

Diversité culicidienne dans un cours d'eau anthropisé de la ville de Yaoundé, Cameroun : importance des facteurs environnementaux

Gisèle Aurelie FOKO DADJI^{1*}, Joël ZEBAZE MEGUIE^{1,2}, Gideon Aghaindum AJEAGAH²,
Innocent TAKOUGANG³ et Joseph Lebel TAMESSE¹

¹ Laboratoire de Zoologie, Département des Sciences Biologiques, Ecole Normale Supérieure,
Université de Yaoundé I, Cameroun

² Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement, Département de Biologie et Physiologie Animale,
Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, P O Box 812, Cameroun

³ Faculté des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I, Cameroun

* Correspondance, courriel : giselefoko@yahoo.fr

Résumé

Une étude visant à statuer sur l'impact des facteurs environnementaux sur la structure du peuplement des culicidae d'une rivière (Biyémé) a été menée à Yaoundé entre Juillet et Octobre 2015. Pour réaliser ce travail cinq points d'échantillonnages ont été retenus sur la rivière Biyémé. Les analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés suivant les méthodes standards révèlent que, les eaux de cette rivière sont fortement minéralisées, riches en matière oxydable et en matières en suspension. Les larves des moustiques récoltées, élevées et identifiées appartiennent au genre *Culex*, aux sous genres *Culex* et *Lutzia*. Un total de quatre espèces (*Culex ethiopicus*, *Culex pipiens*, *Culex quinquefasciatus* et *Lutzia tigripes*) pour un total de 1030 individus identifiés. Parmi les 2 sous genres de moustiques identifiés, les *Culex* prédominent avec 92 % de l'abondance, le sous genre *Lutzia* ne représente que 8 % de l'abondance. Parmi les 4 espèces, *Cx. ethiopicus* prédominent avec 36,79 % de l'abondance, suivis de *Cx. quinquefasciatus* (29,42 %) et *Culex pipiens* (26,12 %). *Lutzia tigripes* ne représente que 7,67 % de l'abondance totale. Les analyses de ces résultats révèlent l'existence d'une forte liaison positive entre les abondances des moustiques et les paramètres physicochimiques indicatrices de la pollution tels que la conductivité électrique ($r = 0,576$; $\alpha = 0,05$) et l'oxydabilité ($r = 0,597$; $\alpha = 0,05$). Les résultats révèlent également l'existence d'une forte liaison négative entre les MES ($r = -0,576$; $\alpha = 0,05$) et l'abondance de *Lutzia tigripes*. Les associations faunistiques montrent que ces différentes espèces à l'exception de *Lutzia tigripes*, ont les mêmes exigences écologiques.

Mots-clés : *pollution domestique, moustique, association faunistique, physico-chimique.*

Abstract

Culicidian diversity in an anthropized stream of Yaounde, Cameroon : influence of environmental factors

A study was carried out from July to October 2015 in order to investigate the impact of environmental factors on the population dynamics of *Culicidae* of the Biyeme river in Yaounde (Cameroun). To carry out this research, five sampling points were selected along this watercourse. The physico-chemical analyzes of water

that was sampled following standard methods, reveal that this aquatic ecosystem is highly mineralized, rich in oxidizable matter and suspended solids. Mosquito larvae were collected, bred and identified in the laboratory under precise microcosm conditions. The identification of the adult insects after rearing, revealed a single genus (*Culex*), 2 sub genera (*Culex* and *Lutzia*) and four species (*Culex ethiopicus*, *Culex pipiens*, *Culex quinquefasciatus* and *Lutzia tigripes*) for a total of 1030 identified individuals. Among the two sub genera identified, *Culex* dominated with 92 % of abundance, while *Lutzia* represented only 8 % the total abundance rate. Of the four species, *Cx. Ethiopticus* dominated with 36.79 % of abundance, followed by *Cx. quinquefasciatus* (29.42 %) and *Culex pipiens* (26.12 %). *Lutzia tigripes* represented only 7.67 % of the total abundance. Statistical analysis of these results reveals the existence of a high positive link between the abundance of mosquitoes and the physico-chemical variables assessed. These results indicate organic pollution which is presented by the values of electrical conductivity ($r = 0.576$, $\alpha = 0.05$) and oxidisability ($r = 0.597$, $\alpha = 0.05$). The statistical analysis proof the existence of a negative relationship between the suspended solids ($r = -0.576$; $\alpha = 0.05$) and the abundance of *Lutzia tigripes* that is characterized in this study. Faunal associations show that the three species *Culex ethiopicus*, *Culex pipiens*, *Culex quinquefasciatus* have the same ecological necessities in this tropical aquatic ecosystem.

Keywords : *domestic pollution, mosquito, fauna association, physico-chemical parameters.*

1. Introduction

L'eau est une ressource indispensable à la vie. Ceci d'autant plus qu'elle est engagé dans une double fonction : celle de matière et celle de milieu. Comme milieu, elle héberge une diversité d'organismes au rang desquelles les stades aquatiques de la majorité des vecteurs de certaines maladies. Les maladies à transmission vectorielle sont un des problèmes majeurs de santé publique à travers le monde. Celles transmises par les arthropodes de la famille des *Culicidae* occupent une place de choix faisant de cette classe une des plus importantes dans le règne animal. En effet, transmise par les moustiques du genre Anophèles, la maladie la plus répandue et la plus meurtrière dans le monde est le paludisme, avec 198 millions de personnes infectées et plus de 584 000 décès [1]. Au Cameroun, le paludisme constitue la première cause de morbidité [2]. En outre, le virus du Chikungunya qui touche près de 200000 personnes dans le monde et cause près de 100 décès par an, le virus responsable de la dengue et celui responsable de la fièvre jaune sont transmis par les *Culicidae* du genre Aédes [3]. Les moustiques du genre *Culex* transmettent le germe responsable de la filariose qui menace plus de 1,3 milliard de personnes dans le monde et 40 millions en sont gravement handicapées [4]. Ces statistiques alarmantes se justifieraient par le fait que, la prophylaxie médicamenteuse ne parvient pas à elle seule, à diminuer notablement le degré d'expression de ces maladies [5]. Dans le cadre du contrôle des maladies transmises par les vecteurs, la lutte anti-vectorielle est recommandée. Cette lutte pour être efficace, doit se fonder sur la connaissance des conditions qu'offrent les différents milieux de développement des vecteurs. Si des études ont été dirigées sur la question, elles se sont pour la majorité focalisée sur les faciès lenticules et les milieux très peu anthropisés [6 - 8]. La singularité du présent travail est de s'intéresser à un faciès lotique sous influence des rejets domestiques. Les déchets solides occasionnent un encombrement des lits des cours d'eau impactant ainsi l'hydrologie de ce dernier, favorisant une altération du biotope avec répercussion sur les biocénoses faite d'organismes généralement retrouvés en faciès lentique. Ainsi, au regard de l'urbanisation galopante de la ville de Yaoundé, l'intégrité des gîtes larvaires est-il maintenu ? La multiplication des gîtes potentiels due à l'enrichissement des eaux par les ordures ménagères et autres polluants solubles entraîne-t-elle une altération de la structure des populations de *Culicidae* ? La présente étude a pour objectif de déterminer les altérations physicochimiques liées à la

pollution domestique et leurs répercussions sur les populations de *Culicidae* de la rivière Biyémé. Des analyses des polluants physiques et chimiques ont été effectuées sur les échantillons d'eau prélevés sur des sites le long de la rivière Biyémé. L'identification et le dénombrement des différentes espèces des *Culicidae* présentes dans ce cours d'eau et la détermination des facteurs environnementaux susceptibles d'influencer leur répartition dans ces écosystèmes ont également été effectuées.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la zone d'étude et des stations d'échantillonnages

La ville de Yaoundé est marquée par une croissance rapide de sa population. Cette croissance démographique est attribuable à son rôle à la fois administratif, universitaire et ses multiples atouts économiques. A Yaoundé, la production des déchets est caractérisée principalement par une production sans cesse croissante, et dominée par la production des matières organiques biodégradables. Toute fois, la production totale des ordures reste instable car liée à l'évolution de la population.

2-2. Choix des stations et échantillonnage

La rivière Biyémé est une rivière longue d'environ 9067 m, avec une forte pente dans sa zone des sources. Cette rivière prend source dans le quartier Mvogbetsi, traverse les quartiers Melen, Acacia, Tam-tam week-end, Damas et rejoint le Mfoundi après le quartier Barrière. Cette rivière a été retenue pour l'étude du fait que dans ces différents quartiers, la nuisance culicidienne a été couramment rapportée. Aussi, les taux de prévalence du paludisme y sont importants. Sur cette rivière, cinq (05) points d'échantillonnages ont été retenus (**Figure 1**) suivant les critères tels que l'accessibilité à la station, les différents sources de pollution d'origine domestique, présence des faciès lenticules permettant l'installation des communautés culicidiennes et la proximité des habitats avec le cours d'eau.

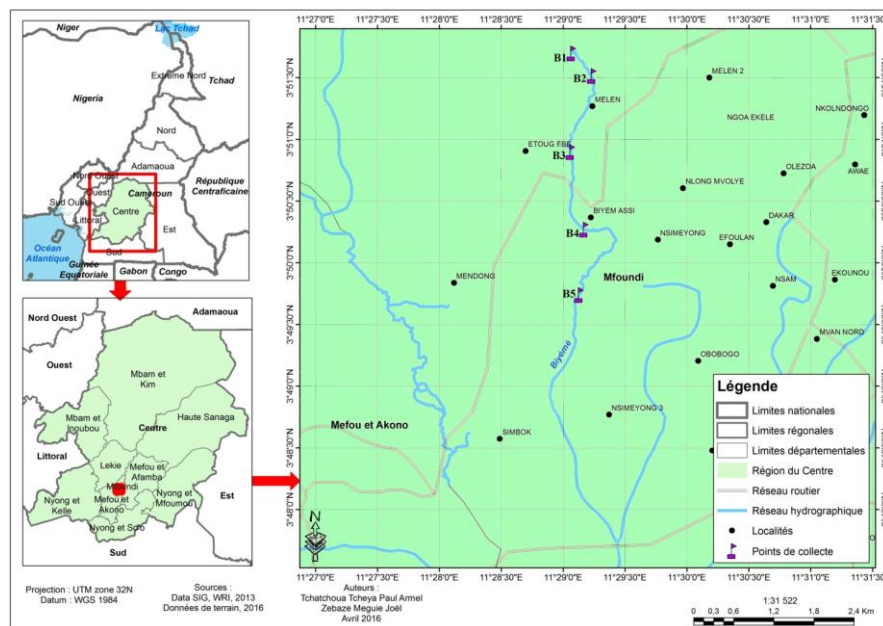


Figure 1 : Carte des stations d'échantillonnages

2-3. Échantillonnage et paramètres mesurés

La récolte des échantillons d'eau et de larves des moustiques pour élevage suivant une fréquence mensuelle pour notre étude s'est étendue de Juillet à Octobre 2015. L'échantillonnage des eaux pour les analyses Physico-chimique à suivi les recommandations de [9]. Les paramètres hydrologiques et Physico-chimique mesurés ainsi que les méthodes utilisées sont résumés dans le **Tableau 1** ci-dessous.

Tableau 1 : Paramètres Physico-chimiques et hydrologiques mesurés

Type de variable	Variables	Méthodes
Hydrologiques	Section mouillée	Méthode de transect (sur le terrain)
	Vitesse d'écoulement	Méthode indirecte au poly éthylène (sur le terrain)
Chimiques	Conductivité électrique	A l'aide du conductimètre (sur le terrain)
	Oxydabilité	Volumétrie (au laboratoire)
Physique	MES	Colorimétrie au Spectrophotomètre DR / 2010 (HACH) (au laboratoire)

Pour maximiser les récoltes des larves de moustique, deux techniques d'échantillonnages ont été utilisées : la technique du "Dipping" et l'approche multi-habitat à l'aide d'un troubleau de forme carrée de 30 cm de côté, muni d'un filet conique de 400 μm d'ouverture de maille et de 50 cm de profondeur. Les organismes récoltés sont par la suite introduits dans des bouteilles en polystyrène d'un litre et demi contenant de l'eau du site et ramenés au laboratoire de zoologie de l'ENS de Yaoundé I.

2-4. Élevage des larves et identification des adultes

Les larves ont été élevées dans le Laboratoire de Zoologie de l'ENS de Yaoundé. Pour chaque station d'échantillonnage, nous avons introduit dans une bassine, 1 L d'eau du gîte larvaire, 40 larves de moustique et de l'aliment pour poisson d'aquarium (Tetra baby fish food). L'eau a été renouvelée une fois tous les trois jours afin d'éviter la mort par asphyxie des larves suite à la décomposition des aliments. Les bassines, au nombre de cinq (à raison d'une bassine par station) ont été disposés sur la paillasse. Toutes les nymphes obtenues sont ensuite introduites dans des gobelets jetables contenant l'eau des gîtes larvaires. Ces dernières sont ensuite placées à l'intérieur des cages cubiques recouvertes d'une toile moustiquaire. Environ 48 h après, les adultes ayant émergé des nymphes sont laissés à jeun pour induire la mort par épuisement. Une fois mort, les moustiques adultes sont récoltés à l'aide des pinces douces puis identifiés sous loupe binoculaire. L'identification morphologique des *imago*s a été rendu possible grâce à l'usage de la clé de Wood pour les moustiques du Canada [10], la clé de Jupp pour les moustiques de l'Afrique [11] et la clé de Boussé pour les moustiques de la Réunion [12]. De ces clés, les critères retenus sont résumés ci-après :

- *Lutzia tigripes* : chez ce moustique, on note l'absence d'écailles formant des taches nettes sur le bord costal de l'aile ; les ailes portent des écailles toutes de même couleur ; la face dorsale du scutum est sans ornementation blanche argentées sur des écailles noires. Les tarsomères 1 - 4 de la patte III sont sombres ou certains avec un étroit anneau clair. Le tarsomère V est également sombre. Le fémur et le tibia avec une rangée de tâches blanches. Le Proboscis de ce moustique est sans anneau en son milieu chez la femelle, avec anneau au de-là des 2 / 3 chez le mâle. *Lutzia tigripes* est une espèce de grande taille ;

- *Culex quinquefasciatus* : le proboscis de *Culex quinquefasciatus* est entièrement noire avec la face ventrale légèrement pâle ; les tarsomères sont sans bandes ni tâches pâles ; La majorité des tergites avec des bandes basales pâles ou sur quelques tergites ; le sclérite est légèrement pâle avec des écailles noires formant des points médians ; Les branches des palpes courtes chez le mâle et la femelle, les bandes basales des tergites sont prononcées et complètes ; les sternites couverts d'écailles majoritairement blanches, Tibia de la patte médiane sans ligne blanche longitudinale ;
- *Culex pipiens* : le proboscis est entièrement noire avec la face ventrale légèrement pâle ; Tarsomères sans bandes ni tâches pâles ; La majorité des tergites avec des bandes basales pâles ou sur quelques tergites ; Les branches des palpes longues chez le mâle et la femelle, les bandes basales des tergites sont peut prononcées ;
- *Culex ethiopicus* : Proboscis avec une bande médiane pâle ; Tarsomères 1 - 3 avec des bandes apicales sur toutes les pattes ; Palpomères 4 - 5 avec une bande basale pâle ; Tergites avec des bandes apicales pâles de même largeur ; Ailes avec de nombreuses écailles pâles, Proboscis avec un point blanc au bout du labelle.

2-5. Analyse des données

La variation spatiale et temporelle de la conductivité électrique, des MES, et de l'oxydabilité ont été appréciées par les tests de comparaisons (Kruskal-Wallis associé au test de Mann-Whitney). Les facteurs environnementaux susceptibles d'influencer la distribution des larves de moustique dans le cours d'eau ont été déterminés grâce à la corrélation de rang de Spearman. Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS version 20.0 et les résultats appréciés au seuil de sécurité de 95 % ($P \leq 0,05$). Afin de caractériser le peuplement culicidien de la rivière Biyéme, des paramètres écologiques ont été calculés pour connaître, l'abondance relative (Fc) [13], la fréquence d'occurrence [14] et l'association faunistique des Culicidae.

3. Résultats

3-1. Variables hydrologiques

Les valeurs des paramètres hydrologiques sont résumées dans le **Tableau 2** ci-dessous. De ce **Tableau**, il ressort que la largeur du lit mineur et la section mouillée croissent d'amont en aval. La vitesse présente les valeurs les plus élevées en saison des pluies. Les valeurs de ce paramètre augmentent également de l'amont vers l'aval.

Tableau 1 : Valeurs des paramètres hydrologiques relevées dans le cours d'eau pendant la période d'étude

Paramètres	Stations					
	B1	B2	B3	B4	B5	
Section mouillée (m ²)	0,013	0,136	0,26	0,33	0,735	
Vitesse (m / s)	Saison sèche	0,08	0,143	0,125	0,167	0,333
	Saison humide	0,333	0,5	0,5	0,5	1

De l'amont vers l'aval, les lits mineur et majeur de la rivière Biyéme augmente (**Figure 2**). Elles passent de 60 cm à 360 cm à la station B5 pour le lit mineur et de 80 cm à 420 cm à la station B5 pour le lit majeur. La

profondeur des boues de même que la hauteur de la colonne d'eau suit également ce profil de variation. Ainsi, on passe de 5 cm de hauteur moyenne de la colonne d'eau au niveau de la zone des sources à environ 40 cm à la station B5.

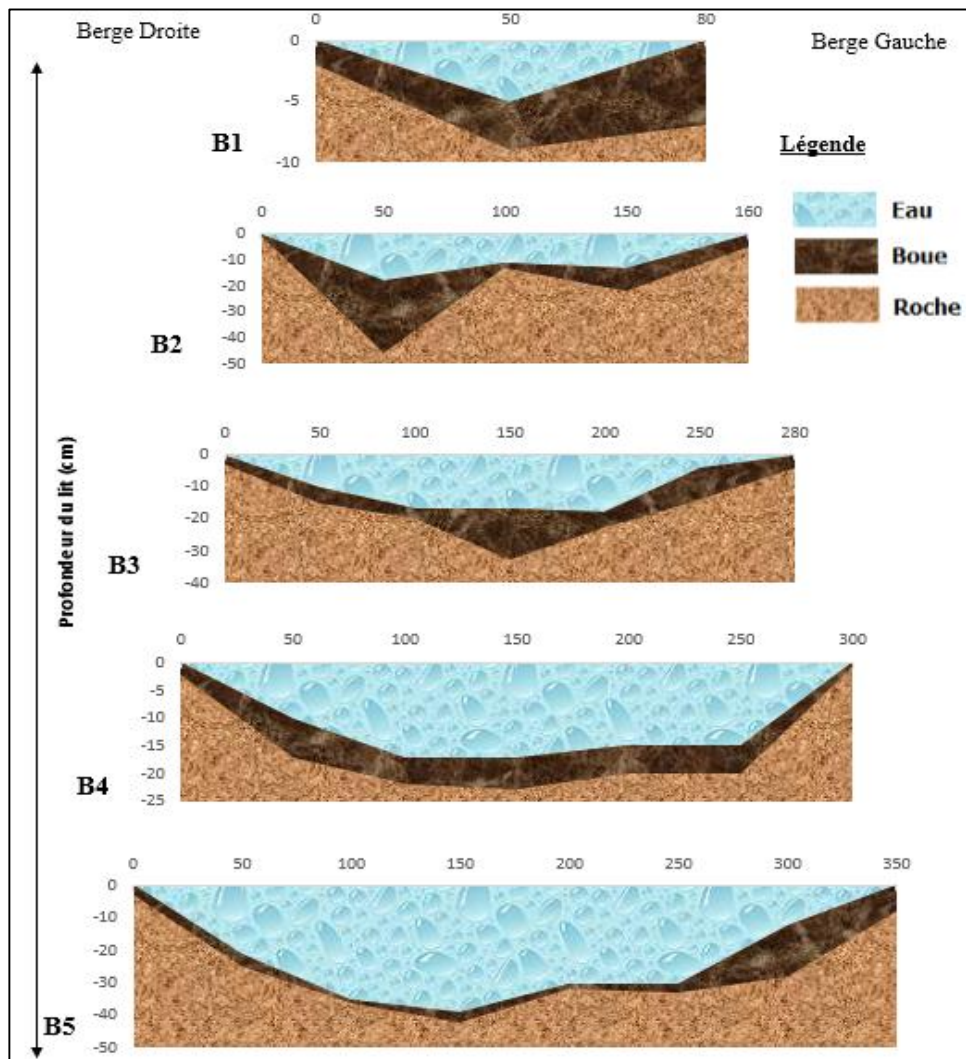


Figure 2 : Profil de variation de la section mouillée des stations d'échantillonnage du cours d'eau pendant la période d'étude

3-2. Variation temporelle de l'état d'encombrement du lit du cours d'eau

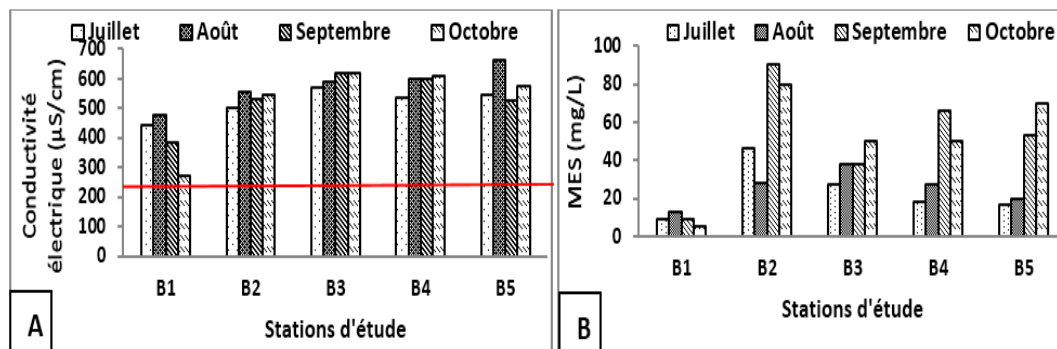
La **Figure 3** présente les photographies des différentes stations d'échantillonnages situés sur la Biyéme en saison sèche et en saison pluvieuse. De ces photographies, il ressort que l'état d'encombrement du lit du cours d'eau varie dans le temps (suit le rythme des saisons). Les ordures présentes sur le lit du cours d'eau sont de nature diverses. On y retrouve les restes d'aliment (principalement les épiluchures), les vieux papiers, les carcasses d'animaux domestique et parfois les fèces. La présence de ces déchets est plus marquée en saison sèche. En saison des pluies, bien que la rivière garde le rôle de dépotoir d'ordure ménagère, on a noté l'absence des ordures sur le lit du cours d'eau. C'est également au cours de cette saison que les toilettes à canon sont vidées dans le cours d'eau.



Figure 3 : Vues de deux stations d'échantillonnage

3-3. Variations spatio-temporelle de la conductivité électrique des eaux, les teneurs en MES et les teneurs en oxydabilité

Le profil de variation de la conductivité (**Figure 4A**) montre qu'elle est plus élevée ($662 \mu\text{S} / \text{cm}$) à la station B5 au mois d'Août, et la moins élevée ($273 \mu\text{S} / \text{cm}$) à la station B1 au mois d'Octobre. Les différences observées sont significatives au seuil $\alpha = 5 \%$. Les teneurs de MES ont varié de $8,33 \text{ mg} / \text{L}$ à $150,67 \text{ mg} / \text{L}$ (**Figure 4B**). A l'exception de la station B1, on note une légère augmentation des teneurs de MES les 2 derniers mois d'échantillonnage. Les teneurs des eaux en MES, pour un seuil de sécurité de 5% , ne diffèrent pas significativement sur le plan spatial ($\alpha = 0,067$). Cependant d'un mois à l'autre, ces valeurs fluctuent considérablement ($\alpha = 0,047$); notamment entre Juillet et Septembre ($\alpha = 0,041$), Juillet et Octobre ($\alpha = 0,025$), et entre Août et Octobre ($\alpha = 0,025$); Août et Septembre ($\alpha = 0,030$). L'analyse de la **Figure 4C** montre que la teneur de matière oxydable dans les échantillons d'eau a beaucoup varié. Allant de $4,94 \text{ mg} / \text{L}$ de KMnO_4 (B1 au mois d'Août) à $49,38 \text{ mg} / \text{L}$ de KMnO_4 (B4 au mois de Juillet). Au seuil de sécurité 5% , les teneurs des eaux de la rivière Biyéme en matière oxydable varient significativement d'une station à l'autre ($\alpha = 0,003$). Le test de Mann-Whitney permet de diviser le cours d'eau Biyéme en deux groupes de station. Le groupe 1 comprend la station B1 ; le groupe 2 est constitué des stations B2, B3, B4 et B5 (les distributions des valeurs d'oxydabilité de ces stations ne diffèrent pas significativement entre elles ($\alpha > 0,05$) mais diffèrent significativement des distributions des autres groupes ($\alpha < 0,05$)).



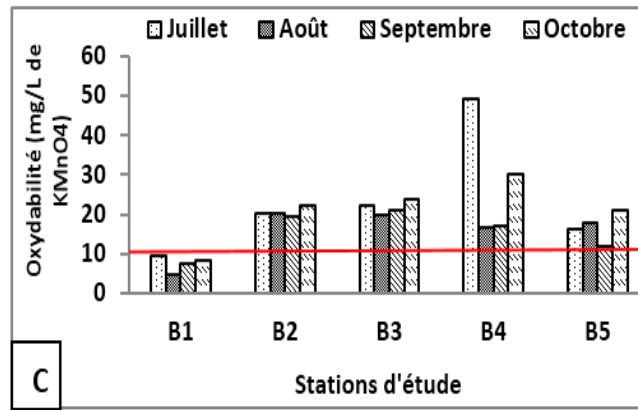


Figure 4 : Profil de variation spatio-temporelle de la conductivité électrique (A), les teneurs en MES (B) et les teneurs en oxydabilité (C)

3-4. Variations spatio-temporelle des populations de Culicidae

3-4-1. Richesse taxonomique et abondance relative

Les moustiques récoltés dans le cours d'eau Biyé mé appartiennent tous au genre *Culex*. Ces moustiques sont repartis en deux sous genre (le sous genre *Culex* (92 %) et le sous genre *Lutzia* (8%)) (Figure 5A) et 4 espèces pour un total de 1030 individus (Tableau 3). Parmi les 4 espèces de moustiques échantillonnés, *Culex ethiopicus* domine avec 37 % d'abondance, suivi de *Culex quinquefasciatus* (29 %) et *Culex pipiens* (26 %), *Lutzia tigris* ne représente que 8 % des moustiques identifiés. (Figures 5B, C, D, E et F).

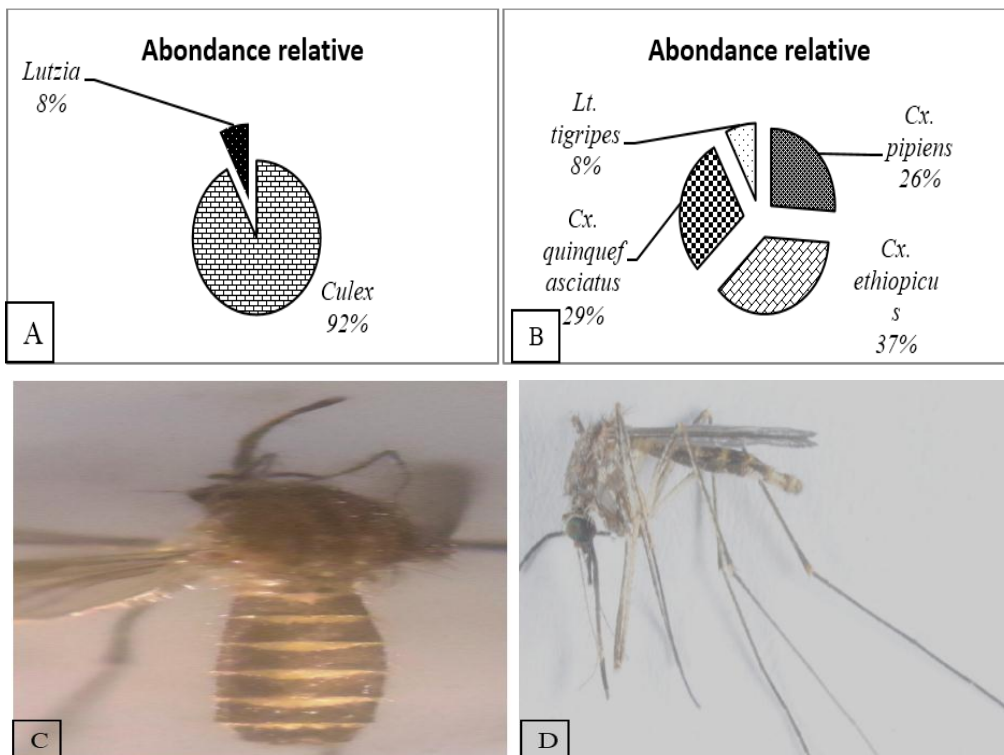




Figure 5 : Abondance relative des sous genres (A) et des espèces (B) de moustique récoltés dans le cours d'eau Biyéomé pendant la période d'étude ; *Culex quinquefasciatus* (C) ; *Lutzia tigripes* (D) ; *Culex pipiens* (E) et *Culex ethiopicus* (F)

Tableau 3 : Abondance spatiale de chaque espèce de moustique identifiée

Espèces \ Stations	B1	B2	B3	B4	B5	Totaux
<i>Cx. ethiopicus</i>	231	50	2	4	92	379
<i>Cx. pipiens</i>	2	0	249	18	0	269
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	2	110	12	10	169	303
<i>Lt. tigripes</i>	49	0	30	0	0	79
Totaux	284	160	293	32	261	1030

3-4-2. Variation spatio-temporelle de chaque espèce de moustique

Les **Tableaux 4 (A, B, C et D)** présentent pour chaque espèce de moustique identifié, l'abondance, la fréquence, l'occurrence, la fréquence d'occurrence et la catégorie. De ces **Tableaux**, il ressort que de même que l'abondance, l'occurrence d'apparition des différentes espèces varient dans le temps et dans l'espace. Ainsi, *Cx. ethiopicus* a été majoritairement (61 %) récolté à la station B1 et une seule fois (en Juillet). Cette espèce y est classée comme accessoire (**Tableau 4A**), alors qu'en B5 et B2 où les fréquences sont respectivement 24,27 % et 13,1 % ; *Cx. ethiopicus* a un caractère régulier. *Cx. pipiens* a été majoritairement récolté à la station B3 (92,57 %). Au niveau de cette station, cette espèce a été récolté au cours des deux premières sorties sur les quatre effectuées d'où son caractère régulier à cette station (**Tableau 4B**). Avec une fréquence de 55,78 %, *Cx. quinquefasciatus* a été majoritairement récolté au niveau de la station B5 (**Tableau 4C**). A l'exception des stations B1, B6 et B7, cette espèce a eu un caractère régulier tout au long de la rivière Biyéomé. Parmi toutes les espèces récoltées, *Lt. tigripes* est la moins représentée sur le cours d'eau. Elle a été récoltée au niveau de B1 (62,03 %) et B3 (37,97 %) avec un caractère régulier (**Tableau 4D**).

Tableau 4 : Variation spatio-temporelle des populations culicidiennes dans la rivière Biyémé

<i>Culex ethiopicus</i>					
Stations	N	Fc %	Occurrence	C %	Catégorie
B1	231	61	1	25	Accessoire
B2	50	13,1	2	50	Régulière
B3	2	0,53	1	25	Accessoire
B4	4	1,1	2	50	Régulière
B5	92	24,27	2	50	Régulière
Totaux	379	100			
<i>Culex pipiens</i>					
Stations	N	Fc %	Occurrence	C %	Catégorie
B1	2	0,74	1	25	Accessoire
B2	0	0	0	0	
B3	249	92,57	2	50	Régulière
B4	18	6,69	2	50	Régulière
B5	0	0	0	0	
Totaux	269	100			
<i>Culex quinquefasciatus</i>					
Stations	N	Fc %	Occurrence	C %	Catégorie
B1	2	0,66	1	25	Accessoire
B2	110	36,30	2	50	Régulière
B3	12	3,96	2	50	Régulière
B4	10	3,30	2	50	Régulière
B5	169	55,78	2	50	Régulière
Totaux	303	100			
<i>Lutziatigripes</i>					
Stations	N	Fc %	Occurrence	C %	Catégorie
B1	49	62,03	2	50	Régulière
B2	0	0	0	0	
B3	30	37,97	2	50	Régulière
B4	0	0	0	0	
B5	0	0	0	0	
Totaux	79	100			

3-4-3. Associations faunistiques des Culicidae dans chaque station d'échantillonnage

L'association de la faune culicidienne a été réalisée pour permettre de définir les différents groupes d'espèces associées selon les exigences écologiques de leurs milieux. D'après le **Tableaux 5A et 5B**, toutes les espèces identifiées s'associent au niveau des stations B1 et B3. Au niveau de la station B4 (**Tableau 5B**), seule trois espèces sont associées. Il s'agit de *Cx. ethiopicus*, *Cx. quinquefasciatus* et *Cx. pipiens*. Cependant, dans les stations B2 et B5 (**Tableaux 5A et 5C**), une seule association faunistique a été relevée (entre *Cx. quinquefasciatus* et *Cx. ethiopicus*).

Tableau 5 : Associations faunistiques des culicidés

A		B1 / B2			
Stations	espèces	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. ethiopicus</i>	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	<i>Lt. tigripes</i>
espèces					
	<i>Cx. pipiens</i>		-	-	-
	<i>Cx. ethiopicus</i>	+		+	-
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	+	+		-
	<i>Lt. Tigripes</i>	+	+	+	

B		B3 / B4			
Stations	espèces	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. ethiopicus</i>	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	<i>Lt. tigripes</i>
espèces					
	<i>Cx. pipiens</i>		+	+	-
	<i>Cx. ethiopicus</i>	+		+	-
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	+	+		-
	<i>Lt. Tigripes</i>	+	+	+	

C		B5			
Station	espèces	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. ethiopicus</i>	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	<i>Lt. tigripes</i>
espèces					
	<i>Cx. pipiens</i>				
	<i>Cx. ethiopicus</i>	-			
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	-	+		
	<i>Lt. tigripes</i>	-	-	-	

NB : + : l'association existe ; - : l'association n'existe pas.

3-4. Corrélation

Certaines abondances spécifiques ont été signalées positivement liées aux valeurs des variables physico-chimiques. Les abondances de *Culex quinquefasciatus* ont été indiquées comme positivement liées à la conductivité électrique des eaux et aux TDS ($r = 0,576$; $p = 0,05$) et l'oxydabilité ($r = 0,572$; $p = 0,05$). Cependant, les abondances de *Lutziatigripes* ont été signalées négativement liées aux teneurs des MES ($r = -0,510$; $p = 0,05$).

4. Discussion

Le lit de la rivière Biyéme est obstrué par les ordures de nature diverse. Ces ordures proviennent des ménages qui bordent la rivière et au-delà. Les déchets produits par les ménages à Yaoundé sont principalement constitués des restes d'aliment, les vieux papiers, les carcasses d'animaux domestiques des verres cassés, etc. [15]. Ces déchets solides vont occasionner un encombrement du lit du cours d'eau, impactant ainsi sur son hydrologie, favorisant une altération du biotope avec répercussion sur les biocénoses faite d'organismes généralement retrouvés en faciès lentique. La production des ordures ménagères à Yaoundé est plus prononcée en saison des pluies car cette saison correspond à celle des denrées alimentaires [15]. Cependant, l'absence des ordures sur le lit du cours d'eau durant cette saison pourrait s'expliquer par l'augmentation de la vitesse d'écoulement des

eaux. En effet la vitesse d'écoulement modifie la nature des dépôts sédimentaires et participe à l'autoépuration des cours d'eau dans la mesure où elle charrie la matière organique et les débris présents dans l'eau [16]. Quelque soit la station d'échantillonnage, la valeur moyenne de la conductivité est supérieure à 261 $\mu\text{S} / \text{cm}$ (valeur seuil pour la FAO) et selon la FAO les eaux de la Biyéme seraient fortement minéralisées. Les fortes valeurs de la conductivité électrique enregistrées tout au long de l'étude indiquent une très forte minéralisation des eaux, caractéristique des ruisseaux et rivières des régions anthropisées. Ces valeurs élevées de la conductivité seraient le reflet de l'activité minéralisatrice des micro-organismes présents dans le milieu [17]. Les valeurs élevées des MES observées pendant la période d'étude seraient dues à la contamination des eaux de la rivière par les déchets organiques peu solubles provenant essentiellement des ménages. L'augmentation des valeurs de ce paramètre en Septembre et Octobre (saison de pluies) serait liée aux apports organiques et minéraux des eaux de ruissellement. En effet, les pluies favorisent l'érosion des particules minérales et organiques et les véhiculent dans les eaux [18]. Les valeurs élevées de l'oxydabilité observées traduiraient une forte charge en matière organiques des eaux de la Biyéme.

A l'exception de la station B1, toutes les autres stations ont des valeurs de l'oxydabilité supérieure à 10 mg / L d' O_2 et ceux durant toute la durée de l'étude. Les valeurs de l'oxydabilité dans les eaux de surface supérieures à 10 mg / L d' O_2 indiquent une pollution organique des eaux [9]. Les valeurs des paramètres physico-chimiques observées pendant la période d'étude témoignent d'un mélange en continu des eaux de la Biyéme avec des effluents chargés en matières organiques. Durant l'étude, 1030 moustiques tous appartenant au genre *Culex* ont été identifiés. La présence d'une culicido-faune dans un régime lotique sous-entend l'existence des micro-habitats favorables à leur développement. En effet, le déversement des ordures solides dans le cours d'eau modifie l'hydrologie créant des faciès lenticulaires facilitant l'installation d'une faune planctonique. La destruction de ces micro-habitats par l'augmentation de la vitesse des eaux durant la saison de pluies expliquerait l'absence des larves de moustique les deux derniers mois de l'étude. L'étude montre une culicido-faune peu diversifiée. La faible diversité spécifique observée s'expliquerait par la faible diversité des micro-habitats qu'offre le cours d'eau. En effet, au regard des caractéristiques physico-chimiques et hydrologiques très peu variables sur le long de son cours, la rivière Biyéme offre une faible diversité des micro-habitats nécessaires au développement de la culicido-faune diversifiée.

Ces résultats se rapprochent des observations de [8] qui sur la Méfou au niveau de Nkolbisson avaient relevé une faible diversité spécifique (2 espèces). La recherche des associations faunistiques révèle qu'au niveau des stations B1 et B3, toutes les espèces identifiées s'associent parfaitement. Au niveau des stations B2, B4 et B5, *Lt. tigripes* ne s'associe avec aucune autre espèce identifiée. Ces résultats nous laissent penser que *Cx. pipiens*, *Cx. quinquefasciatus* et *Cx. ethiopicus* ont les mêmes exigences écologiques. Ceci justifierait les corrélations significatives et positives observées entre les abondances de ces trois espèces et les paramètres tels que l'oxydabilité et la conductivité électrique des eaux. L'analyse de la composition faunistique montre que *Cx. quinquefasciatus* est l'espèce la plus régulière avec un score de 4 / 5, suivie de *Cx. ethiopicus*. *Cx. pipiens* et *Lt. tigripes* sont les moins régulières avec chacun un score de 2 / 5. Le fort score présenté par *Cx. quinquefasciatus* serait dû au fait que, ce moustique se développe facilement dans des collections d'eau très riches en matières organiques [19]. Le faible score présenté par *Lt. tigripes* pourrait être attribuable à la pollution. Les larves de *Lt. tigripes* sont prédatrices des autres larves de moustique et leur pouvoir de prédation serait fonction de la clarté des eaux du gîte. Ainsi, les eaux riches en particules solides, limiteraient la capacité de prédation des larves de *Lt. tigripes* et conditionneraient de ce fait son développement. Ceci justifierait la corrélation significative et négative enregistrée entre l'abondance de *Lt. tigripes* et les teneurs de MES ($r = -0,510$; $\alpha = 0,05$) des eaux de la Biyéme.

5. Conclusion

Les résultats des analyses physicochimiques des eaux de la Biyéme témoignent d'une très mauvaise qualité de ces eaux. Ceci est conforté par une forte minéralisation des eaux, de fortes teneurs en matière organique biodégradable, une couleur verdâtre sur presque tout son long et une odeur nauséabonde. Ces résultats témoignent d'une pollution anthropique résultant des apports des déchets principalement domestiques. La culicidofaune de la rivière Biyéme est très peu diversifiée et est exclusivement constituée du genre *Culex* réparti en deux sous genres et quatre espèces. *Culex ethiopicus* domine le peuplement, suivi de *Culex quinquefasciatus* et *Culex pipiens* puis *Lutzia tigripes*. La présence de ces moustiques tout au long de la rivière Biyéme semble être conditionnée par plusieurs facteurs dont le plus important serait le rejet dans les eaux des ordures provenant des ménages. Ce rejet crée des faciès lenticulaires favorables à l'établissement des micro-habitats pour la faune planctonique. Ce rejet de l'ordure associée aux multiples effluents domestiques qui contaminent les eaux de la Biyéme entravant sa qualité physicochimique qui ne devient favorable qu'au développement seul des moustiques du genre *Culex*.

Références

- [1] - OMS, Rapport mondial sur le paludisme 2013, (2014).
- [2] - MINSANTE, Plan Stratégique National de Lutte contre le Paludisme au Cameroun (PSNLPC), (2010) 136 p.
- [3] - S. BOYER, Thèse pour l'obtention du doctorat en biologie, université Joseph Fourier - Grenoble I, (2006).
- [4] - OMS, World Health Organization global programme to eliminate Lymphatic filariasi. Organisme Mondial de la Santé, Genève, (2009).
- [5] - C. FOUET, Thèse pour le doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Faculté de médecine de Créteil, (2010).
- [6] - M. MOGI, T. OKASAWA, I. MIYAGI, S. SUCHARIT, W. TUMRASVIN, T. DEESIN AND C. KHAMBOONRUANG, *Journal of Medical Entomology*, (23) (1986) 244 - 250.
- [7] - A. LOUAH, Thèse d'Etat ès Sciences, Université d'Abdelmalek Essaadi, Faculté des Sciences, Tétouan, (1995).
- [8] - P. AKONO NTONGA, E. M. BAKWO, P. BELONG, S. KEKEUNOU, G. FOKO, J. MESSI, *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology*, 62 (3) (2009) 115 - 124.
- [9] - J. RODIER, B. LEGUBE, N. MERLET et R. BRUNET, *L'analyse de l'eau*, Ed. Dunod, Paris, (2009).
- [10] - D. M. Wood, *Clés des genres et des espèces de moustiques du Canada*. Ed. Centre d'édition du gouvernement du Canada, (1984).
- [11] - P. G. JUPP, Ed. Ecolgildepublishers, (1996).
- [12] - P. BOUSSES, J. S. DEHECQ, C. BRENGUES et D. FONTENILLE, *Entomologie Médicale Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 106 (2013) 113 - 125.
- [13] - R. DAJOZ, Ed. Dunod, Paris, (1971).
- [14] - F. TINE-DJEBBAR, Thèse de doctorat, Faculté des sciences, Université d'Annaba, Algérie, (2009).
- [15] - P. Y. EPOH-MVABOUM et I. N. MOUSSINGA, *Communication*, (2005).
- [16] - G. LEYNAUD et J. L. VERREL, Ed. Paris Gauthier - Villars, (1980).
- [17] - M. FREEZE and L. CHERRY, *Hydrobiologia*, 62 (1979) 132 - 141.
- [18] - L. AUBY, F. MANAUD, D. MAURER et G. TRUT, IFREMER- CEMAGREF-SSA-SABARC, (1994).
- [19] - H. NIMPAYE, M. VAN DER KOLK, D. FONTENILLE et C. BOUDIN, *Bull. Liais. Doc. OCEAC*, 34 (2) (2001) 11 - 14.