

Structure et diversité des macroinvertébrés benthiques de la partie supérieure du fleuve Ouémé au Bénin

**Koudjodé Simon ABAHI^{1*}, Pierre GNOHOSSOU¹, Hervé H. AKODOGBO²,
Zoulkanerou OROU PIAMI¹, Darius ADJE¹, Christelle TCHAOU¹ et 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 : abassabahi@yahoo.fr

Résumé

Ce travail porte sur la structure et la diversité des macroinvertébrés benthiques de la partie supérieure du fleuve Ouémé. Les macroinvertébrés benthiques ont été échantillonnés selon le protocole de l'indice biologique global normalisé (IBGN), dans quatre (04) stations. La structure des communautés benthiques a été étudiée grâce aux indices de Shannon et de Piélu. Une analyse Canonique de Correspondances (ACC) a été réalisée pour caractériser la communauté des macroinvertébrés. Les résultats montrent que les macroinvertébrés récoltés (3657 individus) appartiennent à 24 familles et 13 ordres. Cette macrofaune est constituée de 85,23 % d'insectes, 13,43 % de vers et 0,90 % de mollusques. Les familles des chironomidae, ceratopogonidae et lumbriculidae sont les plus fréquentes et les plus abondantes sur toutes les stations. Les valeurs des indices de Shannon et de Piélu obtenues ont été faibles. La distribution des macroinvertébrés a été fortement influencée par la transparence et la profondeur. La prépondérance des trois familles de macroinvertébrés polluo-résistants (chironomidae, ceratopogonidae et lumbriculidae) traduit une mauvaise qualité de l'eau de l'Ouémé supérieur. De même, les indices de diversité et d'équitabilité indiquent que la communauté des macroinvertébrés de l'Ouémé supérieur est très déséquilibrée et peu diversifiée. Ces résultats jettent des bases pour toute action de biosurveillance de la qualité écologique des eaux de ce fleuve.

Mots-clés : *variables environnementales, macroinvertébrés, biodiversité, biotypologie, Ouémé.*

Abstract

Structure and macroinvertebrate benthic diversity in upper Ouémé River, Benin

This work focuses on the structure and diversity of benthic macroinvertebrates in the upper Ouémé River. The benthic macroinvertebrates were sampled according to the Standard Global Biological Index (IBGN) protocol at four (04) stations. The structure of benthic communities has been studied using Shannon and Piélu indices. A Canonical Correspondence Analysis (CCA) was conducted to characterize the macroinvertebrate community. The results show that the macroinvertebrates harvested (3.657 individuals) belong to 24 families and 13 orders. This macrofauna consists of 85.23 % insects, 13.43 % worms and 0.90 % molluscs. The families of chironomidae, ceratopogonidae and lumbriculidae are the most frequent and abundant on all stations. The values of the Shannon and Piélu indices obtained were low. The distribution of macroinvertebrates was strongly influenced by transparency and depth. The preponderance of the three families of pollution-resistant macroinvertebrates (chironomidae, ceratopogonidae and lumbriculidae) indicates a poor water quality in the upper Ouémé. Similarly, the diversity and evenness indices indicate that the macroinvertebrate community of the upper Ouémé is highly unbalanced and poorly diversified. These results provide a basis for any action of ecological quality surveillance of the waters of this river.

chironomidae, ceratopogonidae and lumbriculida are the most frequent and the most abundant on all the stations. The values of the Shannon and Piélou indices obtained were low. The distribution of macroinvertebrates was strongly influenced by transparency and depth. The preponderance of the three families of polluo-resistant macroinvertebrates (chironomidae, ceratopogonidae and lumbriculidae) reveals indicates the poor water quality of the water in upper Ouémé. Similarly, the indices of diversity and equitability show indicate that the macroinvertebrate community of upper Ouémé is very unbalanced and undiversified. These results lay the foundation for any biomonitoring action of the ecological quality of the waters of this river.

Keywords : *environmental variables, macroinvertebrates biodiversity, biotypology, Ouémé.*

1. Introduction

Le Bénin dispose d'un vaste réseau assez important de cours d'eau plus ou moins permanents [1], répartis sur l'ensemble du pays. A cause de l'explosion démographique, de l'intensification agricole et du développement économique, le fleuve Ouémé, comme la majorité des cours d'eau du pays, subit diverses perturbations [1]. En effet, le flux des polluants anthropiques ont des répercussions sur la vie des écosystèmes aquatiques, sur la chaîne trophique et sur la santé des êtres humains [2]. Dans ces conditions, il paraît nécessaire de s'intéresser à l'état de santé du fleuve Ouémé pour sa gestion durable. Or, la conservation des écosystèmes nécessite un contrôle permanent de leur état de santé [3] et la mise en place d'un dispositif de surveillance avec des moyens efficaces de bioindication. Les macroinvertébrés sont reconnus comme de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat [4]. Eu égard à cette importance, la faune benthique suscite déjà au Bénin une attention particulière et fait objet d'étude dans nos cours d'eau. Beaucoup de travaux ont été réalisés sur des macroinvertébrés de certains écosystèmes : on peut citer, entre autre, les peuplements de macroinvertébrés benthiques de la lagune côtière du Sud Bénin [5] ; l'inventaire, la biodiversité, la caractérisation des peuplements de macroinvertébrés [6, 7] et leur utilisation pour évaluer la qualité de l'eau [8]. Cependant, notre connaissance reste toujours limitée, car aucune de ces études antérieures, ne met en exergue les taxons de macroinvertébrés benthiques d'intérêt écologique de la partie supérieure du fleuve Ouémé. L'objectif de cette étude est de caractériser la structure et la diversité des macroinvertébrés benthiques de la partie supérieure du fleuve Ouémé.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude et stations d'échantillonnage

Le fleuve Ouémé situé entre 6°30' et 10° de latitude Nord et 0°52' et 3°05' de longitude Est, est long de 510 km. Il prend sa source dans les monts de Tanéka et reçoit deux principaux affluents, l'Okpara (200 km) et le Zou (150 km). L'Ouémé traverse plusieurs zones agroécologiques et alimente en aval, par une zone deltaïque, le système lagunaire lac Nokoué-lagune de Porto-Novo [9]. Pour le choix des stations, une visite exploratoire a été faite d'amont en aval sur la partie supérieure du fleuve Ouémé et a permis de retenir 04 stations (Tanéka-Koko, Affon, Bétérou et Atchakpa) accessibles en toute saison (*Figure 1*). Elles ont été choisies en fonction de la pérennité de l'eau, de l'altitude, de l'accessibilité en toute saison, de la profondeur (moins d'un mètre) et de la vitesse du courant d'eau (assez faible).

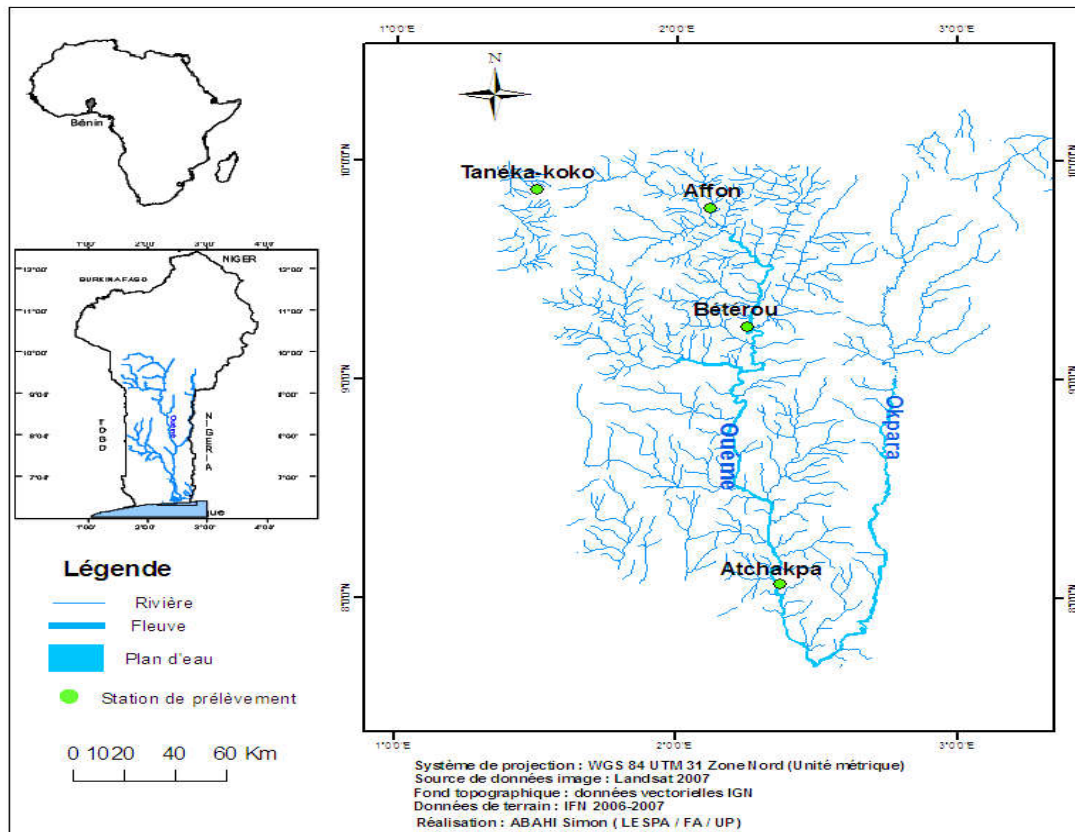


Figure 1 : Carte géographique de la partie supérieure du Fleuve Ouémé supérieur montrant les stations

2-2. Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau

A chaque station, la mesure des paramètres physico-chimiques tels que : la température, la profondeur, la transparence, la conductivité, le TDS et le pH a été effectuée in situ entre 8 heures et 12 heures avant l'échantillonnage des macroinvertébrés pour éviter toutes perturbations du milieu pouvant biaiser les résultats. Pour ces mesures, nous avons utilisé : un disque de Secchi de fabrication locale pour la mesure de la transparence de l'eau (Transp en cm) et la profondeur (Prof en cm) ; un conductivimètre électronique portable (HANNA HI 99300) pour la mesure de la conductivité (Cond en $\mu\text{S}/\text{cm}$), du TDS (en mg/L) et la température (Temp en $^{\circ}\text{C}$) et un pHmètre portable (HANNA HI 98107) pour la mesure du pH.

2-3. Échantillonnage des macroinvertébrés

Sur les (04) quatre stations, les macroinvertébrés ont été échantillonnés en basses eaux à l'aide d'un filet Surber de vide de maille de $100\mu\text{m}$. Douze prélèvements d'une surface unitaire de $0,05\text{ m}^2$ ont été réalisés par station : (08) huit prélèvements sur les habitats dominants et (04) sur les habitats marginaux selon le protocole de la norme IBGN [10]. Les organismes collectés sont fixés au formaldéhyde 5 % dans des bocaux étiquetés et sont transportés au laboratoire.

2-4. Identification des macroinvertébrés

Au laboratoire, les macroinvertébrés échantillonnés ont été rincés, triés et identifiés. La reconnaissance des organismes a été faite sous une loupe binoculaire. Au cours de cette opération, les macroinvertébrés ont été séparés et regroupés par taxon de la classe jusqu'à la famille sauf pour les Oligochètes, les Némathelminthes,

les Hydracariens, les Hydrozoaires, les Spongiaires, les Bryozoaires et les Némertiens qui restent au niveau taxonomique précité [10]. L'identification des spécimens s'est effectuée à l'aide des clés d'identification suivantes : les Macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie [11], le Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec [12] ; les invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie [13] et l'aquatic entomology [14]. Après identification, les échantillons ont été conservés dans l'alcool au laboratoire dans des piluliers et une liste faunistique par station a été établie.

2-5. Méthodes d'analyses des données

2-5-1. Méthodes biocénotiques

La richesse taxonomique, les abondances des groupes taxonomiques, la fréquence d'observation, les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélu ont été déterminés. La fréquence d'observation (FO) des familles est le rapport entre le nombre de station où la famille est présente par le nombre total de stations étudiées. Les familles "très fréquentes" ont une fréquence d'observation supérieure ou égale à 50 % ; les familles "fréquentes" ont une fréquence d'observation comprise entre 25 et 50 % et les familles "rares" ont une fréquence d'observation inférieure à 25 %. L'indice de diversité de Shannon (H') a été calculé selon la **Formule** [15] :

$$H' = - \sum p_i (\log_2) p_i \quad (1)$$

avec, p_i l'abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon, qui est $p_i = \frac{N_i}{N}$; N_i : nombre d'individus d'un taxon donné, i allant de 1 à S (nombre total de taxons) ; N : nombre total d'individus. H' est exprimé en bits.

L'indice d'Equitabilité (E) de Piélu [16] qui est le rapport de la diversité réelle à la diversité maximale a été calculé par la **Formule** :

$$E = \frac{H'}{(\log_2)S} \quad (2)$$

avec, S la richesse spécifique.

Les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélu ont été calculés avec le logiciel R3.4.2 [17].

2-5-2. Méthodes statistiques

La variabilité de la richesse taxonomique, de l'abondance, des indices de diversité et des paramètres physico-chimiques a été évaluée avec le test de Kruskal-Wallis au seuil de 5 % avec le logiciel R3.4.2. L'analyse canonique de correspondances (ACC) a été réalisée à l'aide du logiciel Past [18] pour mettre en correspondance les données biotiques et les données abiotiques obtenues pendant l'échantillonnage.

3. Résultats

3-1. Qualité physico-chimique des eaux de l'Ouémé supérieur

Le **Tableau 1** présente les valeurs moyennes des (06) six paramètres physico-chimiques de la qualité des eaux dans les stations d'études. L'analyse des températures mesurées au niveau des différentes stations

révèle que la station de Bétérou a la température la plus élevée et la station d’Affon a la plus petite valeur de température. L’eau de la station de Bétérou est la plus basique et viennent ensuite les stations de Atchakpa et de Tanéka-koko alors que l’eau de la station d’Affon est acide. La transparence décroît de l’amont vers l’aval du cours d’eau. En effet, la valeur maximale de transparence s’observe à Tanéka-koko (Amont) et la valeur minimale est enregistrée sur la station d’Atchakpa (Aval). La profondeur la plus élevée a été obtenue sur la station d’Affon ($20,5 \pm 6,3$ cm) tandis que la valeur la plus faible ($18,3 \pm 4,1$ cm) a été relevée sur la station d’Atchakpa. Les valeurs de conductivité observées varient entre $25,3 \pm 4,7$ μ S/cm et $310 \pm 0,2$ μ S/cm. La conductivité la plus élevée a été relevée sur la station d’Affon et la plus faible est obtenue sur la station de Tanéka-koko. Le taux de solides dissous décrit une évolution similaire que celle de la conductivité. Ainsi, les valeurs de TDS les plus élevées sont observées sur les stations d’Affon et de Bétérou et la plus faible valeur de TDS est enregistrée sur la station de Tanéka-koko. De façon générale, les paramètres physico-chimiques de qualité des eaux soumis au test de Kruskal-Wallis ne révèlent aucune différence significative entre les stations ($p > 0,05$).

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques de l’eau de l’Ouémé supérieur

Stations	Tanéka-koko	Affon	Bétérou	Atchakpa
Température (°C)	$33,5 \pm 2$	$28,7 \pm 0,8$	$35,3 \pm 1,7$	$33,1 \pm 1,3$
PH	$7,2 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,1$	$7,3 \pm 0,2$	$7,2 \pm 0,1$
Transparence (cm)	$19,9 \pm 7,4$	$18 \pm 2,8$	$17,4 \pm 6,5$	$17,3 \pm 4,1$
Profondeur (cm)	$20,1 \pm 7,4$	$20,5 \pm 6,3$	$20,3 \pm 10$	$18,3 \pm 4,1$
Conductivité (μ S/cm)	$25,3 \pm 4,7$	$310 \pm 0,2$	$260,6 \pm 90$	$100,6 \pm 16,1$
TDS (ppm)	$12,4 \pm 2,3$	$154,5 \pm 0,7$	$132,7 \pm 38,1$	$51,1 \pm 7,4$

3-2. Macroinvertébrés benthiques collectés au niveau de l’Ouémé supérieur

L’étude a permis de recenser sur l’ensemble des (04) quatre stations 3657 macroinvertébrés appartenant à 3 groupes faunistiques (Annélides, Mollusques, Arthropodes), 24 familles et 13 ordres (**Tableau 2**). Cette faune aquatique est dominée par la classe des insectes (85,23 %), suivie par la classe des vers (13,43 %). Les mollusques représentent 0,90 % de l’effectif total des macroinvertébrés alors que les crustacés (0,16 %) et les arachnides (0,27 %) sont les communautés marginales. Par ailleurs, l’ordre des Diptères est le plus diversifié avec (04) quatre familles et le plus abondant (81,65 %). Les Chironomidae (67,35 %) et les Ceratopogonidae (12,36 %) constituent les familles les plus importantes des Diptères et de toutes les familles échantillonnées (**Tableau 2**).

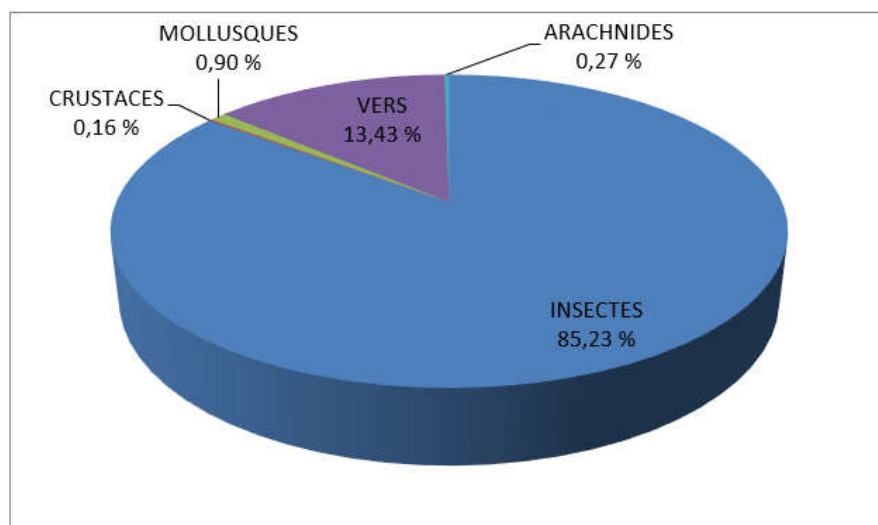


Figure 2 : Répartition quantitative des différentes classes de macroinvertébrés capturés

3-3. Fréquence d'occurrence des macroinvertébrés

Le **Tableau 2** révèle que les familles fréquentes occupent respectivement 37,5 % de la richesse totale tandis que, les familles très fréquentes représentent 62,5 % de la richesse totale des macroinvertébrés échantillonnés. Par ailleurs, les familles dont la fréquence d'occurrence est égale à 100 sont majoritairement les polluo-tolérantes comme : les Ceratopogonidae, les Chironomidae et les Lumbriculidae.

Tableau 2 : Richesse taxonomique, abondance relative et fréquence d'occurrence des différents taxons de macroinvertébrés collectés

Classes	Ordres	Familles	Abondance relative (%)	Fréquence d'occurrence (%)
Insectes	Pléocoptères	Perlidae	0,03	25
		Perlodidae	0,03	25
	Trichoptères	Philopotamidae	0,08	50
		Rhyacophilidae	0,41	25
	Éphéméroptères	Caenidae	0,33	50
		Baetidae	0,93	75
		Potamanthidae	0,25	25
	Hétéroptères	Notonectidae	0,33	50
	Coléoptères	Curculionidae	0,03	25
		Dytiscidae	0,44	50
		Hydrophilidae	0,05	50
	Diptères	Ceratopogonidae	12,36	100
		Chaoboridae	0,11	25
		Chironomidae	67,35	100
		Culicidae	1,83	50
Odonates	Calopterygidae	0,03	25	
	Libellulidae	0,66	100	
Crustacés	Amphipodes	Gammaridae	0,16	25
Mollusques	Bivalves	Sphaeriidae	0,14	75
		Hydrobiidae	0,74	75
	Gastéropodes	Limnaeidae	0,03	25
		Oligochètes	Lumbriculidae	11,81
Némathelminthes	Nématodes	1,61	75	
Arachnides	Hydracariens	Hydracariens	0,27	75

3-4. Variation spatiale de la richesse et de l'abondance taxonomique

L'abondance taxonomique maximale a été relevée sur la station de Bétérou (1108 individus) et l'abondance taxonomique minimale est observée sur la station d'Atchakpa (759 individus) (**Figure 3**). Les stations d'Atchakpa et de Tanéka-koko ont enregistré la richesse taxonomique la plus élevée (15 familles) tandis que la plus faible richesse taxonomique a été relevée sur la station d'Affon (10 familles).

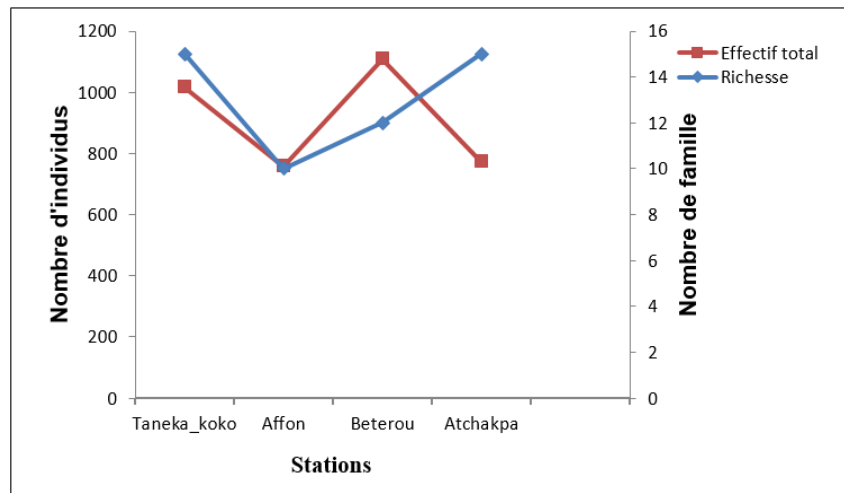


Figure 3 : *Évolution spatiale de la richesse et de l'abondance taxonomique des macroinvertébrés de l'Ouémé supérieur*

3-5. Variation structurale de la population des macroinvertébrés

La **Figure 4** présente l'évolution spatiale des indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélou. Elle indique que l'indice de diversité de Shannon décroît globalement d'amont vers l'aval du cours d'eau. En effet, la valeur maximale de l'indice de Shannon s'observe à Affon (1,22 bits) tandis que la valeur minimale est observée à Atchakpa (0,62 bits). De même, l'indice d'équitabilité de Piélou décrit une évolution similaire à celle de l'indice de Shannon. L'analyse des indices soumis au test de Kruskal-Wallis ne révèle aucune différence significative entre les stations ($p > 0,05$).

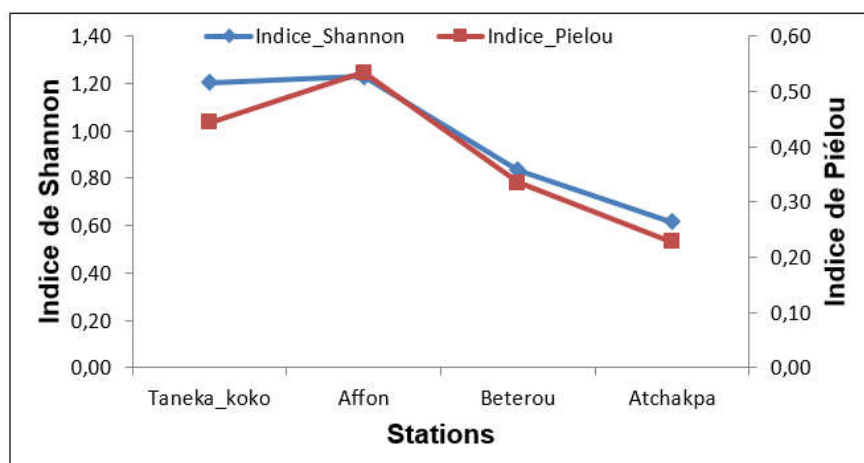


Figure 4 : *Évolution spatiale des indices de diversité et d'équitabilité des macroinvertébrés de l'Ouémé supérieur*

3-6. Relations entre les macroinvertébrés et leurs habitats

Une analyse canonique de correspondance (ACC) a été réalisée entre les paramètres physico-chimiques et les densités des macroinvertébrés (**Figure 5**). Les informations contenues dans les variables sont contrôlées à 81,471 % par le système des axes 1 et 2. Le premier axe est positivement et fortement corrélé à la profondeur alors que le second axe est positivement corrélé à la transparence. Ainsi, la transparence et la profondeur sont les facteurs qui influencent plus la variation des macroinvertébrés. Sur l'axe 1, une forte corrélation

positive s'observe entre les Philopotamidae, les Notonectidae, les Nématodes et la profondeur. Mais cette association est corrélée négativement sur l'axe 2. Par ailleurs, sur l'axe 1, entre les Calopterygidae, les Chaoboridae, les Rhyacophilidae, les Caenidae, les Hydrophilidae et le pH, on observe une association négative. De plus, sur l'axe 2, une forte corrélation positive s'observe entre les Gammaridae, les Curculionidae et la transparence.

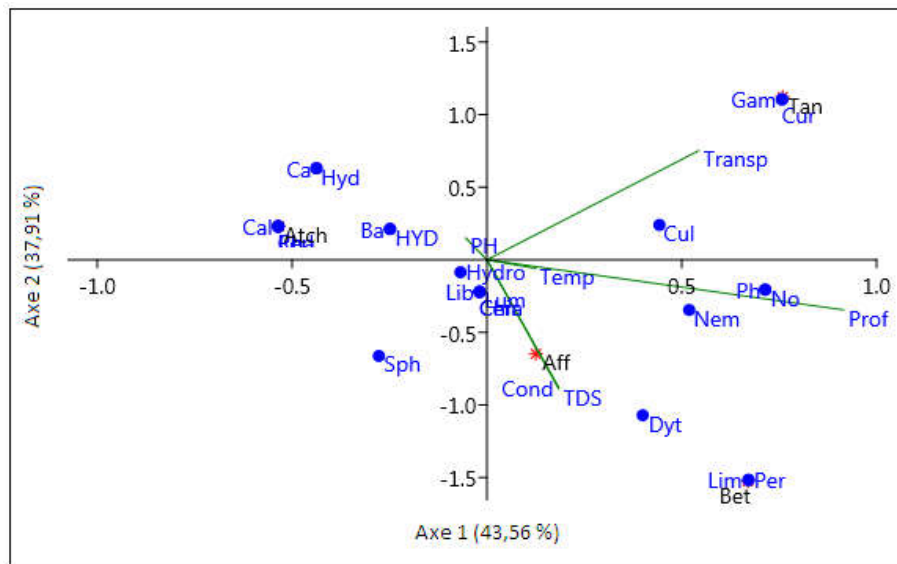


Figure 5 : Analyse canonique des correspondances des macroinvertébrés benthiques et des variables physico-chimiques

Légende : Aff = Affon ; Tan = Taneka_koko ; Bet = Bétérou ; Kpa = Kpassa ; Atch = Atchakpa ; Perlidae = Per ; Perlodidae = Perl ; Ph = Philopotamidae ; Rh = Rhyacophilidae ; Ca = Caenidae ; Ba = Baetidae ; Po = Potamanthidae ; No = Notonectidae ; Cur = Curculionidae ; Dyt = Dytiscidae ; Hyd = Hydrophilidae ; Cera = Ceratopogonidae ; Cha = Chaoboridae ; Chir = Chironomidae ; Cul = Culicidae ; Cal = Calopterygidae ; Lib = Libellulidae ; Gam = Gammaridae ; Sph = Sphaeriidae ; Hydro = Hydrobiidae ; Lim = Limnaeidae ; Lum = Lumbriculidae ; Nem = Nematodes ; HYD = HYDRACARIENS ; Temp = Température ; Transp = Transparence ; Prof = Profondeur ; Cond = Conductivité ; TDS = taux de solides dissous.

4. Discussion

Les valeurs de conductivité et de TDS enregistrées sur les stations de Bétérou et d'Affon sont identiques à celles signalées dans la partie supérieure du même fleuve (Ouémé) [19]. Mais ces valeurs sont très supérieures aux valeurs observées dans le delta de l'Ouémé [20]. Cette différence de valeurs observées dans notre étude serait due au fait que les stations de Bétérou et d'Affon sont caractérisées par une vitesse du courant d'eau nulle. Ainsi, la concentration en éléments nutritifs dans les eaux stagnantes de ces stations, justifierait une plus forte minéralisation dans ces milieux et donc une plus forte conductivité [21]. Le pH des eaux de l'Ouémé supérieur est compris entre 6,1 et 7,29 et se situe donc dans la limite tolérable (5 à 9) pour la majorité des espèces aquatiques [22]. Les valeurs de pH et de températures moyennes observées dans notre étude sont similaires à celles mesurées dans le delta de l'Ouémé [20] et sur la rive droite du fleuve Sénégal [23]. Les valeurs légèrement élevées de la température de l'eau enregistrées témoignent de l'impact des activités anthropiques sur les eaux du fleuve Ouémé. L'étude des macroinvertébrés de l'Ouémé supérieur

a permis de récolter 3657 macroinvertébrés appartenant à 24 familles et 13 ordres. Le nombre d'individus observé est nettement supérieur à celui trouvé dans le delta de l'Ouémé [20] et dans la rivière Sô au Bénin [24]. Par contre, il est plus faible et très éloigné du nombre obtenu dans le bassin du Sebou au Maroc [25]. La richesse taxonomique observée est très proche de celle trouvée dans le delta de l'Ouémé au Bénin [20]. En revanche, sur le fleuve Comoé en Côte d'Ivoire, 49 familles ont été capturées [26]. De même, 41 familles de macroinvertébrés ont été enregistrées sur la rivière Alibori au Bénin [6]. La différence de richesse taxonomique observée dans notre étude serait due à la méthodologie adoptée et à la période d'échantillonnage. Cette richesse augmente globalement de l'amont vers l'aval du cours d'eau. Les études précédentes faites sur les macroinvertébrés des cours d'eau du Bénin [6, 20, 24] et du Niger [27] ont montré que les insectes sont les communautés les plus prépondérantes. Des constats similaires ont été relevés dans nos travaux. En dépit de la forte richesse taxonomique des insectes, les ordres des polluo-sensibles : Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères ont une faible richesse taxonomique. La présence relativement faible de ces ordres dans la présente étude, traduirait certainement une mauvaise qualité des eaux dans la zone d'étude.

En effet, les Ephéméroptères, les Plécoptères et les Trichoptères qui ont la réputation de vivre dans les milieux propres, bien oxygénés, peu pollués à une température assez fraîche ne pourraient se multiplier dans des milieux fortement pollués. Ce même résultat a été obtenu dans des travaux antérieurs au niveau de la rivière Alibori au Bénin [28], au niveau de la rivière Banco en Côte d'Ivoire [29]. De plus, la majorité des taxons capturés n'est représentée que par quelques individus. Seules les familles tolérantes à la pollution (Chironomidae, Ceratopogonidae, Lumbriculidae) sont très fréquentes et abondantes (FO = 100 %) sur toutes les stations étudiées. Ce qui traduit la mauvaise qualité des eaux de l'Ouémé supérieur. Ces observations confirment celles obtenues avec les travaux au Nord du Bénin [6, 7] et dans la sous-région [27]. Par ailleurs, nos observations sont contraires à celles de [30], qui ont montré une forte abondance relative (49,09 %) de la famille des Atyidae dans le cours d'eau de Nga au Cameroun. La forte présence des familles polluo-sensibles indique un milieu riche en matières organiques, conséquences d'intenses activités anthropiques [5]. Les perturbations anthropiques, pourraient donc être à l'origine de la disparition des taxons polluo-sensibles (Perlidae, Baetidae, Rhyacophilidae) et la multiplication des taxons polluo-tolérants comme les Chironomidae [31, 32]. Notre étude a mis en évidence pour la toute première fois la présence de la famille des Gammaridae (ordre des amphipodes, classes des Crustacés) dans les eaux douces béninoises.

Cette famille a été observée à la source du fleuve Ouémé (Tanéka koko) avec (06) six individus. Les indices de diversité de Shannon et de l'équitabilité de Piélou ont été calculés pour évaluer le niveau d'organisation de la population des macroinvertébrés de l'Ouémé supérieur. Les valeurs maximales de l'indice de diversité et de l'équitabilité obtenues sont respectivement égales à 1,23 et 0,53. Ainsi, ces faibles valeurs d'indices observées permettent d'affirmer que la communauté de la partie supérieure du fleuve Ouémé est peu diversifiée et mal organisée. Les faibles indices de diversité et de l'équitabilité enregistrés sont en accord avec les résultats observés dans les ruisseaux du bassin cotonnier béninois [7] et dans la rivière Banco en Côte d'Ivoire [29]. Par conséquent, les eaux de l'Ouémé supérieur sont de mauvaise qualité ; ce qui a entraîné la disparition des taxons polluo-sensibles, favorisant ainsi la pullulation des taxons polluo-résistants comme les Chironomidae. L'assemblage des stations de Bétérou et d'Affon caractérisées par de fortes valeurs de conductivité et de TDS, une richesse taxonomique relativement faible (07 familles) et la faible présence des Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (2,06 % de l'abondance totale) pourraient être attribués à une forte minéralisation de ces stations suite à l'augmentation de la température. Ces observations sont similaires à celles faites dans les rivières camerounaises [33]. Ainsi, un cours d'eau perturbé peut créer des conditions favorables pour la multiplication des organismes polluo-résistants au détriment des organismes polluo-sensibles [34].

5. Conclusion

La présente étude a permis d'inventorier 3657 individus de macroinvertébrés correspondant à 3 groupes faunistiques (Annélides, Mollusques, Arthropodes) et à 24 familles dont les plus dominantes sont les chironomidae (2463 individus), les ceratopogonidae (452 individus) et les lumbriculidae (432 individus). La forte présence de ces indicateurs de pollution est l'expression de l'influence des activités anthropiques que subissent les eaux de la partie supérieure du fleuve Ouémé. L'analyse de la structure de la faune benthique des différentes stations révèle un peuplement peu diversifié et largement déséquilibré. Les paramètres physico-chimiques tels que la transparence et la profondeur influencent fortement la répartition des macroinvertébrés benthiques. Cette étude a révélé la présence de la famille des Gammaridae dans les eaux douces au Bénin. Elle a permis d'apprécier la structure et la diversité des macroinvertébrés de la partie supérieure du fleuve Ouémé, lesquelles constituent le point crucial pour toute action de surveillance des eaux de ce fleuve.

Références

- [1] - 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.
- [2] - A. ADJAGODO, M. A. D. TCHIBOZO, N. C. KELOME, et R. LAWANI, Flux des polluants liés aux activités anthropiques, risques sur les ressources en eau de surface et la chaîne trophique à travers le monde: synthèse bibliographique, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 10, N° 3 (2016) 1459 - 1472
- [3] - P. GNOHOSSOU, La faune benthique d'une lagune ouest Africaine (le lac Nokoué au Bénin), diversité, abondance, variations temporelles et spatiales, place dans la chaîne trophique, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2006. Thèse de Doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse. SEVAB, (2006) 169 p.
- [4] - J. MOISAN, L. PELLETIER, E. GAGNON, N. PIEDBOEUF et N. LA VIOLETTE, Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, *Ministère Dév. Durable Parcs*, (2013) 88 p.
- [5] - D. ADANDEDJAN, P. LALÈYÈ et G. GOURENE, Macroinvertébrés communities of a coastal lagoon in southern Benin, West Africa, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 6, N° 3 (2012) 1233 - 1252
- [6] - T. M. A. AGBLONON HOUELOME, D. ADANDEDJAN, A. CHIKOU, I. IMOROU TOKO, Z. C. KOUDENOUKPO, I. YOUSAO et P. LALEYE, Inventaire et caractéristiques faunistiques des macroinvertébrés de la rivière Alibori dans le bassin cotonnier du Bénin, *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, Vol. 21, N° 3 (2017) 433 - 448
- [7] - I. IMOROU TOKO, Y. ATTAKPA, P. GNOHOSSOU et E. F. ABOUDOU, Biodiversité et structure des macroinvertébrés benthiques du bassin cotonnier béninois, *Ann. Sci. Agron.*, Vol. 16, N° 2 (2012) 197 - 214
- [8] - L. H. ZINSOU, H. AGADJIHOUEDE, P. GNOHOSSOU et P. LALEYE, Analyse et illustration de la valeur indicatrice des espèces macrobenthiques du Delta de l'Ouémé au Bénin, *Eur. Sci. J. ESJ*, Vol. 13, N° 5 (2017) 333 - 351
- [9] - P. LALEYE, A. CHIKOU, J.-C. PHILIPPART, G. TEUGELS et P. VANDEWALLE, Etude de la diversité ichtyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest), *Cybium*, Vol. 28, N° 4 (2004) 329 - 339
- [10] - V. ARCHAIMBAULT et B. DUMONT, L'indice biologique global normalisé (IBGN) : principes et évolution dans le cadre de la directive-cadre européenne sur l'eau, *Sci. Eaux Territ. Rev. IRSTEA*, N° 1 (2010) 36 p.
- [11] - N. MARY, Les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie. Guide d'identification. *Version révisée 2017*, DAVAR Nouvelle-Calédonie, (2017) 182 p.

- [12] - J. MOISAN, Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 : surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Développement durable, environnement et parcs Québec, (2010) 82 p.
- [13] - H. TACHET, P. RICHOUX, M. BOURNAUD, et P. USSEGLIO-POLATERA, Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie, *CNRS Ed.*, (2000)
- [14] - P. W. MCCAFFERTY, Aquatic entomology. The fisherman's and ecologists' Illustrated. Guide to Insects and their relatives, Jones and Bartlett publishers Bostom, London, (1981)
- [15] - C. E. SHANNON and W. WEAVER, The mathematical theory of communication university of illinois press urbana google scholar, (1949)
- [16] - E. C. PIELOU, An introduction to mathematical ecology, *Wiley Intersci. N. Y.*, (1969)
- [17] - R CORE TEAM, R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, (2017)
- [18] - Ø. HAMMER, D. A. T. HARPER and P. D. RYAN, Paleontological statistics software: package for education and data analysis, *Palaeontol. Electron.*, N° 4 (2001) 9 p.
- [19] - E. AZEHOUN-PAZOU, Pollution des écosystèmes aquatiques par les produits phytosanitaires : rapport technique de projet de recherche, (2005) 171 p.
- [20] - L. H. 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), *Numéros*, Vol. 12, N° 4 (2016) 224 - 236
- [21] - J. F. LIWOUWOU, D. ADANDEDJAN, J. D. MBEGA and P. LALÈYÈ, Comparative characterization of some physicochemical and hydromorphological parameters from three rivers of Gabon : Rembo Bongo, Ogooué and Nyanga, *Int J Adv Res Biol Sci*, Vol. 5, N° 4 (2018) 186 - 201
- [22] - S. A. MONTCHO, A. CHIKOU, P. A. LALÈYÈ et K. E. LINSÉNMAIR, Population structure and reproductive biology of *Schilbe intermedius* (*Teleostei : Schilbeidae*) in the Pendjari River, Benin, *Afr. J. Aquat. Sci.*, Vol. 36, N° 2 (2011) 139 - 145
- [23] - A. D. N'DIAYE, K. M. M. SALEM, et M. O. S. O. KANKOU, Contribution a l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal, *Larhyss J.*, N° 12 (2013) 71 - 83
- [24] - Z. C. KOUDENOUKPO, A. CHIKOU, I. IMOROU TOKO, S.H.Z. TOGOUET, S. TCHAKONTE, R. HAZOUME, and C. PISCART, Diversity of aquatic macroinvertebrates in relationship with the environmental factors of a lotic ecosystem in tropical region: the Sô river in South-East of Benin (West Africa), *J. Entomol. Zool. Stud.*, Vol. 5, N° 4 (2017) 01 - 10
- [25] - F. ABOU et A. FAHDE, Structure et diversité taxonomique des peuplements de macroinvertébrés benthiques du réseau hydrographique du bassin du Sebou (Maroc), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 11, N° 4 (2017) 1785 - 1806
- [26] - M. K. KRA, I. A. CAMARA, E. O. EDIA, M. K. KONAN, D. DIOMANDE et A. OUATTARA, Qualitative analysis of aquatic macroinvertebrates in lower comoe river (Côte d'Ivoire), *Int. J. Fish. Aquat. Stud.*, Vol. 6, N° 2 (2018) 472 - 481
- [27] - B. ALHOU, Y. ISSIAKA, A. AWAISS et J.-C. MICHA, Premier inventaire des macroinvertébrés du fleuve Niger à Niamey comme bioindicateurs de la pollution urbaine et industrielle, *Hydroécologie Appliquée*, Tome, 18 (2014) 139 - 163
- [28] - T. M. AGBLONON HOUELOME, D. ADANDEDJAN, A. CHIKOU, I. IMOROU TOKO, C. BONOU, L. YOUSAO et P. LALEYE, 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), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 10, N° 6 (2016) 2461 - 2476

- [29] - A. I. CAMARA, D. DIOMANDE, et G. GOURENE, Impact des eaux usées et de ruissellement sur la biodiversité des macroinvertébrés de la rivière Banco (Parc National du Banco; Côte d'Ivoire), *Sci. Vie Terre Agron.*, Vol. 2, N° 1 (2014) 58 - 68
- [30] - M. S. FOTO, T. S. H. ZEBAZE, T. N. NYAMSI, et T. NJINE, Macroinvertébrés Benthiques du cours d'eau Nga: Essai de Caractérisation d'un Référentiel par des Analyses Biologiques, *Eur. J. Sci. Res.*, Vol. 43, N° 1 (2010) 96 - 106
- [31] - M. S. FOTO, E. KOJI, G. A. AJEAGAH, N. C. F. BILONG, et T. NJINÉ, Impact of dam construction on the diversity of benthic macroinvertebrates community in a periurban stream in Cameroon, *Int. J. Biosci.*, Vol. 2, N° 11 (2012) 137 - 145
- [32] - A. FAGROUCH, A. BERRAHOU, et H. EL HALOUANI, Impact d'un effluent urbain de la ville de Taourirt sur la structure des communautés de macroinvertébrés de l'oued Za (Maroc oriental), *Rev. Sci. L'eau Journal Water Sci.*, Vol. 24, N° 2 (2011) 87 - 101
- [33] - S. TCHAKONTÉ, G. A. AJEAGAH, A. I. CAMARA, D. DIOMANDÉ, N. L. N. TCHATCHO, et P. NGASSAM, Impact of urbanization on aquatic insect assemblages in the coastal zone of Cameroon : the use of biotraits and indicator taxa to assess environmental pollution, *Hydrobiologia*, Vol. 755, N° 1 (2015) 123 - 144
- [34] - A. BEN MOUSSA, A. CHAHLAOUI, E. H. ROUR, et M. CHAHBOUNE, Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued khoumane (Moulay Idriss Zerhoun, Maroc), *J Mater Env. Sci*, Vol. 5, N° 1 (2014) 183 - 198