

Inventaire et caractéristiques faunistiques des macroinvertébrés de la rivière Alibori dans le bassin cotonnier du Bénin

[Inventory and faunistic characteristics of the macroinvertebrates of the Alibori River in the cotton basin of Benin]

Thierry M. AGBLONON HOUELOME¹, Delphine ADANDEDJAN¹, Antoine CHIKOU¹, Ibrahim IMOROU TOKO², Cosme KOUDENOUKPO¹, Clément BONOU³, Issaka YOUSSAO⁴, and Philippe LALEYE¹

¹Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP : 526 Cotonou, Bénin

²Unité de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie Aquatique (URAEQ), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, 03 BP : 61 Parakou, Bénin

³Laboratoire du Génie de l'Environnement, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calvi, Université d'Abomey-Calvi, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin

⁴Département de Production et Santé Animales, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calvi, Université d'Abomey-Calvi, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin

Copyright © 2017 ISSR Journals. 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.

ABSTRACT: The inventory of macroinvertebrates was studied from samples carried out at 15 stations distributed over the longitudinal profile of the river. Sampling was conducted monthly between June 2015 and May 2016. The macrofauna surveyed consisted of 39,718 macroinvertebrates individuals belonging to 91 taxa (genera and species), 42 families, 13 orders and 7 classes. The community is largely dominated by Insects which have contained 82.41% of the total richness of the macrofauna collected. The molluscs were composed of 12.08% of the total richness. Annelids and crustaceans were the poorest groups in the population. The Coleoptera represented the most abundant order in individuals number and the Thiaridae constituted the most abundant family. The study showed a seasonal variation in the abundance of taxa where stations were most abundant in individuals number during the rainy season with high density.

KEYWORDS: Macroinvertebrates, inventory, Abundance, Density, Alibori River.

RESUME: L'inventaire des macroinvertébrés a été étudié à partir des prélèvements réalisés au niveau de 15 stations réparties sur le profil longitudinal de la rivière. Les échantillonnages ont été effectués par mois entre juin 2015 et mai 2016. La faune recensée a été composée de 39 718 individus de macroinvertébrés appartenant à 91 taxons (genres et espèces), 41 familles, 13 ordres et 7 classes. Le peuplement est largement dominé par les Insectes qui ont renfermé 82,41% de la richesse totale de la macrofaune récoltée. Les mollusques ont été composés de 12,08% de la richesse totale. Les Annélides et les crustacés ont été les groupes les plus pauvres du peuplement. Les Coléoptères ont représenté l'ordre le plus abondant en individus et les Thiaridae ont constitué la famille la plus abondante. L'étude a montré une variation saisonnière de l'abondance des taxons où les stations ont été plus abondantes en nombre d'individus pendant la saison des pluies avec une densité élevée.

MOTS-CLEFS: Macroinvertébrés, inventaire, Abondance, Densité, Rivière Alibori.

1 INTRODUCTION

Les macroinvertébrés benthiques sont reconnus comme un outil biologique de choix pour mettre en évidence les perturbations qui affectent les écosystèmes aquatiques [1]. Ces organismes constituent de bons indicateurs locaux des conditions écologiques des écosystèmes aquatiques soumis aux pressions agricoles où s'accumulent fréquemment les effets d'un enrichissement organique ou d'une perturbation plus importante du milieu [2]. Les études faunistiques et écologiques revêtent donc d'une importance primordiale dans le fonctionnement, la gestion des systèmes naturels et l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes ([3] ; [4] ; [5]).

La gestion durable de la rivière Alibori située dans le bassin cotonnier du Bénin et soumise à une intense pression d'origine agricole, impose la surveillance de son état d'intégrité avec les macroinvertébrés comme outils performants de bioindication. Ces organismes diversement répandus au niveau des différentes strates de l'eau se caractérisent par leur polluo-sensibilité différentielle, traduisent l'altération des systèmes aquatiques et pourront particulièrement refléter l'état écologique de la rivière Alibori avec leur prompt réaction aux changements survenant dans leur environnement ([6] ; [7]).

Cependant, l'utilisation des macroinvertébrés dans la surveillance de l'intégrité de la rivière Alibori est limitée par une insuffisance de connaissances sur la faunistique de ces organismes du cours d'eau. Aucune étude n'a été faite sur la macrofaune benthique de la rivière avec pour conséquence une indisponibilité d'une base de données. Or, l'utilisation de toute communauté biologique dans les systèmes de conservation et/ou de surveillance des eaux nécessite la caractérisation de sa diversité et de sa structure [8]. Le travail d'inventaire constitue une étape préliminaire importante à toute bio-indication basée sur les macroinvertébrés. La connaissance assez complète de la composition de la faune benthique de l'Alibori, est nécessaire à l'utilisation de cette faune dans l'appréciation de son état écologique.

Ce travail vise à dresser l'inventaire brut des macroinvertébrés de la rivière Alibori sans une analyse de sa diversité à afin de fournir une base de données nécessaire à toute étude ultérieure de la diversité, de la répartition et de la structure de la communauté.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

La rivière Alibori est un écosystème situé en zone soudanienne entre 10°30' et 12° de latitude Nord et 1°32' et 3°50' de longitude Est (Figure 1). Elle naît à 410 m d'altitude environ, dans le massif granitique de Kita sur le flanc de la chaîne de l'Atacora dans la commune de Péhonco. D'un bassin versant couvrant une superficie de 13 740 km², la rivière Alibori est longue de 427 km. Dans son cours moyen, le lit de la rivière est coupé de nombreux rapides. La pente du lit de l'Alibori est dans l'ensemble faible, de 0,5 à 0,2 m/km. Le bassin de l'Alibori est bordé, à l'Ouest, par les reliefs correspondant aux roches les plus basiques du groupe de Kandi; à l'Est, par les collines quartzitiques du groupe de Gbadagba dans la région de Bembèrèkè, puis par les reliefs formés sur les roches du groupe de Kandi. L'Alibori reçoit sur sa rive droite le Souédarou, le Sarédarou et le Darou-Woka; sur sa rive gauche, le Morokou, la Kparé, le Kénou, le Konékoga et le Kpako avant de se jeter dans le Niger en amont de Malanville. Elle s'étend dans le département d'Alibori avec beaucoup d'affluents éparpillés dans les communes du bassin cotonnier (Kandi, Gogounou, Banikora, Ségbana, Karimama et Malanville).

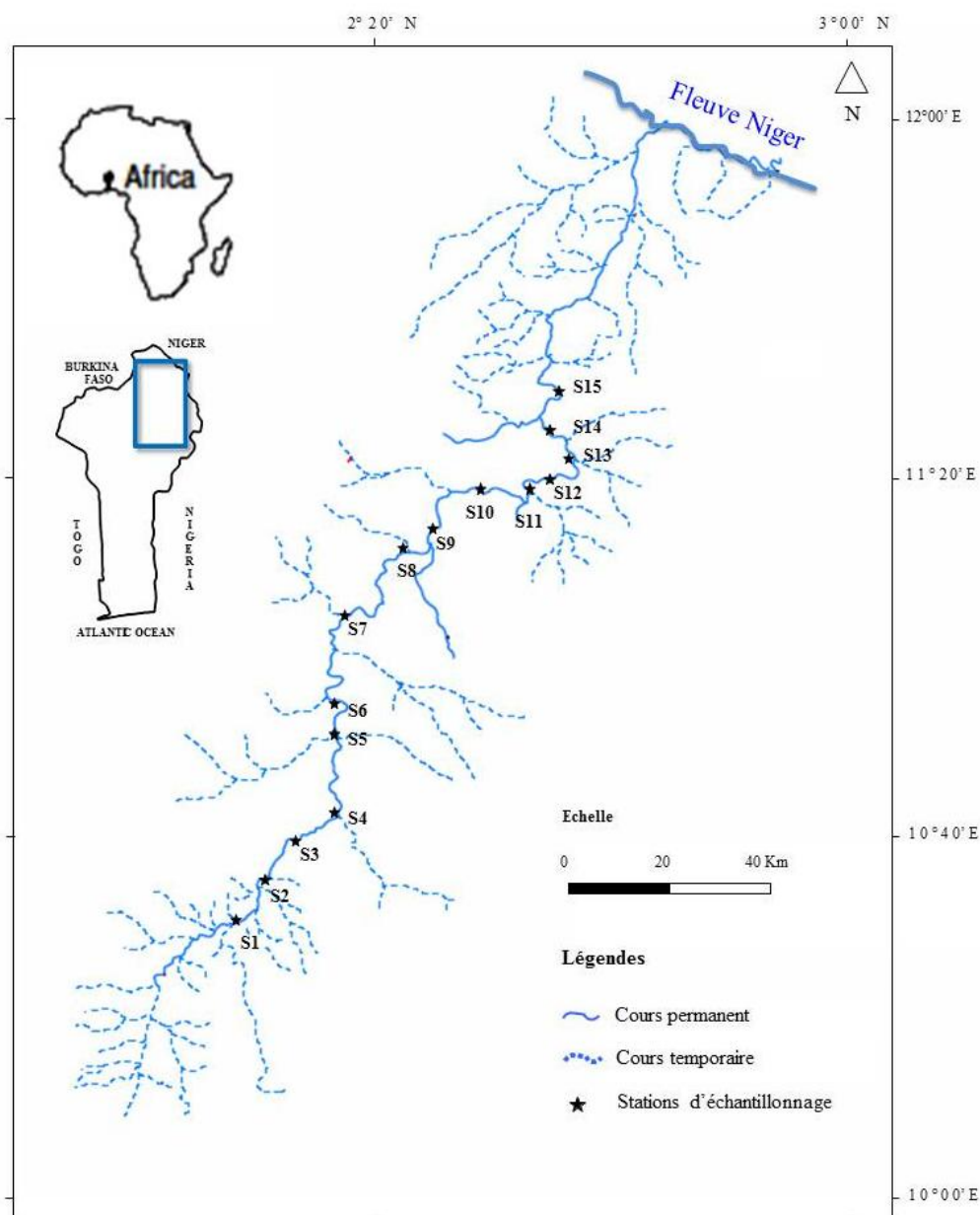


Fig. 1. Bassin de la rivière Alibori montrant les stations d'échantillonnages.

2.2 COLLECTE DES MACROINVERTEBRES

Quinze stations ont été choisies le long d'un gradient longitudinal de la rivière (Figure 1). Toutes ont été échantillonnées mensuellement, soit 12 campagnes d'échantillonnages pendant la durée de l'étude (de juin 2015 à Mai 2016).

La collecte des invertébrés a été réalisée avec plusieurs engins. Dans les zones profondes, la benne de type Eckman de 25 cm, a été utilisée pour l'échantillonnage des organismes. A chaque station, 10 coups de benne ont été donnés. Le filet troubleau avec une ouverture triangulaire de 25 cm de côté a servi à récolter les invertébrés dans les zones peu profondes sur une longueur de 10 m. Cet engin, muni d'un collecteur situé à la base du filet, permet de récolter les organismes après qu'il soit trainé au fond de l'eau à l'aide de sa manche. Cinq coups ont été donnés à chaque fois. Les solides flottants et les racines des macrophytes de surface et de la berge ont été prélevés pour l'échantillonnage des organismes. Les organismes collectés ont été recueillis dans des bocaux contenant de formol à 5%. Au laboratoire, les invertébrés ont été rincés, triés et identifiés.

2.3 IDENTIFICATIONS DES MACROINVERTEBRES

Au laboratoire, les organismes ont été triés station par station. Le tri s'est déroulé sous une loupe binoculaire. Au cours de cette opération, les invertébrés sont séparés selon leur apparence morphologique et regroupés par classe, par ordre, par famille. La détermination taxonomique a été opérée jusqu'au niveau de l'espèce sauf si les clés ne le permettent pas. La détermination s'est achevée par la conservation des organismes dans l'alcool.

2.4 ANALYSE DU PEUPEMENT ET TEST STATISTIQUE

La richesse des groupes zoologiques (genre et espèces) a été déterminée. Les pourcentages de la richesse des groupes par rapport à la richesse totale du milieu ont été déterminés.

L'abondance, c'est le nombre d'individus (N) d'une espèce ou d'un groupe taxonomique dans un prélèvement donné. L'Abondance relative (Nr) correspond au rapport en pourcentage du nombre d'individus d'un taxon, d'une station au nombre total d'individus de tous les taxons de toutes les stations. L'abondance et l'abondance relative des groupes taxonomiques des macroinvertébrés ont été déterminées par station, mois et par saison.

La densité exprime le nombre d'individus récoltés par unité de surface ou de volume. Dans ce travail, c'est la densité surfacique des macroinvertébrés qui a été calculée en pondérant les abondances par la surface effective de balayage.

L'occurrence (F) renseigne sur la constance d'une espèce dans un habitat donné sans aucune indication sur son importance quantitative [7]. La fréquence d'occurrence (F) d'un taxon est le ratio entre le nombre d'échantillon (p) d'une station où le taxon est présent par le nombre total (P) d'échantillons.

$$F = \frac{p}{P} \times 100$$

Trois groupes d'espèces sont définis selon la valeur de F :

- des espèces constantes ($F \geq 50$ %);
- des espèces accessoires ($25 \% \leq F < 50$ %);
- des espèces accidentelles ($C F 25$ %).

Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour tester la variabilité spatiale et temporelle des densités des macroinvertébrés.

3 RÉSULTATS

3.1 COMPOSITION TAXONOMIQUE GLOBALE

Les différents taxons de macroinvertébrés benthiques récoltés au cours de l'étude et classés dans les différents groupes taxonomiques sont dressés dans le Tableau 1. Au total, 91 taxons (genres et espèces) représentant 39 718 individus de macroinvertébrés benthiques ont été inventoriés pendant la période d'étude. Ces taxons sont regroupés en 41 familles, 13 ordres et 7 classes. Le peuplement est largement dominé par les Insectes qui ont renfermé 75 taxons, soit 82,41% de la richesse totale de la macrofaune récoltée (Figure 2). Les insectes ont appartenu 6 ordres et 30 familles. Les mollusques ont été composés de 3 ordres, 6 familles et 11 espèces, soit 12,08% de la richesse totale. Les annélides et les crustacés ont été constitués respectivement de 4 et de 1 taxon.

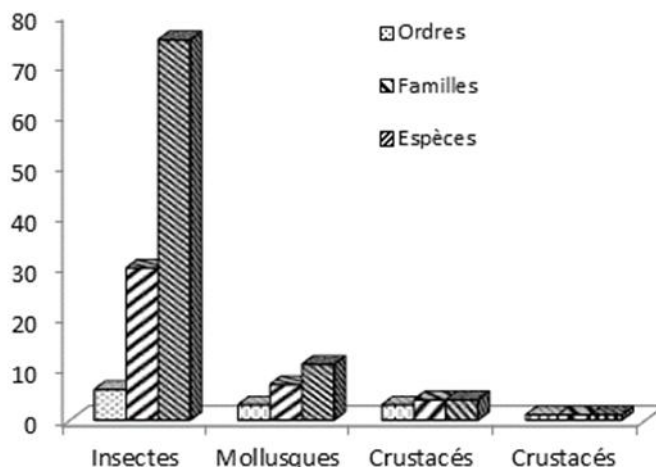


Fig. 2. Composition taxonomique globale des groupes de macroinvertébrés collectés sur la rivière Alibori.

3.2 INSECTES AQUATIQUES

3.2.1 ORDRE DES COLÉOPTÈRES

L'entomofaune a été très riche avec les Coléoptères qui ont renfermé 9 familles et 36 espèces, soit 21,95 % des familles et 39,56% de la richesse totale (Figure 3). Cet ordre a représenté 48% de la richesse totale de la classe des Insectes. Les 9 familles de Coléoptères collectées sont : les Hydrophilidae, les Dytiscidae, les Hydrochidae, les Chrysomelidae, les Helophoridae, les Gyrinidae, les Elmidae, les Noteridae et les Spercheidae (Figure 4).

Les Hydrophilidae ont été la famille la plus importante des Coléoptères avec 38,88% de la richesse des Coléoptères. Ainsi avec 14 espèces, cette famille a été composée de 18,66% de la richesse totale des insectes et de 15,38% de la richesse totale de la macrofaune récoltée. Viennent ensuite les Dytiscidae, qui ont été formés de 12 espèces, soit 33,33% de la richesse totale des Coléoptères et 16% de la richesse totale des insectes. Les Noteridae ont renfermé 8,33% de la richesse totale de l'ordre et 4% de la richesse des insectes. Les Hydrochidae ont été représentés par 5,55% et 2,66% respectivement dans l'ordre des Coléoptères et dans la classe des insectes. Les Chrysomelidae, les Helophoridae, les Gyrinidae, les Elmidae et les Spercheidae n'ont apporté chacun qu'une seule espèce.

3.2.2 ORDRE DES ODONATES

L'ordre des Odonates constitué de 8 familles, a été le second ordre le plus riche des insectes (Figure 3). Les Odonates ont regroupé ainsi 19,51% des familles des macroinvertébrés échantillonnés. Avec ses 17 espèces, il a représenté 22,66% de la richesse des insectes et 18,68% de la richesse totale de la macrofaune collectée (Figure 4).

La famille des Gomphidae a été la famille la plus fournie en espèce dans cet ordre avec 5 espèces. Elle pèse ainsi 29,04% de la richesse totale des Odonates et 6,66% de la richesse totale des insectes. Les Libellulidae ont été composés de 4 espèces représentant 23,52% des Odonates et 5,33% des insectes. Viennent ensuite les Coenagriidae et les Calopterygidae qui ont apporté chacun deux espèces. Ces familles représentent donc chacun, 11,76% de la richesse des Odonates et 2,66% de la richesse des insectes. Les familles des Aeshnidae, des Lestidae, des Cordulegasteridae et des Corduliidae n'ont représenté que 5,88% des Odonates et 1,33% des insectes collectés.

3.2.3 ORDRE DES HÉTÉROPTÈRES

Les Hétéroptères ont été constitués de 7 familles, soit 16,66% des familles. Il s'agit de la famille des Corixidae, des Nepidae, des Mesoveliidae, des Aphelocheridae, des Notonectidae, des Naucoridae et des Belostomidae. Les Hétéroptères ont renfermé 10 espèces représentant 13,33% des insectes et 10,98% des macroinvertébrés inventoriés (Figure 3 et Figure 4).

La famille des Corixidae a été la plus riche de l'ordre avec 3 espèces, soit 30% de la richesse des Hétéroptères collectés. Les Nepidae, avec 2 espèces, représentent 20% des Hétéroptères. Les autres familles ont apporté chacune une espèce.

Tableau 1. Liste des taxons de macroinvertébrés récoltés dans la rivière Alibori

INSECTES	<i>Micronecta scutellaris</i>	Coenagriidae
COLEOPTERES	Mesoveliidae	<i>Coenagrion</i> sp.
Dytiscidae	Mesoveliidae 1	<i>Pseudagrion wellani</i>
<i>Hydrovatus</i> sp	Nepidae	Calopterygidae
<i>Hydrovatus reticuliceps</i>	<i>Nepa rubra</i>	<i>Hetaerina</i> sp.
<i>Rhantus exsoletus</i>	<i>Laccotrepnes</i> sp.	<i>Phaon iridipennis</i>
<i>Dytiscus</i> sp	Aphelocheiridae	Aeshnidae
<i>Hydaticus</i> sp	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	<i>Anax junius</i>
<i>Hydaticus aruspex</i>	Notonectidae	Lestidae
<i>Hydaticus flavolineatus</i>	Notonectidae 1	<i>Lestes congener</i>
<i>Copelatus erichsoni</i>	Naucoridae	GASTEROPODES
<i>Copelatus</i> sp.	<i>Naucoris</i> sp.	MESOGASTEROPODES
<i>Laccophilus luctuosus</i>	Belostomidae	Ampullaridae
<i>Laccophilus</i> sp.	<i>Diplonychus</i> sp.	<i>Lanistes ovum</i>
<i>Cybister senegalensis</i>	EPHEMEROPTERES	<i>Lanistes varicus</i>
Hydrophilidae	Ameletidae	Thiaridae
<i>Berosus infuscatus</i>	<i>Ameletus</i> sp.	<i>Melanoides tuberculata</i>
<i>Berosus peregrinus</i>	Baetidae	<i>Melanoides</i> sp.
<i>Berosus striatus</i>	<i>Baetis</i> sp	Lymnaeidae
<i>Berosus madagascariensis</i>	PLECOPTERES	<i>Lymnaea</i> sp.
<i>Berosus</i> sp	Leuctridae	BASOMMATOPHORES
<i>Hydrochara caraboides</i>	<i>Euleuctra geniculata</i>	Bulinidae
<i>Hydrochara obtusata</i>	DIPTERES	<i>Bulinus forskali</i>
<i>Enochrus natalensis</i>	Tabanidae	<i>Bulinus globosus</i>
<i>Enochrus</i> sp.	<i>Haematopota</i> sp.	<i>Bilinus africanus</i>
<i>Laccobius</i> sp.	Chironomidae	<i>Bulinus</i> sp.
<i>Allocotocerus subaeneus</i>	<i>Chironomus</i> sp.	Planorbidae
<i>Amphios senegalensis</i>	<i>Critocopus</i> sp.	<i>Giraulus</i> sp.
<i>Helochares dolus</i>	<i>Ablabesmyia</i> sp	BIVALVES
<i>Helochares</i> sp.	<i>Polypodilum deletum</i>	UNIONOIDA
Hydrochidae	<i>Polypedilum abissyniae</i>	Unionidae
<i>Hydrochus elongatus</i>	<i>Chrytochironomus</i> sp.	<i>Anodonta</i> sp
<i>Clivina fossor</i>	<i>Nilodorum</i> sp	ACHETES
Chrysomelidae	Limoniidae	GNATHOBDELLIFORMES
<i>Donacia</i> sp.	<i>Dicranata</i> sp	Hirudidae
Helophoridae	ODONATES	<i>Hirudo medicinalis</i>
<i>Helophorus</i> sp.	Gomphidae	OLIGOCHETES
Gyrinidae	<i>Gomphus</i> sp	HAPLOTAXIDA
<i>Orectochilus</i> sp.	<i>Paragomphus hejani</i>	Tubificidae
Elmidae	<i>Paragomphus</i> sp	<i>Tubifex tubifex</i>
<i>Potamophilus</i> sp.	<i>Gomphus vastus</i>	Lumbricidae
Noteridae	<i>Ictinogomphus</i> sp.	<i>Eisenilla tetraedra</i>
<i>Noterus</i> sp.	Cordulegasteridae	POLYCHETES
<i>Hydrocanthus</i> sp.	<i>Cordulegaster</i> sp	NEREIDIFORMES
<i>Canthydrus grandis</i>	Corduliidae	Nereidae
Spercheidae	<i>Cordulia</i> sp	<i>Nereis</i> sp
Spercheidae 1	Libellulidae	CRUSTACES
HETEROPTERES	<i>Pistia stratiotes</i>	MYRIAPODES
Corixidae	<i>Symptrum</i> sp.	Myriapodes 1
<i>Corixa</i> sp	<i>Libellula pulchela</i>	
<i>Corixa punctata</i>	<i>Libellula luctuosa</i>	

3.2.4 ORDRE DES DIPTÈRES

Les Diptères, avec trois familles, ont fourni 7,31% des familles des macroinvertébrés collectés dans cette étude. Il s'agit de la famille des Chironomidae, des Limoniidae et des Tabanidae. Cet ordre des insectes a fourni au total 9 espèces de macroinvertébrés. Les Diptères ont représenté ainsi 12% de la richesse des insectes et 9,89% de la richesse totale des organismes échantillonnés (Figure 3 et Figure4).

Avec 7 espèces, la famille des Chironomidae a été la plus riche des Diptères (77,77% des Diptères). Les familles des Limoniidae et des Tabanidae ont apporté chacune une espèce à l'ordre.

3.2.5 ORDRE DES EPHÉMÉROPTÈRES ET DES PLÉCOPTÈRES

Les Ephéméroptères et les Plécoptères ont été les ordres d'insectes les plus pauvres. Les Ephéméroptères et les Plécoptères ont représenté respectivement 2,19% et 1,09% de la richesse totale des invertébrés collectés.

Les Ephéméroptères ont été constitués de deux familles (Baetidae et Ameletidae) apportant chacune un taxon. Les Plécoptères, composés d'une seule famille (Leuctridae), ne sont représentés que par un seul taxon.

3.3 MOLLUSQUES

L'embranchement des Mollusques a été représenté par la classe des Gastéropodes et des Bivalves. Les Gastéropodes ont été constitués de deux ordres (Mesogastéropoda et Basommatophora) et de cinq familles (12,19% des familles). Les Bivalves ont été composés seulement de l'ordre des Unionoïda et d'une famille (Unionoïdae).

La famille des Bulinidae a été la famille la plus riche des Gastéropodes avec 4 espèces. Les Bulinidae représentent ainsi 50% de la richesse des Gastéropodes. Viennent ensuite les familles des Ampullaridae et Thiaridae qui ont été représentés chacun par deux taxons. Les Lymnaeidae et les Planorbidae, quant à eux, ont fourni chacun une espèce.

3.4 VERS ET CRUSTACÉS

Les vers ont représenté 4,03% des organismes échantillonnés. Ils ont été constitués de la classe des Achètes (1 ordre, 1 famille, 1 espèce), des Oligochètes (1 ordre, 2 famille, 2 espèces) et des Polychètes (1 ordre, 1 famille, 1 espèce). Les deux familles des Oligochètes ont été la famille des Tubificidae et la famille des Lumbricidae. Les Achètes ont été représentés par la famille des Hurididae et les Polychètes par la famille des Nereidae.

Dans le groupe des crustacés, 1 taxon appartenant à un ordre et à une famille, a été inventorié.

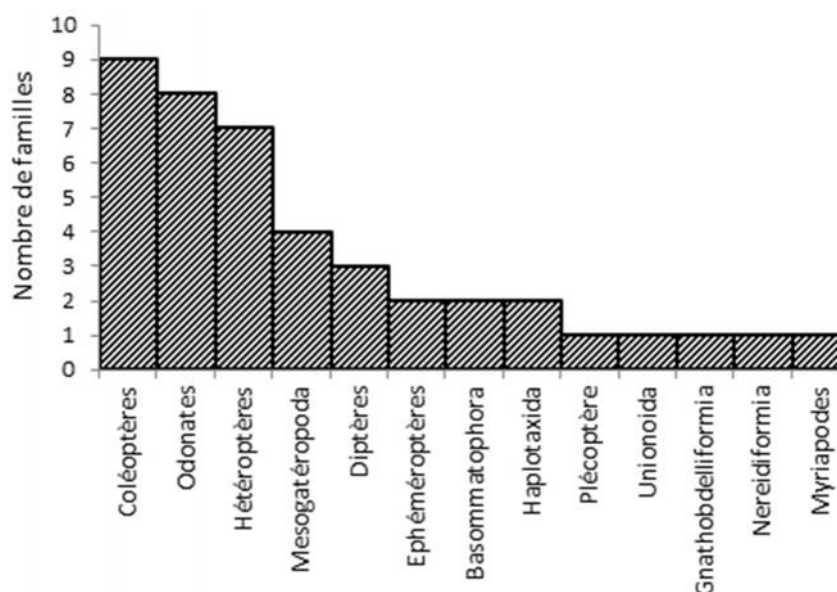


Fig. 3. La richesse en familles des ordres de macroinvertébrés collectés sur la rivière Alibori.

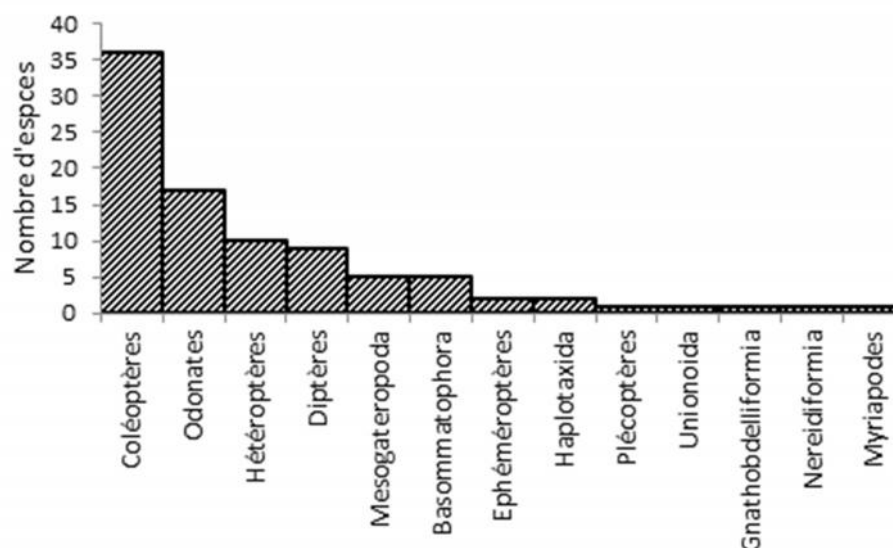


Fig. 4. Composition taxonomique des ordres de macroinvertébrés collectés sur la rivière Alibori.

3.5 ABONDANCES DES INSECTES, VERS ET CRUSTACÉS

La figure 5 a illustré l'abondance relative des grands groupes zoologiques collectés sur la rivière Alibori.

Les Coléoptères ont été les ordres les plus abondants. Avec 16 103 individus, ils ont représenté 56,40% de l'effectif des insectes et 40,54% de l'abondance totale des macroinvertébrés récoltés. La famille des Hydrophilidae été la principale famille de l'ordre avec 4569 individus, soit 28,37% des coléoptères, 16% des insectes, et 11,5% de l'abondance totale des échantillons collectés. Suivent les Hydrochidae qui ont été constitués 4231 individus pesant ainsi 26,27% de l'abondance des Coléoptères, 14,82% des insectes et 10,65% de l'abondance totale des individus collectés. Les Dytiscidae ont présenté une abondance de 18,56% des Coléoptères avec un effectif de 2989 individus. Ils ont constitué 10,47% de l'effectif des insectes et 7,52% de l'abondance totale de la macrofaune benthique. Les Chrysomélidae (1696 individus) ont représenté 10,53% de l'abondance des Coléoptères, 5,94% des insectes et 4,27% de l'abondance totale. Les Noteridae (1066 individus) et les Helophoridae (1026 individus) ont pesé respectivement 6,61% et 6,37% de l'abondance des Coléoptères. Les Noteridae (3,73% des insectes) et les Helophoridae (3,59% des insectes) constituent respectivement 2,68% et 2,58% de l'abondance totale.

Les Odonates ont été le second ordre le plus abondant dans la classe des insectes. Dans cet ordre, 6630 individus ont été collectés pendant la période d'échantillonnage. Ils ont fait 23,22% des insectes et 16,69% de l'ensemble des spécimens collectés. La famille des Libellulidae a représenté 41,59% de l'effectif de l'ordre avec 2758 individus. Ainsi, les Libellulidae ont constitué 9,66% des insectes et 6,94% des invertébrés récoltés. Viennent ensuite les Corduliidae avec 1547 individus, qui ont représenté 23,33% des Odonates, 5,41% des insectes et 3,8% de l'abondance totale. Dans la famille des Gomphidae, un effectif de 1044 individus a été collecté représentant 15,74% des Odonates, 3,65% des insectes et 2,62% de la macrofaune récoltée. Les Coenagriidae (237 individus), les Lestidae (223 individus), les Calopterygidae (181 individus) et Aeshnidae (177 individus) ont présenté une abondance de moins de 1% des insectes.

Les Diptères ont été un ordre important en effectif. Avec seulement trois familles, cet ordre a fourni 4934 individus, soit 17,28% des insectes et 12,42% des macroinvertébrés dénombrés. La famille des Chironomidae été la principale famille (3860 individus) avec une abondance de 78,23% de l'effectif des Diptères. Cette famille représente ainsi 13,52% des insectes et 9,71% des organismes récoltés. La famille des Tabanidae a recueilli 992 individus et pèse 20,1% de l'abondance des Diptères, 3,74% des insectes et 2,49% de l'abondance totale. La famille des Limoniidae a renfermé seulement 82 individus et a représenté 1,66% des Diptères et 0,28% des insectes.

Les Hétéroptères, avec 753 individus, ont représenté 2,63% des insectes et 1,89% de l'Abondance totale. Les Corixidae, la famille la plus abondante de l'ordre (385 individus), ont été constitués de 51,12% des Hétéroptères, 1,34% des insectes et 0,96% de l'abondance totale. Les Nepidae ont été représenté par 11,55% des Hétéroptères et constituent la seconde famille de l'ordre. Les Nepidae, les Mesoveliidae, les Aphelocheridae, les Notonectidae, les Naucoridae et les Belostomidae ont représenté chacun moins de 1% de l'abondance totale.

Les Ephéméroptères et les Plécoptères ont été les ordres d'insectes les plus pauvres en effectif. Les Ephéméroptères et les Plécoptères ont représenté respectivement 0,16% et 0,15% de l'abondance totale.

L'ensemble des vers récoltés ont une abondance de moins de 1%. La famille des Hurididae de la classe des Achètes a été la plus abondante dans ce groupe avec 0,25% de l'abondance totale. Les crustacés récoltés ont présenté une abondance de moins 1%.

3.6 ABONDANCES DES MOLLUSQUES

Un effectif de 10 906 de mollusques a été collecté, soit 27,45% de l'abondance totale. Les Gastéropodes ont fourni 8788 individus et les Bivalves ont compté 2118 individus. Les Gastéropodes ont été les plus abondants avec 80,57% des mollusques et 22,12% de la macrofaune échantillonnée. La famille des Thiaridae a renfermé 4824 individus et a constitué 54,89% de l'abondance des Gastéropodes et 44,23% des mollusques. Avec cet effectif, la famille des Thiaridae pèse 12,14% de l'abondance totale et représente la famille la plus abondante de la macrofaune prélevée durant cette étude. Les Unionidae, la seule famille de Bivalves récoltée, a constitué 19,42% des Mollusques et 5,33% de la macrofaune échantillonnée. Les Ampullaridae, avec un effectif 1863, ont été aussi une famille importante (17,08% des mollusques et 4,69% de l'abondance totale). Les autres familles telles que les Bulinidae et les Lymnaeidae ont représenté respectivement 2,49% et 2,13% de l'abondance totale. La famille des Planorbidae a constitué de moins de 1% de l'abondance totale.

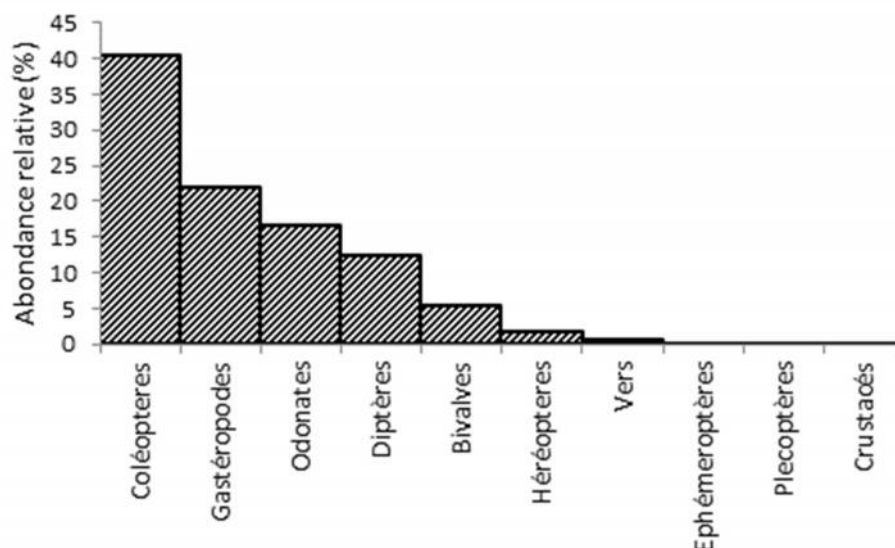


Fig. 5. Abondance relative des grands groupes zoologiques collectés sur la rivière Alibori.

3.7 EVOLUTION DE L'ABONDANCE DES MACROINVERTEBRES

La distribution des abondances absolue et relative à l'échelle des stations est assez variable (Figure 6). Les abondances absolues ont varié de 1559 à 5029 individus. La plus faible abondance a été observée à la station Kp dans la partie amont de la rivière et la plus forte abondance a été notée à la station Ag en aval. L'Analyse des abondances relatives ont montré une dominance des stations de l'aval en effectif de macroinvertébrés. Ainsi l'abondance relative qui a varié de 5,75% à 12,66%, a eu ses fortes valeurs au niveau des stations localisées en val de la rivière.

La variation saisonnière des abondances absolue et relative a été illustrée à la Figure 7. L'abondance relative a varié de 5,23% (2115 individus) en saison sèche à 10,45% (4115 individus) en saison pluvieuse. Les plus grandes valeurs de l'abondance relative ont été enregistrées pendant les mois de la saison des pluies.

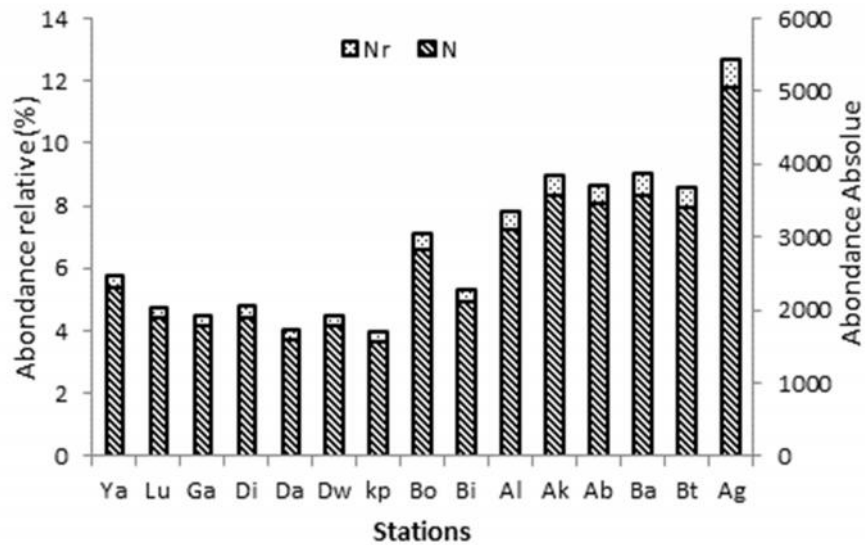


Fig. 6. Distribution spatiale des abondances absolue (N) et relative (Nr) des macroinvertébrés de la rivière Alibori.

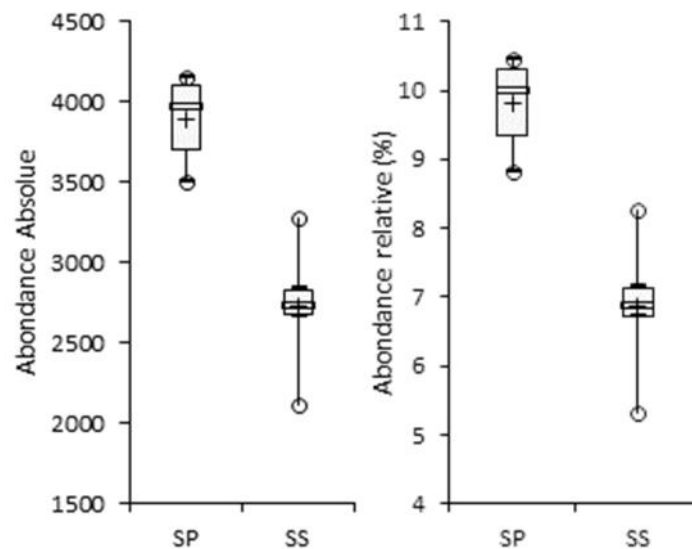


Fig. 7. Variation saisonnière des abondances absolue et relative des macroinvertébrés de la rivière Alibori, SP = saison des pluies, SS = Saison pluvieuse

3.8 EVOLUTION DE L'ABONDANCE DES PRINCIPAUX GROUPES DE MACROINVERTEBRES

La figure 8 a illustré la fluctuation spatiale de l'abondance absolue des groupes dominants de la macrofaune. A l'échelle de l'espace, les Coléoptères ont constitué la principale composante de la macrofaune en toutes stations. Les proportions des Coléoptères ont varié 559 individus à la station Da à 1373 individus à la station de Ag. Les Gastéropodes ont été le deuxième groupe le plus important en effectif au niveau des stations de l'aval (Al, Ak, Ab, Ba, Bt et Ag). Par contre, les Odonates se sont révélés comme la deuxième composante au niveau des autres stations située dans la zone amont de la rivière. L'abondance des Diptères a été très faible dans les stations d'amont (Ya, Lu, Ga, Di) et moyenne au niveau des stations du cours moyen (Da, Dw, Pk, Bo, Bi). Par contre, au niveau des stations de l'aval l'abondance des Diptères est très élevée par rapport aux autres stations.

A tous les mois de chaque saison, les Coléoptères ont été les plus abondants (Figure 9). La plus grande valeur de l'abondance absolue de ce groupe (1680 individus) a été enregistrée en juillet pendant la saison des pluies. La valeur minimale de l'abondance (885 individus) a été notée en avril pendant la saison sèche. Les Gastéropodes ont été très abondants pendant la saison des pluies et ont constitué la deuxième composante en effectif au niveau des mois de cette période.

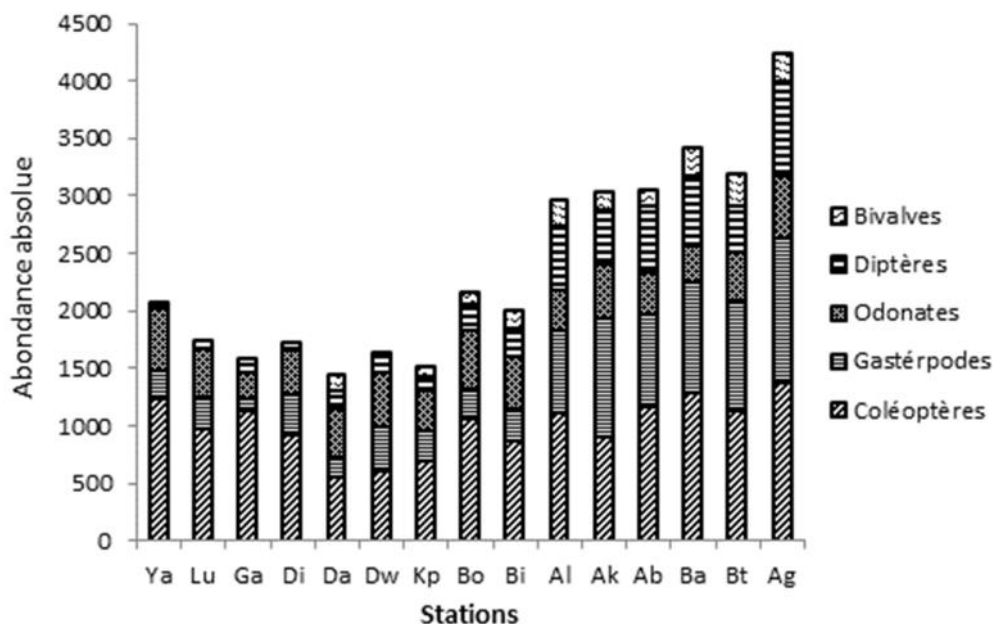


Fig. 8. Variation spatiale de l'abondance des principaux groupes de macroinvertébrés de la rivière Alibori.

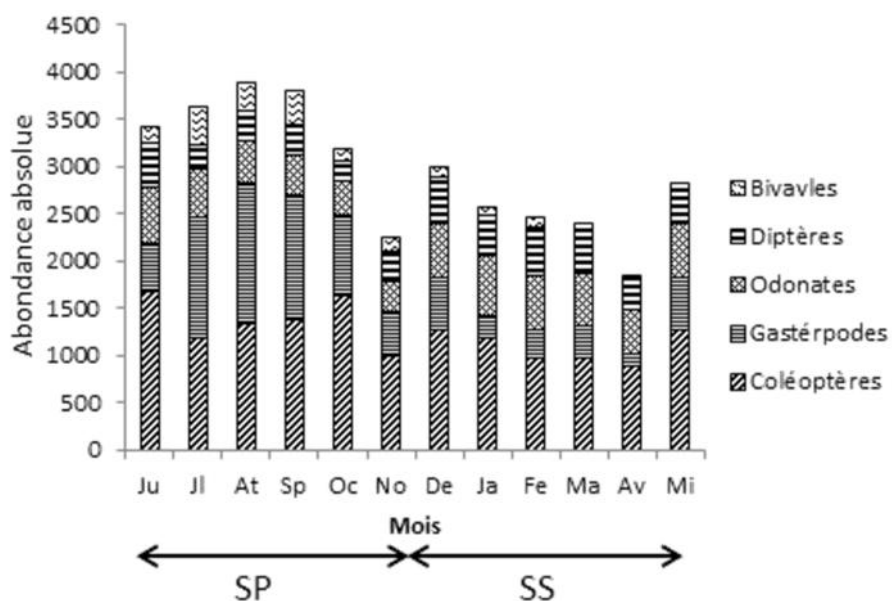


Fig. 9. Variation saisonnière de l'abondance des principaux groupes de macroinvertébrés de la rivière Alibori.

Ju= juin, Jl= juillet, Ao= août, Se= septembre, Oc= octobre, No= novembre, De= décembre, Ja= janvier, Fe= février, Ma= mars, Av= avril, Mi= mai, SP= Saison pluvieuse, SS= Saison sèche.

3.9 VARIATION DE LA DENSITÉ

Sur la rivière, la densité a oscillé entre 211 ind./m² à 677 ind./m² (Figure 10). Les valeurs maximales de la densité ont été obtenues au niveau des stations de l'aval (Al, Ak, Ab, Ba, Bt, Ag). Cependant, la variation spatiale de la densité n'a pas connu une fluctuation significative (test de Kruskal-Wallis, $p > 0,05$).

Du point de vue saisonnier (Figure 11), la densité a présenté ses grandes valeurs pendant la saison pluvieuse. La densité a varié de 253 ind./m² (avril) à 530 ind./m² (août). Les densités ont été relativement faibles pendant la saison des pluies. La variation mensuelle de la densité n'a pas été significative (test de Kruskal-Wallis, $p > 0,05$).

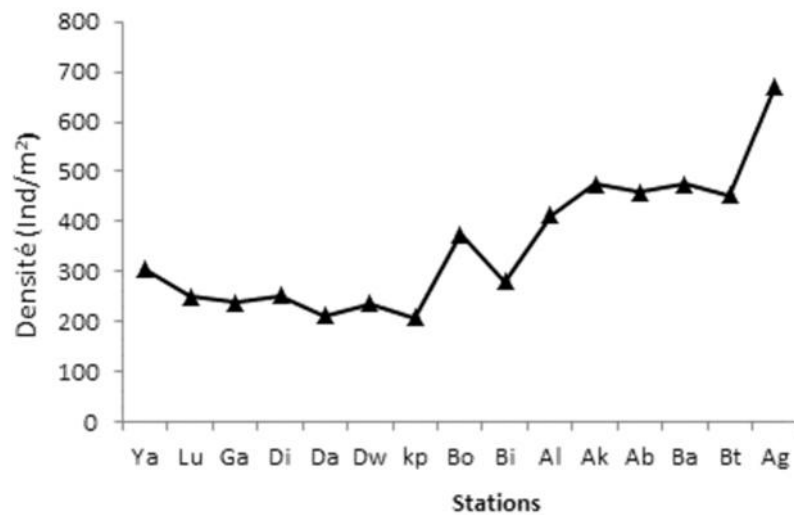


Fig. 10. Variation spatiale de la densité des macroinvertébrés de la rivière Alibori.

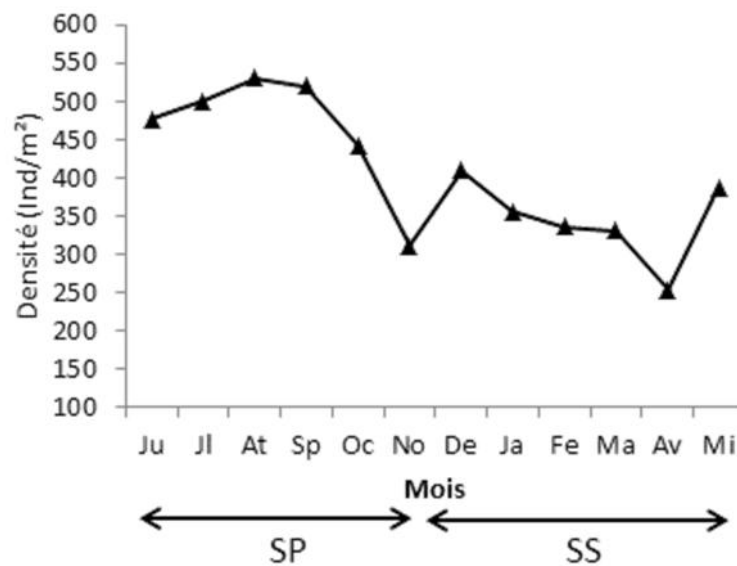


Fig. 11. Variation saisonnière de la densité des macroinvertébrés de la rivière Alibori.

Ju= juin, Jl= juillet, Ao= août, Se= septembre, Oc= octobre, No= novembre, De= décembre, Ja= janvier, Fe= février, Ma= mars, Av= avril, Mi= mai, SP= Saison pluvieuse, SS= Saison sèche.

3.10 CONSTANCE DES TAXONS

Du point de vue d'occurrence, 9,1% des taxons récoltés ont été constants (Tableau 2). Les taxons accessoires ont représenté 21,84% de la richesse totale des macroinvertébrés. Enfin, 51,87% des taxons récoltés ont été accidentels. Seuls les taxons accidentels dont la fréquence d'occurrence est au moins 12% figurent dans le Tableau 2.

Tableau 2. Classification des taxons sur la base de la fréquence d'occurrence.

Taxons constants	Taxons accessoires	Taxons accidentels
<i>Berosus peregrinus</i>	<i>Hydrovatus</i> sp	<i>Cybister senegalensis</i>
<i>Hydrochus elongatus</i>	<i>Hydrovatus reticuliceps</i>	<i>Berosus madagascariensis</i>
<i>Clivina fossor</i>	<i>Rhantus exsoletus</i>	<i>Laccobius</i> sp.
<i>Donacia</i> sp.	<i>Dytiscus</i> sp	<i>Allocotocerus subaeneus</i>
<i>Chironomus</i> sp.	<i>Hydaticus</i> sp	<i>Amphios senegalensis</i>
<i>Critocopus</i> sp.	<i>Berosus infuscatus</i>	<i>Helochares dolus</i>
<i>Cordulia</i> sp	<i>Berosus striatus</i>	<i>Helochares</i> sp.
<i>Libellula pulchella</i>	<i>Berosus</i> sp	<i>Laccobius</i> sp.
<i>Melanoïdes tuberculata</i>	<i>Hydrochara caraboides</i>	<i>Potamophilus</i> sp.
<i>Lymnaea</i> sp.	<i>Hydrochara obtusata</i>	<i>Noterus</i> sp.
	<i>Enochrus</i> sp.	<i>Hydrocanthus</i> sp.
	<i>Helophorus</i> sp.	<i>Nepa rubra</i>
	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	<i>Laccotrephes</i> sp.
	<i>Haematopota</i> sp.	<i>Gomphus</i> sp
	<i>Ablabesmyia</i> sp	<i>Paragomphus hejeni</i>
	<i>Gomphus vastus</i>	<i>Paragomphus</i> sp
	<i>Cordulegaster</i> sp	<i>Ictinogomphus</i> sp.
	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Libellula luctuosa</i>
	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Coenagrion</i> sp.
	<i>Pseudagrion wellani</i>	<i>Hetaerina</i> sp.
	<i>Anax junius</i>	<i>Lanistes ovum</i>
	<i>Lanistes varicus</i>	<i>Bulinus globosus</i>
	<i>Melanoïdes</i> sp.	<i>Bulinus</i> sp.
	<i>Anodonta</i> sp	<i>Hirudo medicinalis</i>

4 DISCUSSION

L'étude de la macrofaune benthique de la rivière Alibori a permis de récolter 91 taxons repartis en 42 familles. Cette composition faunistique de la macrofaune benthique semble être éloignée de celle trouvée dans la rivière Agnéby (50 taxons) par [8] en Côte d'Ivoire. Par contre, elle est très proche de celle trouvée par [9] dans le fleuve Niger à Niamey et correspond globalement à la richesse des macroinvertébrés des eaux douces africaines [10]. En effet, les eaux douces sont relativement pauvres par rapport aux milieux lagunaires où la riche biodiversité des macroinvertébrés est liée à l'importance écologique de ces milieux estuariens favorisée par leur proximité avec la mer qui leur fournit des espèces marines via les marées et la présence de mangroves [11].

L'entomofaune domine largement la biodiversité des macroinvertébrés de la rivière Alibori où elle représente plus de 82% de la richesse totale de la rivière. Cette hiérarchie a été également respectée dans le fleuve Niger à Niamey où les insectes ont prédominé dans la biodiversité benthique de cette portion du fleuve [9]. D'autres résultats similaires ont été obtenus où les auteurs insistent sur la forte richesse des insectes dans les systèmes dulçaquicoles. [7] signalent notamment du point de vue richesse, la présence très marquée de ce groupe des macroinvertébrés dans les plans d'eau du Burkina-Faso. La forte richesse des insectes dans la rivière est surtout liée aux conditions écologiques qui prévalent dans ces types d'écosystèmes aquatiques. En effet, les eaux douces offrent aux communautés entomologiques une disponibilité des ressources environnementales fondamentales pour la reproduction et la croissance de larves d'insectes [12]. La forte richesse de l'entomofaune est principalement le fait des Coléoptères. La dominance de cet ordre plaide en faveur d'un milieu écologique, favorisant le développement de ces insectes. Les coléoptères sont les seuls insectes holométaboles à se présenter à la fois sous la forme imaginaire et sous la forme larvaire dans les milieux aquatiques. Ils colonisent divers habitats quand les conditions deviennent austères pour les autres espèces diminuant les compétitions interspécifiques [13]. Dans ces conditions écologiques perturbées, il est souvent noté le développement des groupes indifférents à la pollution. Ainsi, la présence des Diptères Chironomidae surtout aux stations situées en aval dans la zone de forte production agricole révèle l'accumulation des résidus issus des intrants agricoles et met en exergue une situation écologique préoccupante de la rivière [14]. En effet, malgré la forte richesse de l'entomofaune, il a été observé une faible richesse des Ephéméroptères, des Plécoptères et l'absence totale des Trichoptères. Cette forte richesse des autres groupes d'insectes au détriment des Ephéméroptères et des Trichoptères, dont

leur présence est indicatrice d'une eau de bonne qualité, semble indiquer un milieu perturbé ([11] ; [15]). Des travaux similaires réalisés en rivière par [16]; [17] ; [8] comme en lagune par [18], [11], indiquent par ailleurs que la richesse spécifique des Ephéméroptères et des Plécoptères baisse avec la pression des activités anthropiques. Ces taxons qui sont réputés vivre dans des milieux propres bien oxygénés et dont la présence dans un milieu est indicatrice de la bonne qualité des eaux, ne pourraient proliférer donc dans un milieu qui est sous l'influence permanent des pressions agricoles ([19] ; [20]).

La malacofaune a été moins riche que les insectes mais ne semble pas être trop éloignée de la richesse des Mollusques fréquemment signalée dans les eaux douces africaines [10]. La végétation, la teneur en calcium, la nature du substrat et la vitesse du courant d'eau contribuent considérablement dans la répartition et la prolifération des mollusques dans les eaux continentales [21]. La malacofaune représentée par 6 familles dont une des Bivalves, correspond globalement à la richesse des Mollusques dans la portion Niamey du fleuve Niger signalée par [9]. L'absence d'influence marine pourrait contribuer à la faible biodiversité des Mollusques des cours d'eau et tranche ainsi avec la forte diversité des Mollusques dans les milieux estuariens béninois ([18] ; [11]). Les Gastéropodes de la famille des Thiaridae ont une forte fréquence d'occurrence et semblent s'adapter aux conditions abiotiques de toutes les stations se montrant indifférents à la qualité physico-chimique des eaux. Par contre, les Bulinidae se sont montrés très rares traduisant une faible présence de cette famille dans le cours d'eau.

Du point de vue de l'abondance des ordres, les Coléoptères ont été les plus abondants avec les Gastéropodes en deuxième position. Cette hiérarchie a été observée au niveau de la rivière Agneby en Côte d'Ivoire où les insectes avec 50% de l'abondance totale, dominent la macrofaune suivis des Mollusques. La dominance en effectif des Coléoptères est principalement le fait des familles de Hydrophilidae, de Hydrochidae et de Dytiscidae qui sont très représentées. Les Hydrochidae ont fourni des espèces avec une occurrence constante, *Hydrochus elongatus* et *Clivina fossor*, qui sont adaptées aux conditions des stations et comportent comme des véritables taxons indifférents à la qualité de l'eau de la rivière. L'abondance des Gastéropodes est essentiellement liée à la famille des Thiaridae qui a été la famille la plus abondante de la macrofaune. L'effectif important des Thiaridae semble confirmer d'autres études où ces mollusques dominent largement le peuplement des eaux douces et lagunaires ([22] ; [9] ; [11]). Les Thiaridae ont été fondamentalement représentés par *Melanoides tuberculata*, une espèce constante qui domine en effectif.

L'évolution spatiale des ordres a montré que les Coléoptères ont dominé à toutes les stations. Cependant, c'est la variation de la deuxième composante du peuplement qui explicite le profil de distribution des taxons et la situation écologique de l'écosystème. Les Odonates ont été la deuxième composante après les Coléoptères, qui ont colonisé les stations situées en amont tandis que les Gastéropodes ont représenté la seconde composante dans les stations de l'aval. Cette distribution spatiale de l'abondance des groupes de macroinvertébrés traduit une répartition zonale amont-aval avec le développement des Thiaridae dans les stations de l'aval. Le résultat penche en faveur de la minéralisation et de l'enrichissement en matières organiques des stations de l'aval. Cette observation met en exergue l'importance de la biomasse algale et l'existence de plantes aquatiques dont se nourrissent ces mollusques à ces stations. Ainsi, les stations de l'aval ont favorisé le développement des espèces comme *Melanoides tuberculata*, *Lanistes variscus* et *Anodonta* sp. qui sont des espèces opportunistes [23]. Aussi, l'abondance élevée des Chironomidae aux stations situées en aval au détriment des stations d'amont confirment la distribution amont-aval des taxons et incriminent d'avantage la dégradation de la qualité de l'eau qui pourrait être liée au drainage des intrants agricoles. En effet, l'installation des activités agricoles à proximité des écosystèmes perturbent les communautés benthiques et contribuent à la diminution de la richesse spécifique et même la répartition des espèces ([24] ; [7]). Dans ces conditions environnementales défavorables, quatre types de réactions sont notées à savoir la perte de taxons sensibles à une légère pollution, une réduction progressive de la densité de certains taxons et leur disparition sur les sites très pollués, ce qui justifie d'ailleurs le nombre élevé de taxons rares et accidentels dans la macrofaune de la rivière Alibori. Ensuite, l'augmentation de la densité de certains taxons soumis à une faible charge polluante et enfin, la prolifération d'autres taxons polluo-tolérants à certaines stations à charge polluante élevée ([25] ; [26]).

L'effet saison a profondément agi sur la distribution des abondances des ordres. Les taxons ont été globalement plus abondants dans le milieu pendant la saison de pluies. Cette dynamique est liée aux pluies et inondations qui, pendant les périodes de crue accélèrent la productivité des écosystèmes aquatiques et une couverture végétale plus dense des habitats. Cette situation favorise l'augmentation de l'abondance des taxons [27]. Ainsi, les pluies favorisent le recrutement des larves des invertébrés surtout d'insectes et leur développement [28]. Le phénomène facilite la recolonisation des habitats aquatiques par les macroinvertébrés, car offrant aux organismes, de nouvelles conditions idéales dans ces milieux soumis à des perturbations naturelles et anthropiques. L'effectif important des Mollusques à cette saison est non seulement lié aux pluies, mais aussi à l'utilisation des engrais azotés et phosphatés dans la culture cotonnière dans la période, qui engendre une croissance accélérée des algues, nourritures par excellence des racleurs comme les Mollusques qui deviennent plus abondants.

5 CONCLUSION

La présente étude a permis de recenser sur la rivière Alibori 91 taxons d'invertébrés répartis en sept classes. La classe la plus diversifiée est celle des insectes avec un total 75 taxons, soit 82,41% de la richesse. La famille des Thiaridae s'est révélée comme la plus abondante. Les variations de la richesse et l'abondance des groupes zoologiques obtenus ont tendance à suivre une zonation longitudinale et une évolution saisonnière. Cependant, les seules données de richesses taxonomiques et d'abondances ne sont pas suffisantes pour analyser et quantifier les différentes variations. Une analyse de la diversité et des variations sur la base des indices semblent obligatoires pour mieux caractériser la communauté des macroinvertébrés et la stabilité du milieu.

RÉFÉRENCES

- [1] H. Bazairi, A. Bayed et C. Hily, "Structure et bioévaluation de l'état écologique des communautés benthiques d'un écosystème lagunaire de la côte atlantique marocaine" *C. R. Biologies* vol. 328, pp. 977–990, 2005.
- [2] V. Minaya, M. McClain, O. Moog, F. Omengo and G. A. Singer, "Scale-dependent effects of rural activities on benthic macroinvertebrates and physico-chemical characteristics in headwater streams of the Mara River, Kenya", *Ecological Indicators*, vol. 32, pp. 116–122, 2013.
- [3] M. De Jonge, C. Belpaire, C. Geeraerts, W. De Cooman, R. Blust and L. Bervoets, "Ecological impact assessment of sediment remediation in a metal-contaminated lowland river using translocated zebra mussels and resident macroinvertebrates" *Environmental Pollution*, Vol. 171, pp. 99-108, 2012.
- [4] J. Aazami, A. S. Esmaili, P. J. Van den Brink, A. Abdoli and H. Sohrabi, "Assessment of Ecological Quality of the Tajan River in Iran Using a Multimetric Macroinvertebrate Index and Species Traits" *Environmental Management*, vol. 56 pp. 260–269, 2015.
- [5] C. Gonzalo and J. A. Camargo, "The impact of an industrial effluent on the water quality, submersed macrophytes and benthic macroinvertebrates in a dammed river of Central Spain", *Chemosphere*, Vol. 93, 1117–1124, 2013.
- [6] A. K. Mehari, V. Vijverberg, A. Wondie, M. Mingist and J. Vijverberg, "Spatial and seasonal variation in the macroinvertebrates and physico-chemical parameters of the Enfranz River, Lake Tana sub-basin (Ethiopia)", *Ecohydrology & Hydrobiology*, Vol.14, pp. 304-312, 2014.
- [7] S. Sanogo, J. A. N. Kabré et P. Cecci, "Inventaire et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés bioindicateurs de trois plans d'eau du bassin de la Volta au Burkina Faso", *International of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 8, no. 3, pp.1005-1029, 2014.
- [8] D. Diomandé, K. Y Bony, E. O. Edia, K. F. Konan KF et G. Gourène, "Diversité des Macroinvertébrés Benthiques de la Rivière Agnéby (Côte d'Ivoire; Afrique de l'Ouest)", *European Journal of Scientific Research*, Vol. 35, no.3, pp. 368-377, 2009.
- [9] B. Alhou, Y. Issiaka, A. Awaiss et J. C. Micha, "Premier inventaire des macro-invertébrés du fleuve Niger à Niamey comme bioindicateurs de la pollution urbaine et industrielle", *Hydroécologie Appliquée*, Vol. 18, pp. 139–163, 2014.
- [10] Durand J R et Lévêque C, Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne, 2nd. Paris : ORSTOM, p 483, 1981.
- [11] D. Adandédjan, "Diversité et déterminisme des peuplements de macroinvertébrés benthiques de deux lagunes du Sud-Bénin : la Lagune de Porto-Novo et la Lagune Côtière", Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, p. 261, 2012.
- [12] O. E. Edia, S. Brosse, A. Ouattara, G. Gourène, P. Winterton and S. Lek-Ang, "Aquatic insect assemblage patterns in four West African coastal rivers", *J. Biol. Sci*, Vol. 7, pp. 1130-1138, 2007.
- [13] A. Ben moussa, A. Chahlaoui, E. Rour et M. Chahboune, "Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued khoumane. Moulay idriss Zerhoun", *J. Mater. Environ. Sci*, Vol. 5, no.1, pp. 183-198, 2014.
- [14] M. S. Foto, T. S. H. Zebaze, T. N. L. Nyamsi, G. A. Ajeegah et T. Njiné, "Evolution spatiale de la diversité des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans un cours d'eau anthropisé en milieu tropical (Cameroun)", *European Journal of Scientific Research*, Vol. 55, no. 2, pp. 291-300, 2011.
- [15] S. Carvalho, M. Barata, F. Pereira, M. B. Gaspar, L. C. da Fonseca, P. Pousao-Ferreira, "Distribution patterns of macrobenthic species in relation to organic enrichment within aquaculture earthen ponds", *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 52, pp. 1573-1584, 2006.
- [16] D.M. Carlisle, M. R. Meador, S. R. Moulton and P. M. Ruhl, "Estimation and application of indicator values for common macroinvertebrate genera and families of the United States", *Ecological Indicators*, Vol. 28, pp. 7-22, 2007.
- [17] E. O. Edia, M. Gevrey, A. Ouattara, S. Brosse, G. Gourène and S. Lek, "Patterning and predicting aquatic insect richness in four West-African coastal rivers using artificial neural networks", *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, Vol. 398. no. 06, pp. 1-6, 2010.

- [18] P. M. 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 ", Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse, p. 169, 2006.
- [19] Y. C. Jun, D. H. Won, S. H. Lee, D. S. Kong and S. J. Hwang, "A Multimetric Benthic Macroinvertebrate Index for the Assessment of Stream Biotic Integrity in Korea", *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 9, pp. 3599-3628, 2012.
- [20] A. Fagrouch, A. Berrahou, 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)", *Revue des sciences de l'eau*, vol. 24, no. 2, pp. 87-101, 2011.
- [21] L. Karrouch, "Bio-évaluation de la qualité des eaux courantes de la région Meknès (Centre- Sud, Maroc) : Impact sur l'environnement et la sante ". Thèse doctorat es sciences en biologie, Faculté des sciences. Meknès, p. 216, 2010.
- [22] K. N. Kouadio, "Diversité et structure des peuplements de macroinvertébrés benthiques des lagunes de Côte d'Ivoire : Aby, Ebrié et GrandLahou", Thèse de doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, Abobo-Adjamé, p. 162, 2010
- [23] D. Adandédjan, P. Lalèyè et G. Gourène, "Macroinvertebrates communities of a coastal lagoon in southern Benin, West Africa", *International of Biological and Chemical Science*, Vol.6, no. 3, pp. 1233-1252, 2012.
- [24] A. Mazzola, S. Mirto, T. La Rosa, M. Fabiano and R. Danovaro, "Fishfarming effects on benthic community structure in coastal sediments: analysis of meiofaunal recovery", *Journal of Marine Science*, Vol. 57, pp. 1454-1461, 2000.
- [25] Y. Younes-Baraillé, X. F. Garcia and J. Gagneur, "Impact of the longitudinal and seasonal changes of the water quality on the benthic macroinvertebrate assemblages of the Andorran strezams", *C.R. Biologies*, Vol. 328, pp. 963 -976. 2005
- [26] J. O. Olomukoro and O. C. Nduh-Tochukwu , "Macroinvertebrate colonization of artificial substrata II: weeds and plant stems" *Asian Journal of Plant Sciences*, Vol.5, no. 6, pp. 990-995, 2006.
- [27] D. Adandédjan, P. Lalèyè, A. Ouattara, G. Gourène, "Distribution of Benthic Insect Fauna in a West African Lagoon: The Porto-Novo Lagoon in Benin" *Asian Journal of Biological Sciences*, Vol. 4, no. 2, pp.116-127, 2011.
- [28] M. S. Foto, T. S. H. Zebase, T. N. L. Nyamsi et T. Njiné, "Macroinvertébrés benthiques d'un cours d'eau Nga: Essai de caractérisation d'un référentiel par des analyses biologiques". *European Journal of Scientific Research*, Vol. 43, pp. 96-106, 2010.