

Paramètres physico-chimiques déterminants et état de pollution de l'eau des zones de pêche dans la Basse Vallée de l'Ouémé au Bénin

Arthur Hermas ATTINGLI^{1*}, Simon AHOANSOU MONTCHO², Hyppolite AGADJIHOUEDE¹
et Philippe A. LALEYE¹

¹ Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture (LHA), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA),
Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01BP 536 Cotonou, Bénin

² Ecole d'Aquaculture de la Vallée, Université d'Agriculture de Kétou (UAK), BP 43 Kétou, Bénin

* Correspondance, courriel : hermasattlingli@yahoo.fr

Résumé

Les zones de pêche de la Basse Vallée de l'Ouémé subissent une modification perpétuelle des caractéristiques physico-chimiques de leurs eaux au cours de l'année. Afin d'identifier les paramètres physico-chimiques caractéristiques et la nature organique actuels de ces zones, 14 de ces paramètres ont été mesurés dans seize (16) zones de pêche identifiées le long du cours du fleuve Ouémé, entre mai 2015 et juin 2016. Une analyse factorielle discriminante a permis d'isoler les paramètres physico-chimiques qui reflètent réellement la nature du milieu. Ce sont des paramètres qui présentent des différences de moyenne non significative entre périodes hydrologiques au seuil de 5 %. Ainsi, différents tests de structuration ont été réalisés pour caractériser les pêcheries. Un indice de pollution a permis d'apprécier le niveau de pollution des eaux de ces pêcheries. Les résultats ont révélé que les ions PO_4^{3-} , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , la DBO₅, la saturation de l'eau en oxygène dissous et la vitesse d'écoulement de l'eau caractérisent le mieux les zones de pêcheries du secteur d'étude. Ces paramètres ont permis de regrouper les zones de pêche en 3 blocs distincts (dissimilarité : 75 %) avec des valeurs de l'indice de pollution allant de 2 à 3. Une tendance à la pollution organique est observée sur l'ensemble des zones de pêcheries avec les seuils critiques pour les zones de pêcheries situées en aval de la Basse Vallée de l'Ouémé. Le groupe de pêche regroupant les pêcheries de l'aval paraît le plus pollué. L'aménagement de l'écosystème s'avère donc impérieux pour sa gestion durable.

Mots-clés : *physico-chimie, pêcheries, indice, pollution, Basse Vallée de l'Ouémé.*

Abstract

Determinant physico-chemical parameters and Status of water pollution in the fishery areas in the Bass Valley of Oueme

Fishery of the Bass Valley of Ouémé areas suffers a perpetual change of the physico-chemical characteristics of their waters during the year. To identify key physico-chemical parameters and the organic nature existing in these areas, 14 of these parameters were measured in sixteen (16) areas of present fishery on the course of the Ouémé River in the Bass Valley of Ouémé between May, 2015 and June, 2016. A discriminant analysis was used to isolate the physico-chemical parameters that actually reflect the nature of the medium. Different structuring tests have been made to characterize the fisheries areas. A pollution index to assess the level of

pollution of the waters of these fisheries. The results revealed that ions PO_4^{3-} , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , BOD, water saturation dissolved oxygen and the water flow speed best characterize the study area fisheries. These parameters allowed to consolidate the areas of fishery in 3 separate blocks (dissimilarity : 75 per cent) with pollution from 2 to 3 index values. The sins of downstream areas group is the most polluted. A tendency to organic pollution is observed throughout the areas of fisheries with the critical thresholds for fisheries located in availed the Bass Valley of Ouémé. The development of the ecosystem is therefore compelling for its sustainable management.

Keywords : *physico-chemical, fisheries, index, pollution, Bass Valley Ouémé.*

1. Introduction

La Basse Vallée de l'Ouémé connaît une dégradation de ces conditions environnementales [1, 2]. Les écosystèmes aquatiques présents dans ce secteur sont les plus touchés par cette forte dégradation [3]. Car, ils sont parcourus par plusieurs agglomérations faisant subir au milieu un stress d'origine anthropique. L'accroissement démographique, l'intensification de la pression de pêche consécutive à l'amélioration des engins et techniques de pêche, les rejets d'effluent domestiques, l'extraction effrénée du sable, les changements d'affectation des sols constituent les principales perturbations qui affectent la qualité de l'eau et la morphologie du cours d'eau [3 - 6]. La dégradation de la qualité de l'eau a des impacts majeurs sur la production de pêche dans la Basse Vallée de l'Ouémé [1, 2, 6]. Cette étude vise à apprécier le niveau de pollution de l'eau des zones de pêche et périphérie (500 m) de la Basse Vallée de l'Ouémé à partir des paramètres physico-chimiques pertinents.

2. Méthodologie

2-1. Milieu d'étude

La Basse Vallée de l'Ouémé est localisée au sud du Bénin et s'étend sur 50 km environ autour du cours inférieur du fleuve Ouémé (*Figure 1*). Elle s'étale entre $6^{\circ}24'$ - $6^{\circ}52'$ de latitude nord, et $2^{\circ}24'$ - $2^{\circ}38'$ de longitude est. Sa superficie est d'environ 9 000 km². Son régime hydrologique est tributaire du climat soudanien du nord-Bénin. Selon [7] la période de basses eaux est de 8 mois (novembre à juin) et celle de la crue est de 4 mois (juillet à octobre). La Basse Vallée de l'Ouémé comporte de vastes plaines d'inondation dont les caractéristiques écologiques favorisent une importante colonisation par les poissons [6].

2-2. Échantillonnage des sites de prélèvement

L'échantillonnage des points de prélèvement des paramètres physico-chimiques est intimement lié au choix des zones de pêche. Les zones de pêche ont été choisies en tenant compte de leur proximité avec les campements des pêcheurs, leur accessibilité, l'existence d'un débarcadère d'au moins 10 pirogues et l'exercice effectif de l'activité de pêche dans ces zones. Au total, seize (16) zones de pêcheries et leurs périphéries (rayon de 500 m) ont été considérées d'amont en aval dans la Basse Vallée du fleuve Ouémé (*Figure 1*). A l'intérieur de chacune de ces zones, un (1) point de prélèvement a été pris de façon aléatoire pour servir à la mesure des paramètres physico-chimiques.

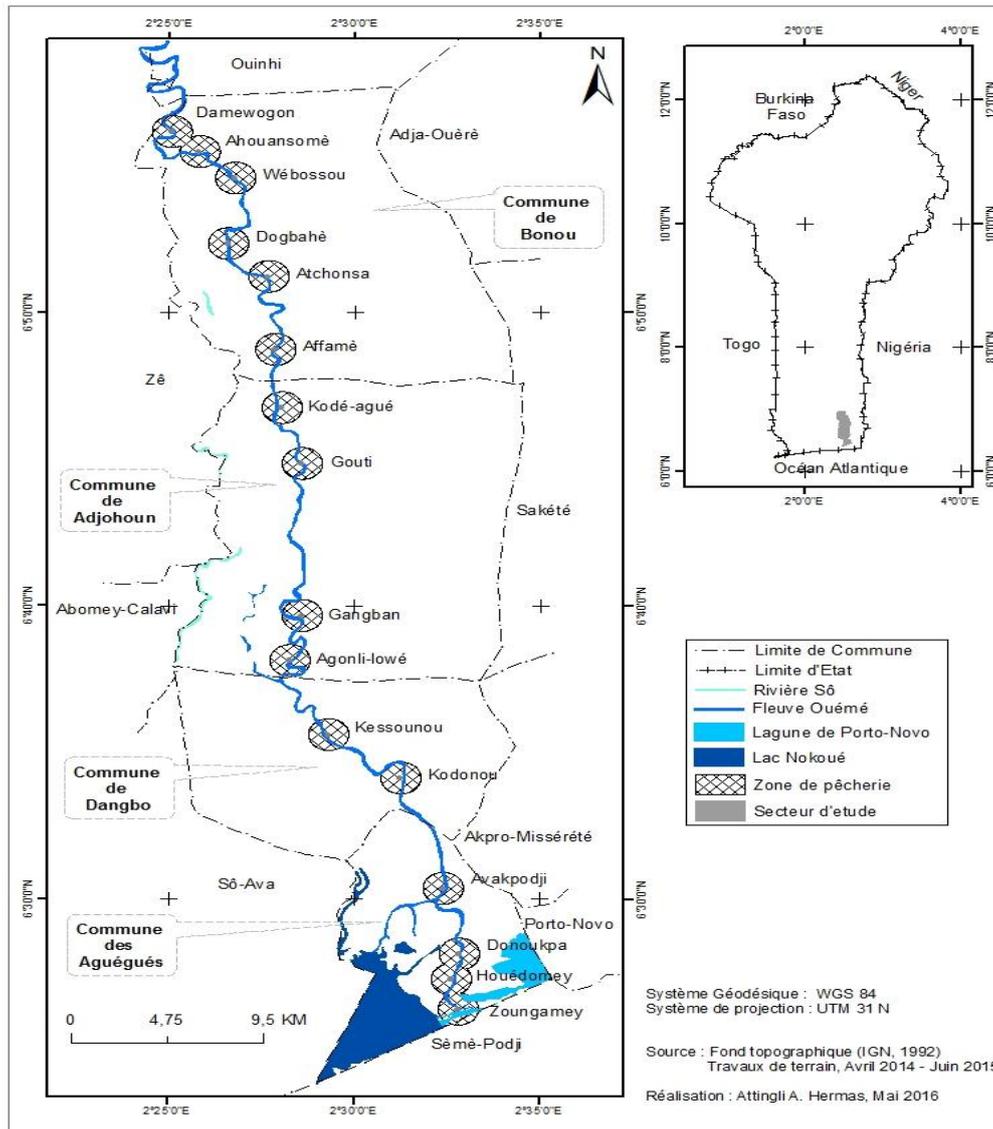


Figure 1 : Basse Vallée de l’Ouémé et sites de prélèvement

2-3. Mesure des paramètres physico-chimiques de l’eau

Dans chaque zone de pêche et périphérie, les variables physico-chimiques de l’eau ont été mesurées tous les mois in situ entre mai 2015 et juin 2016. Il s’agit de la température, du pH, de l’oxygène dissous en mg / L et en pourcentage de saturation (%), de la conductivité ($\mu\text{S} / \text{cm}$), du TDS (mg / L), de la transparence (cm) et de la vitesse du courant (m / s). A chaque campagne, ces mesures sont effectuées entre 6 h et 10 h à l’aide d’un pH-mètre et d’un oxymètre [3]. En ce qui concerne les polluants organiques, seize (16) prélèvements mensuels d’eau ont été effectués respectivement pendant la période des hautes eaux et celle des basses eaux. Ces échantillons d’eau ont été prélevés à l’aide d’une bouteille à 1 mètre de profondeur et conservés dans des flacons en plastique de 1 litre. Les ions nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), ammonium (NH_4^+) et orthophosphates (PO_4^{3-}) ont été dosés sur 16 échantillons d’eau prélevés mensuellement pendant toute la période d’étude et ramenés au laboratoire. Le dosage a été réalisé au chromatographe ionique de marque DIONEX ICS-1000 au Laboratoire de la qualité des eaux de la Direction de l’Eau et de l’Hydraulique. La Demande Biochimique en Oxygène (mg / L) a été également dosée en cinq jours [3]

2-4. Détermination des paramètres physico-chimiques caractéristiques des pêcheries

L'hypothèse de départ stipule que « un paramètre est caractéristique du milieu s'il est quasi constant ou varie très peu entre les périodes d'étiage et de crue ». Pour isoler les paramètres physico-chimiques qui reflètent réellement la nature du milieu (secteur d'étude), une Analyse Factorielle Discriminante [8] a été réalisée [3]. Ainsi, les paramètres physico-chimiques mesurés sur le terrain ont été regroupés par zone de pêche en fonction des périodes de crue et de décrue. En effet, l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) présente deux modèles d'analyse (quadratique et linéaire) dont le choix de l'un par rapport à l'autre est intimement lié au résultat du test de Box. Dans la présente étude, le test de Box a révélé une différence significative ($p < 0,0001$) entre les matrices de covariance inter-période. Sur ce, le modèle quadratique est celui indiqué pour poursuivre l'analyse. La méthode de sélection « pas à pas progressive » a donc été utilisée pour le choix des variables les plus pertinentes. A cet effet, la statistique lambda de Wilks a été calculée. Le critère de sélection des variables dans le modèle est le seuil de signification fixé par l'opérateur. Une variable est entrée dans le modèle si le seuil de signification pour la statistique de Fisher (F) est inférieur à la valeur d'entrée (1 %) tandis que la variable est sortie si ce seuil est supérieur à la valeur d'élimination (5 %). Ainsi, à chaque étape, les variables à entrer dans l'analyse sont celles qui ont une capacité à faire baisser le lambda de Wilks. Pour confirmer la sélection des paramètres caractéristiques du milieu le test t de Student a été effectué au seuil de 5 %. Les logiciels SPSS 21.0 et Xlstat 2016 ont été utilisés pour faire l'analyse et le calcul des statistiques y afférentes.

2-5. Analyse des groupes de zones de pêche et niveau de pollution organique

Sur la base des fonctions discriminantes significatives, une classification hiérarchique ascendante a été conduite sur les différentes zones de pêche pour les rassembler en des groupes homogènes. Les groupes ainsi obtenus ont été comparés suivant les paramètres caractéristiques du milieu et classés en fonction de leur degré de pollution à partir de leurs concentrations en NH_4^+ (mg / L), PO_4^{3-} (μg / L) et NO_2^- (μg / L) en s'inspirant des limites proposées par [9].

Tableau 1 : Limites des classes de l'indice de pollution organique Leclercq [9]

Classe	NH_4^+ (mg / L)	NO_2^- (μg / L)	PO_4^{3-} (μg / L)
5	< 0,1	< 5	< 15
4	0,1 - 0,9	6 - 10	16 - 75
3	1,0 - 2,4	11 - 50	76 - 250
2	2,5 - 6,0	51 - 150	251 - 900
1	> 6,0	> 150	> 900

IPO : Indice de Pollution Organique donné par la moyenne des numéros des classes des 03 paramètres :

IPO : 5,0 - 4,6 : pollution organique nulle ;

IPO : 4,5 - 4,0 : pollution organique faible ;

IPO : 3,9 - 3,0 : pollution organique modérée ;

IPO : 2,9 - 2,0 : pollution organique forte ;

IPO : 1,9 - 1,0 : pollution organique très forte.

2-6. Analyse statistique des données de groupes

Les valeurs de chaque paramètre physico-chimique caractéristique de la basse vallée de l'ouémé ont subi une transformation racine carrée puis soumises à une analyse de variance à un facteur (groupes). Cette

transformation est nécessaire pour s'assurer de la normalité et de l'homogénéité de variance des séries de données [10]. Le test de structuration des moyennes de [11] a ensuite été réalisé pour classer les groupes sur la base de la valeur moyenne des paramètres considérés. Par ailleurs, dans le cas de la non normalité d'une série de données, c'est le test de Kruskal-Wallis qui a été privilégié pour la comparaison suivi du test de structuration de Turkey-Kramer [12]. Le logiciel SPSS 21.0 a été utilisé pour ces différentes analyses.

3. Résultats

3-1. Paramètres physico-chimiques caractéristiques des zones de pêche

Le **Tableau 2** présente les lambdas calculés pour chaque paramètre et les probabilités associées. Le test du Lambda a révélé une différence hautement significative ($p < 0,0001$) au seuil de 5 % (**Tableaux 2 et 3**). Plus la valeur de lambda associée à un paramètre est proche de 0 plus significative est la différence entre les matrices de paramètres entre zone de pêche.

Tableau 2 : Valeur du Lambda et probabilité associée pour les différents paramètres

Paramètres physico-chimiques	Lambda	Statistique de Fisher (F)	Probabilité (p)
NH ₄ ⁺ (mg / L)	0,004	249,85	< 0,0001
PO ₄ ³⁻ (mg / L)	0,008	126,61	< 0,0001
DBO	0,009	114,35	< 0,0001
NO ₂ ⁻ (mg / L)	0,028	36,69	< 0,0001
NO ₃ ⁻ (mg / L)	0,038	26,94	< 0,0001
Saturation (%)	0,085	11,50	< 0,0001
Vitesse (cm / s)	0,213	3,95	0,005
O ₂ (mg / L)	0,279	2,76	0,026
Température (°C)	0,323	2,24	0,060
Conductivité (µS / cm)	0,526	0,96	0,529
TDS (mg / L)	0,576	0,79	0,677
Transparence (cm)	0,706	0,44	0,938
pH	0,712	0,43	0,944
Profondeur (m)	0,830	0,22	0,997

L'analyse du **Tableau 2** montre que seuls les paramètres chimiques tels que PO₄³⁻, NH₄⁺, DBO, NO₃⁻, NO₂⁻ et Saturation de l'eau en oxygène dissous sont hautement significatifs avec des valeurs de lambda proche de 0. Ce sont donc ces paramètres qui caractérisent le mieux le secteur d'étude avec des variations quasi similaires aussi bien en période de crue qu'en période d'étiage. Par ailleurs, la Vitesse d'écoulement et l'oxygène dissous (O₂) présentent des valeurs de lambda plus grandes que 0 mais statistiquement significatives au seuil de 5 %. De plus, aucun paramètre physique n'imprime de façon continue sa présence dans la Basse Vallée de l'Ouémé. Par ailleurs, les autres paramètres physico-chimiques du milieu présentent des valeurs de lambda largement supérieure à zéro avec des valeurs de probabilité supérieures à 5 % (**Tableau 3**).

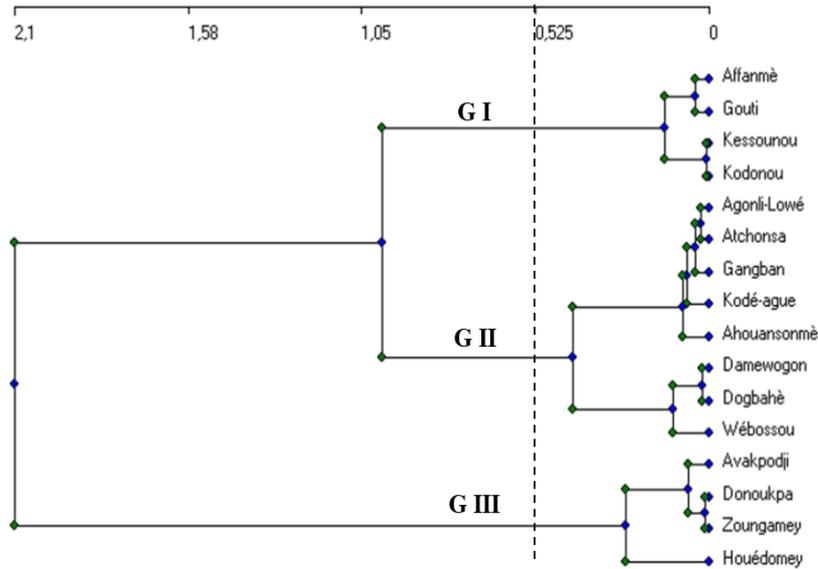
Tableau 3 : Différences des moyennes entre périodes de crue et d'étiage des paramètres physico-chimiques et probabilités associées

Paramètres physico-chimiques	Différence des moyennes (Crue-étiage)	Statistique de Student (t)	Probabilité (p)
DBO	0,020	0,064	0,949
NH ₄ ⁺ (mg / L)	-0,004	-0,136	0,893
PO ₄ ³⁻ (mg / L)	-0,015	-0,328	0,745
NO ₂ ⁻ (mg / L)	-0,037	-0,429	0,671
NO ₃ ⁻ (mg / L)	-0,025	-0,453	0,654
Saturation (%)	0,177	1,278	0,211
Vitesse (cm / s)	-0,348	-1,950	0,061
O ₂ (mg / L)	0,086	2,716	0,011
pH	-0,033	-2,911	0,007
Transparence (cm)	-0,934	-3,385	0,002
Température (°C)	-0,176	-3,476	0,002
Conductivité (µS / cm)	-0,906	-4,069	0,000
TDS (mg / L)	-0,746	-5,029	0,000
Profondeur (m)	0,448	9,561	0,000

Il ressort de l'analyse du **Tableau 3** que seuls les paramètres chimiques précédemment identifiés (PO₄³⁻, NH₄⁺, DBO5, NO₃⁻, NO₂⁻, la saturation de l'eau en oxygène dissous) et la vitesse d'écoulement présentent des différences de moyenne non significatives entre les périodes de crue et d'étiage dans le secteur d'étude au seuil de 5 %. Par contre, les autres paramètres physico-chimiques présentent de différence statistiquement significative entre période de crue et étiage.

3-2. Organisation spatiale des zones de pêche dans la Basse Vallée de l'Ouémé

La classification hiérarchique ascendante et l'AFD appliquées à la matrice zones de pêche / paramètres caractéristiques (16 zones et 6 variables physico-chimiques), ont permis de distinguer 3 groupes de zones de pêche / caractéristiques avec 75 % de dissimilarité (**Figure 2**). Pour l'ensemble des variables caractéristiques physico-chimiques, l'ordination des corrélations par l'AFD indique que l'axe 1 (*valeur propre : 90,40 %*) et l'axe 2 (*valeur propre : 9,01 %*) expriment 99,41 % de la variance cumulée. Le test de Bartlett a révélé une différence hautement significative ($p = 0,0001$) entre les valeurs propres de chaque paramètre dans l'estimation des fonctions discriminantes (1 et 2) au seuil de 5 %. Le groupe I est constitué des pêcheries d'Affamè, Gouti, Kessounou et Kodonou. Ce groupe est corrélé négativement à l'axe 1 et à la variable physico-chimique qu'est la DBO5. Il comporte 25 % du total des zones de pêche. Le groupe II fortement corrélé à l'axe 2 comprend les zones de pêcheries d'Agonli-Lowé, Atchonsa, Gangban, Kodé-agué, Ahouansonmè, Damewogon, Dogbahè et Wébossou représentant 50 % du total des zones de pêcheries. Il est surtout caractérisé par la saturation de l'eau en oxygène dissous. Le groupe III comportant 25 % des zones de pêcheries (Avagbodji, Donoukpa, Zoungamey et Houédomey) est fortement corrélé avec l'axe 1 et caractérisé par les ions azotés, phosphatés et la vitesse de l'eau (**Figures 3a et 3b**).



(La distance de 0,525 correspond au coefficient de disimilarité ($D = 1 - \text{Similarité}$) de 75 % entre groupe)

Figure 2 : Groupes de zones de pêche obtenue par classification hiérarchique

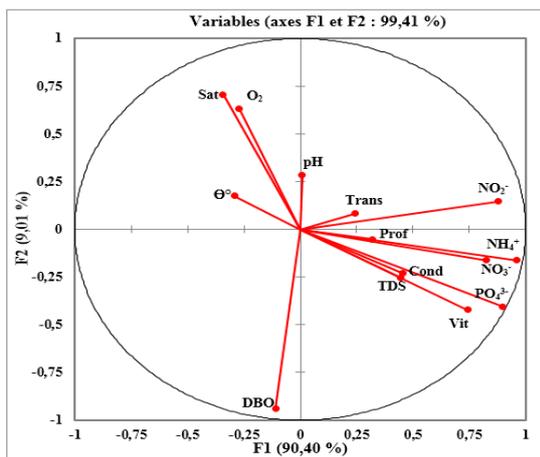


Figure 3a : Positionnement des paramètres physico-chimiques dans les plans factoriels 1 et 2

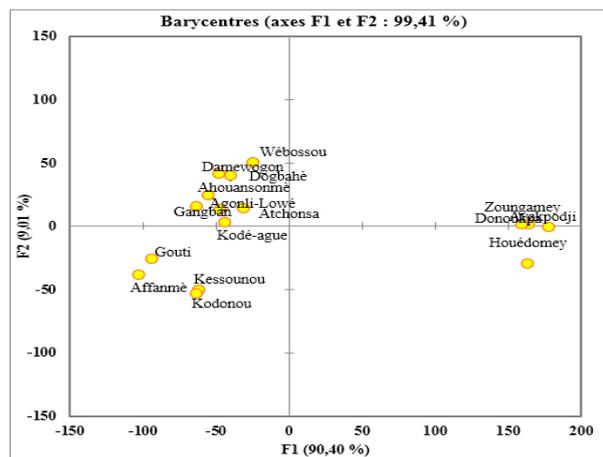


Figure 3b : Positionnement des stations dans les plans factoriels 1 et 2

Texte de la Légende de la **Figure 3a et 3b** : Sat : Saturation, ϑ° : Température, Trans : Transparence, Prof : Profondeur, Cond : Conductivité, Vit : Vitesse

3-3. Pollution des eaux des zones de pêche de la Basse Vallée de l’Ouémé

3-3-1. Caractérisation des groupes de zones de pêche

Le **Tableau 4** présente les valeurs des paramètres caractéristiques par regroupement de pêche

Tableau 4 : Valeur des paramètres caractéristiques par groupes de zones de pêche

Groupes		Saturation (%)	DBO (mg / L)	NO_2^- (mg / L)	NO_3^- (mg / L)	NH_4^+ (mg / L)	PO_4^{3-} (mg / L)	Vitesse (cm / s)
Groupe I	<i>m</i>	67,80 ^{ab}	13,41 ^a	0,04 ^b	0,28 ^b	0,09 ^b	0,29 ^b	27,54 ^b
	<i>cv</i>	2,01	2,77	44,17	23,31	5,46	26,99	4,69
Groupe II	<i>m</i>	76,30 ^a	3,17 ^c	0,13 ^b	0,26 ^b	0,08 ^b	0,20 ^c	22,71 ^c
	<i>cv</i>	8,82	44,89	105,44	45,00	15,68	8,82	5,43
Groupe III	<i>m</i>	66,52 ^b	6,98 ^b	0,52 ^a	0,60 ^a	0,23 ^a	0,56 ^a	35,95 ^a
	<i>cv</i>	3,48	23,90	3,01	18,39	4,79	5,57	1,18
<i>F</i>		6,49	46,89	19,31	11,26	211,93	75,34	161,54
<i>P</i>		0,011	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

m : Moyenne ; *cv* : Coefficient de variation en pourcentage ; *F* : Statistique de Fisher ; *P* : Probabilité

Les valeurs (en colonne) accompagnées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Le **Tableau 4** révèle que toutes les zones de pêche des différents groupes présentent une saturation en oxygène de plus de 50 %. En revanche, La DBO5, les PO_4^{3-} et la vitesse d'écoulement de l'eau indiquent des valeurs significativement singulières au niveau de chaque groupe. Les zones de pêche du groupe I présentent une forte concentration en DBO tandis que celles du groupe II ont les valeurs les plus élevées en PO_4^{3-} et vitesse d'écoulement de l'eau. En termes d'ions nitrates, les zones de pêcheries des groupes I et II se rejoignent et s'isolent de celles du groupe III. Les eaux des zones de pêche du groupe III sont plus concentrées en NO_2^- , NO_3^- et NH_4^+ .

3-3-2. Niveau de pollution des eaux des zones de pêche

Le **Tableau 5** présente les groupes, indices et niveau de pollution organique des groupes de zones de pêche.

Tableau 5 : Groupes, indices et niveau de pollution organique des groupes

Groupes	NH_4^+ (mg / L)	NO_2^- (mg / L)	PO_4^{3-} (mg / L)	Indice de pollution organique (IPO)	Niveau de pollution organique
Groupe I	5	3	2	3,3 ^a	Modéré
Groupe II	5	2	3	3,3 ^a	Modéré
Groupe III	4	1	2	2,3 ^b	Forte

a : Bloc 1 et *b* : bloc 2 des groupes de zones de pêche.

L'indice de pollution varie selon les groupes. Il permet de séparer les groupes en deux blocs différents. Ce sont les zones de pêche du groupe III qui sont fortement polluées en matières organiques.

4. Discussion

Les eaux des zones de pêche de la Basse Vallée de l'Ouémé sont caractérisées par la présence quasi persistante des ions PO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , de la DBO5, de la saturation en oxygène dissous et la vitesse d'écoulement de l'eau indépendamment du rythme hydrologique du milieu. La concentration élevée de ces polluants organiques n'est donc pas spécifique à un cycle hydrologique. Par contre, les autres descripteurs

comme l'O₂ dissous, le pH, la température de surface, la transparence, la profondeur, la conductivité, le TDS varient dans l'espace et selon les périodes hydrologiques de la Basse Vallée de l'Ouémé. Ces résultats sont conformes aux études de [3] dans le delta de l'Ouémé et de [13] dans la Pendjari. Si la présence des nitrites dans un milieu traduit une forte hétérotrophie bactérienne en anaérobiose [1, 4], la teneur de l'azote dans les eaux de surface est liée à l'urbanisation, l'industrialisation la pédologie, l'hydrographie et de l'ampleur de l'utilisation des fertilisants [15]. Ainsi, la concentration des nitrites et des phosphates sont considérés comme indicateurs d'une pollution d'origine anthropique [16]. Ces constats traduisent l'ampleur d'une certaine anthropisation liée probablement aux rejets domestiques. En effet, [17] indique que les activités anthropiques sont à l'origine de la plupart des pollutions des cours d'eau. La classification hiérarchique ascendante a permis d'obtenir 3 groupes homogènes essentiellement discriminés par l'ammonium, le nitrite, le nitrate, le phosphore la demande biologique en 5 jours, la saturation en oxygène dissous et la vitesse de l'eau. Les zones de pêcheries du groupe I (Affanmè, Gouti, Késsounou, Kodonou) localisées dans les zones de transition (entre l'amont et l'aval) sont caractéristiques d'une forte DBO5 et une faible saturation en oxygène, on pourrait dire que l'oxygène qui était présent a été épuisé pour la dégradation de la matière organique. Ce qui indique un niveau de pollution modéré (IPO correspondant à 3,3).

Le groupe II : Agonli-Lowé, Atchonsa, Gangban, Kodé-agué, Ahouansonmè, Damewogon, Dogbahè et Wéboussou fait quand à lui, un regroupement des zones de pêcheries de l'amont de la Basse Vallée de l'Ouémé avec les faibles concentrations du PO_4^{3-} , et du NO_2^- . A l'intérieur du groupe II, on note une forte valeur du coefficient de variation pour les valeurs du nitrite dû probablement au niveau de variation assez élevé de l'ion nitrite (0,06 à 0,026 mg / L) entre zones de pêcheries. Il indique aussi un niveau de pollution modéré (IPO correspondant à 3,3). Par contre, le Groupe III (Avakpodji, Donoukpa, Zoungamey et Houédomey) localisé à l'aval du secteur d'étude dans les Aguégoués affiche un niveau de pollution fort (IPO correspondant à 2,3). Les eaux des zones de pêche du groupe III sont plus concentrées en NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} et NO_2^- . Les faibles valeurs de l'IPO traduisent une forte pollution organique due à la faible minéralisation des matières organiques [3, 18] indiquant qu'au cours du lessivage des terres agricoles, et des rejets des effluents domestiques, les stations situées en aval sont plus impactées que celles en amont. Dans le bassin versant de la marre au Niger, [19] indique que les actions de l'homme conjuguées aux facteurs climatiques demeurent les causes fondamentales de toutes les transformations qui ont entamé l'état des ressources. Si la concentration de substances polluantes augmente considérablement, leur dégradation épuise l'oxygène dissous dans l'eau, pouvant produire l'asphyxie d'un grand nombre d'animaux aquatiques.

Dans le même ordre d'idée, [20] fait observer qu'avec des valeurs proches de 0,015mg / L de nitrite, certaines espèces de poissons meurent par asphyxie. Dans la présente étude, les valeurs moyennes maximales de nitrites obtenues dans les 3 groupes de zones de pêche équivalent à $0,52 \pm 3,01$ mg / L. Ces valeurs largement au-delà du seuil fixé par [20] font craindre le risque de vulnérabilité des zones de pêcheries de la Basse Vallée de l'Ouémé expliquant la baisse de rendement de pêche, la disparition des espèces de grande taille, la mortalité inexpliquée de certaines espèces de poissons signalé dans des études antérieures menées dans le secteur d'étude [2, 3, 6]. Ceci se justifie par une certaine spécialisation de l'ichtyofaune en espèces capables de vivre dans les conditions extrêmes de la basse vallée de l'Ouémé tel que *Parachanna obscura* [21]. Ainsi, les poissons-chats (*Synodontis Schall*, *Schilbe intermedius*, *Synodontis nigrita* et *Clarias gariepinus*) sont au premier rang des poissons majoritairement pêchés tous les mois dans les pêcheries de la Basse Vallée de l'Ouémé [2]. En effet, ces espèces ont des adaptations à la vie hypoxique ou disposent d'organes accessoires de respiration aérienne [1]. Dans les différentes zones de pêche suivant le gradient amont-aval, la dégradation des conditions de pêche, témoigne de la reconversion des populations autochtones dans les activités de l'exploitation effrénée du sable fluvial au détriment de l'exploitation de pêche. Globalement, l'ordre de grandeur des polluants organiques, mesurés dans les zones de pêche de la Basse Vallée de l'Ouémé, montre que la qualité chimique de l'eau est affectée.

5. Conclusion

Au terme de cette étude, on peut retenir que l'environnement chimique des différentes zones de pêche et périphérie du secteur d'étude a une tendance à la dégradation. L'implication directe de cette tendance est l'affectation du potentiel de production halieutique de la Basse Vallée de l'Ouémé. Au vu des résultats, les concentrations des polluants organiques apparaissent plus fortes dans les zones de pêche situées en aval. En revanche, elles sont plus modérées dans les pêcheries de la zone médiane et de l'amont du secteur d'étude et ce, indépendamment du cycle hydrologique de l'écosystème. Ces résultats révèlent une certaine pollution organique des pêcheries de la Basse Vallée de l'Ouémé. Il s'avère donc nécessaire d'élaborer un plan d'aménagement global du secteur afin de mieux suivre la dynamique spatiotemporelle des polluants organiques.

Remerciements

Les auteurs adressent leur remerciement au Projet de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) du Programme Cadre d'Appui à la diversification agricole (ProCAD) du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAEP) au Bénin (Afrique de l'Ouest)

Références

- [1] - I. IMOROU TOKO, E. D FIOGBE, B. KOUKPODE et P. KESTEMONT, Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (Whedos) : effect of stocking density on growth, production and body composition, *Aquaculture*, 262 (2007) 65 - 72.
- [2] - A. CHIKOU, Etude de la démographie et de l'exploitation halieutique de six espèces de poissons-chats (Teleostei, Siluriformes) dans le delta de l'Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, Université de Liège, Belgique, (2006) 459 p.
- [3] - H. L. ZINSOU, A. H. ATTINGLI, P. GNOHOSSOU, D ADANDEDJAN et P. LALEYE, Caractéristiques physico-chimiques et pollution de l'eau du delta de l'Ouémé au Bénin. *Journal of applied Biosciences*, 97 (2016) 9163 - 9173.
- [4] - A. AGUILAR IBARRA, Les peuplements de poissons comme outil pour la gestion de la qualité environnementale du réseau hydrographique de la Garonne. Thèse de doctorat ès sciences, Institut National Polytechnique de Toulouse (France), (2004) 178 p.
- [5] - J. KANTOUSSAN, Impacts de la pression de pêche sur l'organisation des peuplements de Poissons. Application aux retenues artificielles de Sélingué et de Manantali, Mali, Afrique de l'Ouest. Institut de Recherche pour le Développement, Agro-campus Rennes France, (2007) 192 p.
- [6] - A. P. LALEYE, A. EZIN., P. VANDEWALLE., J. C. PHILLIPPART et G. G. TEUGELS, Caractéristiques de la pêche dans le fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *J. Afrotrop. Zool. Special issue*, (2007) 137 - 148.
- [7] - P. A. LALEYE, Ecologie comparée de deux espèces de *Chrysichthys*, poissons siluriforme (*Claroteidae*) du complexe lagunaire lac Nokoué-lagune de Porto-Novo au Bénin. Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Liège (Belgique), (1995) 152 p.
- [8] - R. A. FISHER, Statistical Methods for Research Workers. Edinburgh. Olivier & Boyd, (1925).
- [9] - L. LECLERCQ, Les eaux courantes : caractéristiques et moyens d'étude, dans Les zones humides. Actes des colloques organisés en 1996 par le Ministère de la Région Wallonne dans le cadre de l'Année Mondiale des Zones Humides, Jambes, Région Wallonne, *DGRNE*, (2001) 67 - 82 p.
- [10] - R. GLELE KAKAÏ, E. SODJINOÛ, et H. N. FONTON, Conditions d'application des méthodes statistiques paramétriques. Bibliothèque Nationale, Cotonou, (2006) 86 p.

- [11] - H SCHEFFE, *The Analysis of Variance*, New-York. John Wiley & Sons. Inc, (1959).
- [12] - C. W. DUNNETT, Pairwise Multiple Comparisons in the Unequal Variance Case. *Journal of the American Statistical Association*, 75 (372) (1980) 796 - 800.
- [13] - S. AHOANSOU MONTCHO, Diversité et exploitation des poissons de la rivière Pendjari (Bénin, Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2011) 234.
- [14] - L. DABBADIE, Résultats et connaissances acquises grâce à des cultures intensives de micro algues sur lisier de porcherie. *Annales de Limnologie*, 30 (3) (1994) 233 - 245.
<http://dx.doi.org/10.1051/limn/1994018>
- [15] - J. PAERL, Evidential. Reasoning using stochastic simulation of causal models. *Artificial Intelligence*, 32 (2) (1987) 245 - 258.
- [16] - A. DEHBI ZEBBOUDJ, S. DJOUAD, A. SAYAD et H. AIT MEZIANE, Vulnérabilité de la lagune Tamelaht (BEJALA) face au développement des Cyanobactéries. *Larhyss Journal*, N° 13, (2013) 95 - 107.
- [17] - I. B. MOUSSA A, CHAHLAOUI et E. ROUR, Qualité de la source Ain Ammar et effet du déversement de ses eaux sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued Khoumane, Maroc. *Afrique Science*, Vol. 7, N° 2 (2011) 115 - 130.
- [18] - A. E. YEHOUENOU-PAZOU, Les résidus de pesticides chimiques de synthèse dans les eaux, les sédiments et les espèces aquatiques du bassin versant du fleuve Ouémé et du lac Nokoué. Thèse de Doctorat Unique, université d'Abomey-Calavi, (2005) 217 p.
- [19] - M. M ADAMOU, B. ALHOU, Y. NAZOU MOU et G. ALLOKE, Impacts des facteurs climatiques et anthropiques sur les ressources et la qualité des eaux de la mare de Tabalak. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (3) (2015) 1665 - 1677. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.45>
- [20] - J. S. GRAY, R. S. S WU et Y. Y OR, Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Maine. Ecology. Progress Series*, 238 (2002) 249 - 279.
- [21] - D. S. N. KPOGUE, G. A MENSAH et E. D FIOGBE, A review of biology ecology and prospect for aquaculture of *Parachanna Obscura*. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*. DOI 10.1007/s 11160-(2012)012-9281-7