

Évaluation De La Dynamique Des Microorganismes Pluricellulaire En Fonction De Certains Paramètres Physicochimiques Dans Le Lac Carrière De Ngoa-Ekele

PATEUCK DJEUMO Derik¹, AJEAGAH Gideon AGHAINDUM²

^{1,2} Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement, Faculté des sciences, Université de Yaoundé I PO Box 812, Yaoundé, Cameroun.

Correspondance, courriel: ¹pateuckdjeumo.derick@gmail.com, ²ajeagah@yahoo.com



Résumé – Dans le but d'évaluer la dynamique des microorganismes pluricellulaire en fonction de certains paramètres physicochimique des eaux du lacs carrière de Ngoa-ékélé, une analyse de de ces paramètres, couplée à celle des microorganismes pluricellulaires y a été menée d'avril à septembre 2020. Les prélèvements ont été réalisés suivant une fréquence mensuelle. Les paramètres physicochimiques ont été mesurés suivant les recommandations de Rodier, les microorganismes pluricellulaires aquatiques ont été échantillonnés entre la surface et 0,5 mètre de profondeur. Les analyses physicochimiques révèlent que les eaux étudiées ont une faible teneur en chlorophylle « a » ($0,127 \pm 0,06$) et des valeurs moyennes de turbidité ($27,89 \pm 5,70$), matière en suspension ($38,67 \pm 12,39$) et couleur ($214,90 \pm 1,89$ Pt.Co).montrant ainsi que les eaux du lac carrière de Ngoa-ékélé sont de qualités passable.

Un total de 334 organismes zooplanctoniques dont 122 espèces de cladocères et 212 espèces de copépodes, a été identifié et réparti en 03 familles de microinvertébrés pluricellulaires (rotifères, cladocères, copépodes) avec une abondance relatives respectives de 3,61%.

Les faibles valeurs de l'indice de Shannon et Weaver et de l'équitabilité (J) de Pielou du zooplancton observé à la station proche de la porcherie (Car 3) traduisent une faible diversité du zooplancton due à une forte abondance des Cladocères (Cyclopidae) qui regroupent près de 46,42 % d'abondance relative dans cette station. Par ailleurs, cet indice est proche de 0 et s'éloigne de $\log_2 5$ (2,32) ainsi, la faible diversité correspond à des conditions non optimales et ne permettent pas l'installation d'individus régulièrement repartis dans de nombreuses espèces. Au vu des résultats et discussion il en ressort que les meilleurs indicateurs de la qualité de l'eau du lac carrière de Ngoa-ékélé sont les microinvertébrés pluricellulaire du groupe taxonomique des cladocères plus précisément de la familles clyclopidae

Mots clés – Dynamique, paramètres physico-chimiques, microorganisme pluricellulaire, Lac carrière, Ngoa-Ekélé.

Abstract – With the aim of evaluating the dynamics of multicellular microorganisms as a function of certain physicochemical parameters of the waters of the Ngoa-ékélé quarry lakes, an analysis of these parameters, coupled with that of multicellular microorganisms, was carried out there from April to September 2020. The samples were taken monthly. The physicochemical parameters were measured following the recommendations of Rodier, the aquatic multicellular microorganisms were sampled between the surface and 0.5 meter depth. Physicochemical analyzes reveal that the waters studied have a low chlorophyll "a" content (0.127 ± 0.06) and average values of turbidity (27.89 ± 5.70), suspended matter ($38.67 \pm 12, 39$) and color (214.90 ± 1.89 Pt.Co). thus, showing that the waters of the Ngoa-ékélé quarry lake are of fair quality. A total of 334 zooplankton organisms, including 122 species of cladocerans and 212 species of copepods, were identified and divided into 03 families of multicellular microinvertebrates (rotifers, cladocerans, copepods) with a respective relative abundance of 3.61%. The low values of the Shannon and Weaver index and the Pielou equitability (J) of the zooplankton observed at the station near the pigsty (Car 3) reflect a low diversity of the zooplankton due to a high abundance of Cladocera (Cyclopidae) which bring together nearly 46.42% relative abundance in this station. Furthermore, this index is close to 0 and moves away from $\log_2 5$ (2.32) so the low diversity corresponds to non-optimal conditions and does not allow the installation of individuals regularly distributed in many species. In view of the results and discussion it appears that the best indicators of the water quality of the Ngoa-ékélé quarry lake are the multicellular microinvertebrates of the taxonomic group of cladocerans, more precisely of the clyclopidae families.

Key words – Dynamics, physico-parameters chemicals, multicellular microorganism, Quarry Lake, Ngoa-Ekélé.

I. Introduction

Au fil des millénaires, Les Lacs évoluent naturellement et tendent à disparaître progressivement par comblement ou envasement. Ce processus est celui de l'eutrophisation définie comme étant une forme de dégradation des plans d'eau qui se produisent lors de l'enrichissement prononcé en éléments nutritifs (azote et phosphore) du milieu. Le processus naturel de l'eutrophisation est à l'origine très lent. Mais, l'eutrophisation peut être fortement accélérée par l'apport d'effluents domestiques, industriels et/ou agricoles et conduire à la disparition de l'écosystème aquatique en quelques décennies voire même en quelques années. On parle alors d'hyper-eutrophisation ou encore de dystrophisation (Guyard, 1997). Bien que continue, cette évolution est divisée en quatre phases principales et successives (Touchart, 2000) : phase oligotrophe (I) ; phase mésotrophe (II) ; phase eutrophe (III); phase hyper-eutrophe ou dystrophe (IV). Une classification selon l'origine nous permet de distinguer : Les lacs de cratères, Les lacs d'origine tectonique, Lacs prévenants des dissolutions calcaires, Lacs prévenants des dépressions coupant une nappe aquifère et Les lacs artificiels au quelle appartient le lac carrière de Ngoa-ékélé. Les communautés zooplanctoniques représentent une composante importante à cause de leurs rôles dans le flux du carbone (Hairston et Hairston, 1993), dans la stratification thermique (mazumder et *al.*, 1990), dans le rendement de la chlorophylle (Mazumder, 1994), et dans la régénération des nutriments (Vadstein et *al.*, 1995). La majorité des espèces zooplanctoniques se nourrissent par filtration de l'eau. Ces espèces aident à ôter les matières en suspension de la colonne d'eau et contribuent significativement à l'amélioration de la qualité de l'eau (Benoît Mialet, 2010). Cette communauté zooplanctonique joue plusieurs rôles à savoir : maillon essentiel du réseau trophique dulcicole, sensibilité aux variations des conditions environnementales et excellent bioindicateurs de pollution (Zébazé Togouet et *al.*, 2008;), d'où l'intérêt que ces organismes suscitent auprès des écologues (Ida Attoubé Monney et *al.*, 2016). le zooplancton s'adaptent très rapidement à l'écosystème dans lequel ils vivent, si bien qu'une même espèce peut être indicatrice d'un état donné dans son milieu et indicatrice d'un autre état tout à fait différent dans un autre milieu (Cosme et *al.*, 2017); ils ont leur cycle vital très court ce qui leur permet de se multiplier rapidement dès que les effets du polluant ont disparu (Cosme et *al.*, 2017).

Au Cameroun et à Yaoundé en particulier les travaux qui visaient à étudier les microorganismes pluricellulaires ont été menés sur plusieurs lacs. Cependant il existe très peu de données sur le lac carrière de Yaoundé I. D'où la nécessité de relever les paramètres physicochimiques et d'étudier la biodiversité des microorganismes pluricellulaires du lac carrière de Ngoa-ékélé

La meilleure compréhension du fonctionnement d'un écosystème aquatique passe par la connaissance de sa qualité physico-chimique qui a une influence directe sur la biodiversité et la distribution des microinvertébrés pluricellulaire dans un milieu aquatique. C'est dans cet optique que s'inscrit notre étude avec pour objectif général d'évaluer la dynamique des microorganismes pluricellulaire du lac carrières de Ngoa-ékélé en étroite relation avec la qualité physico-chimique de l'eau. Plus spécifiquement, il s'agit de :

- D'évaluer quelques caractéristiques physico-chimiques du lac afin de statuer sur son état de trophie ;
- Déterminer la structure des peuplements des microorganismes pluricellulaires du lac ;
- D'établir les liens entre la qualité physico-chimique des eaux du lac et la dynamique des microorganismes pluricellulaire.

II. Matériels et méthodes

II.1. Site d'étude

II.1.1. Situation géographique

La région du Centre Cameroun est située entre 3°30'- 3°58' de latitude Nord et entre 11°20'- 11°40' de longitude Est (INC, 1980). L'altitude moyenne avoisinant les 750 m, son relief est globalement accidenté et la zone urbaine s'étend sur plusieurs collines hautes de 25 à 50 m au-dessus du plateau (Santoir, 1995). Le climat est de type équatorial à pluviométrie bimodale caractérisée par des précipitations modérées (1576 mm/an) oscillant entre 1500 et 1700 mm par an (Kodjo, 1988), avec des températures peu variables au cours du temps (Suchel, 1972). Il existe quatre saisons inégalement réparties et de durée variable d'une année à l'autre (Kueté, 1987). La végétation est de type forêt dense secondaire et le réseau hydrographique est dense. Sur le plan pétrographique,

les sols se présentent comme dans tout le Sud-Cameroun sous trois types dont les sols ferralitiques, les sols hydromorphes et les sols peu évolués (Onguéné, 1993).

II.1.2. Historique

Le lac carrière de Ngoa-ékélé est situé en face de l'université de Yaoundé I à près de 300m de la barrière de la cité universitaire en suivant la route en pavée qui entre dans le quartier. Il est dans un ravin de roche d'où son nom ; à l'origine cette zone occupée par ce magnifique lac était une gigantesque colline de pierre. Avec les travaux de constructions des bâtiments de

l'université de Yaoundé les pierres formant cette colline ont été fragmenter et transporter vers leur lieu d'utilisation laissant alors un énorme ravin qui avec des années étants donné que la nappe phréatique qui se trouvait en dessous a été légèrement perforer, il ces remplis d'eau et à former le lac carrières de Ngoa-ékélé; qui ne présente pas de véritable différenciation des compartiments classiques (émissaire, débarcadère et

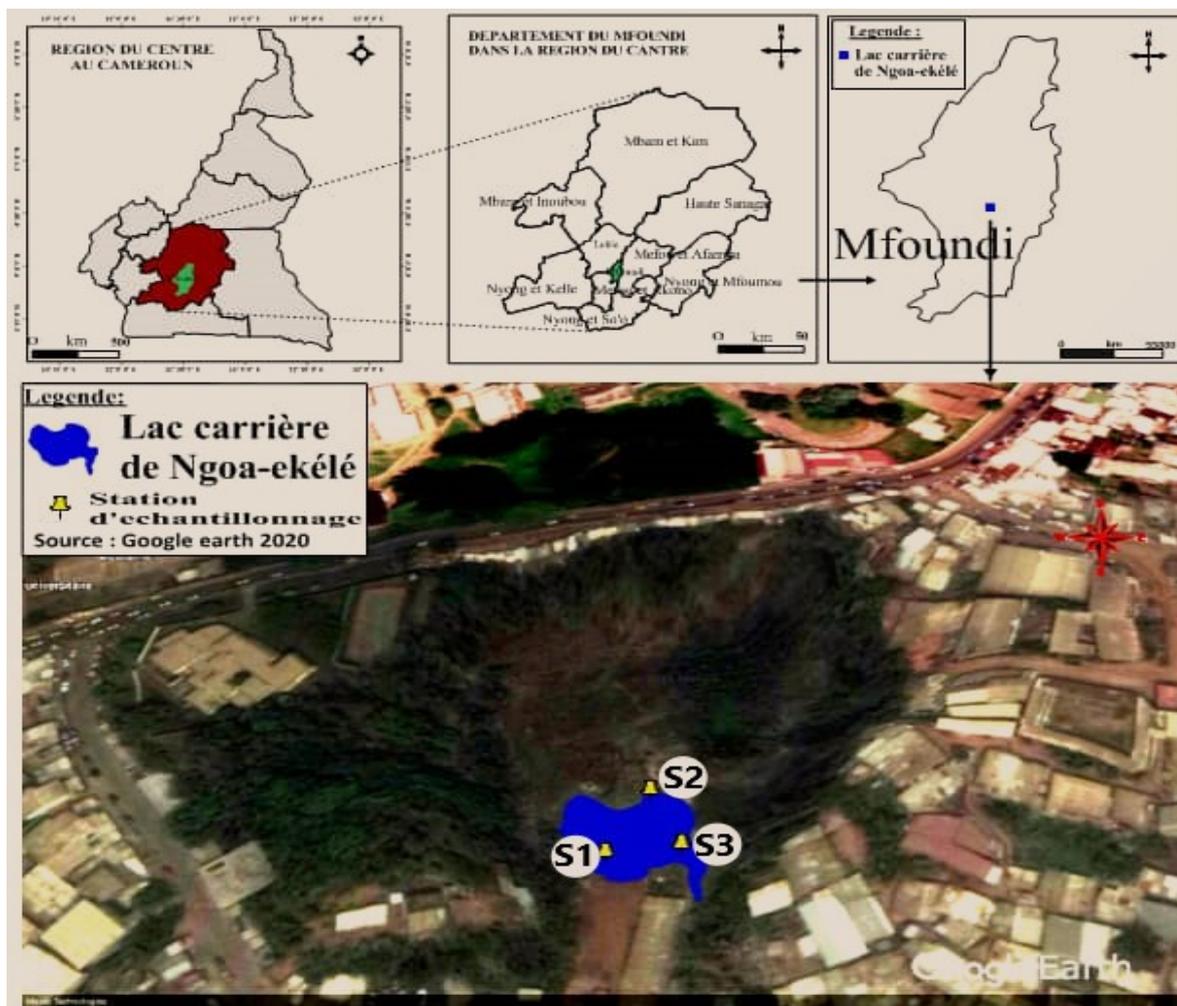


Figure 1 : Vue partielle du lac carrière

exutoire) bien qu' il ne soit pas alimenté par un cour d'eau mais plutôt par une nappe phréatique la carte suivante illustre la zone d'étude.

II.2. Matériels et méthodes

II.2.1. Physico-chimiques

Au cours de cette étude, les échantillonnages pour les analyses physico-chimiques et biologiques ont été effectués mensuellement conformément aux recommandations qui suggèrent que cette fréquence est suffisante pour rendre compte de 80%

des espèces présentes dans le milieu et de leurs variations. Les analyses physico-chimiques ont été prélevés à l'aide des flacons en polyéthylène à double bouchage de 250 et 1000 cc sans faire de bulles, remplis à ras bord, puis conservés en vue des analyses au laboratoire. La procédure d'échantillonnages sur le terrain et le mode d'analyse de chaque paramètre au laboratoire est décrite dans le **Tableau 1** ci-après.

Tableau 1 : Méthodes analytiques de quantification des variables physico-chimiques

Paramètres mesurés	Méthodes utilisées
La température	La température de ce plan d'eau a été mesurée in situ, à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué au 1/10 °C après quelques secondes d'immersion, la montée du mercure indique la température de l'eau. Les résultats sont donnés en °C.
Matières En Suspension (MES), Turbidité et Couleur	Les MES, la turbidité et la couleur ont été mesurées au laboratoire par colorimétrie au spectrophotomètre HACH DR/2010, respectivement aux longueurs d'onde 810, 450 et 455 nm. Les valeurs obtenues ont été exprimées respectivement en mg/L, en FTU (Formazine Turbidity Unit) et en Pt-Co (Platinum-Cobalt).

II.2.2. Analyses biologiques

II.2.2.1. Chlorophylle a

Au laboratoire, un volume d'échantillon de 200 mL a été filtré à l'aide d'un dispositif de filtration sous vide muni d'une membrane en fibre de verre de type Whatmann GF/C de 0,45 µm de porosité. La membrane a été ensuite introduite dans un tube à essai contenant 10 mL d'un mélange d'acétone pur à 90 % au préalable imbibé par une solution saturée de carbonate de magnésium (MgCO₃) 10%. L'extraction des pigments s'est faite au réfrigérateur et à l'obscurité pendant 24 heures (Lemasson *et al.*, 1981). Chaque tube à essai, débarrassé de la membrane filtrante a été centrifugé à 400 trs/min pendant 15 minutes et la densité optique du surnageant a été lue au spectrophotomètre HACH DR/2010 aux longueurs d'ondes 630, 645, 663 nm (APHA, 1985). Le témoin a été réalisé avec de l'acétone pur à 90 %. Les teneurs en chlorophylle 'a' ont été calculées à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Chla } (\mu\text{g/L}) = \frac{\{(11,64 \times \text{DO}_{663}) - (2,16 \times \text{DO}_{645}) - (0,10 \times \text{DO}_{630})\} \times v}{V \times l}$$
 OÙ DO = densité optique, v = volume de l'extrait cétonique en mL, l = longueur du trajet optique en cm, V = volume de l'échantillon d'eau filtré en litre, Chl a = chlorophylle a (exprimée en µg/L).

II.2.3. Echantillonnage du zooplancton

Les échantillons zooplancton ont été prélevés entre la surface et 0,5m de profondeur autour du Lac à l'aide d'un seau de 5 litres et filtrés à travers un tamis de 64 µm d'ouverture de maille et de 10 cm de diamètre. Le processus a été répété dix fois afin d'atteindre un volume de 50 litres, Ensuite le filet a été rincé à l'eau de l'échantillon dans le sens contraire de celui de la filtration et l'eau de rinçage est introduite dans un flacon de 200 mL dont une moitié est fixée sur le terrain avec du formol 5 % et servira au comptage.

La seconde moitié (non fixée) est utilisée pour les observations sur le vivant et également pour le comptage des espèces sensibles au formol.

II.2.4. Analyse des données et tests statistiques

II.2.4.1. Test H de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney

Le test de Kruskal-Wallis a permis de voir si les données obtenues varient significativement d'une station d'échantillonnage à l'autre et d'un mois à l'autre et celui de Mann Whitney nous a permis de comparer ces densités deux à deux. Ces deux tests ont été réalisés à partir du logiciel PAST

II.2.4.2. Indices biocénotiques

II.2.4.2.1. Indice de diversité (H') de Shannon et Weaver

Cet indice permet de faire une comparaison approximative de la diversité taxonomique du peuplement des microinvertébrés pluricellulaire. Il est indépendant de la taille des échantillons et prend en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant sur les autres) à $\log_2 S$ (Lorsque toutes les espèces ont la même abondance). Il est donné par la formule :

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

P_i = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce i : $p_i = n_i/N$;

S = nombre total d'espèces ; n_i = nombre d'individus de l'espèce i dans l'échantillon ;

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

II.2.4.2.2. Indice d'équitabilité (J) de Piélou

L'indice d'équitabilité de Piélou a été mis au point pour rendre compte de l'abondance relative de chaque taxon. Le calcul de l'équitabilité peut se faire à partir de l'équirépartition ou diversité maximale (H'_{max}) qui correspond au cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individus. Il permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Il s'obtient selon la formule : $J = \frac{H'}{\log_2 S}$

H' = indice de Shannon et Weaver, S = Richesse spécifique, J = Indice de Piélou.

Lorsque J tend vers 1, le peuplement est constitué d'espèces ayant les abondances similaires, lorsque J tend vers 0, une seule espèce domine le peuplement

II.2.4.2.3. Coefficient de similarité de Sørensen

Le coefficient de similarité de Sørensen a permis d'établir les degrés de ressemblance des différentes familles des invertébrés entre les stations d'échantillonnage, selon la formule suivante :

$$S = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

S : coefficient de similarité a : nombre de taxons présents dans la première station b : nombre de taxons présents dans la deuxième station c : nombre de taxons communs aux deux stations.

III. Résultats et Discussion

Tableau 2 : Récapitulatif des relevés des valeurs maximales, des valeurs minimales, des valeurs moyennes et des écart-types des paramètres physicochimiques du lac carrière de ngoa-ékélé pendant la période d'étude

Station	MOIS	Température (°C)	Matières En Suspensions (mg/l)	Turbidité (FTU)	Couleur (Pt.Co)
CAR 1	Avril	28	33	50	205
	Mai	26,1	35	30	199
	Juin	26,9	34	60	370
	Juillet	27,5	34	20	220
	Aout	27	34	24	220
	Septembre	27,25	7	12	140
	Minimum	26,1	7	12	140
	Moyenne	27,12	29,5	32,66	225,67
	Ecart-type	0,63	11,04	18,53	76,64
	Maximum	28	35	60	370
CAR 2	Avril	27	20	27	214
	Mai	25,9	36	14	187
	Juin	26,4	28	14	80
	Juillet	27,5	92	22	280
	Aout	30	92	32	280
	Septembre	28,75	13	20	170
	Minimum	25,9	13	14	80
	Moyenne	27,59	46,83	21,5	201,83
	Ecart-type	1,53	35,82	7,148	75,42
	Maximum	30	92	32	280
	Avril	29	30	40	229
	Mai	26	38	35	194
	Juin	25,5	34	38	190
	Juillet	27	66	22	300
	Aout	28	66	34	300

CAR 3	Septembre	27,5	4	8	90
	Minimum	25,5	4	8	90
	Moyenne	27,16	39,67	29,5	217,16
	Ecart-type	1,29	23,61	12,25	79,13
	Maximum	29	66	40	300

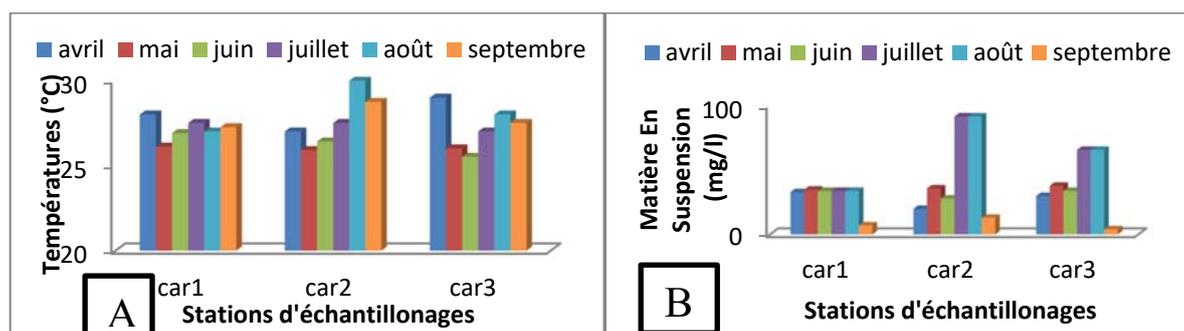
III.1. Résultats

III.1.1. Température, Matière En Suspension, Turbidité et Couleur

Au cours de cette d'étude, la température de l'eau a varié entre 25,5 °C en juin à la station proche de la porcherie (Car3) et 30 °C en août à la station avec les berges bornées par un champ (Car2) avec une amplitude thermique de 4,5 °C (Figure 2A). Ces valeurs oscillent autour d'une moyenne de $27,29 \pm 0,46$ °C. Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il existe une différence significative sur le plan temporel ($p < 0,05$), mais le test de Man-Whitney nous montre que les mois sont similaires deux à deux ; par contre sur le plan spatial il n'existe pas de différence significative avec le test de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$).

Les valeurs de la Matière En Suspensions (MES) obtenues pendant la période d'étude varient entre 4mg/L (septembre, station proche de la porcherie (Car3)) et 92 mg/L (juillet, août à la station avec des berges bornées par un champ (Car2)) (Figure 2B). Les teneurs en Matière En Suspension (MES) fluctuent autour d'une valeur moyenne de $38,67 \pm 12,39$ mg/L et le test de Kruskal-Wallis montre qu'il n'existe pas de différence significative sur le plan spatial ($p > 0,05$) ; par contre sur le plan temporel il existe une différence significative entre les mois ($p < 0,05$), mais le test de Man-Whitney nous montre que les mois sont similaires deux à deux.

La turbidité présente une valeur élevée au mois de juin à la station à proximité du dépôt de poubelle (Car1) (60 FTU) et une valeur faible (8 FTU), en septembre à la station proche de la porcherie (Car3) avec une valeur moyenne gravitant autour de $27,89 \pm 5,70$ FTU (Figure 2C). Le test Kruskal-Wallis ne révèle aucune différence significative de ses paramètres sur le plan spatio-temporel ($p > 0,05$). S'agissant de la couleur, la plus grande valeur a été obtenue au mois de juin à la station Car₁ (370 Pt.Co) et la plus faible à la station avec des berges bornées par un champ (Car2) au mois de juin (80 Pt.Co) pour une moyenne oscillant autour de $214,90 \pm 1.89$ Pt.Co (Figure 2D). Cependant sur le plan spatio-temporel le test de Kruskal-Wallis révèle que ces différents paramètres ne varient pas significativement ($p > 0,05$).



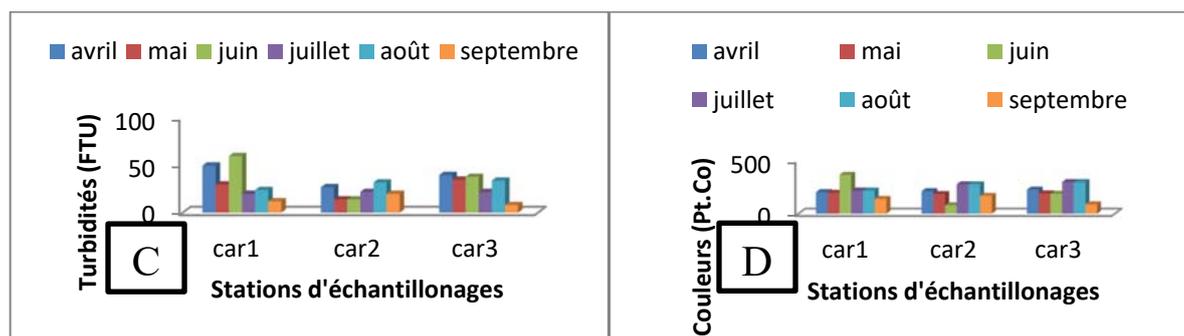


Figure 2 : Variation spatio-temporelle des valeurs de la température (A), des Matière En Suspension (B), de la turbidité (C) et de la couleur (D) obtenues dans le lac carrière de Ngoa-ékélé pendant la période d'étude.

III.1.2. Microinvertébrés pluricellulaires (Zooplanctons)

Tableau 3 : Abondance des différents taxa de zooplancton récolté dans chaque station pendant la période d'étude

Groupes taxonomiques	Familles	Densité / Station / mois						Abondance	
		CAR1						Totale	
		Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept		
Cladocères	Macrothricidae	7	6	4	1	26	5	49	168
	Daphnidae	8	3	2	3	18	7	41	
Copépodes	Cyclopidae	10	9	7	8	34	10	78	
Abondance totale		25	18	13	12	78	22	168	
		Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept		
Cladocères	Macrothricidae	2	0	0	0	5	2	9	107
	Daphnidae	4	1	0	0	7	4	16	
Copépodes	Cyclopidae	11	10	7	4	32	18	82	
Abondance totale		17	11	7	4	44	24	107	
		Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept		
Cladocères	Macrothricidae	0	0	0	1	0	0	1	59
	Daphnidae	2	0	1	1	2	0	6	
Copépodes	Cyclopidae	6	3	7	11	12	13	52	
Abondance totale		8	3	8	13	14	13	59	

334

III.1.2.1. Richesse taxonomique et abondance relative

Pendant la période d'étude, un total de 334 individus a été dénombré et réparti en 02 groupes taxonomiques : les Cladocères (36,53%) les Copépodes (63,47%) (Figure 2A). Ces organismes appartiennent à 03 familles. Parmi les 03 familles recensées, Cyclopidae, dominant avec 63,47% d'abondance relative, suivis de Daphnidae, Macrothricidae avec des abondances relatives respectives de 18,86%, 17,67%, (Figure 3B)

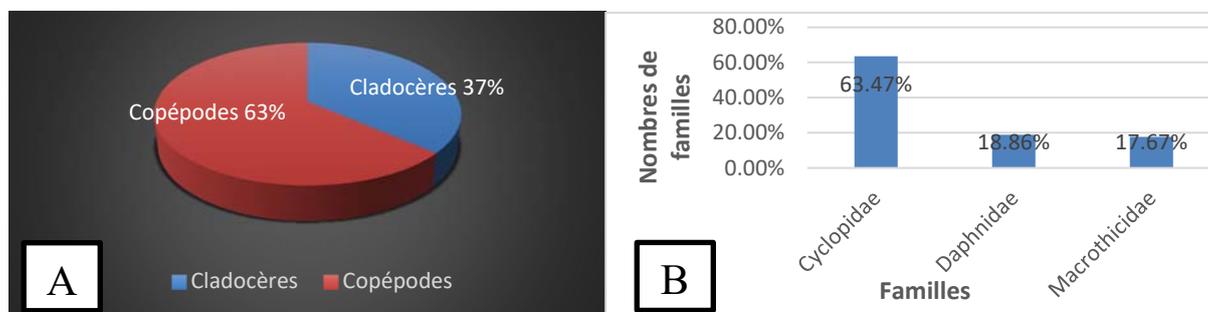


Figure 3 : Abondance relative des classes taxonomiques (A), et des familles par ordre (B) des microinvertébrés pluricellulaires (zooplanctons) obtenu dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé pendant la période d'étude.

III.1.2.2. Variation spatio-temporelle de l'abondance totale des microinvertébrés pluricellulaires

(zooplanctons)

Le profil des abondances des microinvertébrés pluricellulaires échantillonné dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé durant la période d'étude présente sur le plan spatial, les valeurs de 168 individus à la station à proximité du dépôt de poubelle (Car1), 107 individus à la station avec des berges bornées par un champ (Car2) et 59 individus à la station proche de la porcherie (Car3) (Figure 4A). Sur le plan temporel, les abondances des microinvertébrés pluricellulaires présentent une évolution irrégulière avec un maximum de 136 individus au mois d'août et un minimum de 28 individus au mois de juin, soit une moyenne de $55,67 \pm 41,31$ individus par mois (Figure 4B). Toutefois, aucune différence significative n'a été observée au niveau des stations et d'un mois à l'autre ($p > 0,05$).



Figure 4 : Variation spatiale (A) et temporelle (B) de l'abondance totale des Microinvertébrés pluricellulaires (zooplanctons) obtenu dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé pendant la période d'étude.

Le nombre total de familles des microinvertébrés dénombré est de 3. Il est identique dans toutes les stations (Figure 5A). Sur le plan temporel, le mois d'avril jusqu'en septembre présente le même nombre de familles (3 familles). (Figure 5B). Toutefois, on n'observe aucune différence significative le long du cours d'eau et entre les différents mois ($p > 0,05$).

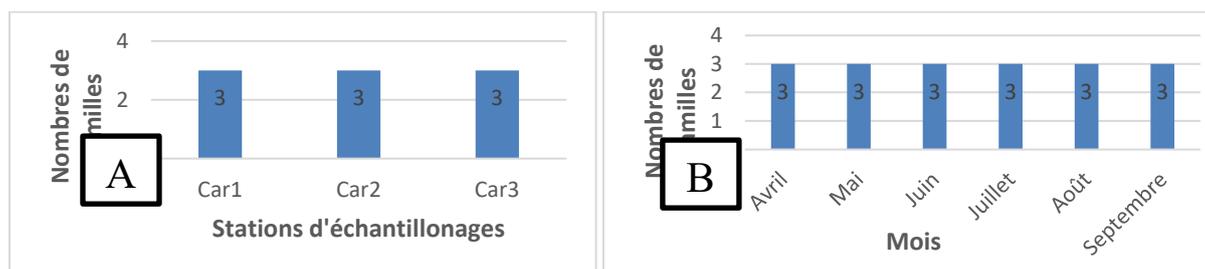


Figure 5 : Variation spatiale (A) et temporelle (B) du nombre de familles échantillonnées dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé pendant la période d'étude.

III.1.2.3 Chlorophylle « a »

Le profil de variation de la chlorophylle 'a' dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé au cours de l'étude présente une valeur minimale ($0,002 \mu\text{g/L}$) aux mois de mai à la station Car3 et une valeur maximale ($0,110 \mu\text{g/L}$) au mois d'avril à la station Car2 avec une moyenne de $0,127 \pm 0,06$ et il n'existe pas de différences significatives entre les valeurs avec le test de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$).

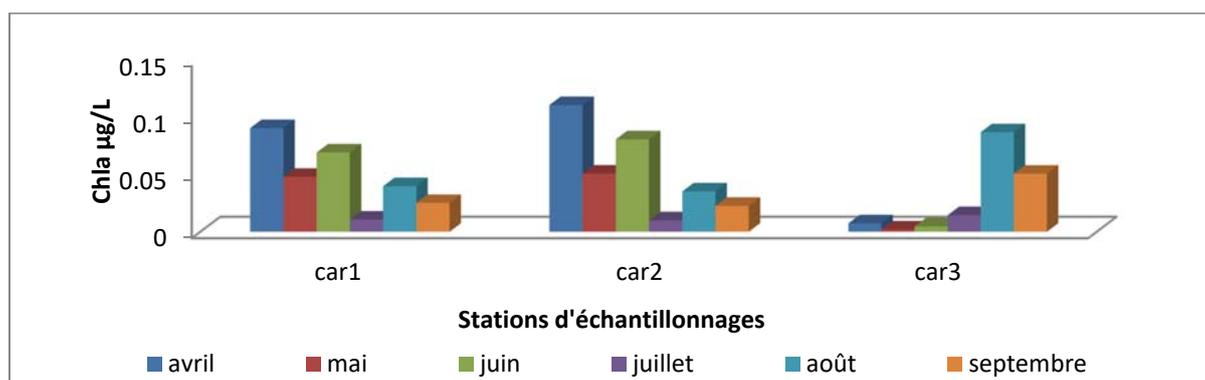


Figure 6 : Variation spatio-temporelle de la teneur en chlorophylle a dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé obtenu au courant de la période d'étude.

III.1.2.4. Indices de Shannon et Weaver et équitabilité de Piélou

Sur le plan spatial, l'indice de Shannon et Weaver (H') a varié entre 1,06 bits/ind. à la station Car1 et 0,41 bits/ind. à la station Car3. De même, l'indice d'équitabilité de Piélou a varié très légèrement de 0,96 bits/ind (station Car1) à 0,37 bits/ind (station Car3) (Figure 7A). Sur le plan temporel, ces deux indices présentent leurs maximums au mois d'avril (0,99 bits/ind pour Shannon et 0,90 bits/ind pour Piélou) et la valeur minimale est observée au mois de juillet (0,64 bit/ind pour Shannon et 0,58 bits/ind pour Piélou) (Figure 7B). Sur le plan spatio-temporel, le test de Kruskal-Wallis ne révèle aucune différence significative entre les valeurs ($p > 0,05$).

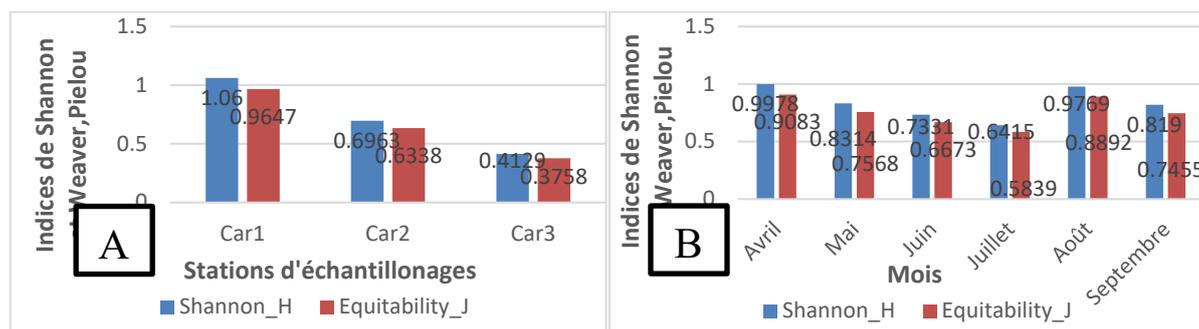


Figure 7 : Variation spatiale (A) et temporelle (B) de l'indice de Shannon et de Weaver et de l'indice d'équitabilité de piélou.

III.1.2.5. Indice de similarité de Sørensen

Le calcul de l'indice de similarité de Sørensen montre une très forte similarité faunistique entre toutes les stations Car2 et Car 3, Car 1 et Car 2 et Car 1 et Car 3 (100%) (Tableau 1).

Tableau 4 : Valeurs de l'indice de similarité de Sorensen entre les différentes stations du lac carrière de Ngoa-ékélé

Stations	Car 1 et Car 2	Car 1 et Car 3	Car 2 et Car 3
Indice de similarité de Sorensen (%)	100	100	100

III.2. Discussion

III.2.1. Paramètres physicochimiques

Au cours de ce travail, la température des eaux du lac de carrière de Ngoa-ékélé varie peu d'un mois à l'autre. Cette variation oscille autour d'une moyenne de $27,29 \pm 0,46$ °C montrant de ce fait que les eaux du lac carrière de ngoa-ékélé sont de qualité moyenne comme l'indique la classification du guide REEE-ESC (2019). Cette variation serait due aux conditions d'ensoleillement et à l'influence de la végétation environnante. A ce propos, Liechti *et al.* (2004) soulignent que la température de l'eau est fortement influencée par la température ambiante. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par Nziéleu Tchapgnoou (2006) dans trois plans d'eau de Yaoundé.

Sur le plan spatio-temporel, Les teneurs en Matières En Suspensions (MES) varient très peu pendant toute la période d'étude, nous montrant ainsi que l'eau est de qualité passable lorsque que l'on utilise la SEQ-physico-chimiques ; Ce qui témoignerait d'une moyenne anthropisation du bassin versant du lac. De ce fait, Les fortes valeurs (92 mg/L) obtenues en juillet et août seraient dues à l'érosion provoquée par les pluies ayant charriées des particules diverses dans le lac. De plus, les analyses statistiques montrent une corrélation positive significativement entre les Matières En Suspensions (MES) et la couleur ($r = 0.637$; $p = 0.005$) ce qui traduirait l'influence des Matières En Suspensions (MES) sur la couleur de l'eau. A ce sujet, CRE (2009) déclare que, la couleur de l'eau est influencée par les particules en suspension provenant de l'érosion des particules minérales et organiques du bassin versant issues des sources naturelles ou anthropiques.les valeurs de la couleur varie très peu sur le plan spatio-temporel et les valeurs hautes obtenue au mois de juin à la station (CAR1)(370Pt.Co) se traduirait par la corrélation positive et significative entre la turbidité et la couleur ($r = 0.570$; $p = 0.014$) ; sur le plan spatio-temporel la turbidité varie très peu au cours de la période d'étude ce qui justifie le fait que les eaux du lac carrière de ngoa-ekéle sont de qualité moyenne, selon la classification du guide REEE-ESC (2019). En effet, Les fortes valeurs de turbidité obtenues au mois de juin à la station à proximité du dépôt de poubelle (CAR1) (60 FTU) serait dû à a l'enrichissement des eaux par la matière organique provenant de ces poubelles ; ce qui corrobore avec les propos de Dabbadié (1996), « la fertilisation augmente la turbidité et couleur ».

De ce qui précède, Les résultats issus des analyses physicochimiques traduisent en général une qualité écologique passable des eaux du lac carrière de Ngoa-ékélé.

III.2.2. Paramètres biologiques

En nous fondant sur le plan spatio-temporel, nous constatons que La chlorophylle « a » varie et montre ainsi que les eaux du lac carrière de ngoa-ékélé sont de bonne qualité. Par conséquent, la forte valeur obtenue au mois d'avril à la station (CAR2) (0,110 µg/L) pourrait s'expliquer par une faible activité photosynthétique, occasionnant ainsi une faible productivité primaire. Ces teneurs faibles pourraient s'expliquer par la vitesse du courant de l'eau qui transporterait les éléments nutritifs nécessaire à la photosynthèse ce qui provoque le ralentissement du processus chimique. À cet effet, Wurtz (2003) souligne que ces éléments nutritifs stimulent la croissance des organismes phytoplanctoniques qui par la suite servent d'aliments pour les animaux microscopiques tels que le zooplancton. Par ailleurs D'après l'OCDE les teneurs moyennes en chlorophylle « a » supérieures à 25 µg/L indiqueraient le caractère hypereutrophe.

III.2.3 Microinvertébrés pluricellulaires (Rotières, Cladocères et Copépodes)

Cette étude a permis d'identifier dans les eaux des stations étudiées du lac carrière de Ngoa-ékélé, 334 organismes zooplanctoniques dont 122 espèces de cladocères et 212 espèces de copépodes. Les caractéristiques physico-chimiques, l'échantillonnage et la variabilité des microhabitats sont entre autres quelques unes des raisons pouvant expliquer ces résultats. A ce propos, Zébazé Togouet *et al.* (2005) soulignent que l'effort de l'échantillonnage permet d'enregistrer une plus forte richesse spécifique. De tous les groupes zooplanctoniques dénombrés au cours de ce travail, les copepodes constituent 63,47 % de la diversité totale suivie des cladocères avec 36,53 %. La famille la plus diversifier est celle des cyclopidae, cette famille est reconnue comme indicatrice d'une pollution domestique (Fernando, 2002) les organismes de cette famille sont capables de résister à une eutrophisation avancée Zébazé Togouet *et al.* (2004).

IV. Conclusion

Parvenus au terme de cette étude qui avait pour objectif général d'évaluer la dynamique des microorganismes pluricellulaire du lac carrières de Ngoa-ékélé en étroite relation avec la qualité physico-chimique de l'eau, il ressort après une première analyse que ces eaux ont une faible teneur en chlorophylle « a » et ont également une valeurs moyenne de turbidité, de matières en suspension et couleur, ce qui justifie le fait que les eaux du lac carrière de Ngoa-ékélé semblent être moyennement perturbées par les activités anthropiques. En outre, un second point de vue nous a permis de montrer Le peuplement des microinvertébrés pluricellulaires du lac carrière de Ngoa -ékélé est moins diversifié avec un total de 334 individus réparti en 2 groupes taxonomiques, 3 familles et 3 genres donc les copépodes sont les plus abondants avec la famille des Cyclopidae considérée comme polluo-résistante. Alors, La diversité taxonomique révèle un milieu affecté par les activités anthropiques et par ricochet une qualité physico-chimique des eaux qu'il convient de restaurer.

REFERENCES

- [1]. Ajeagah et Acha Yannick ACHA. (2021): Diversity of infusorian community structure in an equatorial hydro system: influence of environmental factors, *Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences*, Vol 29 40,44p
- [2]. Ajeagah, G. Bikitbe, J. F. et Longo, F. (2013) : Qualité bioécologique d'un milieu lacustre
- [3]. hyper-eutrophisé en zone équatoriale (Afrique Centrale) : peuplement de protozoaires ciliés et macro invertébrés benthos-aquatiques. *Afrique SCIENCE* 09(2) 50 – 66
- [4]. APHA (1985) : Méthode standard pour l'examen de l'eau et des eaux usées. 16^e édition, association américaine de santé publique, Washington D.C.
- [5]. Balvay G. (2000) : Evolution du Zooplancton du Léman. Campagne 1999. Rapp. Comm. int. prot. Eaux Léman contre pollut. (CIPEL), 79-90.
- [6]. Barroin G. (1980) : Eutrophisation, pollution nutritionnelle et restauration des Lacs: la pollution des eaux continentales. Incidence sur la biocénose aquatique. *Gauthier Villars (ed.), Paris*, 75-96.

- [7]. Bazin C. (1996) : Détermination de la qualité biologique des eaux douces. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 8^{ème} édition, *Paris Dunod*, 1384 p.
- [8]. Benoit Mialet.(2010) : réponse du zooplancton à la restauration de l'estuaire de l'Escaut et test d'un model de sélectivité trophique, Université Paul Sabatier-Toulouse III, 27-33p.
- [9]. Cosme Z, Koudemoukpo, Antoine Chikou, Serge H. Tougouet Zébazé, Narcisse Mvondo, Rodrigue U.S, Hazoume, Pierre k. Houndonougbo, Guy A. Mensah, Philippe A. Laleye. (2017) : Zooplanctons et macroinvertébrés aquatiques : Vers un assemblage de bioindicateur, pour un meilleur monitoring des écosystèmes aquatiques en région tropicale, *International journal of innovation and applied studies*. ISSN 2028 -9324, Vol.20, N^o 1, pp.276-287.
- [10]. CRE : Conseil Régional de l'Environnement. (2009) : Trousse des lacs. *Manuel technique*, 2^{ème} édition, 367 p.
- [11]. Dahan O. (2007) : Effet des changements hydroclimatiques sur le zooplancton en Méditerranée nord occidentale. *Mémoire de Master en Sciences de l'Environnement, Université Pierre et Marie Curie*, 78 p.
- [12]. Dabbadié L. (1996). Etude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrants dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire: Approche du réseau trophique. Thèse de Doctorat de l'Université de Paris, 204 p + Annexes
- [13]. Fernando C. (2002) : A guide to tropical freshwater zooplankton: Identification, Ecology and impact on fisheries. *Backhuys Publishers, Leiden, Holland 290 : 50-144*.
- [14]. Guyard A. (1997) : *Anticiper une diminution de la ressource en eau*, *hydrobiol* n°438, 66-69.
- [15]. Hays G.C., Richardson A.J. & Robinson C. (2005) : Climate change and marine plankton. *Trends Ecol. Evol.*, 20 (6): 337-344
- [16]. Hellawell, J. M. (1986) : Biological indication of freshwater pollution and environmental management *Elsevier London*
- [17]. Hooper D.U., Chapin F.S., Ewel J.J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J.H., Lodge D.M., Loreau M., Naeem S., Schmid, Setälä H., Symstad A. J., Vandermeer J. & Wardle D. A. (2005) : Effects of biodiversity on ecosystem functioning a consensus of current knowledge. *Ecology and Monograph* 75: 3-35.
- [18]. Ida Attoubé Monney, Ina Nahoua Ouattara, Raphael N'doua Etilé, Maryse N'guessan Aka, mamadou Bomba, Tidiani Komé. (2016) : distribution du zooplancton en relation avec les caractéristiques environnementales de quatre rivières côtières du Sud-est de la cote d'ivoire (Afrique de l'ouest), *Journal of Applied Biosciences* 98, 9344 – 9353.
- [19]. INC. (1980) : Carte topographique de Yaoundé et ses environs au 1/50000, Yaoundé : Institut Nationale de Cartographie, 4 feuilles.
- [20]. Kodjo. (1998) : Recherche pour la maîtrise du ruissellement pluvial à Yaoundé. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Yaoundé I, la connaissance de l'étude des ciliés. *ORSTOM, Faune Tropical XXVI, Paris*, 559p.
- [21]. Kuete M. (1977) : Etude géomorphologique du massif de Yaoundé. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Bordeaux, 279p. l'eau. 11 p.
- [22]. Liechti P., Frutiger A., Zobrist J. (2004) : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Module Chimie Analyses physico-chimiques Niveaux R et C. OFEFP. Berne, 32 p.
- [23]. Lougheed V.L. & Chow-Fraser P. (1998) : Factors that regulate the zooplankton communities structure of a turbid, hypereutrophic great lakes wetland, *Can J. Fish. Aquat. Sci.*, 150-161.
- [24]. Ministère de la transition écologique et solidaire (2019) : Guide relatif à évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau) (Guide REEE-ESC) 75p.

- [25]. Nzieleu Tchagnou J. G. (2006) : Etude du déterminisme du polymorphisme des Rotifères Brachionidae dans trois plans d'eau de Yaoundé : Lac Municipal de Yaoundé, étang de Mélen et étang d'Efoulan. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, 62 p + annexe.
- [26]. Nzieleu Tchagnou J. G. (2006) : Etude du déterminisme du polymorphisme des Rotifères Brachionidae dans trois plans d'eau de Yaoundé : Lac Municipal de Yaoundé, étang de Mélen et étang d'Efoulan. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, 62 p + annexe.
- [27]. OCDE, (1982) : Eutrophisation des eaux : méthode de surveillance, d'évaluation et de lutte. Publication Paris, 164p.
- [28]. Onguene M. (1993) : Différenciation pédologique dans la région de Yaoundé (Cameroun) : Transformation d'un sol rouge ferrallitique en sol à horizon jaune en relation avec l'évolution du modèle. Thèse de Doctorat d'état, Université de Paris VI, 254 p.
- [29]. Patterson M. (2001) : Le réseau d'évaluation et de surveillance écologiques. Protocoles pour mesurer la biodiversité: *Zooplankton des Eaux Douces* 20 p.
- [30]. Piélu E. C. (1969) : An introduction to mathematical ecology. Wiley - Interscience New-York, 286 p.
- [31]. Pourriot R. (1982) : Ecologie du plancton des eaux continentales. Masson, Paris, 197 p.
- [32]. Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009) : L'analyse de l'eau, 9e édition, Dunod (Ed), Paris (France), 1526 p.
- [33]. Rodier, J. (1996) : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer Chimie, physicochimie, interprétation des résultats. 8e édition, *Dunod, Paris*, 1384 p.
- [34]. Santoir C. (1995) : La pédologie. Inc. C. Santoir & A. Bopda (Eds), Atlas régional Sud Cameroun. Cameroun: ORSTOM et MINREST. 53 p.
- [35]. Suchel J. B. (1972) : Le climat du Cameroun. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Bordeaux III, 186 p.
- [36]. Touchart L. (2000) : « Qu'est-ce qu'un Lac ? ». CNRS, vol. 4, décembre 2000, 320 p.
- [37]. Vadstein O., Oddmund B., Anderson T. & Olsen Y. (1995) : Estimation of phosphorus release from natural zooplankton communities feeding on planktonic algae and bacteria. *Limnology and oceanography*, 40, 250-262p.
- [38]. Wurtz W. A. (2003) : Organic fertilization in culture ponds. *World Aquaculture*, 35(2): 64-65.
- [39]. Zébazé Togouet S. H., Njine T., Kemka N., Nola M., Foto M., Monkiedje A., Niyitegeka D., SimeNgandot. & Judiaël L. (2005) : Variations spatiales et temporelles de la richesse et de l'abondance des Rotifères (Brachiomidae et Trichocercidae) et des Cladocères dans un petit lac artificiel eutrophe situé en zone tropicale. *Revue des Sciences de l'Eau* 18 (4) : 485-505.
- [40]. Zébazé Togouet S., Njine T., Kemka N., Niyitegeka D., Nola M., Foto Menbohan S., Djuikom E., Ajeegah G., Dumont H. (2006) : Biodiversity and spatial distribution of Rotifera in a shallow hypereutrophic tropical lake (Cameroun). *Journal of the Cameroun Academy of Sciences*, 6 : 149-165. de Sherbrooke, 26-27p.
- [41]. Zébazé Togouet S.H., Njine T., Kemka N., Niyitegeka D., Nola M., Foto Menbohan S., Djuikom E., Ajeegah G. & Dumont H. J. (2006) : Biodiversity and spatial distribution of Rotifera in a shallow hypereutrophic tropical lake (Cameroun). *Journal of the Cameroun Academy of Sciences* 6(3): 149-165.
- [42]. Zebaze Togouet S.H., (2008) : Eutrophisation et structure de la communauté zooplanctonique du Lac Municipal de Yaoundé. Thèse de Doctorat Ph.D, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, 200 p. + Annexes.