



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 13, Issue, 08, pp. 63305-63310, August, 2023

<https://doi.org/10.37118/ijdr.26864.08.2023>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

UTILISATION DES MACROINVERTÉBRÉS POUR LA CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT DE SANTÉ BIOLOGIQUE DES RÉSERVOIRS N°2 DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU ET DE ZIGA AU BURKINA FASO (AFRIQUE DE L'OUEST)

KABORE Idrissa^{1*}, BANCE Victor^{1,2}, OUEDRAOGO Oussen¹ and OUEDA Adama¹

¹Laboratoire de Biologie et Ecologie Animales (LBEA), UFR-SVT, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

²Centre Universitaire Polytechnique de Manga, Université Norbert ZONGO, BP 376. N14. Koudougou, Burkina Faso

ARTICLE INFO

Article History:

Received 14th May, 2023
Received in revised form 21st June, 2023
Accepted 06th July, 2023
Published online 29th August, 2023

KeyWords:

Macroinvertébrés, diversité, Santé biologique, Réservoir, Burkina Faso.

*Corresponding author: KABORE Idrissa,

ABSTRACT

La structure des macroinvertébrés et l'état de santé biologique des réservoirs n°2 de Ouagadougou et de Ziga ont été examinés dans cette étude. Pour ce faire, les variables physico-chimiques clés ont été mesurées *in-situ* et les macroinvertébrés collectés selon la méthode d'échantillonnage multi-habitat à l'aide d'un filet troubleau de juillet à septembre 2020. Au total, 31 familles de macroinvertébrés dominés par des Insectes, suivis des Crustacés, des Mollusques et des Annélides, ont été rencontrés. Le réservoir de Ziga présentait la plus forte diversité (25 taxa) contre (19 taxa) au réservoir n°2 de Ouagadougou. Les taxa sensibles des Crustacés et des Ephéméroptères ont été recensés uniquement dans le réservoir de Ziga. Tandis qu'au réservoir n°2 de Ouagadougou, les taxa tolérants des Diptères, des Gastéropodes et des Annélides étaient les plus dominants. Les valeurs des indices de diversité et les métriques polluo-sensibles sont très élevées dans le réservoir de Ziga, traduisant les bonnes conditions de l'habitat du dit réservoir. Dans le réservoir n°2 de Ouagadougou qui présentait des fortes conductivités et des faibles taux d'oxygénation due à la dégradation de l'habitats par les fortes pressions anthropiques. Il est donc nécessaire de réguler les activités anthropiques et de sensibiliser la population sur la protection du réservoir n°2 de Ouagadougou afin de préserver la qualité physico-chimique de l'eau et son intégrité biologique pour le bonheur des populations riveraines.

Copyright©2023, KABORE Idrissa et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: KABORE Idrissa, BANCE Victor, OUEDRAOGO Oussen and OUEDA Adama. 2023. "Utilisation des macroinvertébrés pour la caractérisation de l'état de santé biologiques des réservoirs n°2 de la ville de ouagadougou et de ziga au Burkina Faso (afrique de l'ouest)". *International Journal of Development Research*, 13, (08), 63305-63310.

INTRODUCTION

Les écosystèmes d'eau douce sont des milieux très productifs qui hébergent une forte diversité biologique et rendent plusieurs services à l'humanité. Dans les pays sub-sahariens enclavés, naturellement pauvre en eau de surface, les écosystèmes aquatiques constituent les principaux supports des activités anthropiques, par conséquent ils sont de plus en plus soumis à diverses pressions. En effet, la pratique de l'agriculture avec l'usage excessif des intrants, l'élevage avec les déjections des animaux dans les lits des plans d'eau constituent un apport supplémentaire de nutriments entraînant la dégradation de la qualité de l'eau (Egler *et al.*, 2012 ; Haro *et al.*, 2013; Sanogo *et al.*, 2014; Kaboré *et al.*, 2018). En plus, les rejets miniers, industriels et urbains qui se sont accrues ces dernières décennies, exacerbent les pressions sur les écosystèmes aquatiques surtout urbains (Kaboré *et al.*, 2018). C'est pourquoi les milieux les plus menacés de nos jours. Ainsi, le maintien de leurs intégrités écologiques sont des préoccupations majeures pour nos sociétés qui doivent subvenir à leurs besoins de plus en plus croissants du fait de la forte démographie

(Hart *et al.*, 1999; Kaboré *et al.*, 2022; Tampo *et al.*, 2023). Ainsi, la gestion des écosystèmes aquatiques répond à deux préoccupations essentielles que sont la protection de l'environnement aquatique et ses potentialités biologiques en tant qu'éléments majeurs de notre planète et des ressources hydriques (Hart *et al.*, 1999; Kaboré *et al.*, 2018; 2022). Compte tenu de la complexité des écosystèmes aquatiques et de la multiplicité des perturbations d'origine anthropique, les paramètres physiques ou chimiques classiquement utilisés pour évaluer la qualité des eaux ne suffisent pas à fournir des indications précises sur le fonctionnement écologique d'un hydrosystème (Lévêque, 1994). La prise en compte des variables biologiques permet d'évaluer les effets à la fois individuels et cumulatifs de plusieurs sources de perturbations, qu'elles soient ponctuelles ou d'origine diffuse et de suivre ces effets sur le long terme à la fois sur le plan qualitatif et quantitatif (Lévêque, 1994). Ces dernières décennies, plusieurs études ont montré que les macroinvertébrés sont les communautés biologiques qui reflètent dans leur structure et composition (e.g., disparition d'espèces sensibles, réduction de la diversité) les perturbations anthropiques des milieux aquatiques (Gonzalez *et al.*, 2014; Lakew et Moog, 2015; Kaboré *et al.*, 2016a;

2022; Gossner *et al.*, 2016; Antiequeira *et al.*, 2018; Tampo *et al.*, 2020). En effet, Les macroinvertébrés sont les plus diversifiés ayant des cycles de vie variés, une faible mobilité et des sensibilités variables aux différentes perturbations de leur milieu faisant d'eux des meilleurs témoins des conditions de leur environnement (Barbour *et al.*, 1999; Kaboré *et al.*, 2016a; b). En plus, ils constituent un maillon très important de la chaîne trophique et jouent un rôle capital dans la production des écosystèmes aquatiques (Moisan et Pelletier, 2011). Au Burkina Faso, plusieurs travaux se sont intéressés à la diversité, l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau, leur utilisation comme indicateur de la santé des eaux lotiques (Guenda *et al.*, 1985; Kabré *et al.*, 2002; Kaboré *et al.*, 2016a; b; c; 2018; 2022; Sanogo *et al.*, 2021) et de certains lacs de barrage (Koblinger et Trauner, 2013; Sanogo *et al.*, 2014; Bancé *et al.*, 2021a; b; Bancé, 2022), mais très peu de travaux se sont intéressés aux réservoirs urbains dans une étude comparative. C'est dans cette optique que cette étude a été initiée avec pour objectif principal d'examiner la structure des macroinvertébrés pour caractériser l'état écologique de deux catégories de réservoir du bassin versant du Nakanbé au Burkina Faso.

MÉTHODOLOGIE

Site d'étude: Le lac de barrage n°2 de Ouagadougou est situé au cœur de la capitale burkinabè entre les longitudes 01°30'03.79"W et 01°33'17.48"W et les latitudes 12°23'03.79"N et 12°23'36.04"N (Figure 1). Ce réservoir est sous une forte pression humaine due aux activités de maraîchage avec l'usage des intrants (engrais et pesticides) souvent non homologués, la pêche, les rejets domestiques de toute sorte (Ouédraogo *et al.*, 2015) et le prélèvement d'eau. Il est le dépotoir des ordures de la population riveraine. Le réservoir de Ziga est situé à 50 km à l'Est de la capitale Ouagadougou (0°49'23.43" W et 12°37'03, 22"). Il sert principalement à l'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou. La construction du barrage a développé certaines activités comme la pêche, et l'agriculture (maraîchage). Les cultures de contre-saisons pratiquées à l'aval du réservoir. Les activités anthropiques y sont contrôlées (Figure 1).

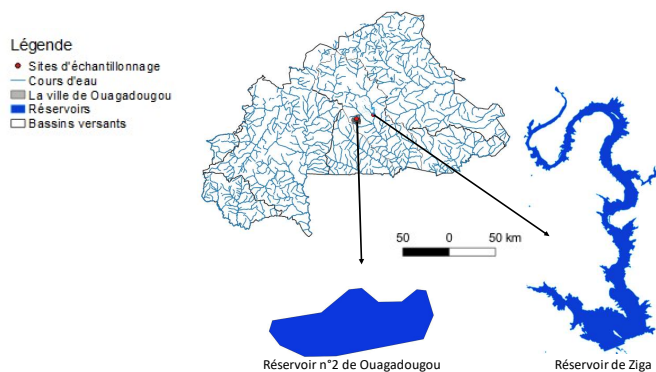


Figure 1. Carte présentant les sites d'étude

Collecte des données: La collecte des données biologiques et physico-chimiques s'est effectuée mensuellement de juillet à septembre 2020 dans les deux réservoirs. Les variables physico-chimiques clés à savoir le pH, la température, la conductivité électrique, l'oxygène dissous ont été mesurées *in-situ* à l'aide d'un multi-paramètre portatif de marque HANNA et la transparence à l'aide d'un disque de Secchi. Les macroinvertébrés ont été prélevés à l'aide d'un filet troubleau (ouverture 25 x 25 cm² et de 500 µm de maille) suivant l'approche d'échantillonnage multi-habitats selon Moog (2007) et décrit dans Kaboré *et al.* (2016). Un échantillon est le composite de 20 unités d'échantillonnage réparties entre les micro-habitats disponibles proportionnellement à leur surface. Les échantillons sont ensuite conservés dans un bocal contenant de l'alcool (90%), étiquetés, puis transportés au laboratoire pour le tri et l'identification des organismes.

Tri et identification des organismes: Une fois au laboratoire, les échantillons ont été rincés abondamment avec l'eau de robinet à l'aide d'un tamis de 100 µm de maille. Le contenu du tamis a été fractionné dans un bac à fond blanc et les organismes ont été triés à l'œil nu, puis sous une loupe binoculaire de marque Motic. Les organismes triés ont été identifiés jusqu'au niveau familial à l'aide de clés d'identification et de manuels taxonomiques (Tachet *et al.*, 2003; Gerber et Gabriel, 2002; Durand et Lévêque, 1981), et puis dénombrés.

Analyse des données: Les indices de diversité (richesse taxonomique, indice de diversité de Shannon-Wiener (H')), l'abondance des taxa de macroinvertébrés et l'indice d'équitabilité de Pielou (E) ont été déterminés en utilisant les formules 1 et 2.

$$H' = -\sum \left(\frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \right) \quad (1)$$

$$E = H' / \log_2(S) \quad (2)$$

Avec n_i le nombre d'individus du taxa de rang i , N le nombre total d'individus et S le nombre total de taxa recensés.

Un diagramme de Venn a été utilisé pour analyser la similarité de la diversité des macroinvertébrés entre les réservoirs.

Les métriques de tolérance (pourcentage des Mollusques) et pollu-sensibles (pourcentage des Ephéméroptères, Odonates et Trichoptères (EOT)) ont été calculés suivant les formules 3 et 4, afin d'apprécier l'état écologique des réservoirs (Bancé *et al.*, 2021a; Kaboré *et al.*, 2022a).

$$\% \text{Mollusques} = \frac{\text{abondance des Mollusques}}{\text{abondance totale}} \times 100 \quad (3)$$

$$\% \text{EOT} = \frac{\text{abondance des taxa EOT}}{\text{abondance totale}} \times 100 \quad (4)$$

La relation entre les variables biologiques et physico-chimiques a été analysée à travers une corrélation de Spearman. La relation a été considérée significative au seuil 0,01 et de 0,05.

RÉSULTATS

Variables physico-chimiques: Le tableau 2 présente la variation des variables physico-chimiques mesurées dans les deux réservoirs. Les deux lacs de barrage présentent des caractéristiques physico-chimiques des zones tropicales. En effet, la température moyenne est relativement élevée avec un pH plus ou moins neutre. Comparativement au réservoir de Ziga, la conductivité est plus élevée au réservoir n°2 de Ouagadougou, par contre, la valeur moyenne de l'oxygène dissous est plus élevée dans le réservoir de Ziga. La transparence est plus élevée dans le réservoir n°2 que dans le réservoir de Ziga.

Tableau 1. Les valeurs moyennes des variables physico-chimiques mesurées

	Moyenne ± Ecart-type	
	Réservoir n°2 de Ouagadougou	Réservoir de Ziga
pH	7,78 ± 0,63	6,67 ± 0,56
Température (°C)	29,36 ± 0,56	24,98 ± 2,69
Conductivité (µS/cm)	323,17 ± 30,49	121,38 ± 71,36
Transparence	36,83 ± 21,41	14 ± 90
Oxygène dissous	2,3 ± 0,40	5,14 ± 1,27

Diversité des macroinvertébrés : Au total, 1452 spécimens de macroinvertébrés ont été collectés dont 809 dans le réservoir n°2 de Ouagadougou et 643 dans celui de Ziga. Ils sont composés d'Insectes, de Crustacés, de Mollusques et d'Annélides, regroupés en 31 familles et 7 Ordres (Tableau 2).

Tableau 2. Liste de macroinvertébrés récoltés dans les deux lacs de barrage
Légende : + signifie présence et – signifie absence

Classes	Ordres	Familles	Réservoir n°2 de Ouagadougou	Réservoir Ziga
Insectes	Odonates	Libellulidae	+	+
		Gomphidae	-	+
		Coenagriidae	+	+
	Diptères	Chironomidae	+	+
		Tabanidae	+	+
		Psychodidae	+	-
		Syrphidae	+	-
		Culicidae	+	-
		Coléoptères	Dystiscidae	+
		Elmidae	-	+
		Hydrophilidae	+	+
	Ephéméroptères	Baetidae	-	+
		Caenidae	-	+
		Leptophlebiidae	-	+
	Hémiptères	Corixidae	+	+
		Vellidae	-	+
		Nepidae	-	+
		Hydrometridae	-	+
		Notonectidae	+	+
Belostomatidae		+	+	
Mollusques	Gastéropodes	Ranatridae	+	-
		Planorbidae	+	+
		Lymnaeidae	+	-
		Bulinidae	+	+
		Ampullariidae	-	+
	Viviparidae	+	+	
Mollusques	Bivalves	Unionidae	-	+
Crustacés		Palaemonidae	-	+
		Potamidae	-	+
Annélides		Oligochaetae	+	-
		Hirudinae	+	+

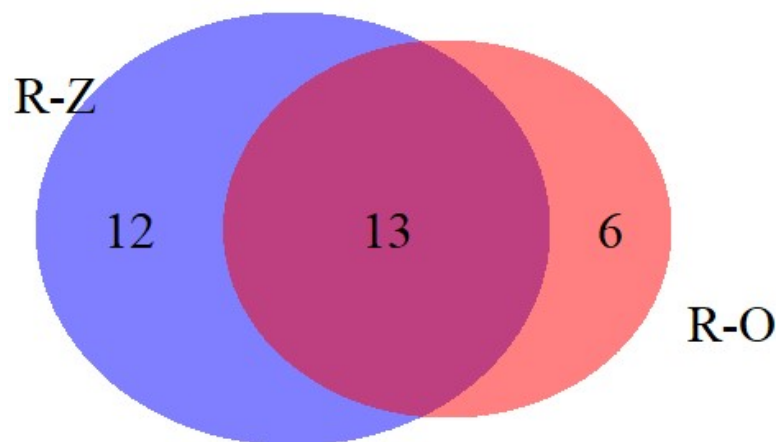


Figure 2. Similarité de la diversité des macroinvertébrés des sites d'étude ; R-Z= Réservoir de Ziga; R-O= Réservoir n°2 de

Les Insectes sont les plus abondants (63,15% de l'abondance totale) et les plus diversifiés (68,75% de la diversité totale). Le réservoir de Ziga présente la plus grande diversité (25 taxa), contre 19 taxa dans le réservoir n°2 de Ouagadougou. Les Crustacés (Palaemonidae et Potamidae) et les Ephéméroptères (Caenidae, Baetidae et Leptophlebeidae) ont été rencontrés uniquement dans le réservoir de Ziga. Les Diptères, les Gastéropodes et les Annélides sont les groupes les plus dominants recensés dans le réservoir n°2 de Ouagadougou.

Similarité du peuplement des macroinvertébrés: Sur les 31 taxa rencontrés, treize sont communs aux deux réservoirs, six sont spécifiques au réservoir n°2 de Ouagadougou contre douze au réservoir de Ziga (Figure 2).

Structure du peuplement de macroinvertébrés: Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et Wiener et d'équitabilité de Pielou sont plus élevées dans le réservoir de Ziga que dans le réservoir n°2 de Ouagadougou. Globalement les Ephéméroptères, les Odonates et les

Les Odonates sont faiblement représentés dans les deux réservoirs, 2%, 5% respectivement dans le lac de barrage n°2 de Ouagadougou et de Ziga). Par contre les Mollusques sont fortement représentés (42%) dans le réservoir n°2 de Ouagadougou mais faiblement (5%) dans le lac de barrage de Ziga (Figure 3).

Corrélation entre les variables biologiques et physico-chimiques : Le tableau 3 présente la relation entre les variables biologiques et physico-chimiques des deux réservoirs. Une forte corrélation a été observée entre les Crustacés et le pH, la conductivité ($R=-0,93$), l'oxygène dissous ($R=0,94$). La richesse taxonomique est positivement corrélée à l'oxygène dissous ($R=0,96$) et négativement au pH et à la conductivité ($R=-0,88$). Le %Mol est fortement corrélé positivement au pH et à la conductivité ($R=0,94$), mais négativement à l'oxygène dissous ($R=-0,99$). Quant au %EOT, il est fortement corrélé négativement au pH et à la conductivité électrique ($R=-0,99$) mais positivement à l'oxygène dissous ($R=0,96$).

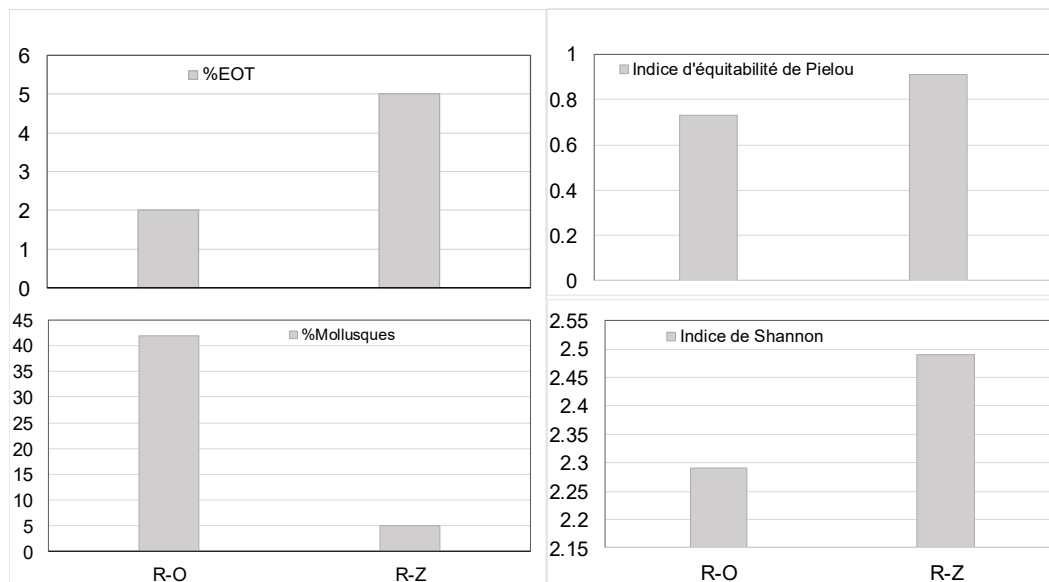


Figure 3. Les indices de structure du peuplement de macroinvertébrés des sites d'études ; R-O= Réservoir n°2 de Ouagadougou ; R-Z= Réservoir de Ziga

Tableau 3. Corrélation de Spearman entre les Classes, les indices de structure des macroinvertébrés et les variables physico-chimiques mesurées in-situ; **= la corrélation est significative au seuil de 0,01 ; *= la corrélation est significative au seuil de 0,05. Temp=Température; OD=Oxygène dissous; Cond=Conductivité électrique ; RT=richesse taxonomique; %Mol= proportion des Mollusques; %EOT= proportion des Ephéméroptères, Odonates et Trichoptères ; H=Indice de Shannon Wiener; E=Indice d'Équitabilité de Pielou

	Mollusques	Insectes	Crustacés	Annélides	RT	%Mol	%EOT	H	E
pH	0,77	-0,66	-0,93**	0,56	-0,88*	0,94**	-0,99**	-0,20	0,60
Temp	0,54	-0,26	-0,37	0,03	-0,09	0,37	-0,49	-0,77	-0,14
OD	-0,81*	0,55	0,94**	-0,45	0,85*	-0,99**	0,96**	0,23	-0,55
Cond	0,77	-0,66	-0,93**	0,56	-0,88*	0,94**	-0,99**	-0,20	0,60

DISCUSSION

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux sont des facteurs importants qui déterminent la vie en milieu aquatique (Pardo *et al.*, 2012; Hussain and Pandit, 2012) et sont influencés par les activités anthropiques (Kaboré *et al.*, 2018; Meulenbroek *et al.*, 2019). Globalement les caractéristiques physico-chimiques des deux lacs de barrage reflètent celles des zones tropicales, avec des valeurs moyennes dans les limites de la vie aquatique des eaux intérieures. La forte conductivité électrique et le faible taux d'oxygène dissous enregistrés au réservoir n°2 de Ouagadougou pourraient s'expliquer par les fortes pressions des activités anthropiques qui s'y mènent. Contrairement au réservoir de Ziga où les activités anthropiques sont interdites, le réservoir n°2 est influencé par le maraîchage qui est pratiqué dans le lit du réservoir, avec l'utilisation abusive des engrais chimiques et des pesticides, les huiles de vidanges des motos et des véhicules, le prélèvement anarchique de l'eau et les rejets des eaux usées provenant des toilettes domestiques (Kpoda *et al.*, 2015; Ouédraogo *et al.*, 2015). Le réservoir n°2 constitue le dépotier des ordures des riverains. Toutes ces pratiques contribuent à augmenter la concentration des éléments dissous qui expliquent la forte conductivité et la baisse de l'oxygène dissous (Kaboré *et al.*, 2018). Cette différence des caractéristiques physico-chimiques se reflète dans la structure de la communauté des macroinvertébrés des deux lacs de barrage. Les macroinvertébrés sont constitués des Insectes les plus dominants, des Mollusques, des Crustacés et des Annélides. Ce peuplement est caractéristique des zones tropicales (Sanogo *et al.*, 2014; 2021; Ouédraogo *et al.*, 2015; Kaboré *et al.*, 2016a; b; c; Houelome *et al.*, 2016; Bancé *et al.*, 2021a; b). La diversité des macroinvertébrés est plus élevée dans le réservoir de Ziga que dans le réservoir n°2 de Ouagadougou. Cela s'expliquerait par la mauvaise qualité physico-chimique de l'eau enregistrée dans le réservoir n°2 de Ouagadougou, d'où la forte présence des taxa reconnus comme polluo-résistants tels que les Chironomidae rouges,

les Syrphidae, les Culicidae, les Mollusques dans le réservoir n°2 de Ouagadougou. Nos résultats confirment la sensibilité des macroinvertébrés aux perturbations anthropiques. En effet, les Ephéméroptères, les Odonates et les Crustacés, reconnus comme des taxa polluo-sensibles ont été rencontrés dans le réservoir de Ziga, le site le moins perturbé. Leur présence témoigne du bon état écologique du réservoir de Ziga par rapport à celui de Ouagadougou, soumis aux diverses pressions anthropiques. Cela explique la forte corrélation positive des Crustacés, de la richesse taxonomique et du pourcentage des Ephéméroptères, les Odonates et Trichoptères avec l'oxygène dissous et négative avec la conductivité électrique. À l'opposé, le pourcentage des mollusques est fortement corrélé et positivement à la conductivité. La structure du peuplement des macroinvertébrés fournit des informations des conditions locales du milieu. Ils sont par conséquent de bons indicateurs de l'état écologique des écosystèmes lacustres utilisés dans les programmes de bio-monitoring dans plusieurs pays depuis bon nombre d'années, en particulier au Burkina Faso (Kaboré *et al.*, 2022a, b). Une réglementation des activités et des actions de sensibilisation citoyenne sur la protection de l'environnement autour du réservoir n°2 de Ouagadougou permettra d'améliorer la qualité de l'eau et de l'habitat nécessaire pour le bon fonctionnement de cet écosystème, aussi vital pour la population locale et pour la conservation de la biodiversité aquatique.

CONCLUSION

Le réservoir n°2 de Ouagadougou est soumis à divers pressions anthropiques qui dégradent sa qualité physico-chimique entraînant une érosion de sa biodiversité. La richesse des macroinvertébrés qui y sont rencontrés sont faibles et sont dominés par des taxa polluo-résistants. Le réservoir de Ziga présente des bonnes conditions d'habitats se manifestant par la forte diversité des macroinvertébrés et la présence des taxa sensibles. Cette étude a permis de mieux cerner

que la structure du peuplement des macroinvertébrés fournit des informations sur l'état de santé des écosystèmes aquatiques, et révèle les mauvaises conditions l'habitats du réservoir n°2 de Ouagadougou, d'où la nécessité voire primordiale de mettre en place des mesures urgentes de protection pour préserver l'intégrité écologique du réservoir n°2 de Ouagadougou qui rend d'énormes services à la population locale.

Remerciements : Nous remercions Azata Natogoma PALE pour son soutien dans la collecte des données.

RÉFÉRENCES

- Antiqueira P. A. P., Petchey O. L., Romero G. Q., 2018. Warming and top predator loss drive ecosystem multifunctionality. *Ecology Letters*, 21(1), 72-82.
- Bancé V., 2022. Macroinvertébrés des écosystèmes lacustres du Burkina Faso : diversité et définition d'un indice biotique. Mémoire de thèse unique de l'université Joseph KI-ZERBO ; 203p.
- Bancé V., Ouéda A., Kaboré I., Ouédraogo I., Mano K., Weesie P. D., Kabré G. B., 2021b. Influence of micro-habitats on the distribution of macro invertebrates in Burkina Faso (West Africa). *International Journal of Aquatic Biology*, 9(3), 177-186.
- Bancé V., Ouéda A., Kaboré I., Zerbo H., Kabré B. G., 2021a. Ecological status of a newly impounded sub-saharan reservoir based on benthic macroinvertebrates community (Burkina Faso, West Africa). *Journal of Ecology and The Natural Environment*, 13(1), 1-10.
- Barbour M. T., Gerritsen J., Snyder B. D., Stribling J. B., 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, 2nd edn. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Camara, A. I., Diomandé D, Gourène G., 2014. Impacts des eaux usées et de ruissellement sur la biodiversité des macroinvertébrés de la rivière Banco (Parc National du Banco, Cote d'Ivoire), *Science de la vie, de la terre et agronomie* 2(1).
- Diomandé D., KY B., Edia O. E., Konan K. F., Gourène G., 2009. Diversité des macroinvertébrés benthiques de la rivière Agnèby (Cote d'Ivoire, Afrique de l'Ouest), *European Journal of Scientific Research* 35(3), 368-377.
- Durand J.R., Lévêque C.; 1981. Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne (Tome II). Paris, France: ORSTOM. 483 p.
- Egler M., Buss D. F., Moreira J. C., Baptista D. F., 2012. Influence of agricultural land-use and pesticides on benthic macroinvertebrate assemblages in an agricultural river basin in southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72, 437-443.
- Gerber A., Gabriel M. J. M., 2002. Aquatic Invertebrates of South African Rivers, Institute of Water Quality Study, 149p.
- Gonzalez' A. L., Romero G. Q., Srivastava D. S., 2014. Detrital nutrient content determines growth rate and elemental composition of bromeliad-dwelling insects. *Freshw. Biol.* 59 (4), 737-747. <https://doi.org/10.1111/fwb.12300>.
- Gossner M. M., Lade P., Rohland A., Sichardt N., Kahl T., Bauhus J., Weisser W. W., Petermann J. S., 2016. Effects of management on aquatic tree-hole communities in temperate forests are mediated by detritus amount and water chemistry. *J. Anim. Ecol.* 85 (1), 213-226. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12437>.
- Guenda W., 1985. Evaluation de la toxicité de l'Abate sur les macroinvertébrés de la Volta Rouge (Burkina Faso-Ghana), dans le cadre du contrôle de l'onchocercose en Afrique Occidentale. *Bull. I.F.A.N.*: T.46, sér. A n°3-4, 1986-1987.
- Haro R. J., Bailey S. W., Northwick R. M., Rolfhus K. R., Sandheinrich M. B., Weiner J. G., 2013. Burrowing dragonfly larvae as biosentinels of methylmercury in freshwater food webs. *Environ Sci Technol* 47:8148-8156.
- Hart D. D., Finelli C. M., 1999. Physical-biological coupling in streams: the pervasive effects of flow on benthic organisms. *Annual review of ecology and systematics*, 30(1), 363-395.
- Houelome T. M. A., Adadedjan D., Chikou A., Toko I. I., Bonou C., Youssao I., Laleye P., 2016. Evaluation de la qualité des eaux des ruisseaux du cours moyen de la rivière Alibori par l'étude des macroinvertébrés benthiques dans le bassin cotonnier du Bénin (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(6), 2461-2476.
- Hussain Q. A., Pandit A. K., 2012. Macroinvertebrates in streams: A review of some ecological factors. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(7), 114-123.
- Kaboré I., Jäch M. A., Ouéda A., Moog O., Guenda W. and Melcher A.H., 2016c. Dytiscidae, Noteridae and Hydrophilidae of semi-arid waterbodies in Burkina Faso: species inventory, diversity and ecological notes. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* Vol. 8, No. 4: p. 1-14. ISSN: 2220-6663 2222-3045.
- Kaboré I., Moog O., Melcher A. L. P., Guenda W., Koblinger T., Mano K., Ouéda A., Ouédraogo R., Trauner D., Melcher A. H., 2016a. Using macroinvertebrates for ecosystem health assessment in semi-arid streams of Burkina Faso. *Hydrobiologia* 766, 57-74.
- Kaboré I., Moog O., Ouéda A., Sendzimir J., Ouédraogo R., Guenda W., Melcher A. H., 2018. Developing reference criteria for the ecological status of West African rivers. *Environ Monit Assess* 190: 2.
- Kaboré I., Ouéda A., Moog O., Meulenbroek P., Tampo L., Bancé V., Melcher A. H., 2022a. A Benthic invertebrates-based biotic index to assess the ecological status of West African Sahel rivers, Burkina Faso. *J. Environ. Manage.* 307 (16), 114503.
- Kaboré I., Ouédraogo I., Tampo L., Ouéda A., Moog O., Guenda W., Melcher A. H., 2016b. Composition and dynamic of benthic macroinvertebrates community in semi-arid area rivers of Burkina Faso (West Africa). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(4), 1542-1561.
- Kaboré I., Tampo L., Bancé V., Daboné C., Komandan M., Ayoro H. J. and Ouéda A., 2022b. Preliminary biological data of Sahel wetland ecosystems in Burkina Faso: Implications for ecological health assessment. *Front. Conserv. Sci.* 3 :913333
- Kabré T. A., Diguindé D., Bouda S., 2002. Effet du rétrécissement de la superficie d'eau sur les macroinvertébrés du lac de barrage de la Comoe, Sud-ouest du Burkina Faso. *Science et Technique, série Sciences Naturelles et Agronomie*, 26 (1) : 37-49.
- Koblinger T., Trauner D., 2013. Benthic invertebrate assemblages in water bodies of Burkina Faso. Master Thesis, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria, p. 147.
- Kpoda N. W., Ouéda A., Somé Y. S. C., Cissé G., Maïga A. H., Kabré G. B., 2015. Physicochemical and parasitological quality of vegetables irrigation water in Ouagadougou city, Burkina-Faso. *African Journal of Microbiology Research*, 9(5), 307-317.
- Lakew A., Moog O., 2015. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for assessing the ecological status of streams and rivers in central and southeast highlands of Ethiopia. *Hydrobiologia*, 751, 229-242. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2189-1>.
- Lévêque C., 1994. Etat de santé des écosystèmes aquatiques : l'intérêt des variables biologiques. Séminaire national : Les variables biologiques : des indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques, Paris, 1994, 11-26.
- Meulenbroek P., Stranzl S., Ouéda A., Sendzimir J., Mano K., Kabore I., Ouédraogo R., Melcher A. H., 2019. Fish communities, habitat use, and human pressures in the Upper Volta basin, Burkina Faso, West Africa. *Sustainability*, 11(19), 5444.
- Moisan J., Pelletier L., 2011. Protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés d'eau douce du Québec-cours d'eau peu profonde à substrat meuble ; Direction du suivi de l'état de l'Environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs 39p. ISBN978-2-550-61166-0.
- Moog O., 2007. Deliverable 8 – Part 1. Manual on prorata multi-habitat-sampling of benthic invertebrates from wadeable rivers in the HKH-Region. BOKU – University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna. 28 p.
- Ouédraogo I., Ouéda A., Sirima D., Ouédraogo I., Guenda W., et Kabré G. B., 2015. Assessment of benthic molluscs diversity and distribution in urban reservoirs (Ouagadougou, Burkina Faso).

- International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(4), 2066-2077.
- Pardo I., Gómez-Rodríguez C., Wasson J. G., Owen R., Bund W., Kelly M., Bennett C., Birk S., Buffagni A., Erba S., Mengin N., Murray-Bligh J., Ofenböeck G., 2012. The European reference condition concept: a scientific and technical approach to identify minimally-impacted river ecosystems. *Sci Total Environ* 420 :33–42.
- Sanogo S., Kabré T. J. A., Cecchi P., 2014. Inventaire et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés bioindicateurs de trois plans d'eau du bassin de la Volta au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(3): 1005-1029. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i3.16>.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P., 2003. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie: CNRS Editions Paris, 587 pp
- Tampo L., Lazar I. M., Kaboré I., Ouéda A., Akpataku K. V., Djaneye-Boundjou G., Limam M. B., Gabriel L., Guenda W., 2020. A multimetric index for assessment of aquatic ecosystem health based on macroinvertebrates for the Zio River basin in Togo. *Limnologica*, 83, 125783.
