

Structure du peuplement en insectes des étangs de pisciculture au Sud de la Côte d'Ivoire (Layo, Banco, Azaguie, Anyama I, Anyama II)

Michel Laurince YAPO^{1*}, Oi Edia EDIA², Soumaïla SYLLA³,
Boua Célestin ATSE³ et Philippe KOUASSI⁴

¹ UFR Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

² Laboratoire d'Environnement et Biologie Aquatique, Université Nangui Abrogoua,
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³ Centre de Recherches Océanologiques (C R O), BP V 18 Abidjan, Côte d'Ivoire

⁴ Laboratoire de Zoologie-Biologie Animale, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny,
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : yapolaurince@yahoo.fr

Résumé

L'entomofaune des étangs de cinq fermes piscicoles, au sud de la Côte d'Ivoire, a été évaluée de Décembre 2007 à Novembre 2008. Les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés avec des appareils adéquats. L'échantillonnage des insectes a été réalisé au filet à main dans la colonne d'eau et à la benne Van Veen dans le sédiment. Au total 79 taxons repartis en 35 familles et 8 ordres ont été recensés. Le peuplement entomologique est qualitativement dominé par les Hémiptères et les Coléoptères. La famille des Chironomidae est la plus riche en taxon. La richesse taxonomique est plus élevée au Banco et plus faible à Layo. L'analyse de la diversité spécifique et de l'équitabilité révèle que les communautés d'insectes aquatiques des stations du Banco et de Layo sont hautement diversifiées. Cette analyse montre que ces écosystèmes ont une qualité écologique acceptable. L'essentiel de la densité et de la biomasse est dominé par les Hémiptères et les Diptères. La conductivité semble jouer un rôle important dans la distribution des taxons.

Mots-clés : *insectes aquatiques, structure des peuplements, densité, biomasse, étangs piscicoles, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Structure of insects population in fish farm ponds of the south of Côte d'Ivoire (Layo, Banco, Azaguie, Anyama I, Anyama II)

Insect fauna of five fish farms ponds in southern Côte d'Ivoire was evaluated from December 2007 to November 2008. The physical and chemical parameters of water were measured by appropriate devices. Sampling was conducted in water column and in sediment using a hand net and a Van Veen grab respectively. A total of 79 taxa belonging to 35 families and 8 orders were recorded. Hemiptera and Coleoptera dominated qualitatively aquatic insect's community structure. Chironomidae is the richest family in taxon. Taxa richness is higher and lower at Banco and Layo respectively. Shannon index diversity and evenness analysis indicate that aquatic insect community of Banco and Layo stations and were highly diversify. This analysis showed that the quality of these ecosystems seemed ecologically acceptable. Essential of density and biomass is dominated by Hemipterans and Dipterans. Conductivity seems to affect the distribution of taxa.

Keywords : *aquatic insects, community structure, density, biomass, fish farm ponds, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

Le rôle des insectes dans la nature n'est plus à démontrer. Ils jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques [1]. Les insectes constituent d'excellents témoins de la qualité des habitats où ils se rencontrent. C'est ainsi qu'ils sont utilisés comme bioindicateurs de la qualité de l'eau [2 - 4]. Outre ce rôle, ils constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques. Ils sont une source de nourriture pour de nombreux invertébrés et plusieurs espèces de poissons. Dans le domaine de la santé, les insectes causent de nombreuses nuisances à l'homme liées surtout à la présence d'espèces hématophages telles que les moustiques, les simulies et les Tabanidae [5]. En Afrique de l'ouest, des études relatives aux insectes aquatiques ont été menées [2, 3, 6]. En Côte d'Ivoire, les études sur les insectes aquatiques sont nombreuses. La plupart des travaux relatifs à ces organismes ont été réalisés au nord du pays dans le cadre des programmes de lutte contre les simulies, agents vecteurs de l'onchocercose. D'autres études relatives à l'aspect systématique et écologique [7 - 10] ont été menées en vue, d'une part, de faire l'inventaire faunistique des insectes aquatiques et, d'autre part, de montrer leur importance dans le régime alimentaire des espèces de poissons. La grande majorité de ces travaux a été entreprise, soit dans les eaux courantes, soit dans les lacs de barrage hydroélectrique. Très peu d'études ont porté sur les populations d'insectes des étangs [11 - 16]. L'étude des peuplements des insectes aquatiques des étangs reste donc un champ à explorer en Côte d'Ivoire. En effet, très peu de connaissances existent sur la communauté des invertébrés des étangs en général [17, 18]. Toutefois, dans les dernières décennies, une attention particulière a été accordée aux étangs pour leur rôle dans la conservation de la biodiversité aquatique notamment en ce qui concerne les invertébrés en général et les insectes en particulier [19, 20]. Ces invertébrés pourraient jouer un rôle essentiel dans l'alimentation naturelle des poissons qui sont élevés dans ces étangs [21, 22]. Au vue de ce qui précède, nous nous sommes intéressés aux insectes des étangs piscicoles. Quels peuplements d'insectes colonisent-ils les étangs des fermes piscicoles? L'objectif général de cette étude est d'évaluer les peuplements d'insectes des étangs des fermes piscicoles afin d'apprécier la contribution de ces milieux à la conservation de la biodiversité aquatique. Pour aboutir à cet objectif général, les objectifs spécifiques fixés sont : (1) faire l'inventaire des insectes aquatiques des fermes piscicoles, (2) étudier leur distribution spatiale, (3) mise en évidence de l'influence des paramètres environnementaux sur la répartition des taxons.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

La présente étude a été réalisée dans cinq fermes piscicoles localisées au Sud de la Côte d'Ivoire. Ce sont les fermes de la station d'Aquaculture Expérimentale de Layo ($5^{\circ}19'N$; $4^{\circ}18'W$), les fermes piscicoles du Banco ($5^{\circ}23'N$; $4^{\circ}03'$), d'Azaguié ($5^{\circ}39'N$; $4^{\circ}05'W$), d'Anyama I ($5^{\circ}33'N$; $4^{\circ}03'W$) et d'Anyama II ($5^{\circ}34'N$; $4^{\circ}02'W$). La zone d'étude est localisée entre $5^{\circ}20'$ et $5^{\circ}70'$ latitude Nord et entre $3^{\circ}80'$ et $4^{\circ}40'$ longitude Ouest (*Figure 1*). Le climat de la zone d'étude est de type équatorial humide. Il est caractérisé par quatre saisons : une grande et une petite saison sèche qui alternent avec une grande et une petite saison des pluies. La grande saison sèche s'étend du mois de décembre au mois de mars. La petite saison sèche couvre la période allant de la mi-juillet à la mi-septembre. Quant aux saisons de pluie, elles s'échelonnent d'avril à mi-juillet pour la grande et de la mi-septembre à novembre pour la petite [23]. Ce climat est caractérisé par des températures mensuelles qui oscillent entre $23^{\circ}C$ et $28^{\circ}C$. Les valeurs moyennes mensuelles de la pluviométrie varient de 0 à 409,2 mm. Le taux d'humidité de cette zone est compris entre 44 % et 85 % [24]. La ferme piscicole du Banco est située dans le Parc National du Banco. Ce parc créé par décret du 31 Octobre 1953 est une forêt

primaire située dans la ville d'Abidjan. A Azaguié, Anyama I et Anyama II, l'écosystème est constitué par un paysage agricole tandis qu'à Layo l'environnement immédiat est caractérisé par des habitations. Les étangs des différentes stations sont alimentés par divers sources d'eau. A Anyama I et à Azaguié les étangs sont respectivement alimentés par un lac et un ruisseau. Au Banco, les étangs sont alimentés par la rivière Banco. A Anyama II et à Layo, les étangs sont approvisionnés en eau par la nappe phréatique. A Layo, l'eau qui alimente les étangs est salée du fait de sa situation contiguë à la lagune Ebrié. La salinité varie saisonnièrement de 0 à 10 ‰ [25]. Dans les autres stations, l'eau qui alimente les étangs est une eau douce. Les étangs des 5 stations sont permanents et peu profond (< 1 m). Dans chaque station, trois étangs dont la superficie varie de 280 m² à 500 m² (**Tableau 1**) ont été sélectionnés au hasard. Le sédiment est essentiellement constitué de sable dans les stations de Layo et d'Azaguié, de vase au Banco, de sable et d'argile à Anyama I tandis qu'à Anyama II, le substrat dans les étangs est constitué de vase et de sable. L'espèce de poisson élevée dans les étangs est *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 à l'exception de Banco où les étangs sont abandonnés. La densité de mise en charge est de 3 à 5 poissons / m² (Layo), 6 poissons / m² (Azaguié et Anyama II) et de 7 poissons / m² (Anyama I). Les poissons sont nourris à l'aide du son de riz.

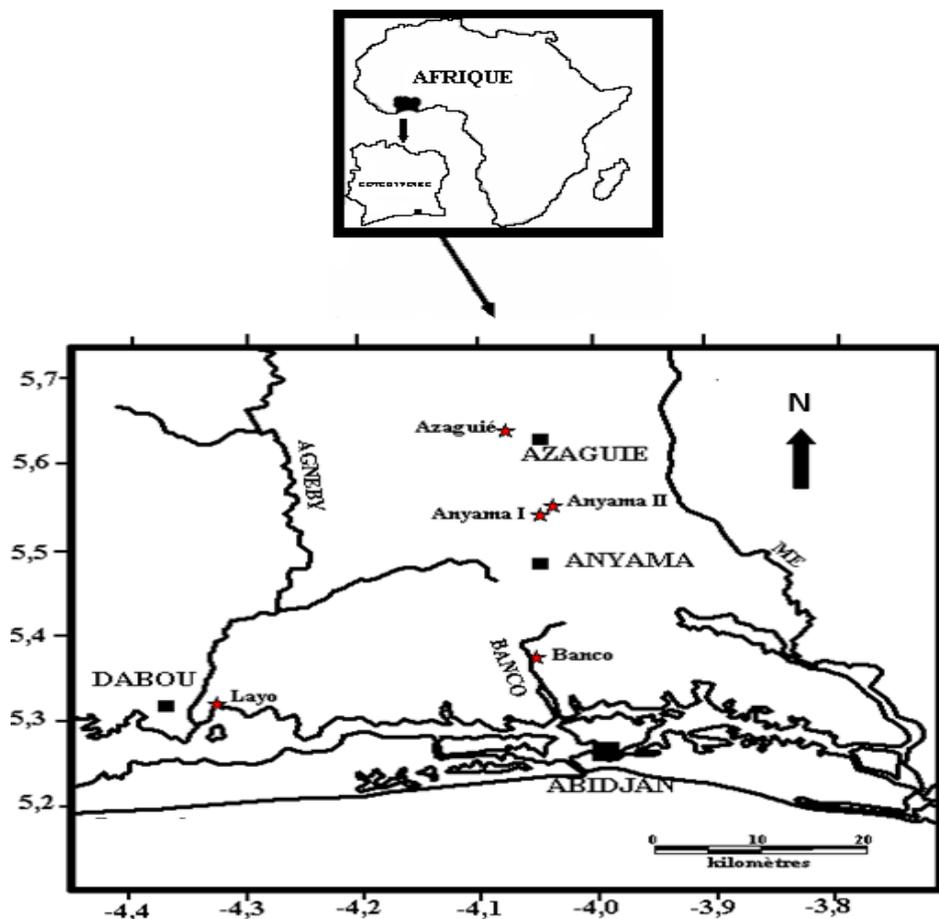


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude et localisation des stations d'échantillonnage

Légende

- Villes
- ★ Stations
- N = Nord

Tableau 1 : Position géographique, altitude, superficie, substrat prédominant des étangs et environnement immédiat des fermes piscicoles

Caractéristiques	Layo	Banco	Azaguié	Anyama I	Anyama II
Position géographique	05° 19'N 04° 18'W	05° 23'N 04° 03'W	05° 39'N 04° 05'W	05° 33'N 04° 03'W	05° 34'N 04° 02'W
Altitude (m)	10	18	70	64	81
Superficie des étangs (m ²)	350-500	300-450	280-350	300-400	300-400
Substrat prédominant	sable logement	vase logement	sable bananeraie	sable/ argile bananeraie	Vase / sable plantation d'hévéa
Environnement immédiat	cocotiers lagune	forêt primaire	forêt dégradée	plantation de teck forêt dégradée	forêt dégradée orangers

2-2. Échantillonnage de l'entomofaune aquatique

L'échantillonnage des insectes est réalisé au filet à main dans la colonne d'eau et à la benne Van Veen dans le sédiment. L'échantillonnage de l'entomofaune aquatique a été effectué tous les mois, de décembre 2007 à novembre 2008. Dans chaque ferme, trois étangs de grossissement ont été choisis. Les échantillonnages ont été effectués selon la méthode proposée par [19, 26]. Dans chaque ferme, nous avons échantillonné les deux types de milieu (zone pélagique et zone benthique) dans chaque étang. Six prélèvements par milieu ont été effectués dans le but de rassembler le maximum de diversité. Les récoltes ont été effectuées entre 8 h et 10 h. Le contenu de chaque matériel a été déversé dans un récipient, les échantillons de la colonne d'eau ont été rincés avec un tamis de 300 µm de vide de maille tandis que les échantillons benthiques ont été rincés avec un tamis de 1 mm de vide de maille selon [27]. Les spécimens récoltés ont été fixés au formol 10 %. Au laboratoire, les différents prélèvements ont été rincés à l'eau dans des tamis de 300 µm de vide de maille pour les échantillons de la colonne d'eau et de 1 mm de vide de maille pour les échantillons benthiques. Les différents organismes ont été triés à l'aide d'une loupe binoculaire de modèle Wild M3C. Les espèces ont été identifiées à l'aide des clés de [5, 7, 28 - 30]. Les organismes ont été séchés à l'étuve à 60°C pendant 24 h [31], refroidis puis pesés à 0,001 g près. Les résultats ont été exprimés sous forme de richesse taxonomique, d'abondance, d'indice de diversité de [32], d'équitabilité [33], de densité et de biomasse.

2-3. Mesure des paramètres physiques de l'eau et détermination de la nature et du taux de substrat

Les paramètres physico-chimiques des eaux ont été mesurés par des appareils adéquats. Les paramètres physico-chimiques (température, pH, oxygène dissous, conductivité, transparence) ont été mesurés *in situ* entre 8 heures et 10 heures avant tout échantillonnage entomologique. Un appareil multiparamètre de type WTW pH / Cond 340i a servi à mesurer le pH, la conductivité et la température de l'eau. L'oxygène dissous a été mesuré à l'aide d'un oxymètre de type WTW Oxi 92 tandis qu'un disque de Secchi a été utilisé pour la détermination de la transparence de l'eau. Les sondes des appareils ont été plongées dans l'eau. La valeur du paramètre sélectionné est directement lue sur l'écran d'affichage. La mesure de la transparence de l'eau a été faite par immersion totale du disque de Secchi dans l'eau jusqu'à sa disparition complète, puis sa remontée lente jusqu'à ce qu'il soit visible à nouveau par l'opérateur. La profondeur à partir de laquelle le disque est visible correspond à la valeur de la transparence. Le taux de substrat a été visuellement estimé en pourcentage de sable, d'argile et de vase [34].

2-4. Analyse statistique

L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour déterminer les effets des stations sur les variables environnementales, les indices de diversité, la densité et la biomasse. Le test de Kolmogorov-Smirnov a été effectué pour vérifier la normalité des données. Celles-ci ont été préalablement transformées selon la formule $\log_{10}(X + 1)$ avant toute analyse. Le test de Tukey a été utilisé pour les comparaisons à posteriori. Les différences sont considérées significatives pour $p < 0,05$. L'ANOVA a été effectuée à l'aide du logiciel Statistica 7.1. L'analyse canonique a permis de rechercher les relations entre les paramètres physico-chimiques de l'eau et les taxons d'insectes aquatiques. Cette analyse a été effectuée à l'aide du programme CANOCO (Canonical Community Ordination) pour Windows version 4.5 [35].

3. Résultats et discussion

3-1. Résultats

3-1-1. Paramètres physico-chimiques

Les valeurs les plus faibles de la température, du pH et de l'oxygène dissous et de la conductivité ont été enregistrées à la station du Banco (**Tableau 2**). En revanche les valeurs les plus importantes de la conductivité et de la transparence ont été respectivement obtenues à Layo et au Banco. Les valeurs des nitrites et des phosphates sont plus élevées à Layo que dans les autres stations. Par contre la valeur maximale de l'ammonium a été enregistrée à la station du Banco

Tableau 2 : Valeurs moyennes annuelles (\pm écart-types) des paramètres physico-chimiques de l'eau des stations

Paramètres	Stations				
	Layo	Banco	Azaguïé	Anyama I	Anyama II
Température (°C)	28,36 \pm 1,11 ^b	27,20 \pm 0,60 ^a	28,97 \pm 1,10 ^b	28,80 \pm 1,07 ^b	28,80 \pm 0,88 ^b
pH	6,93 \pm 0,11 ^b	6,75 \pm 0,19 ^a	6,90 \pm 0,11 ^b	7,08 \pm 0,12 ^c	7,04 \pm 0,16 ^c
Conductivité (μ S/cm)	3037,83 \pm 2980,25 ^b	35,85 \pm 2,88 ^a	38,05 \pm 4,08 ^a	71,22 \pm 14,10 ^a	49,14 \pm 16,67 ^a
Transparence (cm)	21,65 \pm 6,84 ^a	30,14 \pm 4,26 ^b	22,05 \pm 7,65 ^a	21,99 \pm 5,03 ^a	23,05 \pm 4,73 ^a
Oxygène dissous (mg/l)	5,55 \pm 1,32 ^b	4,18 \pm 1,15 ^a	5,71 \pm 0,66 ^{bc}	6,33 \pm 0,44 ^d	6,16 \pm 0,40 ^{cd}
Nitrites (NO ²⁻) (mg/l)	1,26 \pm 0,84 ^b	0,93 \pm 0,81 ^{ab}	1,02 \pm 0,55 ^{ab}	0,62 \pm 0,57 ^a	1,06 \pm 0,44 ^b
Ammonium (NH ₄ ⁺) (mg/l)	0,23 \pm 0,30 ^a	0,31 \pm 0,36 ^b	0,17 \pm 0,26 ^a	0,16 \pm 0,20 ^a	0,12 \pm 0,16 ^a
Phosphate(PO ₄ ³⁻) (mg/l)	2,47 \pm 1,44 ^b	2,08 \pm 0,86 ^b	2,05 \pm 1,21 ^b	1,09 \pm 0,69 ^a	2,10 \pm 0,79 ^b

3-1-2. Richesse taxonomique

Au total, 79 taxons regroupés en 35 familles et 8 ordres (**Tableau 3**) ont été récoltés. Le peuplement est dominé qualitativement par les Hémiptères en termes de richesse taxonomique dans toutes les stations (**Figure 2**). Ceux-ci sont suivis des Coléoptères à la station de Layo et des Diptères dans les autres stations. La famille des Chironomidae (Diptères) est la plus riche en taxons (11 taxons).

3-1-3. Abondance, densité et biomasse

Au total, 35588 individus ont été récoltés. La station d'Azaguïé avec 8940 individus présente la plus forte abondance (**Tableau 4**). Elle est suivie des stations d'Anyama II et d'Anyama I qui présentent respectivement

7612 et 6765 individus. Les plus faibles abondances ont été enregistrées au niveau des stations de Layo (6104 individus) et du Banco (6167 individus). De façon générale, les Hémiptères et les Diptères sont numériquement les groupes taxonomiques les plus importants. Ces ordres représentent respectivement 67,48 % et 23,61 % de l'abondance totale des insectes aquatiques récoltés. La distribution verticale des taxons indique que la densité des insectes (**Tableau 4**) varie dans la colonne d'eau entre 553,49 ind. / m³ (Banco) et 801,56 ind. / m³ (Azaguié) et dans le sédiment entre 87,65 ind. / m² (Layo) et 835,49 ind. / m² (Azaguié). De même, la biomasse (**Tableau 5**) varie dans la colonne d'eau entre 8,08 g / m³ (Banco) et 21,62 g / m² (Azaguié) et dans le sédiment entre 0,89 g / m² (Layo) et 3,38 g / m² (Azaguié).

3-1-4. Diversité et indice de similarité du peuplement

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver oscillent entre 1,73 (Azaguié) et 2,88 (Banco) (**Tableau 6**). Cet indice présente une différence significative entre les stations ($F_{4,180} = 60,43$, $p = 0,00$). Concernant l'équitabilité, la valeur la plus élevée a été observée à la station du Banco (0,73) et la plus faible a été enregistrée à Azaguié et à Anyama II (0,45) (**Tableau 6**). Une variation significative entre les stations a été observée ($F_{4,180} = 64,38$; $p = 0,00$). L'indice de Sorensen a été calculé pour évaluer la similarité des communautés d'insectes entre les différentes stations. L'analyse du **Tableau 7** indique que les valeurs de l'indice de similarité de Sorensen sont comprises entre 60 % et 74 %. Les indices enregistrés entre la station de Layo et les autres stations varient de 60 % à 69 %. Les valeurs observées entre la station du Banco et celles d'Azaguié, d'Anyama I et d'Anyama II ont oscillé entre 72 % et 74 %. Les indices calculés entre Azaguié et Anyama I, puis entre Azaguié et Anyama II sont respectivement de 72 % et 73 %. De même, celui obtenu entre Anyama I et Anyama II est de 73 %.

Tableau 3 : Liste des taxons récoltés dans les différentes stations

Bc = Banco; Ly = Layo; Az = Azaguié; AnI = Anyama I; AnII = Anyama II; 1 = presence; 0 = absence.

Ordres	Familles	Taxons	Stations					
			BC	LY	AZ	AI	AII	
Coléoptère	Hydrophilidae	<i>Amphiops</i> sp.	1	1	1	0	1	
		<i>Hydrochara rickseckeii</i> .	1	1	1	1	1	
	Dytiscidae	<i>Hydrobius</i> sp.	0	1	0	0	0	
		<i>Canthyrus minutus</i> .	0	1	0	0	0	
		<i>Canthyrus xanthinus</i>	1	1	1	1	1	
		<i>Cybister tripunctatus</i>	0	1	1	0	0	
		<i>Hydrocanthus micans</i>	0	1	0	0	0	
		<i>Hydrocoptus simplex</i>	0	1	0	0	0	
		<i>Laccophilus vermiculosus</i>	0	0	1	0	1	
		<i>Yola tuberculata</i>	0	1	0	0	0	
		<i>Hyphydrus</i> sp.	1	0	0	0	0	
		<i>Limnius</i> sp.	1	1	0	1	1	
		<i>Esolus</i> sp.	1	0	0	1	0	
		Elmidae	<i>Potamodytes</i> sp.	0	0	1	0	1
	<i>Potamophilus</i> sp.		0	1	0	0	0	
	Curculionidae	<i>Pseudobagous</i> sp.	1	1	1	0	1	
		<i>Bagous</i> sp.	1	1	0	1	0	
	Gyrinidae	<i>Orectogyrus</i> sp.	0	0	0	1	1	
		<i>Aulonogyrus</i> sp.	0	0	0	0	1	
	Chrysomelidae	<i>Macrolea</i> sp.	1	0	0	0	0	
Spercheidae	<i>Sperchus ceriyisi</i>	0	0	1	0	0		
Hémiptère	Belostomatidae	<i>Appasus</i> sp.	1	1	1	0	1	
		<i>Dyplonichus</i> sp.	1	1	1	1	1	
	Gerridae	<i>Eurymetra</i> sp.	1	1	1	1	1	
		<i>Limnogonus chopardi</i>	1	1	1	1	1	
		<i>Naboandelus</i> sp.	0	1	1	1	1	
	Corixidae	<i>Micronecta</i> sp.	1	1	1	1	1	
		<i>Sigara</i> sp.	0	0	1	0	0	
		<i>Stenocorisea protrusa</i>	1	1	1	0	1	
	Notonectidae	Notonectidae	1	1	1	1	1	
		<i>Anisops sardea</i>	1	1	1	1	1	
		<i>Anisops</i> sp.	1	1	1	1	1	
		<i>Enithares</i> sp.	1	1	0	1	1	
	Chrysomelidae	<i>Macrolea</i> sp.	1	0	0	0	0	
	Spercheidae	<i>Sperchus ceriyisi</i>	0	0	1	0	0	
	Hémiptère	Belostomatidae	<i>Appasus</i> sp.	1	1	1	0	1
			<i>Dyplonichus</i> sp.	1	1	1	1	1
	Gerridae	<i>Eurymetra</i> sp.	1	1	1	1	1	
		<i>Limnogonus chopardi</i>	1	1	1	1	1	
		<i>Naboandelus</i> sp.	0	1	1	1	1	
		Corixidae	<i>Micronecta</i> sp.	1	1	1	1	1
<i>Sigara</i> sp.			0	0	1	0	0	
<i>Stenocorisea protrusa</i>	1		1	1	0	1		

Tableau 3 : Suite

Ordres	Familles	Taxons	Stations						
			BC	LY	AZ	AI	All		
Hémiptère	Notonectidae	Notonectidae	1	1	1	1	1		
		<i>Anisops sardea</i>	1	1	1	1	1		
		<i>Anisops</i> sp.	1	1	1	1	1		
		<i>Enithares</i> sp.	1	1	0	1	1		
	Naucoridae	<i>Naucoris</i> sp.	1	1	0	0	0		
		<i>Macrocoris flavicollis</i>	1	0	0	1	0		
	Pleidae	<i>Plea pullula</i>	1	1	1	0	0		
	Veliidae	<i>Rhagovelia reitteri</i>	1	0	1	1	0		
	Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i> sp.	1	1	1	1	1		
	Hydrometridae	<i>Hydrometra</i> sp.	0	0	0	1	0		
	Nepidae	<i>Laccotrephes ater</i>	0	0	0	1	1		
		<i>Ranatra parvipes</i>	1	1	1	1	1		
	Diptère	Leptopodidae	<i>Valleriola</i> sp.	0	0	0	1	0	
		Chironomidae	<i>Tanytus fuscus</i>	1	1	1	1	1	
			<i>Nilodorum fractilobus</i>	1	1	1	1	1	
			<i>Nilodorum brevipalpis</i>	1	0	1	1	1	
			<i>Polypedilum</i> sp.	1	1	1	1	1	
<i>Chironomus imicola</i>			1	1	1	1	1		
<i>Stictochironomus</i> sp.			1	0	1	1	1		
<i>Clinotanytus claripennis</i>			1	0	1	1	1		
<i>Ablabesmyia dusoleili</i>			1	0	0	0	1		
<i>Cryptochironomus</i> sp.			1	0	1	0	0		
<i>Cricotopus kisantuensis</i>			0	0	0	0	1		
<i>Stenochironomus</i> sp.			1	0	0	1	0		
Tabanidae			<i>Tabanus</i> sp.	1	0	0	0	1	
Chaoboridae			<i>Chaoborus anomalus</i>	1	0	1	1	1	
Ceratopogonidae			<i>Ceratopogon</i> sp.	0	1	1	1	1	
Ephéméroptère			Culicidae	<i>Culex fatigans</i>	1	1	1	1	0
				Baetidae	<i>Cloeon bellum</i>	1	1	1	1
		<i>Cloeon gambiae</i>	1	1	1	1	1		
		<i>Cloeon smaeleni</i>	1	1	1	1	1		
	Polymitarcyidae	<i>Povilla adusta</i>	1	0	1	1	1		
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	0	0	1	1	1		
	Trichoptère	Polycentropodidae	<i>Dipseudopsis capensis</i>	1	0	0	0	1	
Hydropsychidae		<i>Protomacronema</i> sp.	1	0	0	0	0		
Hydroptilidae		<i>Hydroptila</i> sp.	1	0	0	0	0		
Ecnomidae		<i>Ecnomus</i> sp.	0	0	0	1	0		
Odonate	Coenagrionidae	Coenagrionidae	0	0	1	0	1		
		<i>Ceriagrion</i> sp.	1	1	1	1	0		
		<i>Pseudagrion wellani</i>	1	1	1	1	1		
		<i>Pseudagrion</i> sp.	1	1	1	1	1		
		<i>Ischnura</i> sp.	0	1	1	0	0		

Tableau 3 : Suite

Ordres	Familles	Taxons	Stations				
			BC	LY	AZ	AI	AII
Odonate	Libellulidae	<i>Libellula</i> sp.	1	0	1	1	1
		<i>Orthetrum</i> sp.	0	0	1	1	0
		<i>Crocothemis</i> sp.	0	1	0	0	0
		<i>Brachythemis</i> sp.	1	1	1	1	1
		<i>Pantala flavescens</i>	0	0	1	0	0
	Gomphidae	<i>Ictinogomphus</i> sp.	0	0	0	1	0
Lépidoptère	Pyrilidae	Pyrilidae	1	1	0	0	1
Mégaloptère	Corydalidae	Corydalidae	1	0	0	0	0
Total=8	35	79	52	44	48	46	47

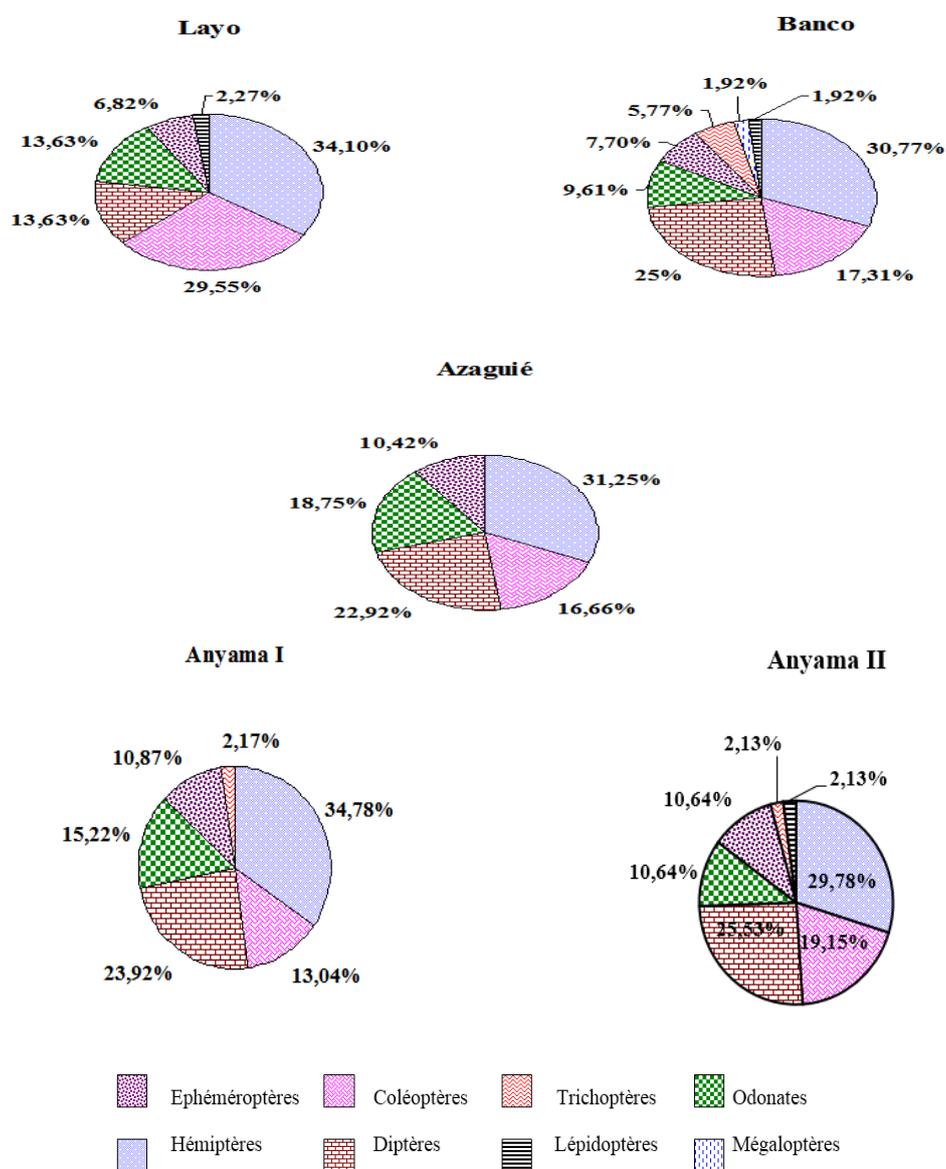


Figure 2 : Proportion numérique (%) des ordres d'insectes dans le peuplement global des étangs des stations

Tableau 4 : Abondance et densité moyenne (et écart-type) du peuplement d'insectes récoltés dans la colonne d'eau (ind. / m³) et dans le sédiment (ind. / m²)

	Milieu	Stations				
		Layo	Banco	Azaguié	Anyama I	Anyama II
Abondance		6104	6167	8940	6765	7612
	Colonne d'eau (ind. / m ³)	748,45 ^{ab} (459,89)	553,49 ^a (358,40)	801,56 ^b (208,38)	682,61 ^{ab} (259,42)	734,95 ^{ab} (258,61)
Densité	Sédiment (ind. / m ²)	87,65 ^a (46,89)	575,31 ^b (438,22)	835,49 ^c (598,03)	449,38 ^b (397,66)	585,49 ^{bc} (327,27)

^{a,b,c} lettres de la même ligne montre une différence significative entre les stations ($p < 0,05$).

Tableau 5 : Biomasse moyenne des insectes récoltés dans la colonne d'eau (mg/m³) et dans le sédiment (mg / m²)

	Milieu	Stations				
		Layo	Banco	Azaguié	Anyama I	Anyama II
Biomasse	Colonne d'eau (g / m ³)	29,13 ± 14,85 ^b	8,08 ± 4,23 ^a	40,04 ± 9,60 ^c	32,51 ± 11,45 ^b	36,22 ± 12,84 ^{bc}
	Sédiment (g / m ²)	0,89 ± 0,75 ^a	2,06 ± 1,51 ^b	3,38 ± 3,33 ^c	2,32 ± 2,47 ^{bc}	2,15 ± 1,16 ^{bc}

^{a,b,c} lettres de la même ligne montre une différence significative entre les stations ($p < 0,05$).

Tableau 6 : Indice de Shannon-Weaver et équitabilité des peuplements d'insectes des étangs des stations

	Stations				
	Layo	Banco	Azaguié	Anyama I	Anyama II
Indice de Shannon-Weaver	2,17 ± 0,64 ^b	2,88 ± 0,33 ^c	1,73 ± 0,39 ^a	1,75 ± 0,61 ^a	1,74 ± 0,35 ^a
Équitabilité	0,57 ± 0,10 ^b	0,73 ± 0,06 ^c	0,45 ± 0,06 ^a	0,46 ± 0,11 ^a	0,45 ± 0,07 ^a

Les lettres a, b et c indiquent une différence significative entre les stations.

Tableau 7 : Indice de similarité de Sorensen (I_s) des communautés d'insectes des étangs des fermes piscicoles

	Layo	Banco	Azaguié	Anyamal	Anyamall
Layo		68	69	60	65
Banco			72	73	74
Azaguié				72	73
Anyamal					73
Anyamall					

3-1-5. Influence des facteurs abiotiques sur la distribution des insectes des étangs des fermes piscicoles

L'analyse canonique de correspondance (**Figure 3**) montre que le pourcentage total de variance expliquée est de 90,43 % pour les deux premiers axes dont 62,27 % pour le premier et 28,16 % pour le second. A l'axe I, sont positivement corrélées, les variables, conductivité, et nitrite. Les valeurs maximales de ces paramètres ont été obtenues à la station de Layo. Les taxons caractéristiques de cette station sont *Brachythemis* sp., *Canthydrus xanthinus*, *Canthydrus minutus* et *Diplonychus* sp. La variable transparence, est positivement

corrélée à l'axe II. La valeur la plus élevée de la transparence est observée à la station du Banco. Cette station est caractérisée par les taxons tels que *Amphiops* sp., *Mesovelgia* sp., *Appasus* sp., *Ranatra parvipes*, *Cloeon bellum*, *Cloeon gambiae*, *Anisops* sp., *Micronecta* sp., *Polypedilum* sp., *Cloeon smaeleni*, Notonectidae et *Plea pullula*. A l'axe I, sont négativement corrélés la température et l'oxygène dissous. Les valeurs les plus importantes de ces variables ont été enregistrées à la station d'Anyama II. Cette station est caractérisée par la présence des taxons *Limnogonus chopardi*, *Pseudagrion wellani*, *Chironomus imicola*, *Ceratopogon* sp. et *Anisops sardea*. La station d'Azagué est caractérisée par les taxons *Nilodorum brevivalpis*, *Pseudagrion* sp., *Eurymetra* sp., *Stictochironomus* sp., *Clinotanytus claripennis*, *Chaoborus anomalus* et *Tanytus fuscus*.

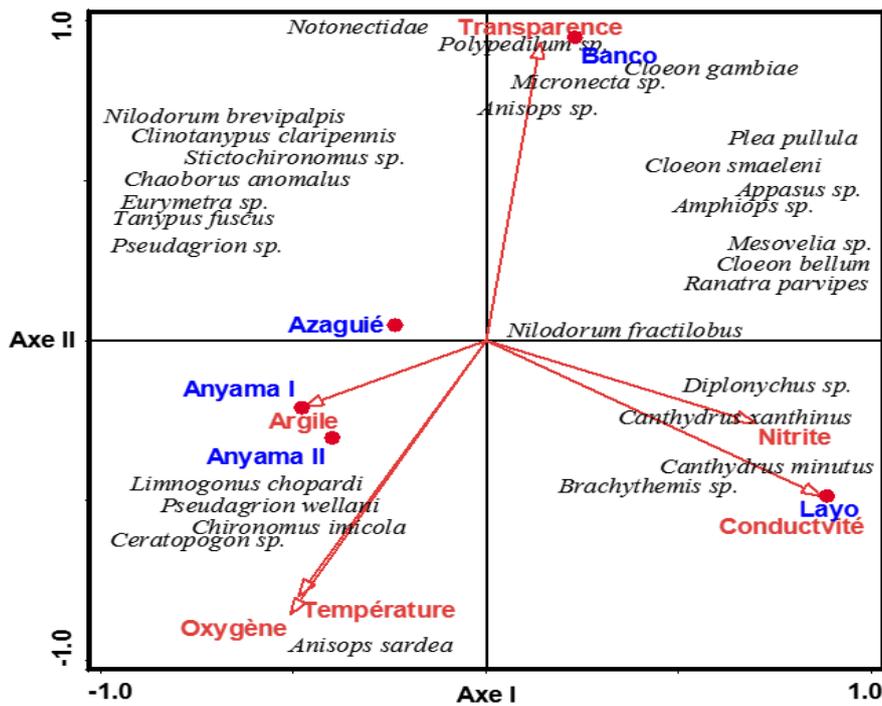


Figure 3 : Analyse canonique de correspondance des variables environnementales et des principaux taxons récoltés dans les stations

3-2. Discussion

La faible température enregistrée au Banco serait due à la forte présence de la forêt primaire qui favorise un ombrage assez important qui réduit l'exposition des étangs aux rayonnements solaires. La forte valeur de la conductivité à Layo serait due au fait que les étangs sont alimentés par une eau saumâtre. Les valeurs de transparence élevées au Banco et faibles dans les autres stations seraient dues aux restes d'aliments, aux fèces des poissons dus aux pratiques aquacoles. Les valeurs maximales des nitrites et des phosphates ont été mesurées à Layo alors que celle de l'ammonium a été observée au Banco. Les différences de concentrations en sels nutritifs observés dans les différentes stations, seraient liées à l'activité anthropique. Au total, 79 taxons d'insectes aquatiques ont été identifiés au cours de cette étude. Parmi les taxons inventoriés dans les étangs, on dénombre 21 Coléoptères, 21 Hémiptères, 11 Odonates, 15 Diptères, 5 Ephéméroptères, 4 Trichoptères, 1 Lépidoptère et 1 Mégaloptère. Les Coléoptères, les Hémiptères, les Diptères et les Odonates représentent plus de 80 % du peuplement d'insectes récoltés dans les étangs. Les ordres d'insectes que nous avons recensés au cours de nos travaux font partie des communautés d'insectes vivant dans les étangs et qui ont été rapportés par des études antérieures [19, 36, 37]. Les étangs artificiels sont des écosystèmes qui contribuent à la biodiversité des assemblages d'insectes des eaux douces [11, 12]. En effet, l'entomofaune

des étangs prospectés dans le cadre de cette étude est plus diversifié (79 taxons) par rapport à celle rapportée dans des étangs alpins de la Suisse (47 taxons) par [38]. Les Hémiptères et les Coléoptères sont les groupes les plus diversifiés. Ils constituent plus de 50 % de la richesse taxonomique. [36] ont montré que les étangs des fermes contribuent fortement à la richesse taxonomique des Hémiptères et des Coléoptères. Ces ordres constituent les principaux groupes taxonomiques dans les étangs artificiels, en Italie [39] et en Afrique du Sud [19]. Dans les différents groupes d'insectes récoltés, les familles des Notonectidae, des Dytiscidae et des Chironomidae présentent la plus forte richesse taxonomique respectivement chez les Hémiptères, les Coléoptères et les Diptères. La dominance des Chironomidae au sein du groupe des Diptères a été également rapportée par [40]. Par ailleurs, [5] soulignent qu'en milieu aquatique, les Chironomidae constituent la plus importante des familles des Diptères. La comparaison de la richesse taxonomique entre les différentes stations indique que la station du Banco a enregistré le plus grand nombre de taxons. Ceci serait lié aux conditions environnementales des stations. En effet, la station du Banco est située dans le Parc National du Banco qui est une forêt primaire. Cette station est moins perturbée par les activités anthropiques. Par ailleurs, les étangs de cette station ont été abandonnés. Ces caractéristiques pourraient agir en faveur de la plus grande richesse taxonomique que cette station héberge par rapport à celles des stations en activité.

[36] soulignent que les étangs de fermes abandonnées ont tendance à supporter un plus grand nombre de taxons. Les autres stations sont situées dans des paysages agricoles et sont soumises à une influence anthropique. Cette perturbation pourrait expliquer la faible richesse taxonomique observée dans ces biotopes. Le peuplement de l'entomofaune est numériquement dominé par deux groupes d'insectes : les Hémiptères et les Diptères. Ces ordres représentent respectivement 67,48 % et 23,61 % de l'abondance totale des insectes aquatiques récoltés. [41, 42] ont montré l'importance quantitative des Odonates et des Coléoptères dans les eaux douces des étangs et marais de l'ouest du Bengal, en Inde. Dans cette étude, ces groupes sont surtout représentés par *Anisops sardea*, *Eurymetra* sp. et *Mesovelvia* sp. chez les Hémiptères, et *Tanytus fuscus*, *Stictochironomus* sp. et *Nilodorum fractilobus* chez les Diptères. Parmi ces espèces, *A. sardea* est le taxon le plus abondamment enregistré dans le groupe des Hémiptères dans quatre des cinq stations, sauf au Banco où *Plea pullula* s'est avéré être plus abondant. Chez les Diptères, les Chironomidae qui sont un groupe faunistique typique de nombreux systèmes d'eau douce [36] sont les plus abondants. Certains genres de Diptères comme *Tanytus* et *Chironomus* et d'Hémiptères, tels que *Anisops* ont une distribution planétaire et sont fréquemment présents dans les systèmes d'eau douce stagnant [43, 44]. *Anisops sardea* et *Tanytus fuscus* ont été particulièrement signalés comme étant des espèces écologiquement tolérantes [19, 45] et qui ont une vaste aire de répartition géographique [46].

Selon [7], *A. sardea* est un taxon qui pullule préférentiellement dans les eaux stagnantes. En outre, la prédominance de ce taxon dans nos échantillons serait une des causes de la faible abondance des autres composantes de la communauté. En effet, cet insecte est un véritable prédateur de larves d'insectes aquatiques [47]. La forte densité observée dans les stations d'Azaguié, d'Anyama I et d'Anyama II est également liée à la forte abondance des Diptères dans ces stations. Dans cette étude, 92,78 % de Diptères, en termes d'abondance, appartiennent à la famille des Chironomidae. Ainsi, cette situation confirme-t-elle la position dominante des Chironomidae dans le groupe des Diptères dans les écosystèmes aquatiques [7]. [48] ont rapporté que les Chironomidae sont presque toujours numériquement prédominants dans les environnements lotique et lentique en raison de leur tolérance à des conditions extrêmes. Par ailleurs, [49] ont souligné que les Chironomidae sont plus rustiques par rapport aux autres groupes d'insectes aquatiques. Leur grande amplitude écologique est liée à leur gamme très étendue d'adaptations morphologiques, physiologiques et comportementales [48]. Les espèces telles que *Stictochironomus* sp., *Nilodorum fractilobus*, *Chironomus imicola* (Chironominae) et *Tanytus fuscus* (Tanypodinae) sont les taxons dominants sur le plan quantitatif. Les Tanypodinae et les Chironominae dominent généralement la communauté des Diptères dans

les eaux stagnantes [7]. L'importance numérique de Chironomidae dans les écosystèmes aquatiques a été montrée dans d'autres études [7, 50]. Leur prolifération serait liée à leur reproduction continue toute l'année. Les Hémiptères dominent la biomasse dans les prélèvements effectués dans la colonne d'eau dans toutes les stations. *Anisops sardea* constitue l'essentiel de cette biomasse. A la station de Banco, le taxon le plus abondant (*Plea pullula*) est de très petite forme. Cela explique la biomasse relativement faible observée dans cette station. Dans les échantillons benthiques, la biomasse est dominée par les Diptères. Les Chironomidae présentent la plus grande part de celle-ci. Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver les plus élevées sont enregistrées au niveau des stations du Banco et de Layo. Ces deux stations présentent un peuplement bien diversifié où plusieurs taxons sont bien numériquement représentés. A la station du Banco, l'indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité sont plus élevés par rapport à ceux de Layo. Ceci serait dû à une meilleure répartition des taxons dans cette station. Les plus faibles valeurs sont enregistrées dans les stations d'Azaguié, d'Anyama I et d'Anyama II. On note dans ces stations, la présence d'une communauté déséquilibrée représentée par un petit nombre de taxons très abondants par rapport aux autres.

En effet, une forte abondance du taxon *Anisops sardea* a été enregistrée dans ces stations. [51] signalent de l'action anthropique sur la richesse taxonomique et la structure des macroinvertébrés des eaux de l'Oued Boufekrane, au Maroc. Les faibles valeurs de la richesse taxonomique et de la diversité observées dans les stations à l'exception de celle du Banco seraient liées à l'environnement immédiat des stations. En effet, ces milieux d'étude sont influencés par les activités humaines (activités aquacoles, activités champêtres, etc.). Les activités anthropiques seraient donc le principal facteur responsable du déclin de la biodiversité dans la mesure où ces activités causeraient l'extinction de certaines espèces, suite à la fragmentation ou à la destruction de l'environnement [52 - 54]. Dans les stations de Layo, d'Azaguié, d'Anyama I et d'Anyama II, l'indice d'équitabilité est compris entre 0,45 et 0,57. Il est inférieur à 0,60, l'environnement de ces stations est donc perturbé [55], ce qui expliquerait la faible diversité biologique observée. En effet, les étangs piscicoles sont des milieux artificiels entretenus et curés, donc des milieux instables. Cette instabilité des étangs, liée aux diverses perturbations anthropiques; entraînerait une dominance mais aussi une raréfaction de certains taxons.

En effet, les activités liées à l'exploitation des fermes seraient à l'origine des diverses perturbations que connaissent les étangs de ces stations. L'analyse canonique de correspondance indique que les taxons *Ceratopogon* sp., *Caenis* sp., *Ranatra parvipes*, *Anisops sardea*, *Limnogonus chopardi* et *Pseudagrion wellani* sont positivement corrélés au pH, à la température et à l'oxygène dissous dans les stations d'Azaguié, d'Anyama I et d'Anyama II. L'importance du pH, de la température et de l'oxygène dissous dans la distribution des macroinvertébrés a été également observée dans les rivières Soumié, Eholié, Ehania et Noé [56] et dans la rivière Agnéby [40]. Une corrélation positive a été observée entre les taxons *Cloeon bellum*, *Canthydrus xanthinus*, *Canthydrus minutus*, *Diplonychus* sp., *Brachythemis* sp., *Nilodorum fractilobus* et *Chironomus imicola* et la conductivité et les nitrites. Tous ces deux paramètres environnementaux ont atteint des valeurs maximales à la station de Layo. De même, une corrélation positive est notée entre les ions phosphates et les taxons *Ablabesmyia dusoleili* et *Cryptochironomus* sp. Ces deux taxons ont été inventoriés à la station du Banco où une importante teneur en phosphates a été observée.

4. Conclusion

Cette étude a permis de faire l'inventaire de l'entomofaune des étangs de cinq fermes piscicoles du sud de la Côte d'Ivoire. Un total de 79 taxons a été recensé au sein des différentes stations. Ces milieux contribuent à la conservation de la biodiversité aquatique. La distribution spatiale de l'entomofaune indique que la station de Banco et celle de Layo enregistrent la plus forte et la plus faible richesse taxonomique respectivement.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver varie de 1,73 à 2,88 avec une équitabilité qui oscille entre 0,45 et 0,73. Les peuplements d'insectes des différentes stations sont assez diversifiés mais moins stables. L'importance des variables environnementales dans la distribution des insectes aquatiques a été observée. La richesse taxonomique (79 taxons) des étangs explorés est assez importante, ceci indique que la contribution des étangs artificiels à la biodiversité des milieux d'eau douce est potentiellement élevée.

Références

- [1] - M. J. DUNBAR, M. WARREN, C. EXTENCE, L. BAKER, D. CADMAN, D. J. MOULD, J. HALL and R. CHADD, Interaction between macroinvertebrates, discharge and physical habitat in upland rivers. *Aquatic Conservation and Marine and Freshwater Ecosystem*, 20 (1) (2010) 31 - 44
- [2] - F. O. ARIMORO and R. B. IKOMI, Ecological integrity of upper Warri River, Niger Delta using aquatic insects as bioindicators. *Ecological Indicators*, 9 (2009) 455 - 461
- [3] - F. O. ARIMORO and W. J. MULLER, Mayfly (Insect : Ephemeroptera) community structure as an indicator of the ecological status of a stream in the niger Delta area of Nigeria. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166 (1-4) (2009) 581 - 594
- [4] - S. G. VARANDAS and R M. V. CORTES, Evaluating macroinvertebrate biological metrics for ecological assessment of streams in northern Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166 (2010) 201 - 221
- [5] - H. TACHET, P. RICHOUX, M. BOURNAUD et P. USSEGLIO-POLATERA, *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie*, CNRS Editions, Paris, (2003) 587 p.
- [6] - O. E. EDIA, E. CASTELLA, M. K. KONAN, J. L. GATTOLLIAT and A. OUATTARA. Diversity, distribution and habitat requirements of aquatic insect communities in tropical mountain streams (South-eastern Guinea, West Africa). *Annales de limnologie-international journal of limnology*, 52 (2016) 285 - 300
- [7] - C. DEJOUX, J. M. ELOUARD, P. FORGE et J. MALSIN, Catalogue iconographique des insectes aquatiques de Côte d'Ivoire. Rapport ORSTOM, (1981) 179 p.
- [8] - O. E. EDIA, M. GEVREY, A. OUATTARA, S. BROSE, G. GOURENE and S. LEK, Patterning and predicting aquatic insect richness in four West-African coastal rivers using artificial neural networks. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystem*, DOI : 10.1051/kmae/20010029, 398 (6) (2010)
- [9] - A. I. CAMARA, D. DIOMANDE, K. Y. BONY, A. OUATTARA, E. FRANQUET and G. GOURENE, Diversity assessment of benthic macroinvertebrate communities in Banco National Park (Banco stream, Côte d'Ivoire), *African Journal of Ecology*, 50 (2012) 205 - 217
- [10] - O. E. EDIA, Y. M. DIETOA, K. F. KONAN, K. Y. BONY and D. DIOMANDE, Aquatic insect community structure in four coastal streams (Cote d'Ivoire, West Africa). *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, Vol. 5, N°1 (2015) 1022 - 1037
- [11] - M. L. YAPO, B. C. ATSE, Y. M. DIETOA et P. KOUASSI, Composition spécifique et abondance des insectes aquatiques des étangs piscicoles de basse côte d'ivoire. *Journal Ivoirien d'Océanologie et de Limnologie*, 1 (2007) 22 - 30
- [12] - M. L. YAPO, B. C. ATSE et P. KOUASSI, Inventaire des insectes aquatiques des étangs de piscicoles au sud de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 58 (2012) 4208 - 4222
- [13] - M. L. YAPO, B. C. ATSE and P. KOUASSI, Composition, abundance and diversity of aquatic insects in fishponds of southern Ivory Coast, West Africa. *Faunistic Entomology*, 66 (2013) 123 - 133
- [14] - M. L. YAPO, O. E. EDIA, W. YTE, B. C. ATSE and P. KOUASSI, Diversity and distribution patterns of aquatic insect in fish farm ponds in south Côte d'Ivoire. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, Vol. 4, N° 5 (2014 a) 335 - 348

- [15] - M. L. YAPO, S. SYLLA, O. E. EDIA, B. C. ATSE and P. KOUASSI, Spatial variation of Aquatic insect community in fish farms pond in the southern Côte d'Ivoire, West Africa. *International Journal of Biosciences*, Vol. 4, N° 10 (2014 b) 309 - 321
- [16] - M. L. YAPO, B. C. ATSE and P. KOUASSI, Diversity and Community Structure of Benthic Insects in Fish Farm Ponds in Southern Côte d'Ivoire, West Africa. *American Journal of Experimental Agriculture*, 5 (1) (2015) 82 - 93
- [17] - J. H. R. GEE, B. D. SMITH, K. M. LEE and S. W. GRIFFITHS, The ecological basis of freshwater pond management for biodiversity. *Aquatic Conservation and Marine and Freshwater Ecosystems*, 7 (1997) 91 - 104
- [18] - J. HERRMANN, A. BOSTRÖM and I. BOHMAN, Invertebrate colonization into the man-made KalmarDämme wetland dam system. *Verhandlungen/Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, 27 (2000) 1653 - 1656
- [19] - E. A. APINDA-LEGNOUNO, The conservation value of artificial ponds in the western CAPE province for aquatic beetles and bugs. PhD Thesis, University of Stellenbosch, (2007) 190 p.
- [20] - B. OERTLI, J. BIGGS, R. CÉRÉGHINO, P. GRILLAS, P. JOLY and J.-B. LACHAVANNE. Conservation and monitoring of pond biodiversity : introduction. *Aquatic Conservation and Marine and Freshwater Ecosystem*, 15 (2005) 535 - 540
- [21] - L. DABBADIE, Etude de la variabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrant dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire : approche du réseau trophique. Thèse de l'Université Paris 6, (1996) 207 p.
- [22] - J. DAGET and A. ILTIS, Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). Mémoire de l'IFAN, 74, Dakar, Sénégal, (1965) 390 p.
- [23] - Y. BROU. Analyse et dynamique de la pluviométrie en milieu forestier ivoirien. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle. Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, (1997) 200 p.
- [24] - BNETD. Etude prospective pour la relance du secteur pêche et aquaculture en Côte d'Ivoire (période 1990-2000). Rapport technique / Volet diagnostic. Ministère de la Production Animale et de Ressources Halieutiques, Abidjan, (2004) 149 p.
- [25] - M. LEGENDRE, M. PAGANO and L. SAINT-JEAN 1987, Peuplements et biomasse zooplanctonique dans des étangs de pisciculture lagunaire (Layo, Côte d'Ivoire). Etude de la recolonisation après la mise en eau. *Aquaculture*, 67 (1987) 321 - 341
- [26] - C. HUMBLER, Conservation. Cambridge : University press, (2004)
- [27] - D. DIOMANDE, Macrofaune benthique et Stratégies alimentaires de *Synodontis bastiani* et *S. schall* en milieu fluvio-lacustre (Bassins Bia et Agnéby, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, (2001) 251 p
- [28] - D. DIOMANDE, G. GOURENE, Y. SANKARE et S. G. ZABI. Synopsis de la classification des larves et des nymphes de Diptères Chironomidae des écosystèmes dulçaquicoles de l'Afrique de l'Ouest. Clés de détermination des sous-familles, des tribus et des genres. *Archives Scientifiques*, 7 (1) (2000) 1 - 31
- [29] - I. J. DE MOOR, J. A. DAY and F. C. DE MOOR, Guide to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 7: Insecta I : Ephemeroptera, Odonata & Plecoptera. Rapport N° TT 207/03 Water Research Commission, South Africa, (2003 a) 288 p.
- [30] - I. J. DE MOOR, J. A. DAY and F. C. DE MOOR. Guide to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 8: Insecta II : Hemiptera, Megaloptera, Neuroptera, Trichoptera & Lepidoptera. Rapport N° TT 214/03 Water Research Commission, South Africa, (2003 b) 209 p.
- [31] - J. M. MATHOOKO, Temporal and spatial distribution of the baetid *Afroptilum sudafricanum* in the sediment surface of a tropical stream. *Hydrobiologia*, 443 (2001) 1 - 8
- [32] - C. E. SHANNON and, W. WEAVER, The mathematical theory of communication. Urbana Illinois Press (USA), (1949) 117 p.
- [33] - E. C. PIELOU, The mesurment of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology*, 13 (1966) 131 - 144

- [34] - N. D., GORDON, T. A. MCMAHON and B. L. FINLAYSON, Stream Hydrology, an Introduction for Ecologists, Wiley and Sons, New York, (1994) 526 p.
- [35] - C. J. F. TER BRAAK and P. SMILAUER, CANOCO Reference Manuel and CanoDraw for Windows user's guide : Software for Canonical Community Ordination (Version 4.5). Micro-computer Power, Ithaca, New York, (2002) 351 p.
- [36] - R. CEREGHINLO, A. RUGGIERO, P. MARTY and S. ANGELIBERT, Biodiversity and distribution patterns of freshwater invertebrates in farm ponds of a south-western French agricultural landscape. *Hydrobiologia*, 597 (2008) 43 - 51
- [37] - A. RUGGIERO, R. CEREGHINO, J. FIGUEROLA, P. MARTY and S. ANGELIBERT. Farm ponds make a contribution to the biodiversity of aquatic insects in a French agricultural landscape, *Comptes Rendus de Biologie*, 331 (2008) 298 - 308
- [38] - N. INDERMUÜHLE et B. OERTLI, Mise en place d'un monitoring de la biodiversité des étangs du cirque de Macun (Parc National Suisse) : les macroinvertébrés aquatiques. *Nationalpark-Forschung in der Schweiz*, 94 (2007) 173 - 182
- [39] - V. DELLA BELLA, M. BAZZANTI and F. CHIAROTTI, Macroinvertebrates diversity and conservation status of Mediterranean ponds in Italy : water permanence and mesohabitat influence. *Aquatic Conservation and Marine and Freshwater Ecosystem*, 15 (2005) 583 - 600
- [40] - D. DIOMANDE, K. Y. BONY, O. E. EDIA, K. F. KONAN et G. GOURENE, Diversité des Macroinvertébrés Benthiques de la Rivière Agnéby (Côte d'Ivoire; Afrique de l'Ouest). *European Journal of Scientific Research*, 35 (3) (2009) 368 - 377
- [41] - R. A. KHAN and L. K. GHOSH, Faunal diversity of aquatic insects in freshwater wetlands of South Eastern West Bengal. *Z.S.I. Kolkata*, (2001) 104 p.
- [42] - S. JANA, P. R. PAHARI, T. Kr. DUTTA and T. BHATTACHATYA. Diversity and community structure of aquatic insects in a pond in Midnapore town, west Bengal, India. *Journal of Environmental Biology*, 30 (2) (2009) 283 - 287
- [43] - N. ARSLAN, Ö. AYIK and Y. ŞAHIN. Diversity and structure of Chironomidae (Diptera) Limnofauna of Lake Uluabat, a Ramsar Site of Turkey, and their relation to Environmental Variables. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10 (2010) 315 - 322
- [44] - S. K. MOUSAVI. Boreal chironomid communities and their relation to environmental factors : the impact of lake depth, size and acidity. *Boreal Environment Research*, 7 (2002) 63 - 75
- [45] - M. FLORENCIO, L. SERRANO, C. GOMEZ-RODRIGUEZ, A. MILLAN and C. DIAZ-PANIAGUA, Inter- and intraannual variations of macroinvertebrate assemblages are related to the hydroperiod in Mediterranean temporary ponds. *Hydrobiologia*, 634 (2009) 167 - 183
- [46] - B. ÇAMUR-ELIPEK, N. ARSLAN, T. KIRGIZ, B. ÖTERLER, H. GÜHER and N. ÖZKAN, Analysis of Benthic Macroinvertebrates in Relation to Environmental Variables of Lake Gala, a National Park of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10 (2010) 235 - 243
- [47] - M. DETHIER, Hétéroptère. *In* : Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne Tome 2 Durand J. R. & Lévêque C., (eds). ORSTOM, Paris, (1981) 661 - 685
- [48] - K. M. KOUAME., Y. M. DIETOA. O. E. EDIA, K. S. DA COSTA, A. OUATTARA and G. GOURÈNE, Macroinvertebrate communities associated with macrophyte habitats in a tropical man-made lake (lake Taabo, Côte d'Ivoire). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystem*, 400, 3 (2011)
- [49] - R. W. MERRITT and K.W. CUMMINS, An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd ed. Iowa, USA : *Kendall / Hunt Publishing Company*, (1996)
- [50] - A. E. OGBEIBU, Composition and diversity of Diptera in temporary pond in southern Nigeria. *Tropical Ecology*, 42 (2) (2001) 259 - 268

- [51] - L. KARROUCH et A. CHAHLAOUI, Bio-évaluation de la qualité des eaux de L'Oued Boufekrane (Meknes, Maroc). *Biomatec Echo*, 3 (6) (2009) 6 - 17
- [52] - M. FEKHAOUI, M. DAKKI and M. A. EL AGBANI, Faune benthique d'une rivière polluée : l'Oued Sebou à l'aval de la ville de Fès (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 17 (1993) 21 - 38
- [53] - A. MAQBOUL, R. AOUIJAD, M. FEKHAOUI and A. TOUHAMI, Caractérisation biocénotique et biotypologique de la faune malacologique dulcicole de la plaine du Gharb (Maroc). *Rivista di Idrobiologia*, (2001) 40 p.
- [54] - L. A. FERNÁNDEZ and M. L. LÓPEZ RUF, Aquatic Coleoptera and Heteroptera inhabiting waterbodies from Berisso, Buenos Aires province, *Argentina Revista de Biología Tropical*, 54 (1) (2006) 139 - 148
- [55] - A. DUFRAISE et U. LEUZINGER, La collecte du bois de feu dans le village néolithique d'Arbon Bleiche 3 (lac de Constance, Suisse) : gestion du bois et déterminismes. *Bulletin de la Société Française*, Tome 106, 4 (2009) 785 - 802
- [56] - O. E. EDIA, Diversité taxonomique et structure de l'entomofaune des rivières côtières Soumié, Eholié, Ehania, Noé, Sud-est Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, (2008) 156 p.