



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Importance de *Azolla pinnata* R. Br. dans la structuration des populations de macroinvertébrés de la mare aux hippopotames de Bala (Burkina Faso)

Souleymane SANOGO^{1,2*}, Inoussa COMPAORE¹, Saïdou SANTI², Epilou BAZEMO¹ et T. André KABRE¹

¹ Laboratoire de Recherche et de Formation en Pêche et faune (Université Nazi BONI), Burkina Faso.

² Laboratoire d'Etudes et de Recherches des Ressources Naturelles et des Sciences de l'Environnement (Université Nazi BONI), Burkina Faso.

* Corresponding author; E-mail: souleymanesanogo29@yahoo.fr

Received: 06-11-2022

Accepted: 20-01-2023

Published: 31-01-2023

RESUME

Les plantes envahissantes constituent des refuges pour plusieurs espèces de macroinvertébrés aquatiques utilisées dans l'évaluation des plans d'eau. Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'importance de *Azolla pinnata* dans la structuration des populations de macroinvertébrés de la mare aux hippopotames de Bala au Burkina Faso. Ainsi, un inventaire des macroinvertébrés a été effectué sur trois types d'habitats que sont *A. pinnata*, d'autres macrophytes et la vase. L'échantillonnage du benthos de la vase a été fait à l'aide de la benne géologique de la bordure vers le centre. Chez les macrophytes, le filet troubleau a été utilisé. Pour chaque instrument, dix coups ont été effectués. Pour *A. pinnata*, tous les individus rencontrés dans la surface de balayage ont été récoltés dans le filet pour une fouille ultérieure. Au total de 5226 individus de macroinvertébrés, répartis en 53 familles et 13 ordres, ont été collectés dont 2843 sur *A. pinnata*, 1972 sur les autres macrophytes et 411 dans la vase. Ils étaient composés de 76,98% d'Insectes, 8,61% de Crustacés, 7,58% de Vers, 6,81% de Mollusques et 0,02% d'Arachnides. Ces résultats montrent que *A. pinnata*, considérée comme une espèce envahissante, constitue un refuge de choix pour les macroinvertébrés au niveau des plans d'eau.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Plante envahissante, plan d'eau, Benthos, Insectes, Crustacés, Mollusques.

Importance of *Azolla pinnata* R. Br. in the macroinvertebrate populations structuration of the hippopotamus pond of Bala (Burkina Faso)

ABSTRACT

Invasive plants provide a habitat for several aquatic macroinvertebrate species used in the assessment of water areas. The aim of this study was to evaluate the importance of *Azolla pinnata* in the structuration of macroinvertebrate populations in the hippopotamus pond of Bala in Burkina Faso. Thus, an inventory of macroinvertebrates was carried out on three types of habitats, namely *A. pinnata*, other macrophytes and mud. Sampling of the mud benthos was done with the geological grab from the edge to the center. In macrophytes, the turbid net was used. For each instrument, ten shots were taken. For *A. pinnata*, all individuals encountered in the sweep surface were collected in the net for later searching. A total of 5226 macroinvertebrate individuals,

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i1.2>

9317-IJBSC

Special issue; Colloque International, BF & SEN

distributed in 53 families and 13 orders, were collected of which 2843 were from *A. pinnata*, 1972 from other macrophytes and 411 from the mud. They were composed of 76.98% Insects, 8.61% Crustacea, 7.58% Worms, 6.81% Molluscs and 0.02% Arachnids. These results show that *A. pinnata*, considered as an invasive species, constitutes a refuge of choice for macroinvertebrates at the level of water bodies.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: invasive plant, water body, Benthos, Insects, Crustaceans, Mollusks.

INTRODUCTION

L'intensification agricole de nos jours, nécessite une forte utilisation d'intrants agricoles. Cela contribue à la pollution de l'environnement en général et les cours d'eau en particulier dont la structure se trouve souvent dégradée (Sass et al., 2010). Cette dégradation conduit la plupart du temps à une prolifération de plantes aquatiques (Herbert et Légaré, 2000).

Ces détériorations écologiques se constatent de plus en plus sur les formations protégées qui subissent les effets de la démographie galopante. Dans les milieux aquatiques, la prolifération des plantes envahissantes consécutive à la pollution agricole, constitue une grande menace pour la biodiversité (Simberloff et al., 2013). Ces plantes aquatiques envahissantes entraînent en effet une dégradation de la qualité de l'eau à travers la diminution de la capacité de pénétration de la lumière ainsi que de la quantité d'oxygène dissous et disponible pour les animaux aquatiques au cours de la nuit (Peltre, 2002). C'est le cas de la mare aux hippopotames de Bala au Burkina Faso, qui constitue avec sa forêt une biosphère de l'UNESCO (UNESCO, 2022). Ce plan d'eau est sujet à la prolifération de plantes envahissantes aquatiques comme *Azolla pinnata* R. Br.

Cependant, outre leurs effets néfastes sur les plans d'eau, les plantes envahissantes constituent des support de vie pour d'autres plantes aquatiques ainsi que pour de nombreux macroinvertébrés (Sanogo et al., 2014). Les macroinvertébrés, organismes intégrateurs, sont utilisés dans l'évaluation de la santé des plans d'eau. En effet, leur structuration spatio-temporelle au niveau des plans d'eau a fait l'objet de plusieurs travaux ayant aboutis à des

indices de qualité de l'eau (Moisan et Pelletier, 2008). Dans le plan d'eau, les macroinvertébrés vivent dans différents types d'habitats allant des végétaux retrouvés en surface jusque dans la vase au fond du plan d'eau. Pour évaluer leur distribution et diversité, l'échantillonnage se fait en général de manière multi-habitats depuis la surface de l'eau jusqu'à la vase en tenant compte des plantes aquatiques, des pierres et des troncs d'arbres immergées. En effet, pour Tshijik et al. (2015), La répartition géographique des espèces dans un écosystème est liée à leurs habitats.

Cependant, peu de travaux se sont intéressés à la contribution spécifique de chaque type d'habitat, notamment celle des plantes envahissantes dans les réserves de biosphère. Cette étude s'est donc fixée pour objectif, d'évaluer l'importance de *A. pinnata*, une plante envahissante, dans la structuration des populations de macroinvertébrés de la réserve de la mare aux hippopotames de Bala au Burkina Faso.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

Cette étude a été menée au niveau de la Réserve de Biosphère de la Mare aux Hippopotames (RBMH) située dans la Province du Houet à soixante (60) km au Nord-Ouest de Bobo-Dioulasso, entre les départements de Satiri et de Padéma (Dibloni, 2011). La mare aux hippopotames de Bala, de latitude 11°34'N et de longitude 4°10'W, a une superficie variant de 80 à 350 ha et une capacité de l'ordre de 0,14 millions de m³ (Béarez, 2003). La mare et l'intégralité de son bassin versant (192 km²) ont été classées Réserve de Biosphère par L'UNESCO en 1987, puis site RAMSAR en 1990 y interdisant strictement

toute activité agricole. D'une longueur de 2,6 km pour 700 m de largeur en moyenne, elle est alimentée par le *Tinamou*, prenant lui-même sa source au niveau de diverses résurgences phréatiques 4 km plus au sud. La mare est localisée dans la pleine d'inondation du *Mouhoun* correspondant à une dépression au niveau de la rive droite du cours d'eau (Béarez, 2003). La RBMH est entourée par 10 villages qui collaborent officiellement avec l'administration forestière et les différentes structures intervenant dans la réserve. Il s'agit des villages de Bala, Bossora, Finan, Molakadom, Sokourani et Tiarako du département de Satiri et des villages de Bonwallé, Hamdallaye, Padéma et Soma du département de Padéma (Figure 1).

Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau

En filigrane de l'échantillonnage des macroinvertébrés, la température, le pH, la profondeur et la transparence de l'eau ont été mesurés. La température et le pH ont été évalués à l'aide d'un pH-mètre de marque HANNA. La profondeur et la transparence ont été évaluées à l'aide d'un disque de Secchi. Ces paramètres ont été mesurés à plusieurs niveaux du plan d'eau, que sont les zones à forte dominance de *A. pinnata*, les zones où sont retrouvées les autres macrophytes et les surfaces sans plantes.

Méthode de collecte des macroinvertébrés

Au niveau de la mare, l'échantillonnage des macroinvertébrés a été effectué entre octobre 2016 et mars 2017. Au cours de l'étude, trois types d'habitats ont servi à l'échantillonnage. Il s'agit de : *A. pinnata*, de la vase et des autres macrophytes présents au niveau de la mare à savoir *Ceratophyllum demersum* L., *Nymphaea lotus* L., *Oryza barthii* A. Chev., *Pistia stratiotes* L., *Trapa natans* L.

Au niveau de la vase, l'échantillonnage du benthos a été fait à l'aide de la benne géologique de 300 cm² de surface de balayage. Dix coups de cette benne ont été portés dans la vase, de la bordure vers le centre du plan d'eau.

L'échantillonnage des macroinvertébrés sur les macrophytes (*A. pinnata* et les autres plantes) s'est fait à l'aide du filet troubleau de 30 cm de diamètre sur une surface de balayage de 1 m². Dix coups de ce filet sont portés au niveau des autres macrophytes en le promenant au niveau des plantes. Au niveau de *A. pinnata*, compte tenu de sa petite taille, tous les individus de cette plante, rencontrés dans la zone de balayage ont été récoltés dans le filet pour une fouille ultérieure au laboratoire.

Après ces différents coups de benne et de filet troubleau, les macroinvertébrés visibles immédiatement sont capturés et mis dans des flacons contenant de l'alcool à 90%. Les restes de vase et de plantes sont transportés au laboratoire pour une investigation plus poussée.

Identification des macroinvertébrés

L'identification des individus récoltés s'est limitée à la famille en utilisant les clés d'identification appropriées. Les Insectes ont été identifiés grâce aux clés de Durand et Levêque (1981), Merrit et Cummins (1984), Tachet et al. (2000), Stals et De Moor (2007), Moisan (2006). L'identification des Mollusques a été faite à l'aide des clés de Moisan (2010) et Brown (1980). Les annélides quant à eux ont été identifiés avec les clés de Lafon (1983) et Moisan (2010). Pour les Crustacés, la clé de Tachet et al. (2000) et de Moisan (2010) ont été utilisées.

Analyses statistiques

Le logiciel R 3.4.2 (Copyright© 2004-2021) a été utilisé pour la répartition des macroinvertébrés par affinité au niveau des habitats à travers une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ainsi que pour l'analyse de variance (ANOVA). Les indices écologiques que sont : l'indice de diversité de Shannon (H), la fréquence d'occurrence (F) de Dajoz (1985) et le coefficient de similitude (Cs) de Sorensen ont été évalués en utilisant le logiciel Past version 2.16.

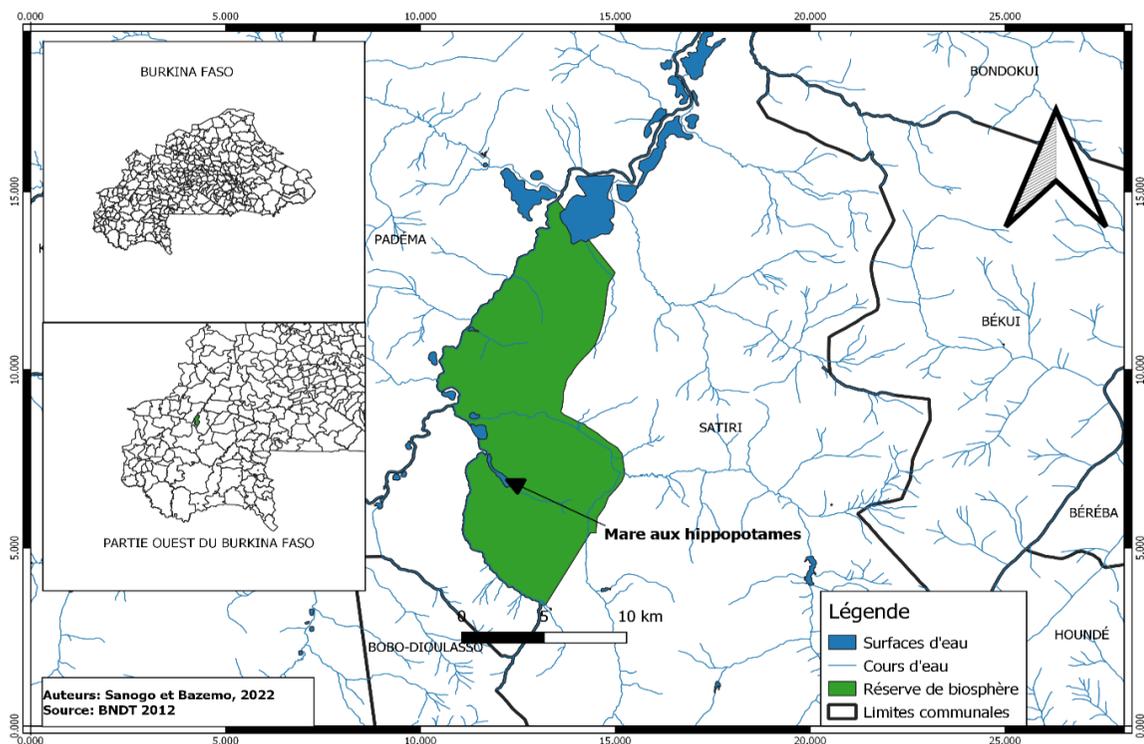


Figure 1 : Carte de la localisation de la Réserve de Biosphère de la Mare aux Hippopotames de Bala.

RESULTATS

Paramètres physico-chimiques de l'eau

Les températures journalières variant de 22,3 et 29,6°C, n'ont pas été significativement différentes ($p > 0,05$) entre les types d'habitats qui étaient constituées de *A. pinnata*, des autres macrophytes et de la vase. Il en a été de même pour le pH, dont les valeurs sont comprises entre 6,23 et 8,21 sur l'ensemble des 3 types d'habitats ($p > 0,05$) (Tableau 1). La profondeur moyenne obtenue est de 151 cm \pm 36,47 avec transparence moyenne est de 104,5 cm \pm 30,13 (Tableau 2).

Structuration et diversité des macroinvertébrés associés aux trois types d'habitats

Sur l'ensemble des sites de collecte, 5226 individus de macroinvertébrés ont été récoltés. Ils sont repartis en 5 classes, 13 ordres et 53 familles. La classe des Insectes a été la plus représentée avec 4023 individus soit

76,98%. Elle est suivie par celle des Crustacés avec 450 individus soit 8,61%, puis celle des Vers avec 396 individus soit 7,58%, et ensuite celle des Mollusques avec 356 individus soit 6,81% et enfin celle des Arachnidés avec 1 individu soit 0,02%.

Dans la classe des insectes, les ordres les plus abondants ont été : les Coléoptères avec 2789 individus repartis dans 11 familles, les Héteroptères avec 702 individus repartis dans 12 familles et les Diptères avec 407 repartis dans 9 familles. Cette classe est également représenté par 44 familles dont les plus importantes sont celles des *Dytiscidae*, des *Hydraenidae*, des *Hydrophilidae*, des *Chironomidae*, des *Naucoridae* et des *Pleidae*. La classe des Crustacés est représentés par 3 familles que sont : les *Atyidae*, les Cladocères et les Ostracodes. Quant aux Mollusques, les individus récoltés appartient à 3 familles : les *Lymnaeidae*, les *Planorbidae* et les *Physidae*. La classe des vers est présente avec 2 familles :

les *Hirudinae* et les Oligochètes. Enfin, seule la famille des Hydracariens représente la classe des Arachnides.

La répartition des macroinvertébrés récoltés a été fonction du type d'habitat. En effet, la plante envahissante qu'est *A. pinnata* enregistre le plus grand nombre d'individus avec 2843 individus, les autres macrophytes totalisent 1972 individus tandis que la vase regroupait de 411 individus. Sur l'ensemble des habitats, les insectes ont été les plus représentés avec 84,28% sur *A. pinnata*, 64,25% sur les autres macrophytes et 87,59% dans la vase (Tableau 3).

En terme de richesse et de diversité, les autres macrophytes étaient les plus diversifiés avec 42 familles de macroinvertébrés, suivi de *A. pinnata* avec 28 familles et enfin la vase avec 24 familles. Toutes les classes identifiées sont communes aux 3 types d'habitats. Cependant, il existe des familles communes à l'ensemble des 3 sites ou à 2 des sites. Sur l'ensemble des 3 sites, les ordres et familles les plus représentés sont : les Coléoptères avec les familles des *Hydrophilidae*, des *Noteridae*, des *Dytiscidae* et des *Hydraenidae* ; les Hétéroptères avec les familles des *Pleidae* et des *Naucoridae* ; les Diptères avec les familles des *Chironomidae* et des *Ceratopogonidae* ; les Gastéropodes avec les familles des *Physidae* et des *Planorbidae* ; les Décapodes avec la famille des *Atyidae* et les Oligochètes (Tableau 4).

Le coefficient de similitude (Cs) de Sorensen est plus élevé pour autres macrophytes-*A. pinnata* (Cs=22,86%) que celui *A. pinnata*-vase (Cs=7,69%) et celui autres macrophytes-vase (Cs=3,03%).

La détermination de la fréquence d'occurrence (F) montre que sur les 53 familles de macroinvertébrés identifiées, 23 sont très fréquentes ($F \geq 50\%$), 11 sont fréquentes ($25\% \leq F < 50\%$) et 19 sont rares ($0\% < F < 25\%$) dans les échantillons (Tableau 5).

L'indice de diversité de Shannon varie d'une part en fonction du type d'habitat et d'autre part en fonction de la période de collecte des macroinvertébrés (Figure 2). Ainsi, les valeurs les plus faibles de cet indice, ont été obtenues au mois d'octobre pour *A.*

pinnata et les autres macrophytes et au mois de novembre pour la vase. Les plus fortes valeurs de cet indice, ont été observées au mois de mars pour les autres macrophytes et la vase et au mois de novembre pour *A. pinnata* (Figure 2). Aucune différence significative ($p < 0,05$) n'a été observée entre les 3 types d'habitats, en terme de diversité selon l'indice de diversité de Shannon. Les valeurs moyennes de cet indice sont de 1,86 pour autres macrophytes, 1,84 pour *A. pinnata* et 1,42 pour la vase.

Répartition des macroinvertébrés en fonction de leur affinité pour les types habitats

L'affinité des familles pour les types d'habitats a été évaluée à travers deux Analyses Factorielles des Correspondances (AFC).

Une première AFC qui traite à la fois de l'affinité des individus adultes et immatures trouvés dans les différents habitats (Figure 3). Les familles qui ont été choisies pour l'interprétation, sont celles qui ont une grande affinité pour l'habitat considéré. Ainsi, les *Carabidae*, les *Hydraenidae*, les *Ephydriidae*, les *Rhagionidae*, les *Tipulidae*, les *Gryllothalpidae*, les *Psychomyiidae* et les *Heteroceridae* ont eu une grande affinité pour la vase. Les familles des *Noctuidae*, des *Ceratopogonidae*, des *Dryopidae*, des Oligochètes, des *Hydrophilidae*, des *Hydrochidae*, des Ostracodes, des Hydracariens, des *Lymneidae* et des *Mesoveliidae* ont une grande affinité pour *A. pinnata*. Les familles qui ont une affinité pour les autres macrophytes sont celles des *Hirudinae*, *Physidae*, des *Planorbidae*, des *Atyidae*, des Clodocères, des *Corduliidae*, des *Lestidae*, des *Coenagrionidae*, des *Pyrilidae*, des *Veliidae*, des *Saldidae*, des *Pleidae*, des *Notonectidae*, des *Nepidae*, des *Hydrometridae*, des *Hebridae*, des *Gerridae*, des *Corixidae*, des *Belostomatidae*, des *Isonychiidae*, des *Ephemeralidae*, des *Caenidae*, des *Stratiomyidae*, des *Culicidae*, des *Canaceidae*, des *Isotomidae*, des *Gyrinidae*, des *Elmidae*, et des *Dytiscidae*.

La seconde AFC traite uniquement des individus immatures collectées (figure 4). Les

familles qui ont été choisies pour l'interprétation, sont celles qui ont une grande affinité pour l'habitat considéré. Ainsi, les familles des *Psychomyidae*, des *Gryllothalpidae*, des *Ephydriidae*, des *Tupilidae* et des *Rhagionidae* ont une très grande affinité pour la vase. Les familles des *Ceratopogonidae*, des *Noctuidae*, des

Noteridae et des *Tabanidae* ont une affinité pour *A.pinnata*. Les familles des *Caenidae*, *Atyidae*, *Elmidae*, *Coenigrionidae*, *Dytiscidae*, *Canaceidae*, *Culicidae*, *Isonychiidae*, *Pyralidae*, *corduliidae*, *Lestidae* et des *Hirudinae* ont une affinité pour les autres macrophytes.

Tableau 1 : Température et pH obtenus lors de la collecte en fonction des trois d'habitats.

Habitat	Température (°C)			pH		
	Moyenne	Mini	Maxi	Moyenne	Mini	Maxi
Surface libre	26,72 ± 1,38	25,00	28,00	7,02 ± 0,58	6,40	8,19
Autres macrophytes	26,46 ± 2,99	22,30	29,60	7,03 ± 0,51	6,23	8,21
<i>Azolla pinnata</i>	26,48 ± 2,39	22,40	29,30	7,28 ± 0,70	6,45	7,64

Tableau 2 : Profondeur et transparence mesurées pendant la période d'étude.

Paramètres (cm)	Moyenne	Mini	Maxi
Profondeur	151,00 ± 36,47	110,00	190,00
Transparence	104,50 ± 30,13	85,00	157,50

Tableau 3 : Effectifs et fréquence des classes de macroinvertébrés des trois types d'habitats.

Classe	<i>A. pinnata</i>		Autres macrophytes		Vase	
	Effectif	Fréquence (%)	Effectif	Fréquence (%)	Effectif	Fréquence (%)
Insectes	2396	84,28	1267	64,25	360	87,59
Oligochètes	305	10,73	50	2,54	42	10,22
Gastéropodes	88	3,10	259	13,13	8	1,95
Crustacés	53	1,86	396	20,10	1	0,24
Hydracariens	1	0,04	0	0	0	0

Tableau 4 : Nombre d'individus par famille de macroinvertébrés collectés par habitat.

Ordre/Sous ordre	Famille	Habitat			Total
		Autres macrophytes	A. pinnata	Vase	
Coléoptères	<i>Carabidae</i>	0	0	3	3
	<i>Dryopidae</i>	1	9	1	11
	<i>Dytiscidae</i>	232	171	16	419
	<i>Elmidae</i>	20	6	2	28
	<i>Gyrinidae</i>	4	0	0	4
	<i>Heteroceridae</i>	0	1	2	3
	<i>Hydraenidae</i>	20	69	142	231
	<i>Hydrochidae</i>	1	12	0	13
	<i>Hydrophilidae</i>	110	994	31	1135
	<i>Noteridae</i>	297	635	6	938
	<i>Spercheidae</i>	2	2	0	4
Collemboles	<i>Isotomidae</i>	1	0	0	1
Diptères	<i>Canaceidae</i>	1	0	0	1
	<i>Ceratopogonidae</i>	14	69	7	90
	<i>Chironomidae</i>	53	90	114	257
	<i>Culicidae</i>	3	0	0	3
	<i>Ephydriidae</i>	0	0	5	5
	<i>Rhagionidae</i>	0	0	1	1
	<i>Stratiomyidae</i>	7	2	0	9
	<i>Tabanidae</i>	3	23	10	36
	<i>Tipulidae</i>	0	0	5	5
Ephéméroptères	<i>Caenidae</i>	40	0	1	41
	<i>Ephemerelidae</i>	6	4	0	10
	<i>Isonychiidae</i>	1	0	0	1
Hétéroptères	<i>Belostomatidae</i>	44	9	2	55
	<i>Corixidae</i>	21	0	0	21
	<i>Gerridae</i>	9	4	0	13
	<i>Hebridae</i>	1	0	0	1
	<i>Hydrometridae</i>	1	0	0	1
	<i>Mesoveliidae</i>	0	1	0	1
	<i>Naucoridae</i>	63	92	0	155
	<i>Nepidae</i>	2	0	0	2
	<i>Notonectidae</i>	1	0	0	1
	<i>Pleidae</i>	265	180	0	445
	<i>Saldidae</i>	1	0	0	1
	<i>Veliidae</i>	4	2	0	6
Lépidoptères	<i>Noctuidae</i>	0	15	3	18
	<i>Pyralidae</i>	1	0	0	1

Odonates	<i>Coenagrionidae</i>	27	0	0	27
	<i>Corduliidae</i>	2	0	0	2
	<i>Lestidae</i>	4	0	0	4
	<i>Lubellulidae</i>	5	6	7	18
Othoptères	<i>Gryllothalpidae</i>	0	0	1	1
Trichoptères	<i>Psychomyiidae</i>	0	0	1	1
Cladocères	NA	1	0	0	1
Decapodes	<i>Atyidae</i>	393	0	0	393
Ostracodes	NA	2	53	1	56
Gastéropodes	<i>Lymnaeidae</i>	0	6	0	6
	<i>Planorbidae</i>	85	35	5	125
	<i>Physidae</i>	174	47	3	224
Achètes	<i>Hirudinae</i>	1	0	0	1
Oligochètes	NA	49	305	42	396
Hyracariens	NA	0	1	0	1

Légende : NA : Non applicable

Tableau 5 : Fréquence d'occurrence des différentes familles de macroinvertébrés récoltées au cours de l'échantillonnage.

Famille	Fréquence d'occurrence
<i>Carabidae</i>	++
<i>Dryopidae</i>	+++
<i>Dytiscidae</i>	+++
<i>Elmidae</i>	+++
<i>Gyrinidae</i>	+
<i>Heteroceridae</i>	+
<i>Hydraenidae</i>	+++
<i>Hydrochidae</i>	+++
<i>Hydrophilidae</i>	+++
<i>Noteridae</i>	+++
<i>Spercheidae</i>	++
<i>Isotomidae</i>	+
<i>Canaceidae</i>	+
<i>Ceratopogonidae</i>	+++
<i>Chironomidae</i>	+++
<i>Culicidae</i>	++
<i>Ephydriidae</i>	+
<i>Rhagionidae</i>	+
<i>Stratiomyidae</i>	++

<i>Tabanidae</i>	+++
<i>Tipulidae</i>	++
<i>Caenidae</i>	++
<i>Ephemeralidae</i>	++
<i>Isonychiidae</i>	+
<i>Belostomatidae</i>	+++
<i>Corixidae</i>	+++
<i>Gerridae</i>	+++
<i>Hebridae</i>	+
<i>Hydrometridae</i>	+
<i>Mesoveliidae</i>	+
<i>Naucoridae</i>	+++
<i>Nepidae</i>	++
<i>Notonectidae</i>	+
<i>Pleidae</i>	+++
<i>Saldidae</i>	+
<i>Veliidae</i>	+++
<i>Noctuidae</i>	+++
<i>Pyralidae</i>	+
<i>Coenagrionidae</i>	+++
<i>Corduliidae</i>	++
<i>Lestidae</i>	++
<i>Lubellulidae</i>	+++
<i>Gryllothalpidae</i>	+
<i>Psychomyidae</i>	+
Cladocères	+
<i>Atyidae</i>	+++
Ostracodes	++
<i>Lymnaeidae</i>	+
<i>Planorbidae</i>	+++
<i>Physidae</i>	+++
<i>Hirudinae</i>	+
Oligochètes	+++
Hyracariens	+

Légende : + : F ≠ 0% et inférieur à 25% (taxons rares) ; ++ : 25% ≤ F < 50% (taxons fréquents) ; +++ : F ≥ 50% (taxons très fréquents)

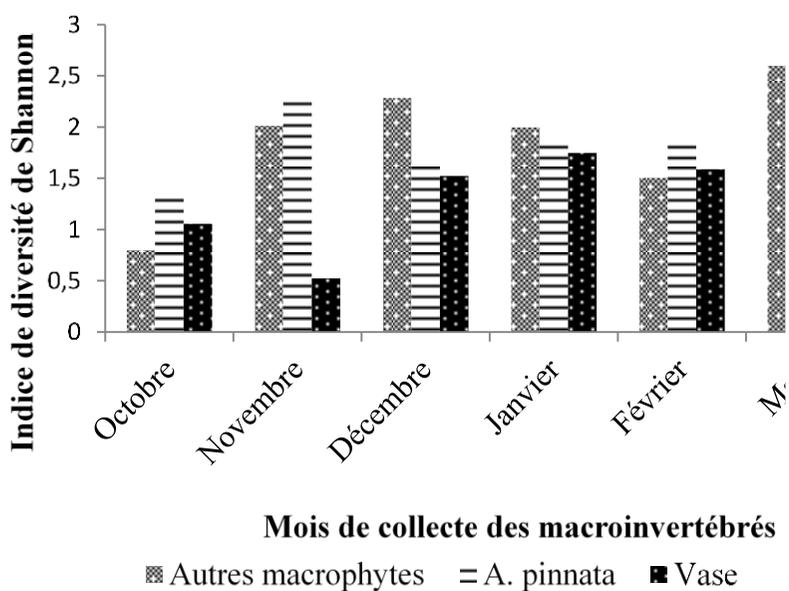


Figure 2 : Indice de diversité de Shannon des trois types d’habitats en fonction des mois de collecte des macroinvertébrés.

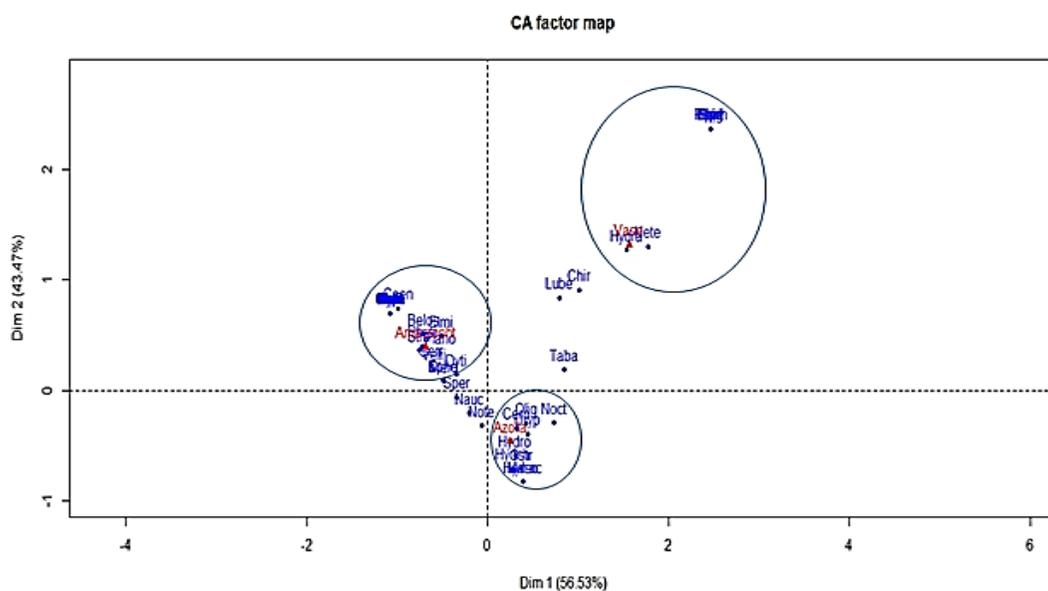


Figure 3: AFC de la répartition des macroinvertébrés adultes et immatures par rapport aux habitats.
Légende : Carabidae : Cara, Dryopidae : Dryp, Dytiscidae : Dyti, Elmidae : Elmi, Gyrinidae : Gyri, Heteroceridae : Hete, Hydraenidae : Hydra, Hydrochidae : Hydch, Hydrophilidae : Hydro, Noteridae : Note, Spercheidae : Sper, Isotomidae : Isot, Canaceidae : Cana, Ceratopogonidae : Cera, Chironomidae : Chiro, Culicidae : Culic, Ephryidae : Ephry, Rhagionidae : Rhig, Stratiomyidae : Strat, Tabanidae : Taba, Tipulidae : Tipul, Caenidae : Caen, Ephemeralidae : Epher, Isonychiidae : Isony, Belostomatidae : Belos, Corixidae : Cori, Gerridae : Gerr, Hebridae : Hebr, Hydrometridae : Hydr, Mesoveliidae : Meso, Naucoridae : Nauc, Nepidae : Nepi, Notonestidae : Noto, Pleidae : Pleid, Saldidae : Sald, Veliidae : Velii, Noctuidae : Noctu, Pyralidae : Pyra, Coenagrionidae : Coeni, Corduliidae : Cordi, Lestidae : Lesti, Lubellulidae : Lubel, Gryllothalpidae : Gryllo, Psychomyiidae : Psych, Cladocères : Clad, Atyidae : Atyi, Ostracodes : Ostr, Lymnaeidae : Lymn, Planorbidae : Plano, Physidae : Physi, Hirudinae : Hurid, Oligochète : Olig, Hydrachariens : Hydrac.

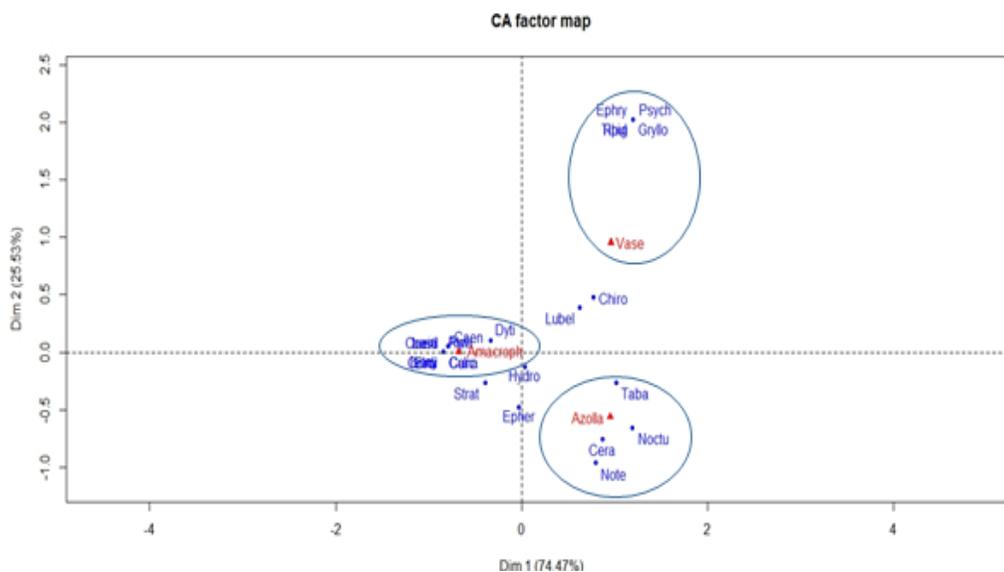


Figure 3: AFC de la répartition des macroinvertébrés immatures des macroinvertébrés par rapport aux habitats.

Légende : Dytiscidae : Dyti, Elmidae : Elmi, Hydrophilidae : Hydro, Noteridae : Note, Canaceidae : Cana, Ceratopogonidae : Cera, Chironomidae : Chiro, Culicidae : Culic, Ephrydidae : Ephry, Rhagionidae : Rhig, Stratiomyidae : Strat, Tabanidae : Taba, Tipulidae : Tipul, Caenidae : Caen, Ephemelidae : Epher, Isonychiidae : Isony, Noctuidae : Noctu, Pyralidae : Pyra, Coenagrionidae : Coeni, Corduliidae : Cordi, Lestidae : Lesti, Lubellulidae : Lubel, Gryllothalpidae : Gryllo, Psychomyiidae : Psych, Atyidae : Atyi, Hirudinae : Hurid, Oligochète : Olig.

DISCUSSION

Les valeurs de pH enregistrés durant cette étude ont varié entre 6,23 et 8,21. Ces valeurs de pH proches de neutralité, favoriseraient une bonne composition de macroinvertébrés, en témoigne le nombre de familles identifiées dans la zone étude (53 familles). En effet, Ohtaka et al. (2011) ont montré dans leur étude menée sur le lac Tonle Sap au Cambodge que les valeurs de pH comprises entre 6,6 et 8,5 favoriseraient la prolifération des macroinvertébrés par rapport aux pH acides compris entre 2,9 et 4,5.

Parmi les macroinvertébrés récoltés, la classe des Insectes a été la plus abondante et la plus diversifiée. Ils ont représenté à cet effet 76,98% du total des macroinvertébrés récoltés. Ce même constat a été fait par Kabré et al. (2002), Sanogo (2014) et Kaboré (2016) qui ont rapporté que les Insectes sont les communautés les plus dominantes dans les plans d'eau au Burkina Faso. En effet, Kabré et

al. (2002) ont trouvé 67,52% d'Insectes dans le lac de barrage de la Comoé, Sanogo (2014) en ont trouvé 85,74% dans la mare aux hippopotames et les retenues hydro-agricoles de Bama et Boura et Kaboré (2016) en ont répertorié 95% dans le fleuve de la Volta et le lac de barrage de la Comoé. Ces résultats montrent l'abondance et l'importance de cette classe de macroinvertébrés dans les plans d'eau du Burkina Faso. Plus de la moitié de cette classe de macroinvertébrés est représentée par l'ordre des Coléoptères avec 69,33% au niveau de ces trois habitats, avec 79,26% au niveau de *A. pinnata*, 54,22% au niveau des autres macrophytes et 56,39% au niveau de la vase. Dans ses travaux sur le même plan d'eau, Sanogo (2014) a montré que les Coléoptères étaient dominants dans la classe des Insectes avec 71,13%.

Durant cette étude, un total de 5226 individus a été collecté. Ils sont répartis en 53 familles et 13 ordres. Les études de Sanogo

(2014), menées sur le même site sur une période différente de celle de la présente étude, lui ont permis de récolter 6666 individus répartis en 33 familles et dans 8 ordres. Les études de Kaboré (2016) dans le fleuve de la volta et le lac de barrage de la Comoé, ont permis d'identifier 57 familles de macroinvertébrés réparties dans 8 ordres. Ces différents résultats montrent que, d'une part les plans d'eau au Burkina Faso connaissent une grande diversité de macroinvertébrés et d'autre part que la distribution de ces macroinvertébrés dépend de la période et de la zone d'étude. Contrairement à Alhou et al. (2009) qui ont récolté 36 taxons au niveau du fleuve Niger (au Niger pays sahélien comme le Burkina Faso). De meilleurs résultats se rencontrent avec Foto et al. (2010), qui ont enregistré sur un site de référence au Cameroun qui est un pays plus arrosé que le Burkina Faso, 59 familles de macroinvertébrés. Néanmoins, on constate une faible quantité de familles (29 familles) dans les travaux de Yoboué et al. (2018) au niveau de la Côte d'Ivoire. Cependant, Abubakar et al. (2013) au Nigéria sur le lac Nguru qui est un site RAMSAR, ont identifié 7 espèces de macroinvertébrés réparties entre les Mollusques, les Insectes, les Annélides et les Nématodes. Cette disparité pourrait s'expliquer en partie par la nature du substrat sur lequel vivent les macroinvertébrés.

Dans la présente étude, les Hétéroptères et les Coléoptères ont dominé qualitativement (familles) toute la communauté d'Insectes. Les résultats de cette étude sont en accord avec ceux de Yapo et al. (2014) qui en échantillonnant les macroinvertébrés dans des étangs piscicoles en Côte d'Ivoire, ont constaté que les Hétéroptères et les Coléoptères ont dominé qualitativement toute la communauté d'Insectes. Les résultats ont montré également que les *Chironomidae* représentent la deuxième famille de macroinvertébrés la plus abondante après celle des *Hydraenidae* dans la vase. Cependant, Kabré et al. (2000) et Sanogo (2014) ont montré que les *Chironomidae* sont dominants au niveau du benthos des plans d'eau. Cette différence pourrait être liée au mode d'échantillonnage du benthos dans la vase qui a été faite de la bordure vers le centre

dans la présente étude. Cette méthode permet d'inventorier plus d'individus.

Dans cette étude, il a aussi été constaté que les individus de la famille des *Tabanidae* ont eu une forte affinité pour la plante envahissante *A. pinnata*. Ce résultat est en accord avec ceux de Sanogo et al. (2014) qui ont trouvé que les larves de *Tabanidae* de l'ordre des Diptères sont beaucoup inféodées aux macrophytes. De plus, les Oligochètes ont également été beaucoup retrouvés sur les plantes aquatiques plus particulièrement sur *A. pinnata*. Selon Ogbeibu et Oribhabor (2001), les Oligochètes sont présents quand il y a une pollution organique et une croissance des plantes aquatiques. Ce qui est le cas dans la mare aux hippopotames où la forte prolifération de *A. pinnata* résulterait d'une pollution organique liée aux activités anthropiques.

Des Ephéméroptères et un Trichoptère faisant partie des ETP (Ephéméroptères, Trichoptères, Plécoptères) ont aussi été collectés. Selon Moisan et Pelletier (2008), les espèces appartenant à ces ordres d'Insectes, très sensibles à la pollution, témoignent de par leur abondance dans un cours d'eau, une bonne santé écologique. La présence de ces espèces, montre donc que de manière générale le site maintient son statut de site de référence.

Le coefficient de similitude (Cs) calculé entre autres macrophytes-*A. pinnata*, *A. pinnata*-vase et autres macrophytes-vase était relativement faible (inférieur à 50%). Toutefois, le coefficient de similitude des autres macrophytes-*A. pinnata* a été plus élevé (22,86%). Cette similitude autres macrophytes-*A. pinnata* pourrait s'expliquer par le fait que ces deux habitats sont situés au niveau littoral et sont tous deux des plantes aquatiques.

Conclusion

L'objectif global de cet article était de connaître le rôle écologique de *A. pinnata* dans la structuration des macroinvertébrés au niveau de la mare au hippopotames de Bala au Burkina Faso. Les travaux ont permis d'identifier 53 familles de macroinvertébrés réparties dans 13 ordres et 5 grandes classes. Sur le site d'étude, ces familles étaient réparties de manière

différente selon le type d'habitat. Ainsi, 42 familles ont été identifiées sur les autres macrophytes (*C. demersum*, *N. lotus*, *O. barthii*, *P. stratiotes* et *T. natans*), 28 familles sur *A. pinnata* et 24 familles dans la vase. Sur l'ensemble de ces habitats, les Insectes ont dominé tous les macroinvertébrés échantillonnés avec 76,98%. Plus de la moitié de cette classe est représentée par l'ordre des Coléoptères (69,33%). Les résultats montrent également que *A. pinnata* abrite aussi bien des individus adultes que ceux immatures de macroinvertébrés. Des familles de macroinvertébrés telles que les *Noctuidae*, *Ceratopogonidae*, *Dryopidae*, Oligochètes, *Hydrophillidae*, *Hydrochidae*, Ostracodes, Hydracariens, *Tabanidae*, *Noteridae* (larves), *Lymneidae* et *Mesoveliidae* ont eu une affinité pour cet habitat. Les résultats ont également montré que les familles telles que les *Lymneidae* et *Mesoveliidae* et Hydracariens ont été spécifique à *A. pinnata*. Ces résultats mettent en évidence le rôle écologique important de *A. pinnata* en termes d'habitat et de diversité de macroinvertébrés. La présence des Ephéméroptères et d'un Trichoptère, faisant partie des ETP (Ephéméroptères, Trichoptères, Plécoptères), montre que la mare aux hippopotames de Bala au Burkina Faso a une bonne santé écologique et maintient son statut de site de référence.

CONFLIT D'INTERETS

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale de l'article. Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts lié à l'exploitation des données de la présente étude.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

SS a élaboré le protocole, supervisé les travaux de collecte des données, analysé les données et rédigé l'article. IC a contribué à la rédaction de l'article. SaS a participé à la rédaction et la correction de l'article. EB a collecté les données et participé à la rédaction de l'article. TAK est le superviseur.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la direction régionale de l'environnement des Hauts

Bassins, et les pêcheurs de la mare aux hippopotames pour avoir facilité la collecte des données tout au long de cette étude.

REFERENCES

- Abubakar MM, Balarabe ML, Auta J. 2013. The Association between benthic invertebrates and aquatic macrophytes in a tropical lake, Nguru Lake: a preliminary survey. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, **3**(5): 36-40. DOI : <https://doi.org/10.2989/16085910609503896>
- Alhou B, Micha JC, Dodo A, Awaiss A. 2009. Etude de la qualité physico chimique et biologique des eaux du fleuve Niger à Niamey. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **3**(2): 240-254. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v3i2.44489>
- Béarez P. 2003. La mare aux hippopotames (Burkina Faso) : Aspects hydrobiologiques et halieutiques. ACP-EU Fisheries Research Report, n°114: 98-107.
- Brown DS. 1980. *Freshwater Snails of Africa and their medical Importance* (1st Edition). CRC Press : London.
- Dajoz R. 1985. *Précis d'Ecologie*. Edition Dunod : Paris.
- Dibloni OT. 2011. Impacts des activités anthropiques sur la dynamique de la faune sauvage dans la réserve de biosphère de la Mare aux Hippopotames en zone Sud Soudanienne du Burkina Faso : Cas de l'hippopotame commun (*Hippopotamus amphibius* L.). Thèse de Doctorat unique de l'Université de Ouagadougou. 178p.
- Durand JR, Levêque C. 1981. *Flore et Faune Aquatiques de l'Afrique Sahélo-Soudanienne : tome 2. Insectes et Vertébrés*. ORSTOM : Paris.
- Foto MS, Zebaze TSH, Nyamsi TN, Njiné T. 2010. Macroinvertébrés Benthiques du cours d'eau Nga: Essai de Caractérisation d'un Référentiel par des Analyses Biologiques. *European Journal of Scientific Research*, **43**(1): 96-106.

- Hébert S, Légaré S. 2000. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24. et 3 annexes.
- Peltre MC, Dutartre A, Barbe J, Haury J, Muller S, Ollivier M. 2002. Les proliférations végétales aquatiques en France : Caractères biologiques et écologiques des principales espèces et milieux propices. II. Impact sur les écosystèmes et intérêt pour le contrôle des proliférations. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **365-366**: 259-280. DOI : <http://dx.doi.org/10.1051/kmae:2002035>
- Kaboré I. 2016. Benthic invertebrate assemblages and assessment of ecological status of water bodies in the Sahelo-Soudanian area (Burkina Faso, West Africa). Doctorate of Natural Resources and Life Sciences submitted to the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna Austria, 246p.
- Kabré TA, Diguingué D, Bouda S. 2002. Effet du rétrécissement de la superficie d'eau sur les macroinvertébrés du lac de barrage de la Comoé, Sud-ouest du Burkina Faso. *Science et Technique, série Sciences Naturelles et Agronomie*, **26**(1): 37-49.
- Lafont M. 1983. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales Françaises. 3 : Annélides Oligochètes. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, **4** :107-135.
- Merritt RW, Cummins KW. 1984. *An Introduction to the Aquatic Insects* (2nd edition). KENDALL/HUNT : Debuque
- Moisan J. 2006. *Guide d'Identification des Principaux Macroinvertébrés Benthiques d'Eau Douce du Québec, Surveillance Volontaire des Cours d'Eau Peu Profonds*, Direction de suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des parcs : Québec.
- Moisan J, Pelletier L. 2008. *Guide de Surveillance Biologique basée sur les Macroinvertébrés Benthiques d'Eau Douce du Québec – Cours d'Eau Peu Profonds à Substrat Grossier*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs : Québec.
- Moisan J. 2010. *Guide d'Identification des Principaux Macroinvertébrés Benthiques d'Eau Douce du Québec, 2010 – Surveillance Volontaire des Cours d'Eau Peu Profonds*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs : Québec.
- Ogbeibu AE, Oribhahor BJ. 2001. The ecological impact of stream regulation using benthic macroinvertebrates as indicators. *Journal of Aquatic Sciences* **16**(2): 132-138. DOI: <https://doi.org/10.4314/jas.v16i2.20020>
- Ohtaka A, Narita T, Kamiya T, Katakura H, Araki Y, Im S, Chhay R, Tsukawaki S. 2011. Composition of aquatic invertebrates associated with macrophytes in Lake Tonle Sap, Cambodia. *Limnology*, **12**:137-144. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10201-010-0330-4>
- Sanogo S. 2014. Inventaire des macroinvertébrés de différents plans d'eau du bassin de la Volta en vue de l'identification des taxons bioindicateurs dans un continuum barrage hydroagricole-effluent-fleuve au Burkina Faso. Thèse de doctorat unique en développement rural de l'Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, 157p.
- Sanogo S, Kabré TJA, 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>
- Sass LL, Bozek MA, Hauxwell JA, Wagner K, Knight S. 2010. Response of aquatic macrophytes to human land use perturbations in the watersheds of

- Wisconsin lakes, U.S.A. *Aquatic Botany* **93**: 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2010.02.001>
- Simberloff D, Martin J, Aronson JL, Courchamp F, Galil B, Garcia-Berthou E, Genovesi P, Maris V, Pascal M, Pysek P, Sousa R, Tabacchi E, Vila M, Wardle D. 2013. Impacts of biological invasions—what’s what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, **28** (1): 58-66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>
- Stals R, Moor de IJ. 2007. *Guide to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa, Volume 10: Coleoptera*. Water Research Commission : South Africa.
- Tachet H, Richoux P, Bournaud M, Usseglio-Polatera P. 2000. *Invertébrés d’Eau Douce: Systématique, Biologie, Ecologie*. CNRS EDITIONS: Paris.
- Kamb Tshijik JC, Ndey Ifuta S, Ntumbula Mbaya A, Pwema Kiamfu V. 2015. Influence du substrat sur la répartition des macroinvertébrés benthiques dans un système lotique : cas des rivières Gombe, Kinkusa et Mangengenge. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(2): 970-985. DOI: [10.4314/ijbcs.v9i2.33](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.33)
- UNESCO. 2022. <https://whc.unesco.org/fr/listesindicatives/5655/>, consulté 13 janvier 2023
- Yapo ML, Edia OE, Yte W, Atse BC, Kouassi P. 2014. Diversity and distribution patterns of aquatic insects in fish farm ponds in South Côte d’Ivoire. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, **4**(5): 335-348. DOI: <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/2717>
- Yoboué KP, Aboua BRD, Berté S, Coulibaly JK, Ouattara NI, Kouamelan EP. 2018. Impacts des exploitations piscicoles en cages flottantes sur la structure des macroinvertébrés benthiques de la lagune Ebrié (Côte d’Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **12**(2): 769-780. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i2.12>