

Étude de la pollution organique de la rivière Okedama dans la Commune de Parakou

David Darius ADJE^{1*}, Pierre M. GNOHOSSOU¹, Hervé H. AKODOGBO², Modeste GOUISSI¹, Simon K. ABAHI¹ et G. Jeff OKOYA¹

¹ Université de Parakou (UP), Faculté d'Agronomie (FA), Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Productions Animales (LESPA), BP 123 Parakou, Bénin

² Université d'Abomey-Calavi (UAC), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), BP 526 Cotonou, Bénin

* Correspondance, courriel : adjedarius@gmail.com

Résumé

L'objectif de cet article est d'étudier la pollution organique de la rivière Okédama dans la commune de Parakou. Pour ce faire, huit sites de prélèvement ont été choisis le long de la rivière. L'échantillonnage et l'analyse des paramètres physico-chimiques ont été déterminés suivant les méthodes AFNOR. Le degré de pollution de la rivière a été défini par la détermination des indices de pollution organique. Après analyse des résultats obtenus (IPO = 2.46), une certitude se dégage clairement : le cours d'eau est pollué. Les incidences directes les plus connues sont la forte odeur nauséabonde qui se dégage, et la disparition de la faune aquatique comme l'ont confirmé les populations riveraines. La présente étude constitue donc le point de départ d'un programme de surveillance de nos écosystèmes aquatiques dans la commune de Parakou.

Mots-clés : *indice, qualité, pollution organique, écosystème aquatique, Okédama.*

Abstract

Study of the organic pollution of Okedama river in Commune of Parakou

The purpose of this article is to study the organic pollution of the Okedama River in the commune of Parakou. To do this, eight sampling sites were chosen along the river. Sampling and analysis of physicochemical parameters were determined using AFNOR methods. The degree of pollution of the river was defined by the determination of organic pollution indices. After analyzing the results obtained (IPO = 2.46), a certainty emerges clearly : the watercourse is polluted. The most well-known direct impacts are the strong nauseating odor that emerges, and the disappearance of aquatic fauna, as confirmed by the local populations. This study is therefore the starting point for a monitoring program of our aquatic ecosystems in Parakou.

Keywords : *index, quality, organic pollution, aquatic ecosystem, Okedama.*

1. Introduction

Les déchets organiques (liquide ou solide) sont souvent considérés comme un problème pour l'environnement [1]. Ces déchets représentent donc un risque certain pour la santé publique, et participent à la pollution des nappes superficielles qui engorgent les zones basses des oasis [2]. De ce fait les problèmes environnementaux qui en découlent sont assez inquiétants car ils engendrent un risque sanitaire pour la population [3]. Toute chose qui inéluctablement entraîne une régression des activités économiques [4] car la rivière de Okédama est fortement sollicitée pour des activités agricoles, la pêche et comme eau de boisson autant pour les animaux que pour les hommes. Ces perturbations influencent ainsi donc les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique [5]. Du fait donc de cette pollution l'eau, ressource naturelle indispensable à la vie, est ainsi devenue, de manière directe ou indirecte, la première cause de mortalité et de maladie au monde et d'après [6], plus de cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson et met environ 1/6^e de la population mondiale malade. Ainsi, dans les pays en développement, 80 % des maladies sont dues à l'eau, et un africain sur deux souffre d'une maladie hydrique [5, 6] car de manière très intuitive, à court ou long terme, l'homme qui peut se trouver à tous les échelons du cycle de répartition des métaux lourds dans l'environnement, va en absorber par des différentes voies et devenir lui-même un réservoir de métaux lourds avec des conséquences probables sur sa santé [8]. L'objectif de cette étude est de faire des examens physico-chimiques afin de contribuer à la résolution des problèmes d'hygiène liés à la qualité des eaux de la rivière Okédama dans la ville de Parakou.

2. Matériel et méthodes

2-1. Description du milieu

La ville de Parakou (*Figure 1*) située à 415 km au Nord de Cotonou, se trouve à 9° 21' de latitude Nord, à 2° 36' de longitude Est, à une altitude moyenne de 350 m. Elle est limitée au Nord par la commune de N'Dali, au Sud, à l'Est et à l'Ouest par celle de Tchaourou. Avec une superficie de 441 km² environ dont 30 km² sont urbanisées. A Parakou, le climat est de type tropical humide (climat Sud soudanien). Il se caractérise par l'alternance d'une saison de pluies (mai à octobre) et d'une saison sèche (novembre à avril). C'est en décembre-janvier que l'on enregistre les températures les plus basses à Parakou 19° C. La précipitation moyenne annuelle est de 1200 mm. Le maximum 210 mm survient en août [9]. Le réseau hydrographique est constitué de cours d'eaux, de ruisseaux ou de marigots. Le couvert végétal observé à Parakou est dominé par la savane arborée et se caractérise par la présence du néré (*Parkia biglobosa*), du faux acajou (*Blighia sapinda*), de bois d'ébène (*Diospyros mespilifounis*), le karité (*Butyrosperum paradoxum*). Les bas-fonds sont des prairies marécageuses de savanes, des buissons de bambous (*Bambusa arundinacca*) [10].

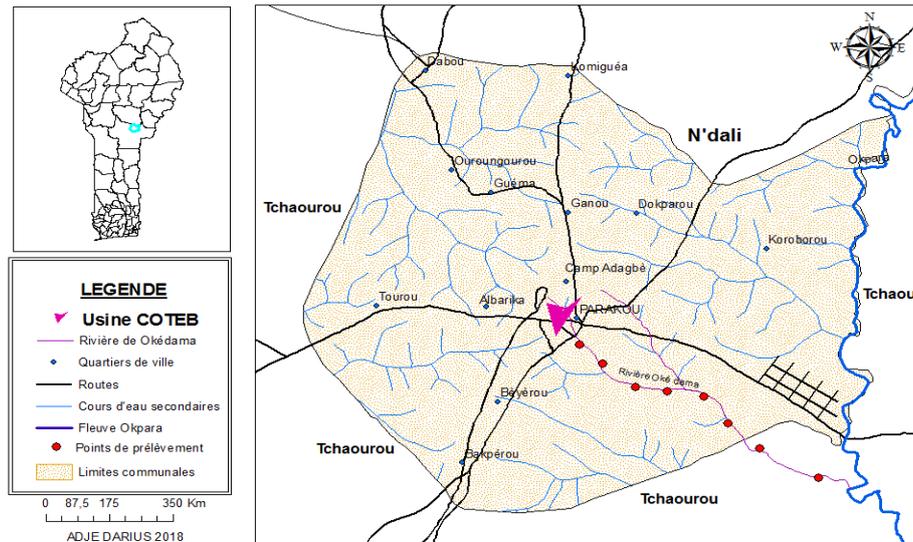


Figure 1 : Situation géographique de la commune de Parakou

2-2. Prélèvement des échantillons d'eau et analyses physico chimiques

Huit sites de prélèvement d'eau ont été choisis en fonction de leur accessibilité, et également en fonction des activités qui se déroulent au niveau des sites de prélèvements. Les paramètres comme le pH, température, conductivité et oxygène dissous) ont été mesurés in situ à 7 heures avant le lever du soleil respectivement à l'aide d'un pH-mètre, thermomètre, d'un conductimètre et d'un oxymètre. Les échantillons d'eau à analyser ont été conservés au frais, puis envoyés au laboratoire de la direction de l'analyse des eaux de Parakou au moyen de tubes stériles pour des analyses chimiques.

3. Résultats

3-1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux

Le **Tableau 1** présente les valeurs moyennes des (10) dix paramètres physico-chimiques des eaux de la rivière Okédama. De façon globale, il ressort après analyse des échantillons une variation de la température le long du cours d'eau (28.1 à 32.9°C). La valeur la plus élevée de DBO₅ (380 mg/L) a été enregistrée au niveau de la station 5 et la plus faible au niveau de la station 3 (214 mg/L) tandis que la valeur la plus élevée de DCO (1600 mg/L) est enregistrée au niveau de la station 4 et la plus faible (720 mg/L) au niveau de la station 7. Les fortes valeurs de nitrates et nitrites, ammonium et phosphates sont respectivement 77.14 mg/L (station 4), 0.008 mg/L (station 8), 1.9 mg/L (station 7) et 0.9 mg/L (station 6) et les faibles valeurs sont de 30.2 mg/L (station 6), 0.001 mg/L (station 5), 1.27 mg/L (station 3) et de 0.1 mg/L (station 5). Quant aux paramètres de pH, conductivité, et Oxygène dissout les valeurs élevées sont respectivement 12 (station 7), 1658 µs/cm (station 3), 2.3mg/L (station 8) et les valeurs faibles sont respectivement 7.2 (station 2), 381 µs/cm (station 1) et 0.4 mg/L (station 7).

Tableau 1 : Paramètres physicochimiques de la rivière Okédama

	T °C	DBO ₅ mg/L	DCO mg/L	Nitrates mg/L	Nitrites mg/L	Amm mg/L	Phos mg/L	pH	Conduc µs/cm	Oxy.D mg/L
Station 1	31,5	230	915	68,64	0,006	1,58	0,65	8,35	381	0,7
Station 2	31	300	818	54.16	0.005	1.3	0,8	7.2	591	2
Station 3	29,7	214	781	33	0,001	1,27	0,2	7,5	1658	1,7
Station 4	32,9	389	1600	77,44	0,003	1,31	0,04	10,2	1454	2,1
Station 5	30.2	380	1400	64.23	0.001	1.6	0,1	10	409	0.6
Station 6	28.1	309	856	30.2	0.006	2	0,9	9.36	1255	1.9
Station 7	29.6	298	720	70	0.004	1.9	0,2	12	891	0.4
Station 8	31.5	269	912	60.59	0.008	1.3	0,8	9.30	1008	2.3

Légende : T°C = Température en degré Celsius, DBO₅ = Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours, DCO = Demande Chimique en Oxygène, Amm = Ammonium, pH = Potentiel d'Hydrogène, Conduc = Conductivité, Oxy. D = Oxygène dissout

3-2. Indice de Pollution organique

Cet indice est calculé en intégrant les concentrations de 4 paramètres chimiques liés à la pollution organique : demande biologique en oxygène (DBO₅), ions ammonium (NH₄⁺), nitrites (NO₂⁻) et phosphates (PO₄³⁻). La valeur de l'indice IPO varie de 1 à 5 (5 correspondant à la qualité la meilleure). Les teneurs sont réparties en (05) cinq classes de l'indice de pollution organique (**Tableau 2**). Suite à la détermination de la classe de chaque polluant, on fait ensuite une moyenne pour caractériser la pollution en se référant au **Tableau 3**.

Tableau 2 : Classes de l'Indice de pollution organique (IPO)

Paramètres Classes	DBO ₅ (mg/L)	Ammonium (mg/L)	Nitrites (µg/L)	Phosphates (µg/L)
5	< 2	< 0,1	5	15
4	2 - 5	0,1 - 0,9	6 - 10	16 - 75
3	5,1 - 10	1 - 2,4	11 - 50	76 - 250
2	10,1 - 15	2,5 - 6	51 - 150	251 - 900
1	> 15	> 6	>150	> 900

Source : [11]

Tableau 3 : Moyenne des classes et caractérisation de la pollution organique

Moyenne des classes	Caractérisation de la pollution organique
5,0 - 4,6	Nulle
4,5 - 4,0	Faible
3,9 - 3,0	Modérée
2,9 - 2,0	Forte
1,9 - 1,0	Très forte

Source : [11]

Le **Tableau 4** indique les valeurs calculées des différents indices de la pollution organique.

Tableau 4 : Calcul de l'indice de pollution organique

Point de prélèvement	Indice de pollution organique
Station 1	2,5
Station 2	2,5
Station 3	2,75
Station 4	2
Station 5	2,75
Station 6	2,25
Station 7	2,75
Station 8	2,25

4. Discussion

La valeur moyenne de la température des eaux est de 31,27°C. Elle est considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur [12]. Ces valeurs sont inférieures à celles trouvées sur le bassin de l'Ouémé [13]. Le rapport DCO/DBO5 permet de déduire si les eaux usées rejetées directement dans la nature ont des caractéristiques des eaux usées domestiques (rapport DCO/DBO5 inférieur à 3) [14]. Les résultats de ce rapport constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables. Sur l'ensemble du cours d'eau étudié, ce rapport donne une moyenne de 3,34 et seules les stations 2, 6 et 7 ont un rapport DCO/DBO5 inférieur à 3. En conséquence, les eaux de la rivière Okédama sont difficilement auto dégradables [3]. La conductivité (381 - 1658 µs/cm) indique une importante minéralisation et confirme la présence d'anions et de cations [3]. Ces valeurs sont nettement supérieures à celles obtenues par [15] à Affon, mais qui toutefois a obtenu les mêmes résultats du degré d'ionisation du cours d'eau (pH : supérieur à la neutralité). Ce qui témoigne du caractère fortement basique de ces eaux. Les variations de la quantité d'oxygène dissous sont sous l'influence des facteurs tels que le vent, la profondeur du cours d'eau, la vitesse du courant et la présence de dépôts réducteurs [16]. La teneur en oxygène dissous de la rivière Okédama facteur vital, pour la survie de la faune aquatique est faible et comprise entre 0,4 et 2,3 mg/L. La présence de matières organiques oxydables a entraîné une diminution de la concentration en oxygène dissous en raison de l'épuisement de l'oxygène par décomposition aérobie des déchets organiques par des microorganismes [17]. De même, les rejets des complexes industriels, notamment ceux du COTEB et la SOBEBRA semblent contribuer à la réduction de la quantité d'oxygène dissous dans les eaux environnantes. Cette carence en oxygène dissous est le signe d'un déséquilibre écologique qui se

répercute sur la diversité faunistique et seuls survivront les taxons tolérants à un déficit en oxygène [18]. L'ammonium présent dans les cours d'eau est généralement issu de la dégradation incomplète de la matière organique. Aussi, dans toutes les stations échantillonnées, les teneurs en ammonium sont-elles plus élevées que celles des nitrites. Ceci résulte d'un processus de dégradation incomplète de la matière organique et cela en présence des faibles quantités de matières toxiques [19] ce qui entrainerait une faible nitrification des eaux [13]. Nous en concluons donc que le cours d'eau était pollué pendant la période d'étude. La présence de phosphate est dans les proportions de 0,1 à 0,9 mg/L. Du fait de leur rejet constant dans la nature à travers les engrais, les phosphates constituent des menaces pour l'écosystème récepteur. Leur présence favorise la croissance rapide des organismes tels que les algues et les lentilles qui utilisent une quantité importante d'oxygène et empêchent la pénétration de la lumière dans l'eau. L'eau devient alors invivable pour les autres organismes ce qui explique la disparition des poissons. Les valeurs de nitrites relevées sont comprises entre 0.001 - 0,008 mg/L. Elles sont similaires à celles obtenues par [13] sur le delta de l'Ouémé. Or pour des valeurs proches de 0.015 mg/L de nitrite, certains poissons meurent par hypoxie [20]. Ainsi donc toute eau renfermant de nitrites est considérée comme suspecte [21]. Dans l'ensemble des stations, les concentrations en ions nitrates enregistrées sont très élevées (30,2-77.44 mg/L) et résultent des rejets industriels. Certes les nitrates favorisent la croissance végétale mais il entraîne l'eutrophisation [22] et par ricochet l'amenuisement et la disparition des poissons. La comparaison des concentrations moyennes en Nitrates dans les eaux analysées avec la norme de qualité des eaux destinées à l'irrigation montre que, ces concentrations sont supérieures à 50 mg/L, ce qui permet de déduire que ces effluents sont un risque pour l'irrigation des cultures. Les nitrates sont donc de bons indices de contamination organique et bactériologique [23]. Tout le long de la rivière Okédama, on remarque une variation de l'indice de pollution organique (IPO = 2 ; 2.75), due à la variation des rejets dans le cours d'eau, des différentes agglomérations autour de la rivière où des activités qui s'y mènent. L'évolution des valeurs de l'IPO montre que cet état dégradé de la qualité des eaux de la rivière de Okédama est dû aux rejets des eaux usées domestiques et industrielles [24]. La valeur moyenne de l'indice de pollution organique la rivière Okédama est de 2.46 ce qui traduit une forte charge organique très importante.

5. Conclusion

Au terme de l'évaluation de degré de pollution organique dans la rivière de Okédama, les résultats révèlent que l'ensemble des paramètres étudiés situent les eaux de la rivière dans la tranche des eaux de qualité médiocre. L'examen du rapport DCO/DBO5 souligne bien le caractère faiblement dégradé de la rivière. De même, l'indice de pollution organique (IPO), témoigne d'un écosystème fortement chargé en matières organiques. Cette pollution est induite par les rejets industriels et également par l'intermédiaire de l'élevage et l'agriculture. Dans un contexte de pays aux ressources limitées tel le nôtre, il est impératif que des mesures éducationnelles et législatives soient prises pour protéger le cours d'eau Okédama en voie de disparition.

Références

- [1] - A. M. ELAMIN, E. F. LARBI, L. HAYATE, C. MERYEM, et G. MOHAMED, « Valorisation agronomique des Margines (déchets liquides) par fermentation méthanique », *Espace Géographique Société Marocaine*, n° 27, (mai 2019)
- [2] - N. BOUCHAHM, S. ACHOUR, « Schéma directeur des ressources en eau. Wilaya de Biskra, dossier : pollution des eaux. », (2008)
- [3] - M. MOMPOINT, « Evaluation des dangers écologiques générés par les effluents liquides urbains sur l'écosystème de la baie de Port-au-Prince : première approche méthodologique », PhD Thesis, (2004)

- [4] - C. T. Souldard, « Les agriculteurs et la pollution des eaux. Proposition d'une géographie des pratiques », *Nat. Sci. Sociétés*, vol. 13, n° 2 (2005) pp. 154 - 164
- [5] - N. BENAMEUR, M. DEBABECHE, et H. CHABI, « Détermination et répartition cartographique du degré de pollution des eaux usées des trois principaux rejets de la ville de Biskra; Oued z'mor, Chaabet Roba et Oued Biskra ». (Février 2018)
- [6] - OMS « Directives de Qualité pour l'Eau de Boisson : Critères d'Hygiène et Documentation à l'Appui (2e éd.). Vol. 2. Organisation mondiale de la Santé ». (2001) 1050 p.
- [7] - O. M. STEPS, « Genève : OMS [cité 28 avr 2015] », *Dispon. Sur Httpwww Who Intchpstepsmanualfr.* (2006)
- [8] - D. KLINGHARDT et K. PATRICIA, « Les métaux lourds et leurs effets sur la santé », in *Conférence à l'école Polytechnique de Zurich*, vol. 14 (1998)
- [9] - A.S.E.C.N.A (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne) « Climatologie_Statistiques sur la climatologie » (févr-2017)
- [10] - O. KORA et E. GUIDIBI, « Monographie de la commune de Parakou », *Cotonou Cabinet Afr. Cons.*, (2006) pp. 1 - 44
- [11] - L. LECLERCQ, « Intérêt et limites des méthodes d'estimation de la qualité de l'eau », *Stn. Sci. Hautes-Fagnes Belg.* (2001) 75 p.
- [12] - PRESIDENCE DU BENIN, « Décret N° 2001-109 du 4 Avril 2001 fixant les normes de qualité des eaux résiduaires en République du Bénin. », Cotonou, (2001) 17 p.
- [13] - H. L. ZINSOU, P. GNOHOSSOU, D. ADANDEDJAN et P. LALEYE, « Profil de distribution des macroinvertébrés benthiques du delta de l'Ouémé à partir du Self Organizing Map (SOM) », *Afr. Sci.*, vol. 12, n° 1 (2016) pp. 224 - 236
- [14] - D. BISIMWA KAYEYE, « Caractérisation physico - chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de « elakat » bukavu rd congo », *International Journal of Innovation and Scientific Research ISSN 2351-8014*, Vol. 12 N° 2 (2014)
- [15] - K. S. ABAHI *et al.*, « Structure et diversité des macroinvertébrés benthiques de la partie supérieure du fleuve Ouémé au Bénin », *Afr. Sci.*, vol. 14, n° 6 (2018) pp. 259 - 270
- [16] - Y. A. ANTOINE, K. K. MEXMIN, D. LASSINA, O. ALLASSANE et G. GERMAIN, « Diversité et Structure du Peuplement Ichtyologique du Bassin Inférieur du Fleuve Comoé (Côte d'Ivoire) », *Eur. Sci. J. ESJ*, vol. 15, n° 6, (2019) 244 p.
- [17] - S. BUHUNGU, E. MONTCHOWUI, E. BARANKANIRA, C. SIBOMANA, G. NTAKIMAZI et C. A. BONOU, « Caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge, affluent du Lac Tanganyika, Burundi », *Internatiinal J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 12, n° 1, (2018) pp. 576 - 595
- [18] - D. KEDDARI, F. Z. AFRI-MEHENNAOUI, L. SAHLI et S. MEHENNAOUI, « Qualité écologique via la faune macro-invertébrée benthique et devenir du niveau de contamination par le Cr et le Pb des sédiments de l'oued Boumerzoug (Constantine, Algérie) », *Algerian J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 5, n° 2 (2019)
- [19] - M. SONDERGAARD, J. P. JENSEN et E. JEPPESEN, « Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes », *Hydrobiologia*, vol. 506, n° 1 - 3, (2003) pp. 135 - 145
- [20] - J. GRAY et B. LUAN, « Protective coatings on magnesium and its alloys-a critical review », *J. Alloys Compd.*, vol. 336, n° 1, 2 (2002) pp. 88 - 113
- [21] - A. HAKMI, « Traitement des eaux [traitement de l'eau de source bousfer ORAN] », *Univ. Sci. Technol. Oran-Licence*, (2006)
- [22] - J. C LATA, Systématique et évolution des nitrates. Laboratoire d'écologie Université Paris Sud, (2012) 13 p.
- [23] - A. DESBORDES, « La pollution des eaux souterraines ». *Revue scientifique*, (2008) 49 p.
- [24] - H. B. BOUIH, H. NASSALI, M. LEBLANS, et A. SRHIRI, « Contamination en métaux traces des sédiments du lac Fouarat (Maroc) », *Afr. Sci. Rev. Int. Sci. Technol.*, vol. 1, n° 1 (2005)