élevée en période de basses eaux (sèche sèche).
- Le **pH** (figure 4) montre de faibles variations en périodes de hautes eaux et se situe autour de 7.

Ce pH est nettement plus élevé en période basses eaux avec une valeur de 8,51 en moyenne.

- **Oxygène dissous** : L'oxygène dissous (figure 5) montre une variation temporelle. Il est très faible en juin et varie de 0,53 mg/L à 1,33 mg/L, prend des valeurs moyennes (5,28 mg/L à 7,59 mg/L) en septembre et des valeurs relativement élevées (8,68 mg/L à 14,38 mg/L) en basses eaux.

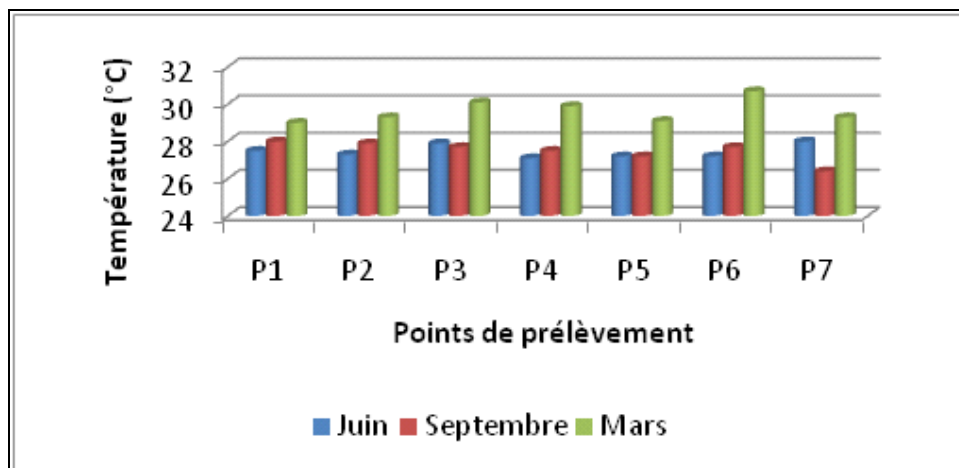


Figure 3 : Température de l'eau de la retenue

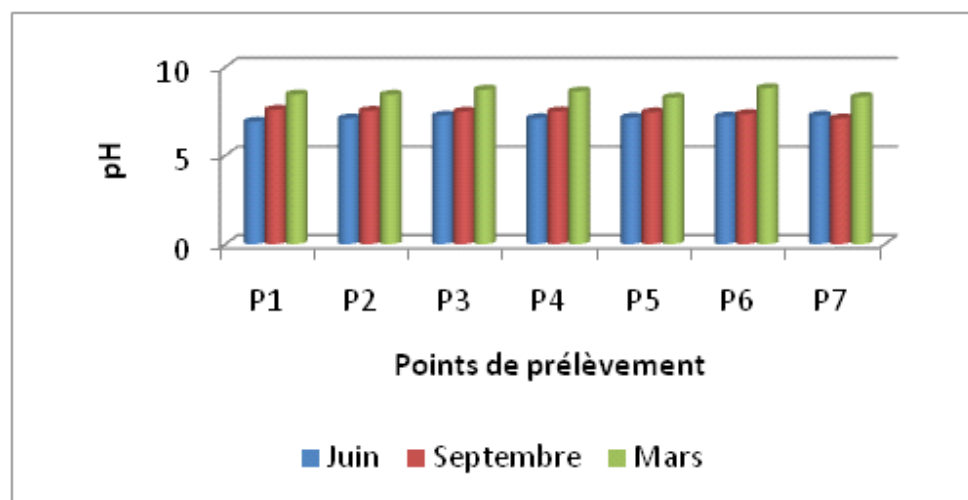


Figure 4 : pH de l'eau de la retenue

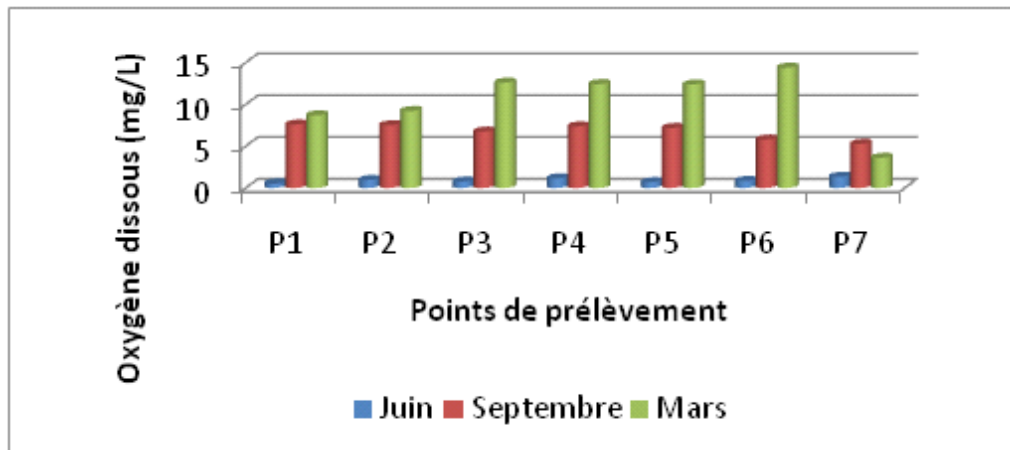


Figure 5 : Oxygène dissous dans l'eau de la retenue

- Solides totaux dissous** : La figure 6 montre des valeurs moyennes de 116 mg/L et 158 mg/L en hautes eaux (juin et septembre respectivement) pour les solides totaux dissous. Ils ont une valeur moyenne plus élevée en basses eaux (214 mg/L).

- Matières en Suspension** : Elle montre une variation temporelle (figure 7) avec des plus élevées en hautes eaux 14 mg/L à 17 mg/L en juin et 8 mg/L à 22 mg/L en septembre. En basses eaux les valeurs sont plus faibles allant de 0 à 11 mg/L.

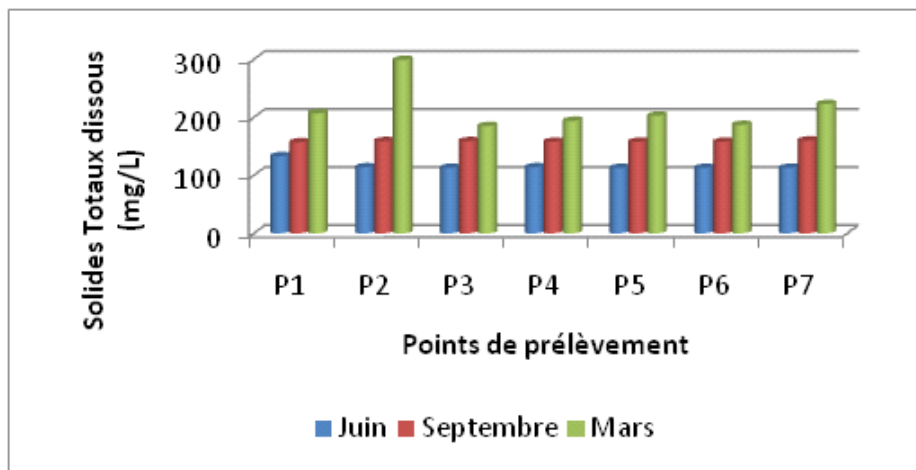


Figure 6 : Solides totaux dissous dans l'eau de retenue

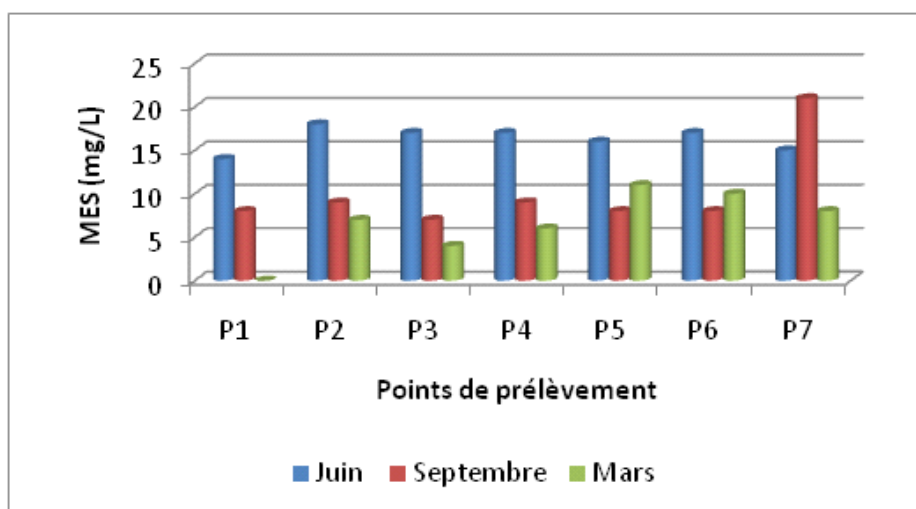


Figure 7 : Matières en suspension dans l'eau de la retenue

- **Pouvoir oxydant de l'eau :** Le pouvoir oxydant de l'eau (Tableau 3) en période de hautes eaux comme en basses eaux montre que le milieu est réducteur et serait favorable à la réduction des nitrates et sulfates en nitrites et sulfures qui sont toxiques à la vie aquatique.

Tableau 3 : Pouvoir oxydant de l'eau (R_H)

Période	Eh	T ° absolu	pH	R _H	Nature de milieu
Juin	-35,57	300,46	7,14	13,08	Réducteur
Septembre	-54,14	300,48	7,42	13,02	Réducteur
Mars	-108,71	302,62	8,51	13,40	Réducteur

Nutriments

- **Azote total :** Le suivi de la concentration de l'azote (figure 8) montre une variation spatio-temporelle. Les valeurs les plus faibles sont relevées en période de basses eaux (mars) qui correspond à la saison de non culture tandis que les périodes de hautes eaux (juin et septembre) où les engrais sont apportés aux cultures enregistrent les valeurs plus élevées. La valeur la plus élevée en juin (7,5 mg/L) est obtenue au point P6 (proche de la zone agricole), suivi du point P2 (proche du camp peulh). En septembre, le point du P4 proche du site aménagé pour le maraîchage enregistre la valeur la plus élevée (1,59 mg/L) d'azote total. Ces observations montrent que l'agriculture aussi bien que l'élevage pratiqué sur le bassin versant sont des sources potentielles d'azote dans la retenue.

- **Nitrite :** La figure 9 montre des concentrations faibles en nitrites des eaux aussi bien en hautes et basses eaux. Les valeurs enregistrées sont en moyenne de 0,006 mg/L.
- **Nitrate :** Les concentrations en nitrates (figure 10) révèlent des valeurs relativement élevées en juin variant de 0,9 à 1,5 mg/L et de 0,46 mg/L à 0,63 mg/L en septembre. En basses eaux, ces valeurs sont comprises entre 0,5 et 0,8 mg/L. Ces valeurs montrent une variation spatiale des nitrates. La valeur la plus élevée (1,5 mg) de la concentration en nitrates en juin est observée aux point P3 (rive droite) et P4 (rive gauche). Ces observations traduisent des sources d'apport en cet élément chimique par les activités agropastorales qui se développent au niveau des deux rives.

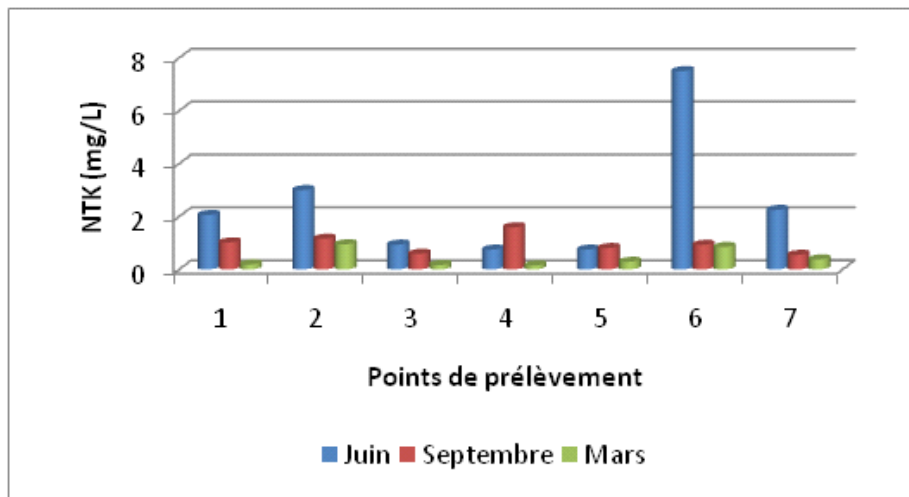


Figure 8 : Concentrations de l'azote total dans les eaux prélevées

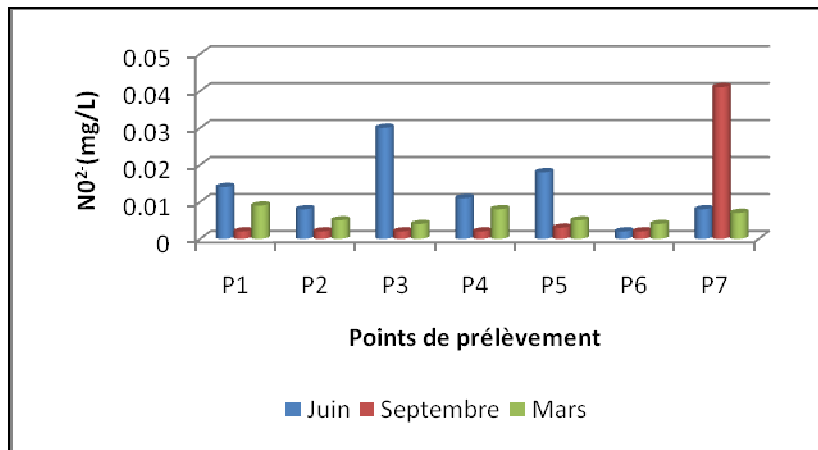


Figure 9 : Concentrations de nitrite dans les eaux prélevées

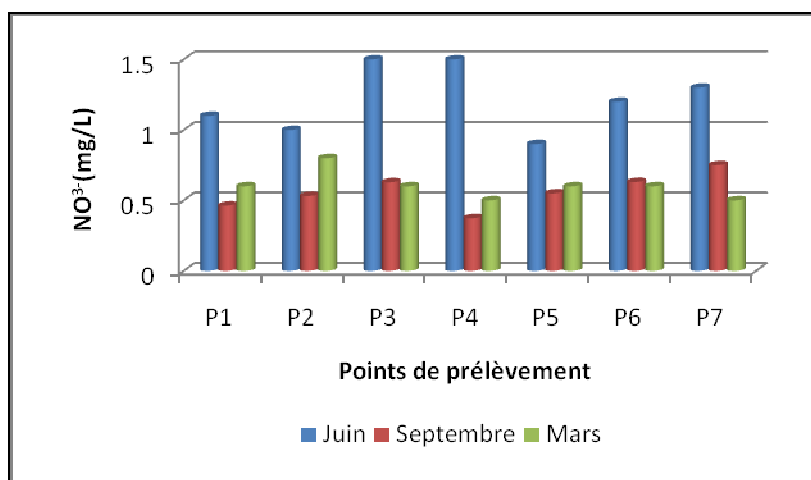


Figure 10 : Concentrations du nitrate dans les eaux prélevées

- Phosphates total** : Le suivi de la concentration en phosphore total (figure 11) montre que les concentrations les plus élevées sont obtenues en juin (période de culture) et en mars (saison sèche). Si les concentrations plus élevées du mois de juin s'expliquent par les apports d'engrais phosphatés ruisselés dans cuvette, celles du mois de

mars (saison sèche) pourraient provenir d'un relargage du phosphore des sédiments de la cuvette.

- Orthophosphates** : La concentration totale en phosphore est donnée par la figure 12. Ces valeurs sont plus élevées en période de hautes eaux qui correspondent aux saisons de cultures et confirment des sources d'apports externes d'engrais phosphatés dans la retenue.

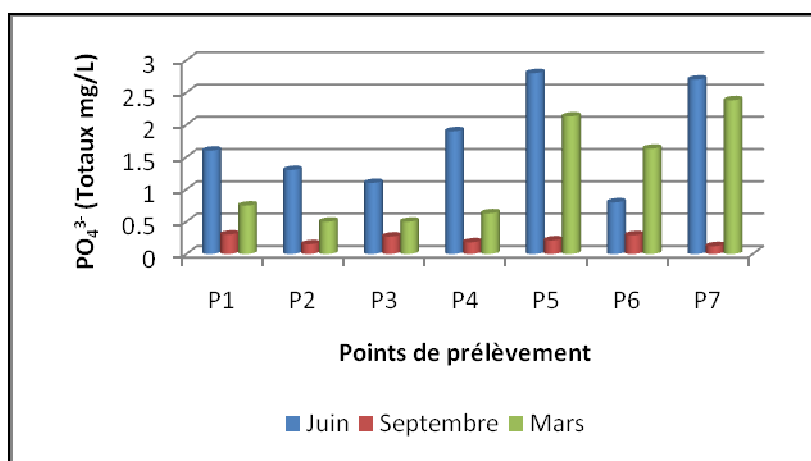


Figure 11: Concentrations du phosphore total dans les eaux prélevées

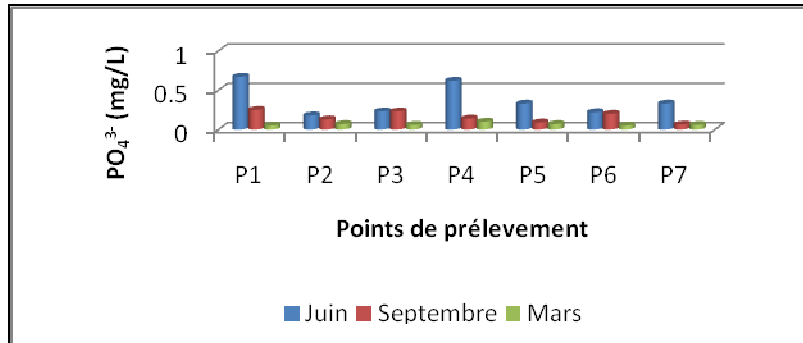


Figure 12 : Concentrations des orthophosphates dans les eaux prélevées

Eutrophisation : La caractérisation de l'état trophique au niveau des sept (07) points de prélèvements par l'outil de diagnostic de l'eutrophisation d'Ifrémer (2000) fait ressortir les résultats suivants (tableaux 4 à 10). Les résultats du diagnostic montrent que la turbidité est classée dans la gamme « bon » ou « moyen ». Le phosphore total se retrouve dans la gamme « mauvais » tandis que l'azote et ses dérivés (nitrite, nitrate, ammonium) ont montrés des variations de gamme dans l'outil de

diagnostic. La chlorophylle à est dans la gamme « mauvais » à l'exception du tableau (point P3) où elle se retrouve dans la gamme « Très bon ». Les résultats montrent que tous les points de prélèvement présentent des eaux de qualité médiocre à mauvaise selon la grille de diagnostic à l'exception du point P3 où le risque d'eutrophisation est moyen. Ces eaux sont dans un état hypereutrophe ou eutrophe.

Tableau 4 : Diagnostic au point P1

Prélèvement P1		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Turb	NTU			12		
PO ₄ ³⁻	µM				3,4	
NO ₂ ⁻	µM		0,17			
NO ₃ ⁻	µM					16,3
NH ₄ ⁺	µM				7,7	
Chl-a	mgM ⁻³					52,8
NT	µM			77,8		
PT	µM					9,3
Niveau trophique						Mauvais

Tableau 5 : Diagnostic au point P2

Prélèvement P2		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Turb	NTU			16		
PO ₄ ³⁻	µM			1,4		
NO ₂ ⁻	µM	0,13				
NO ₃ ⁻	µM					15,4
NH ₄ ⁺	µM				7,9	
Chl-a	mgM ⁻³					33,3
NT	µM					121,7
PT	µM					6,9
Niveau trophique						Mauvais

Tableau 6 : Diagnostic au point P3

Prélèvement P3		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Turb	NTU			13,3		
P0 ₄ ³⁻	µM				1,8	
NO ₂ ⁻	µM	0,26				
NO ₃ ⁻	µM					18,6
NH ₄ ⁺	µM				8,7	
Chl-a	mgM ⁻³	4,2				
NT	µM	40,4				
PT	µM					6,6
Niveau trophique				Moyen		

Tableau 7 : Diagnostic au point P4

Prélèvement P4		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Turb	NTU			14		
P0 ₄ ³⁻	µM				3	
NO ₂ ⁻	µM	0,13				
NO ₃ ⁻	µM					16,2
NH ₄ ⁺	µM				9,3	
Chl-a	mgM ⁻³					27,9
NT	µM		59,3			
PT	µM					9,5
Niveau trophique						Mauvais

Tableau 8 : Diagnostic au point P5

Prélèvement P5		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Turb	NTU			17		
P0 ₄ ³⁻	µM				1,7	
NO ₂ ⁻	µM		0,19			
NO ₃ ⁻	µM					13,7
NH ₄ ⁺	µM					14,4
Chl-a	mgM ⁻³					33
NT	µM	44,01				
PT	µM					18,1
Niveau trophique						Mauvais

Tableau 9 : Diagnostic au point P6

Prélèvement P6		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Turb	NTU			18		
P0 ₄ ³⁻	µM				1,6	
NO ₂ ⁻	µM	0,05				
NO ₃ ⁻	µM					16,5
NH ₄ ⁺	µM				7,4	
Chl-a	mgM ⁻³				11,7	
NT	µM					220,9
PT	µM					9,6
Niveau trophique					Médiocre	

Tableau 10 : Diagnostic au point P7

Prélèvement P7		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Turb	NTU				29,6	
P0 ₄ ³⁻	µM				1,6	
NO ₂ ⁻	µM		0,42			
NO ₃ ⁻	µM					17,5
NH ₄ ⁺	µM					12
Chl-a	mgM ⁻³					106,8
NT	µM		75,7			
PT	µM					18,3
Niveau trophique						Mauvais

DICUSSION

Paramètres physiques : Les températures enregistrées (figure 3) sont relativement proches de celles obtenues par Dédjiho (2011) sur l'aire marine de Gbèzoumè à Ouidah (26 °C à 32°C). Elles sont comprises dans la fourchette des températures allant de 24°C à 35°C qui selon Poumongne (1998), sont favorables à une bonne croissance des espèces piscicoles couramment élevées. Par ailleurs, les valeurs de pH obtenues sont bonnes en aquaculture car situées entre 6,5 à 9 (Boyd, 1990 in Kanagire, 2001). Ces valeurs de pH comprises entre 6,5 et 8,5 traduisent selon la grille de Beau (1998) une eau de bonne qualité. L'oxygène dissous est quasiment nulle (0,89 mg/L en moyenne) en juin. Cette valeur est largement inférieure à la valeur limite de 2 mg/L en dessous de laquelle la mortalité des poissons est courante (Francis-Floyd, 2003). Des études ont montré que des concentrations réduites d'oxygène dissous entraînent des effets létaux ou sublétaux (physiologiques et comportementaux) chez divers organismes en particulier les poissons. Les jeunes poissons tendent à être plus sensibles que les poissons âgés (Alabaster and Lloyd, 1982). Chouti et al (2010) indiquent que la teneur en oxygène donne des indications sur la santé des cours d'eau et permet, entre autres d'évaluer la qualité des habitats des poissons. L'amélioration de la valeur d'oxygène dissous en septembre (6,78 mg/L en moyenne) et en mars (10,46 mg/L) est acceptable pour le stade initial et les autres stades de vie dans les écosystèmes tropicaux conformément aux recommandations canadiennes pour la qualité des eaux (CCMRE, 1987). Cette amélioration de la quantité d'oxygène dissout a été accompagnée par une augmentation des solides totaux dissouts traduisant des conditions aérobies plus favorables à la dégradation de la charge organique.

Nutriments : Les valeurs moyennes d'azote total et de nitrates (figures 8, 10) sont relativement plus faibles que celles obtenues par Mama et al (2011b)

dans le lac Nokoué (jusqu' à 25 mg/L de NTK et 7 mg/L de NO₃⁻) et témoignent que la retenue de Kogbétohoué est moins polluée par les composés azotés que le lac Nokoué. Le phosphate total (figure 11) est passé d'une valeur moyenne de 1740 µg/L en juin à 220 µg/L en septembre et remonte à 1217µg/L en mars (période de basses eaux). Pendant ces périodes la valeur des orthophosphates a connu une variation régressive allant de 340 µg/L à 160 µg/L en juin et septembre respectivement à 65 µg/L en mars. La faible valeur des orthophosphates et l'accroissement remarquable du phosphore total laisse penser à une source endogène certaine de nutriments provenant du relargage à partir des sédiments. Plusieurs facteurs sont considérés comme responsables des taux de relargage : le potentiel d'oxydoréduction, la concentration en nitrates, la minéralisation, la libération, la bioturbation, les effets du phytoplancton et des macrophytes, les caractéristiques des sédiments, un pH élevé et le brassage éolien (Mama 2010).

Le rôle de ces éléments (azote et phosphore) dans le contrôle de la production de la chlorophylle a été souligné par plusieurs études (Ryding and Rast, 1994 ; Trinquer 2009 et Mama, 2010).

Risque d'eutrophisation : L'évaluation du risque d'eutrophisation de la retenue d'eau de Kogbétohoué à partir de l'outil de diagnostic d'Ifremer (2000), montre que les eaux sont dans un état général mauvais en juin et médiocre en septembre et en mars vis-à-vis de leur état trophique. Ce risque d'eutrophisation correspond respectivement à une hypereutrophisation et à une eutrophisation. Cette eutrophisation du plan d'eau est marquée par la présence d'algues et le développement de plusieurs macrophytes dont *Nymphaea lotus*, *Paspalum vaginatum*, *Ceratophyllum demerson* en période de hautes eaux. Ces macrophytes disparaissent en basses eaux sous l'effet de la chaleur en mars. En effet, la prolifération des plantes aquatiques est à

l'origine de la formation d'un écran en surface des eaux qui empêche l'oxygénation du milieu (période de hautes eaux). De plus leur décomposition induit une augmentation de la quantité de matière organique dans le milieu dont la dégradation favorise l'asphyxie des espèces halieutiques Mama (2010). La production de sulfure et de nitrite (toxiques)

inhibent le développement d'autres producteurs primaires et des poissons à grande sensibilité. Ceci peut provoquer un déséquilibre de la chaîne trophique (production/ consommation) d'un plan d'eau et entraîner des conséquences écologiques importantes (Dèdjiho et al, 2013).

CONCLUSION

L'étude spatio-temporelle de la qualité des eaux de la retenue d'eau de Kogbétohouè a permis de faire une caractérisation physico-chimique des eaux et d'évaluer son risque d'eutrophisation. La caractérisation physico-chimique des eaux montre que les principaux paramètres physiques de la qualité (Température, pH, Oxygène dissous ...) montrent des valeurs relativement compatibles à la vie aquatique. Le suivi des concentrations nutriments révèle une teneur élevée en phosphore (variant de

120µg/L à 2800 µg/L) en relation avec l'eutrophisation. Enfin, l'évaluation du risque d'eutrophisation des eaux selon l'outil diagnostique d'Ifremer (2000) montre que les eaux sont dans un état général mauvais ou médiocre vis-à-vis de leur état trophique et sont donc eutrophes. Afin de préserver les usages que procure la retenue aux populations riveraines, il importe qu'une approche intégrée de la gestion de la retenue d'eau et de son bassin versant soit instaurée.

REMERCIEMENT

Les auteurs remercient les techniciens du Laboratoire d'Hydrologie Appliquée (LHA) pour leur contribution aux analyses de Laboratoire.

REFERENCES

- Alabaster J. and Lloyd R., 1982. Water quality criteria for fresh water fish. 2e. ed. Food and Agriculture Organizations, Nations Unies. Butterworths. 12p.
- Beaux J.F. 1998 : L'environnement, Repères pratiques, Nathan, 160 P.
- Benzha, 2007. Hydrogéochimie d'un écosystème aquatique : cas des lacs réservoirs : Imfout, Daourat et Sidi Said Maachou sur l'oued Oum Rbia, impact du sédiment sur l'eutrophisation. Thèse de Doctorat, Université Hassan II Casablanca Ain Chock, 234p.
- Conseil Canadien des ministères des Ressources et de l'Environnement (CCRME). 1987. Recommandations pour la qualité des eaux au Canada. Préparées par le Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité de l'eau.6p.
- Chambers P.A., Kent R., Charlton M.N., Guy M., Gagnon C., Roberts E., Grove E. et Foster N., 2001. Les éléments nutritifs et leurs effets sur l'environnement au Canada. Environnement Canada.271p.
- Chouti W., Mama D. et Alapini F., 2010. Études des variations spatio-temporelles de la pollution des eaux de la lagune de Porto-Novo (Sud-Bénin). Int. J. Biol. Chem. Sci. 4 (4) : 1017-1029.
- Dèdjiho C. A., 2011. Évaluation de la chaîne trophique d'une aire marine protégée en relation avec sa physico-chimie : cas de lagune de Gbèzoumè (commune de Ouidah). Mémoire de DEA.FAST/UAC, Bénin.
- Dèdjiho C. A., Mama D.,Tomètin L.,Nougbodé I., Chouti W.,Sohounhlouè D.C.K. et Boukari M., 2013. Évaluation de la qualité physico-chimique de certains tributaires d'eaux usées du lac Ahémé au Bénin. Journal of Applied Biosciences 70 : 5608-5616.
- Francis-Floyd R., 2003. Dissolved Oxygen for fish production. Institute of Food and Agriculture Sciences. University of Florida. 3p.
- Hill P.M. and Coetzee J.A., 2008. Integrated control of water hyacinth in Africa. EPPO Bulletin, 38 : 452-457.
- Ifremer, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens – Rapport final-09-2000, Tome I – 236p, Tome II – 196p.
- Kanangire C K, 2001. Effet de l'alimentaire des poissons avec Azolla sur l'écosystème agropiscicole au Rwanda. Dissertation présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences. Faculté Universitaire Notre Dame de la Paix. Faculté des sciences. Namur-Belgique. 220p.

- Lacaze J.C., 1996. L'eutrophisation des eaux marines et continentales –Ellipses, pp. 10-59 et pp. 140-162.
- Mama D., 2010. Méthodologie et résultats du diagnostic de l'eutrophisation du lac Nokoué (Bénin). Thèse de doctorat de l'université de Limoges (France), 177pages.
- Mama D., Chouti W., Alassane A., Changotade O., Alapini F. et Boukari M., 2011a. Étude dynamique des apports en éléments majeurs et nutritifs des eaux de la lagune de Porto-Novo (Sud-Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5 (3) : 1278-1293.
- Mama D., Aïna M., Alassane A., Chouti W., Boukary O. T., Deluchat V., Bowen J., Afouda A., et Baudu M., 2011b. Caractérisation physico-chimique et évaluation du risque d'eutrophisation du lac Nokoué (Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5 (5) : 2076-2093.
- NOUMON C. J.2014. Analyse du comblement et de l'eutrophisation de la retenue d'eau de Kogbétohouè (commune d'Apahouè) et implications pour une exploitation durable. Mémoire de Master Professionnel en Ecohydrologie. 88p.LHA/FAST/UAC.
- Pouomogne V., 1998. Pisciculture en Milieu Tropical Africain. Comment produire du poisson à coût modéré. Presse Universitaire d'Afrique, Yagoundé. 263p.
- Rejset F., 2002: Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques. Centre Régional de documentation pédagogique d'Aquitaine.
- Ryding S.O. & Rast W. (1994) Contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs. Collection des Sciences de l'Environnement n°9. Masson éditeur. Paris. 294 p.
- Trinquier C., 2009. Le risque d'eutrophisation des lagunes méditerranéennes : Le cas de la lagune de Thau (Hérault). Master 1 professionnel Gestion des catastrophes et des risques naturels. Université Paul Valéry – Montpellier III UFR III : Sciences Humaines et Sciences de l'Environnement. Département de Géographie – Aménagement. 121p.