

# *Distribution Des Ciliés Dans Le Lac Carrière De Ngoa-Ekele : Importances De Quelques Variables Physico-Chimiques*

PATEUCK DJEUMO Derik<sup>1</sup>, AJEAGAH Gideon AGHAINDUM<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement, Faculté des sciences, Université de Yaoundé I PO Box 812,  
Yaoundé, Cameroun.

Correspondance, courriel : <sup>1</sup>pateuckdjeumo.derick@gmail.com, <sup>2</sup>ajeagahg@yahoo.com



**Résumé** – Dans le but d'évaluer la distribution des ciliés et la qualité physicochimique de quelques variables à l'instar de la température, les TDS, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), potentiels d'hydrogène (Ph) et les formes d'azotes des eaux du lacs carrière de Ngoa-ékélé, dans la Région du Centre, une analyse physicochimique, couplée à celle des microorganismes unicellulaires (ciliés) y a été menée d'avril à septembre 2020. Les prélèvements ont été réalisés par la méthode directe dans plusieurs multi-habitat. Les analyses physicochimiques révèlent que les eaux étudiées sont riches CO<sub>2</sub> dissout (valeur moyenne est de 21.22 ± 3.68 mg/L), une température variant fortement avec la température ambiante, acides à neutre, pauvres en composés azotés (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> la valeur moyenne est de 0,49 ± 0,31 mg/L ; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> la valeur moyenne est de 4,18 ± 0,88 mg/L) et une forte valeur des TDS (valeur moyenne est de 180.40±1.90 mg/L), montrant ainsi que les eaux du lac carrière de Ngoa-ékélé sont de qualités passables.

Un total de 362 individus a été dénombré et réparti en 03 classes : les Oligohymenophora (38,44%), les Polyhymenophora (32%) et les kinetofragminophora (29,56%). Ces organismes appartiennent à 07 ordres et 11 familles.

Le test H de Kruskal-Wallis nous montre que globalement sur le plan spatio-temporel il n'existe pas de différence significative entre les données obtenues d'une station d'échantillonnage à l'autre, mais diffères sur le plan uniquement temporel ; quant au test de Mann Withney il nous montre que les mois sont similaires deux à deux.

La corrélation de rang de Spearman nous montre qu'il y'a des corrélations significatives et positives entre le dioxyde carbone (CO<sub>2</sub>) et la famille des Urocentridae (r = 0,534 ; p = 0.023 ) ; les solides totaux dissout (TDS) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) (r= 0.472 ; p= 0.048) et des corrélations significatives mais négative entre le Ph avec la famille Urocentridae (r= -0.586 ; p= 0.011), puis la température avec le nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (r= - 0.560 ; p= 0.016), et en fin le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) avec le nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (r= -0.495 ; p= 0.037).

Les résultats issus des analyses physico-chimiques nous montrent à suffisance une qualité passable des eaux du lacs carrière de Ngoa-ékélé. ; Par contre au vu des résultats et discussion il en ressort que les meilleurs indicateurs de la qualité des eaux du lacs carrière de Ngoa-ékélé sont les microorganismes unicellulaires de la famille des Urocentridae de par leur corrélation significative avec certains paramètres chimiques, traduisant des eaux de mauvaise qualités car il y'a prédominance des espèces des familles polluo-resistants a l'instar des Paramecidae, Halteriidae et Urocentridae.

**Mots clés** – Distribution, Variables physico-chimiques, ciliés, Lac carrière de Ngoa-Ekélé.

**Abstract** – With the aim of evaluating the distribution of ciliates and the physicochemical quality of some variables such as temperature, TDS, carbon dioxide CO<sub>2</sub>, hydrogen potentials and forms of nitrogen in the waters of the quarry lakes. Ngoa-ékélé, in the Center Region, a physicochemical analysis, coupled with that of unicellular (ciliated) microorganisms, was carried out there from April to September 2020. The samples were taken by the direct method in several multi-habitats. The physicochemical analyzes reveal that the waters studied are rich in dissolved CO<sub>2</sub> (average value is 21.22 ± 3.68 mg/L), a temperature varying greatly with the ambient temperature, acidic to neutral, poor in nitrogen compounds (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> the average value is 0.49 ± 0.31 mg/L; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> the average value is 4.18 ± 0.88 mg/L) and a high TDS value (average value is 180.40±1.90 mg/L), thus showing that the waters of the Ngoa-ékélé quarry lake are of fair quality.

A total of 362 individuals were counted and divided into 3 classes: Oligohymenophora (38.44%), Polyhymenophora (32%) and kinetofragminophora (29.56%). These organisms belong to 7 orders and 11 families.

The Kruskal-Wallis H test shows us that overall on the spatio-temporal level there is no significant difference between the data obtained from one sampling station to another, but differ only on the temporal level; As for the Mann Withney test, it shows us that the months are similar two by two.

Spearman's rank correlation shows us that there are significant and positive correlations between carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and the Urocentridae family ( $r = 0.534$ ;  $p = 0.023$ ); total dissolved solids (TDS) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) ( $r = 0.472$ ;  $p = 0.048$ ) and significant but negative correlations between Ph with the Urocentridae family ( $r = -0.586$ ;  $p = 0.011$ ), then temperature with nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ( $r = -0.560$ ;  $p = 0.016$ ), and finally carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) with nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ( $r = -0.495$ ;  $p = 0.037$ ).

The results from the physicochemical analyzes sufficiently show us a fair quality of water from the Ngoa-ékélé quarry lakes. ; On the other hand, in view of the results and discussion, it appears that the best indicators of the water quality of the Ngoa-ékélé quarry lakes are the unicellular microorganisms of the Urocentridae family due to their significant correlation with certain chemical parameters, reflecting waters of poor qualities because there is a predominance of species from pollution-resistant families such as Paramecidae, Halteriidae and Urocentridae.

**Key words – Distribution, Physico-chemical variables, ciliates, Ngoa-Ekélé quarry lake.**

## I. Introduction

Les écosystèmes aquatiques représentent l'ensemble des systèmes comprenant la biocénose et le biotope (Tranouezet *al.*, 2003). Au Cameroun et à Yaoundé en particulier ces écosystèmes n'échappent pas à la forte pression d'origine naturelle et ou anthropique entraînant de profondes modifications physiques, chimiques et structurelles tant des bassins versants que des milieux aquatiques eux-mêmes, renferment différents types d'organismes qui établissent entre eux des relations plus ou moins complexes possédant des préférences et des exigences vis-à-vis des différents facteurs physico-chimiques et biotiques de l'environnement (Cubaka Kabagole Alfred *et al.*, 2019). L'hydrosystème planétaire est constitué des écosystèmes marins et continentaux, ces derniers sont représentés par les milieux lotiques et les milieux lenticques (ou Limnique). Les écosystèmes lenticques sont des étendues d'eau libre stagnante dans une dépression naturelle ou artificielle des continents et n'ayant pas de contact direct avec les océans (Meybeck, 1995). Ils représentent environ 1,4% des ressources d'eau douce disponibles sur la Terre (Tachetet *al.*, 2006). La taille de ces écosystèmes est fortement variable (Meybeck, 1995). Ils sont constitués entre autres des lacs qui regorge une multitude de microorganisme parmi lesquelles on retrouve les ciliés qui sont tout aussi important et représentent les protozoaires les plus perfectionnés et les plus évolués sur le plan biologique (Dragesco et Dragesco- Kerneis, 1986 ; Zébazé Togouet, 2000). Cependant il existe très peu de données sur le lac carrière de Yaoundé, bien qu'étant une ancienne zone volcanique et possédant un sol à l'image de cette qualification (riche en roche volcanique). D'où la nécessité de relever les paramètres physico-chimiques et d'étudier la distribution des ciliés du lac carrière de Ngoa-ékélé. Les ciliés constituent un ensemble homogène, très différencié et nettement séparé des autres protistes et ils se définissent par la possession de cils vibratiles durant au moins une partie de leur cycle de vie (Dragesco et Dragesco- Kerneis, 1986 ; Durand et Levêque, 1980) et d'un appareil nucléaire constitué d'un micronoyau et d'un macronoyau (Zéphirin Fokam, 2012). Ces animaux vivent dans les eaux douces, salées ou saumâtres et dans le corps de nombreux animaux. Les formes libres peuvent être pélagiques, planctoniques et littorales.

L'objectif général du présent travail est donc d'évaluer la distribution des ciliés du lac carrières de Ngoa-ékélé en étroite relation avec certains paramètres physico-chimique de l'eau. Plus spécifiquement, il s'agit de :

- Évaluer quelques paramètres physiques et chimiques ;
- Déterminer la structure des peuplements des ciliés du lac ;
- Établir les liens entre les paramètres physico-chimique évaluer et la distribution des ciliés.

## 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 (Kuete, 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 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.

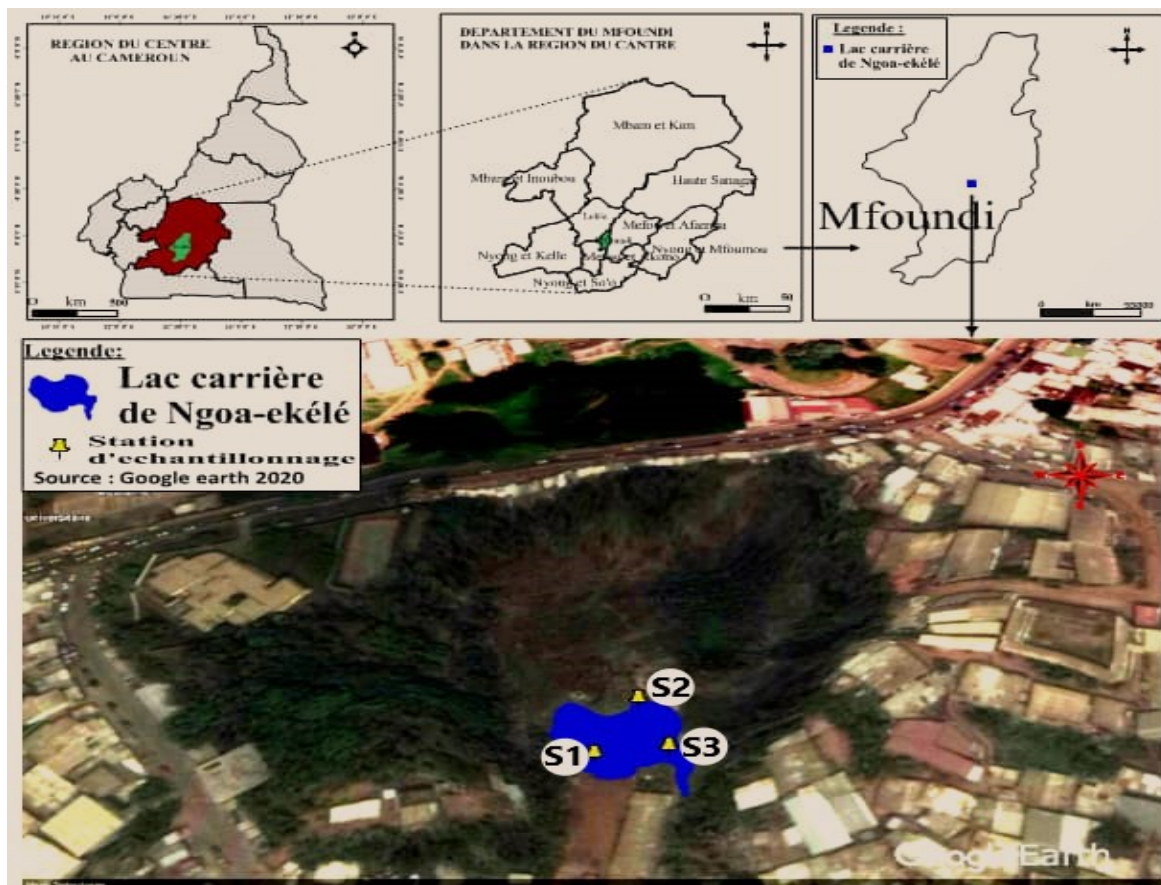


Figure 1 : Vue partielle du lac carrière

## 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
<b>La température</b>	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 monté du mercure indique la température de l'eau. Les résultats sont donnés en °C.
<b>Solides Totaux Dissous (TDS)</b>	Les TDS ont été mesurée « in situ » à l'aide d'un TDS-conductimètre de marque HANNA Hi 99300. Les résultats sont exprimés en µS/cm et mg/L.
<b>Le Potentiel d'Hydrogène (pH)</b>	Les mesures du pH ont été faites sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre portatif de marque SHOTT GERÄTE CG 812. La lecture directe après immersion de l'électrode à pH dans l'échantillon d'eau a permis d'obtenir des résultats en unité conventionnelle (UC) avec une précision de 1/10e.
<b>Formes d'azotes</b>	Les mesures des teneurs de l'eau en différentes formes d'azote sont effectuées par colorimétrie au spectrophotomètre DR/2000. Les concentrations en azote ammoniacal ont été mesurées par la méthode de Nessler dans 25 ml d'échantillon d'eau et la lecture s'est faite à la longueur d'onde $\lambda = 425$ nm. Les résultats sont exprimés en mg/L de $\text{NH}_4^+$ . Les teneurs en nitrites ont été mesurées dans 10 ml d'échantillon avec comme réactif le Nitraver III et la lecture s'est faite à la longueur d'onde $\lambda = 507$ nm. Les résultats sont exprimés en mg/L de $\text{NO}_2^-$ . Les nitrates ont été mesurées dans 10 ml d'échantillon avec comme réactif le Nitraver V et la lecture s'est faite à la longueur d'onde $\lambda = 530$ nm. Les résultats sont exprimés en mg/L de $\text{NO}_3^-$ .
<b>Le Gaz carbonique dissous (CO<sub>2</sub>)</b>	Les teneurs en CO <sub>2</sub> ont été mesurées par volumétrie. Sur le terrain, le CO <sub>2</sub> est fixé en introduisant dans une fiole jaugée de 200 mL, 20 mL de NaOH N/20, 2 ou 3 gouttes de phénolphtaléine et l'échantillon d'eau jusqu'au trait de jauge. Le mélange obtenu de coloration rose est transvasé dans un flacon en polyéthylène à double bouchage de 250 mL. Au laboratoire, 50 mL de l'échantillon fixés sur le terrain sont titrés à l'acide chlorhydrique (HCL) N/10 jusqu' à la disparition de la coloration rose. Le témoin est obtenu suivant le même principe en utilisant de l'eau distillée à la place de l'échantillon. Le CO <sub>2</sub> dissous en mg/L est obtenu par la formule suivante : <b>CO<sub>2</sub> dissous (mg/L) = (descente de burette du témoin - chute de burette) × 17,6</b>

## II.2.2 Echantillonnage des ciliés

Les micro-invertébrés unicellulaires (Cilié) sont échantillonné par la méthodes directe (Sime-Ngando *et al.*, 1990) et ceci dans plusieurs micro-habitats à l'aide d'une boîte polyéthylène d'un litre en prévoyant une importante quantité d'air entre le niveau du liquide et le couvercle puis transporter au laboratoire dans une enceinte réfrigérée.

## II.2.3. Analyse des données et tests statistiques

### II.2.3.1. 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.2.3.2. Coefficient de corrélation de rang de Spearman

Le Coefficient de corrélation de rang de Spearman permet d'établir le degré de dépendance entre les variables physico-chimiques, les paramètres biologiques et entre les paramètres physicochimiques et biologiques. Ce test a été réalisé à partir du logiciel SPSS version 20.0.

## III. Résultats et Discussion

### III.1. Résultats

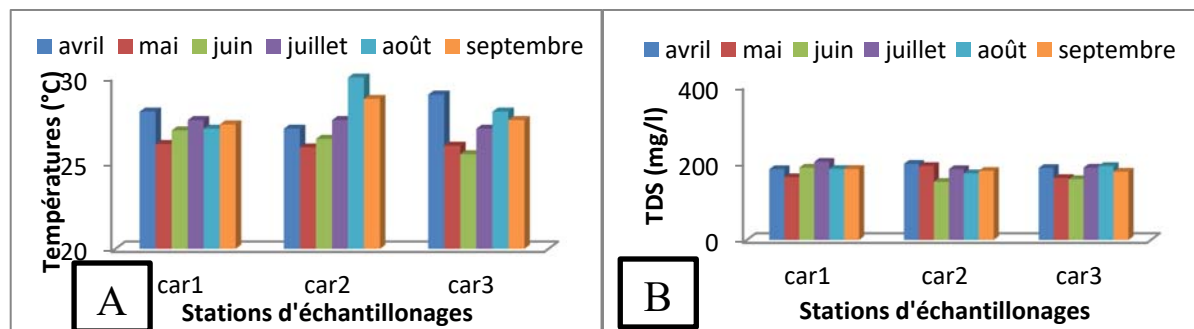
**Tableau 2** : Récapitulatif des relevés des valeurs maximales, des valeurs minimales, des valeurs moyennes et des écart-types des paramètres physicochimiques du lac carrière de ngoa-ékélé pendant la période d'étude.

Station	MOIS	Température (°C)	Solides Totaux Dissous (mg/l)	pH (UI)	CO2 (mg/l)	Nitrate (mg/l)	Azote Ammoniacale (mg/l)	Ortho-phosphate (mg/l)
CAR 1	Avril	28	184	6,64	24,64	2,1	0,12	1,05
	Mai	26,1	163	6,77	17,6	12,3	0,37	0,0746
	Juin	26,9	188	7,09	24,64	7,2	0,245	0,028
	Juillet	27,5	203	6,8	31,68	2,16	0,46	0,0513
	Aout	27	184,5	7,16	26,4	3,26	0,51	0,1226
	Septembre	27,25	184,5	6,892	21,12	3,1	1,21	2,8
	Minimum	<b>26,1</b>	<b>163</b>	<b>6,64</b>	<b>17,6</b>	<b>2,1</b>	<b>0,12</b>	<b>0,028</b>
	Moyenne	<b>27,12</b>	<b>184,5</b>	<b>6,89</b>	<b>24,34</b>	<b>5,02</b>	<b>0,48</b>	<b>0,68</b>
	Ecart-type	<b>0,63</b>	<b>12,7828</b>	<b>0,19</b>	<b>4,77</b>	<b>4,03</b>	<b>0,38</b>	<b>1,10</b>
	Maximum	<b>28</b>	<b>203</b>	<b>7,16</b>	<b>31,68</b>	<b>12,3</b>	<b>1,21</b>	<b>2,8</b>
	Avril	27	198	6,96	24,64	2,2	0,17	0,585
	Mai	25,9	192	6,85	0	9,5	0,31	0,0808
	Juin	26,4	151	7,34	12,32	5,85	0,24	0,021

CAR 2	Juillet	27,5	184	6,79	35,2	2,2	0,34	0,0509
	Aout	30	173	7,31	24,64	3,3	0,56	0,1182
	Septembre	28,75	179,6	7,05	21,12	4,6	2,46	1,74
	Minimum	<b>25,9</b>	<b>151</b>	<b>6,79</b>	<b>0</b>	<b>2,2</b>	<b>0,17</b>	<b>0,021</b>
	Moyenne	<b>27,59</b>	<b>179,6</b>	<b>7,05</b>	<b>19,65</b>	<b>4,61</b>	<b>0,68</b>	<b>0,43</b>
	Ecart-type	<b>1,53</b>	<b>16,57</b>	<b>0,23</b>	<b>12,11</b>	<b>2,78</b>	<b>0,88</b>	<b>0,67</b>
	Maximum	<b>30</b>	<b>198</b>	<b>7,34</b>	<b>35,2</b>	<b>9,5</b>	<b>2,46</b>	<b>1,74</b>
CAR 3	Avril	29	187	7,6	24,64	2,5	0,18	0,878
	Mai	26	161	6,91	17,6	6,7	0,33	0,0856
	Juin	25,5	158	7,14	15,84	4,6	0,255	0,016
	Juillet	27	188	6,85	31,68	0,7	0,07	0,0508
	Aout	28	192	7,33	22,88	0,94	0,002	0,1155
	Septembre	27,5	177,2	7,166	5,28	2,03	0,9	0,04
	Minimum	<b>25,5</b>	<b>158</b>	<b>6,85</b>	<b>5,28</b>	<b>0,7</b>	<b>0,002</b>	<b>0,016</b>
	Moyenne	<b>27,16</b>	<b>177,2</b>	<b>7,16</b>	<b>19,65</b>	<b>2,91</b>	<b>0,28</b>	<b>0,19</b>
	Ecart-type	1,29	14,57	0,27	9,002	2,32	0,32	0,33
	Maximum	29	192	7,6	31,68	6,7	0,9	0,878

### III.1.1. Température et Solides Totaux Dissous (TDS)

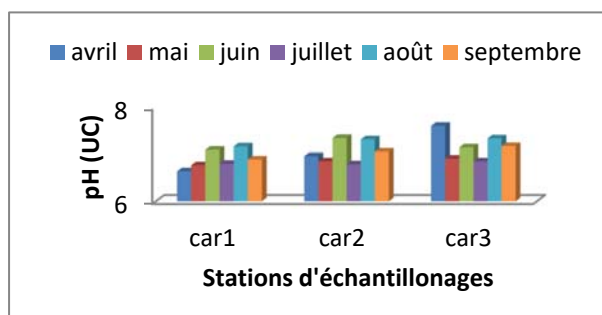
La température de l'eau a varié entre 25,5 °C et 30 °C avec une amplitude thermique de 4,5 °C (Figure 2A). Ces valeurs oscillent autour d'une moyenne de  $27,29 \pm 0,46$  °C. Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il existe une différence significative sur le plan temporel ( $p < 0,05$ ), mais le test 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 Solides Totaux Dissous (TDS) ont une valeur élevée au mois de juillet (203 mg/L) à la station à proximité d'un dépôt de poubelle (Car1) et une faible valeur au mois de juin de (151 mg/L) à la station Car2 présentant une moyenne de  $180.40 \pm 1.90$  (Figure 2B). Le test de Kruskal-Wallis montre des variations spatio-temporelles qui sont non significatives ( $P > 0,05$ ).



**Figure 2 :** Variation spatio-temporelle des valeurs de la température (A) et des TDS (B), obtenues dans le lac carrière de Ngoa-ékélé pendant la période d'étude.

### III.1.2. Ph

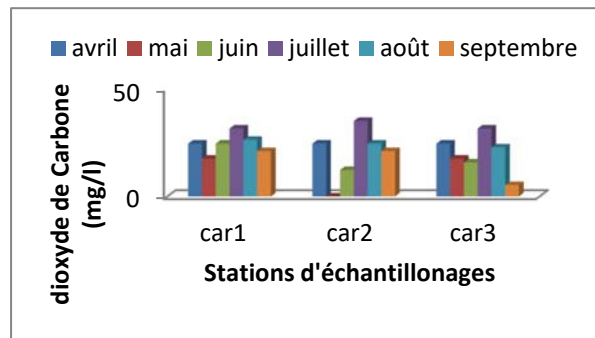
Parlant du pH, les valeurs fluctuent entre 6,64 UC (station à proximité du dépôt de poubelle (Car1) en avril) et 7,6 UC (station proche de la porcherie (Car3) en avril), avec une moyenne de  $(7,04 \pm 0,04 \text{ UC})$ . Montrant ainsi des eaux oscillantes entre l'acide et la basicité. Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il n'existe pas de différence significative sur le plan spatio-temporel ( $P > 0,05$ ) (Figure 3).



**Figure 3 :** Variation spatio-temporelle du pH, obtenues dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé pendant La période d'étude.

### III.1.3. Dioxyde de Carbone (CO<sub>2</sub>) dissous

Le dioxyde de carbone dissous, la teneur la plus élevée est 35,2 mg/L obtenue au mois de juillet à la station avec les berges bornées par un champ (Car2) et la plus faible 0 mg/L obtenue en mai à la station avec les berges bornées par un champ (Car2) avec une moyenne de  $21,22 \pm 3,68$  (Figure 4). 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.

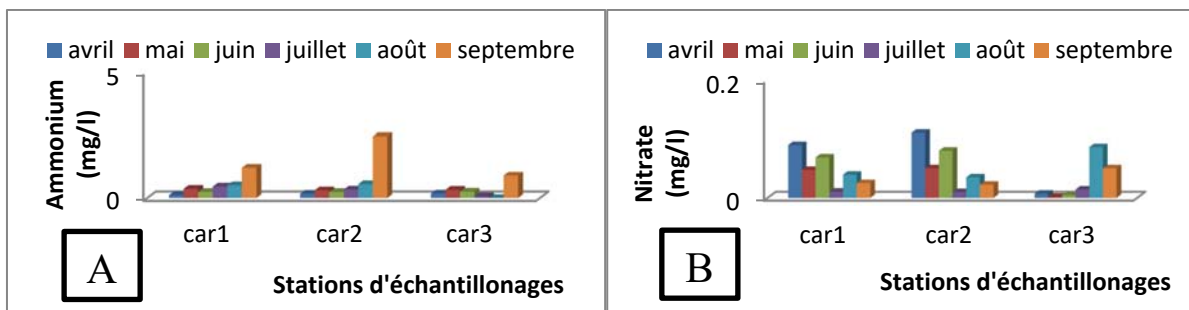


**Figure 4 :** Variation spatio-temporelle des valeurs du CO<sub>2</sub>, obtenues pendant la période d'étude dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé.

#### III.1.4. Azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

La teneur en azote ammoniacal la plus élevée est obtenue au mois de septembre (2.46 mg/L) et la plus faible est 0,002 mg/L obtenue en aout ((Figure 5A). Ces valeurs tournent autour d'une valeur moyenne de  $0,49 \pm 0,31$  mg/L. Le test de Kruskal-Wallis montre qu'il n'existe pas de différence significative sur le plan spatio-temporelles ( $P > 0,05$ ).

Les teneurs en nitrates sont élevées au mois de mai (12,3 mg/L) et plus faibles au mois de juillet (0,7 mg/L) pour une moyenne tournant autour de  $4,18 \pm 0,88$  (Figure 5B) 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.



**Figure 5 :** Variation spatio-temporelle des valeurs des teneurs en azote ammoniacal (A), en nitrates (B) obtenues dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé pendant la période d'étude.



### III.1.5. Micro invertébrés unicellulaires (Ciliés)

**Tableau 3** : Abondance des différents taxa des microinvertébrés unicellulaires (Ciliés) récoltés dans chaque station pendant la période d'étude

<u>Embranchements</u>	<u>Classes</u>	<u>Ordres</u>	<u>Familles</u>	<u>Genres et espèces</u>	<u>Car 1</u>	<u>Car 2</u>	<u>Car 3</u>	
<b>Ciliophora</b>	<u>Oligohymenophora</u>	<u>hymenostomatina</u>	<u>Tetrahymenidae</u>	<u>Colpidium campyllum</u>	10	0	0	
			<u>Urocentridae</u>	<u>Urocentrum turbo</u>	35	13	8	
			<u>Paramicidae</u>	<u>Paramecium caudatum</u>	13	13	32	
			<u>Urocentridae</u>	<u>Urotelier sp</u>	0	3	0	
			<u>Paramicidae</u>	<u>Paramecium sp</u>	0	0	5	
			<u>Paramicidae</u>	<u>Paramecium africanum</u>	7	0	0	
	<u>Polyhymenophora</u>	<u>oligotrichida</u>	<u>Strombidiidae</u>	<u>Strombidium viride</u>	0	17	0	
			<u>Halteriidae</u>	<u>Halteria grandinella</u>	40	30	0	
		<u>hypotrichida</u>	<u>Euplotidae</u>	<u>Euplotes muscorum</u>	15	0	0	
			<u>Euplotidae</u>	<u>Euplotes sp</u>	0	14	0	
	<u>Kinetofragminophora</u>	<u>prostomatida</u>	<u>Colepidae</u>	<u>Coleps hirtus</u>	0	0	10	
			<u>Metacystidae</u>	<u>Vorticella campanula</u>	40	0	0	
			<u>Metacystidae</u>	<u>Vorticella sp</u>	0	10	0	
		<u>Cyrtophorida</u>	<u>Chilodonellidae</u>	<u>Trithigmostoma cucullulus</u>	13	0	7	
		<u>colpodida</u>	<u>Bursariidae</u>	<u>Bruscuidium pseudobursana</u>	0	0	3	
		<u>Karyorelictida</u>	<u>Loxodidae</u>	<u>Loxodes rostrum</u>	0	0	5	
			<u>Loxodidae</u>	<u>Loxodes khali</u>	19	0	0	
	<u>Abondance totale des taxa par stations</u>					192	100	70
	<u>Abondance totale des taxa</u>					362		

### III.1.5.1. Richesse taxonomique et abondance relative

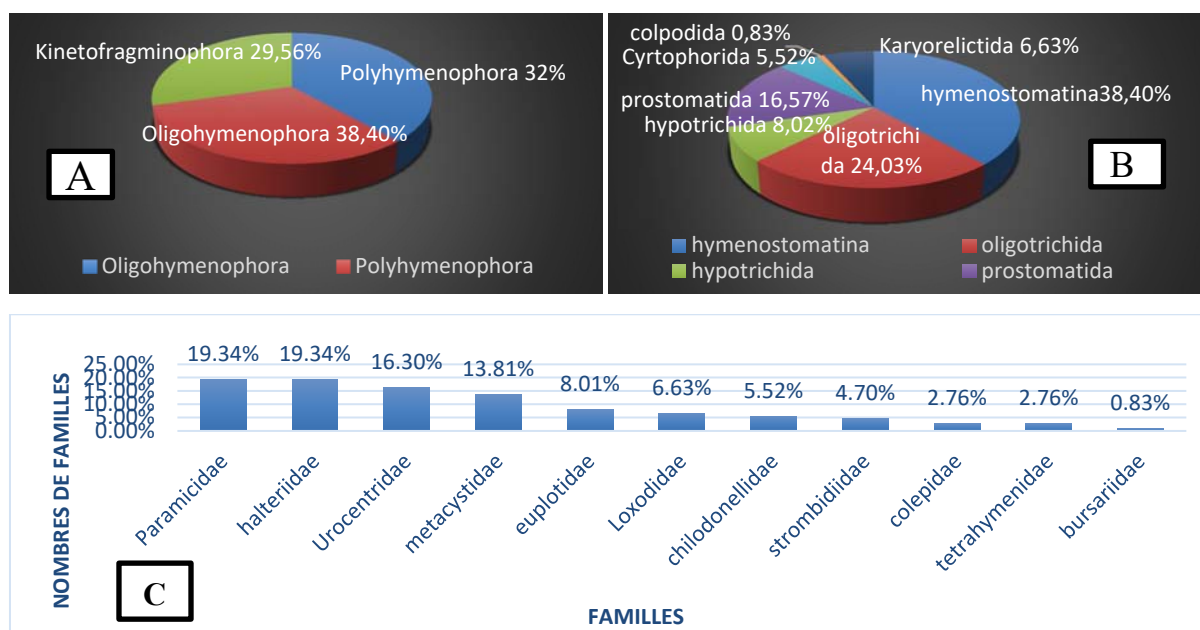
Pendant la période d'étude, un total de 362 individus a été dénombré et réparti en 03 classes : les Oligohymenophora (38,40%), les Polyhymenophora (32%) et les kinetofragminophora (29,56%). Ces organismes appartiennent à 07 ordres et 11 familles.

La classe des Oligohymenophora étant la plus représentée avec une abondance relative de 38,40%, elle compte 01 ordre (Hymenostomatina), 3 familles (Tetrahymenidae, Urocentridae, Paramicidae) et 5 genres (Colpidium campyllum, Urocentrum turbo, Paramecium caudatum, Urotelier sp, Paramecium africanum).

Elle est suivie par la classe des Polyhymenophora avec une abondance relative de 32 %, comprenant : 02 ordres (Oligotrichida, Hypotrichida), 03 familles (Strombidiidae, Halteriidae, Euplotidae) et 04 genres (Strombidium viride, Halteria grandinella, Euplotes muscorum, Euplotes sp).

En fin la classe des kinetofragminophora ne présentent que 29,56% d'abondance relative avec : 04 ordres (Prostomatida, Cyrtophorida, Colpodida, Karyorelictida), 05 familles (Colepidae, Metacystidae, Chilodonellidae, Bursariidae, Loxodidae) et 07 genres (Coleps hirtus, Vorticella campanula, Vorticella sp, Trithigmostoma cucullulus, Bruscuidium pseudobursana, Loxodes rostrum, Loxodes khali) (Figure 6A et 7B).

Parmi les 11 familles recensées, Paramicidae et Alteriidae dominent avec 19,34% d'abondance relative, suivis des familles d'Urocentridae, Metacystidae, Euplotidae, Loxodidae, chilodonellidae, Strombidiidae, Colepidae, Tetrahymenidae et Bursariidae avec des abondances relatives respectives de 16,30%, 13,81%, 8,01%, 6,63%, 5,52%, 4,70%, 2,76%, 2,76% et 0,83% (Figure 6C).

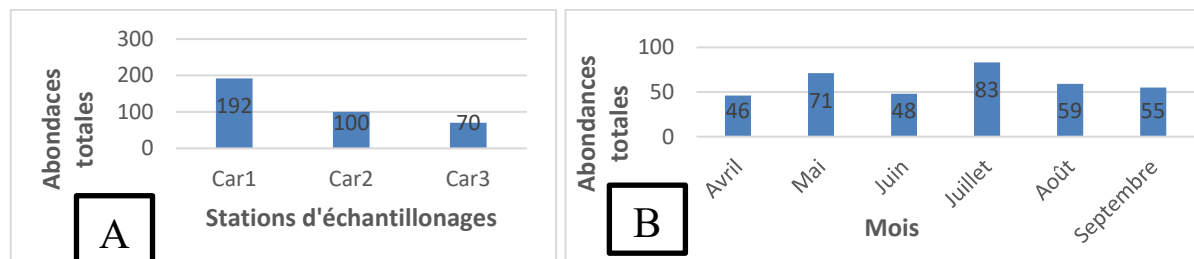


**Figure 6 :** Abondance relative des Ordres (B), des classes (A), et des familles par ordre (C) des microinvertébrés unicellulaires (Ciliés) obtenu dans le Lac carrière de Ngoa-ékélé pendant la période d'étude.

### III.1.5.2. Variation spatio-temporelle de l'abondance totale des micros invertébrés unicellulaires (ciliés).

Sur le plan spatial nous avons, les valeurs de 192 individus à la station à proximité du dépôt de poubelle (Car1), 100 individus à la station avec les berges bornées par un champ (Car2) et 70 individus à la station proche de la porcherie (Car3)

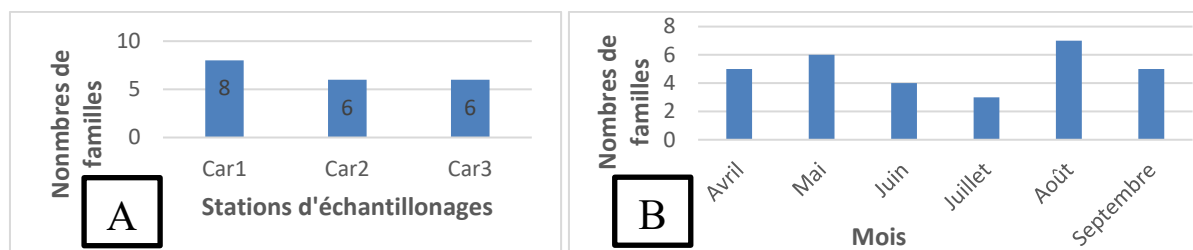
(Figure 7A). Sur le plan temporel, les abondances des microinvertébrés benthiques présentent une évolution irrégulière avec un maximum de 83 individus au mois de juillet et un minimum de 46 individus au mois d'avril, soit une moyenne de  $60,33 \pm 14,25$  individus par mois (Figure 7B). Toutefois, aucune différence significative n'a été observée au niveau des stations et d'un mois à l'autre ( $p > 0,05$ ).



**Figure 7 :** Variation spatiale (A) et temporelle (B) de l'abondance totale des Micro invertébrés unicellulaires (Ciliés) obtenu dans le Lac carrière de Ngoa- ékélé pendant la période d'étude.

De plus, Le nombre total de familles des ciliés dénombré est de 11. Il varie de 8 à la station Car1 à 6 à la station (Car2) et celle de (Car3) (Figure 8A). La famille des Paramicidae et Alteriidae predomine avec 19,34% d'abondance relative, suivis de la famille des Urocentridae, Metacystidae, Euplotidae, Loxodidae, Chilodonellidae, Strombidiidae, Colepidae, Tetrahymenidae et Bursariidae avec des abondances relatives respectives de 16,30%, 13,81%, 8,01%, 6,63%, 5,52%, 4,70%, 2,76%, 2,76% et 0,83%.

Sur le plan temporel, le nombre de familles le plus élevée est de 7 obtenu au mois d'août et le moins élevé est de 3 familles obtenu au mois de juillet. Cependant, le mois d'avril présente les 3 familles avec l'abondance relative la plus élevée (figure 8B). Toutefois, on n'observe aucune différence significative le long du cours d'eau et entre les différents mois ( $p > 0,05$ ).



**Figure 8 :** Variation spatiale (A) et temporelle (B) du nombre de familles échantillonné dans le Lac carrière de Ngoa- ékélé pendant la période d'étude.

**Tableau 4 :** Récapitulatif des corrélations entre les paramètres biologique (cilié) et physicochimique

	Halteriidae	Urocentridae	Metacystidae	Euplotidae	Loxodidae	Chilodonellidae	Strombidiidae	Colepidae	Tetrahymenidae	Bursariidae	Paramicidae
Température	-0,305	0,284	-0,125	-0,177	-0,097	-0,094	-0,337	-0,061	-0,073	0,051	0,235
MES	0,212	0,188	-0,415	0,129	-0,066	-0,355	0,129	-0,084	0,357	-0,086	0,282
Turbidité	0,211	0,031	-0,009	-0,006	-0,290	-0,385	0,387	-0,344	0,274	<b>0,546*</b>	0,164
TDS	-0,304	0,171	-0,179	0,020	0,140	-0,243	-0,033	0,135	-0,041	0,102	0,281

Couleur	-0,117	0,200	-0,233	0,139	-0,205	-0,427	0,250	-0,339	0,135	0,273	0,328
Ph	-0,070	<b>-0,586*</b>	0,239	-0,273	0,010	-0,185	0,094	-0,128	0,155	-0,239	0,304
Conductivité	0,117	-0,335	-0,263	0,159	0,389	0,247	-0,033	0,231	0,331	-0,460	0,351
CO <sub>2</sub>	-0,189	<b>0,534*</b>	-0,201	0,296	-0,121	-0,389	0,106	-0,374	-0,162	0,172	-0,024
O <sub>2</sub>	0,351	-0,056	-0,046	0,040	0,151	0,297	0,027	0,410	0,157	-0,341	-0,164
NO <sub>3</sub>	0,257	-0,366	0,336	0,119	0,307	0,081	0,377	0,366	-0,044	0,034	-0,351
NH <sub>4</sub>	0,023	-0,033	0,210	0,108	0,345	0,458	0,049	0,255	-0,255	-0,307	-0,397

### ➤ Corrélation entre paramètres physico-chimiques et invertébrés

Le test de corrélation « r » de Spearman a révélé de nombreuses corrélations entre certains paramètres physico-chimiques, entre les paramètres physico-chimiques et macro-invertébrés et entre micro-invertébrés et les paramètres physico-chimiques ceci durant toute la période d'étude. Des corrélations significatives et positives ont été retrouvées entre le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et la famille des Urocentridae ( $r = 0,534$  ;  $p = 0,023$ ) ; les solides totaux dissout (TDS) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ( $r = 0,472$  ;  $p = 0,048$ ). Le Ph a été significativement et négativement corrélée avec la famille Urocentridae ( $r = -0,586$  ;  $p = 0,011$ ), puis la température a été significativement et négativement corrélée avec le nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ( $r = -0,560$  ;  $p = 0,016$ ), tout comme le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) avec le nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ( $r = -0,495$  ;  $p = 0,037$ ).

## 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 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 Tchagnouo (2006) dans trois plans d'eau de Yaoundé.

La valeur moyenne du potentiel d'Hydrogène (pH) montre que les eaux du lac sont en général acides à neutre. Le caractère légèrement acide d'une eau serait selon Zébazé Togouet (2000) influencé par la nature acide des sols de la région car le potentiel d'Hydrogène (pH) des eaux dépend de la nature du substrat traversé. Néanmoins, ce potentiel d'Hydrogène (pH) reste dans la gamme de potentiel d'Hydrogène (pH) (6,5 - 9,0) préconisé par le MDDELCC (2014) pour la protection de la vie aquatique.

Les teneurs en éléments azotés enregistrées dans le lac sont en général faibles. Ce qui indiquerait la faible charge de l'eau en matières organiques et à l'absence d'affluents en amont du plan d'eau. Ces valeurs ne sont pas toutes comprises dans l'intervalle préconisé par Agence National Des Ressources Hydraulique (A.N.R.H) d'Algérie en 2012 pour les eaux de surface ([0,1-2] mg/L pour les NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), la forte teneur en azote ammoniacale observée au mois de septembre (2.46 mg/L) pendant la grande saison de pluie serait due à un grand apport de la matière organique du bassin versant traduisant une qualité passable des eaux. En effet Caplançq (1982) signale que le nitrate se forme en présence de l'oxygène, à partir de l'azote dissous (NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ou NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), de l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ce dernier résultant en grande partie de l'activité hétérotrophe anaérobique. Ainsi l'oxydation incomplète de l'azote ammoniacal serait à l'origine des teneurs réduites en nitrates et par conséquent de la faible minéralisation (Gamrasni et Phélipot, 1976).

Selon Foto Menbohan (2012) et Dhillon *et al.* (2013) une mauvaise activité photosynthétique et une absence du phénomène de dissolution à partir de l'oxygène atmosphérique dans un milieu aquatique peut être à l'origine des fortes valeurs de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) mesurées. Les valeurs des TDS mesurées quant à elles sont très élevées et montrent que les eaux du lac carrière de Ngoa-ékélé sont fortement riches en solides dissout comme l'indique la classification du ministère de la transition écologique et solidaire dans le guide REEE-ESC (2019) pour les eaux naturelles ce qui serait dû à l'altération chimique des roches présents dans le lacs.

### III.2.2 Microinvertébrés unicellulaires (Ciliés)

La richesse taxonomique des microinvertébrés du lac carrière de Ngoa-ékélé est constituée de 362 individus. Elle présente 11 familles inférieures aux 32 familles retrouvées par Ajeagah *et al.* (2013) dans le lac d'Obili à Yaoundé. La prédominance de Paramecidea et Halteriidae (19,34%) sur les Urocentridea (16,30%) peut être due à la pollution organique. Ces familles sont des espèces polluo-résistantes indicatrices de la pollution organique (Foissner et Berger, 1996) et de la nature mésotrophe des eaux du lac. Cette abondance élevée de certaines familles peut aussi s'expliquer par la présence des fortes températures entre 22,4°C et 26,5°C ceci est démontré par Foto menbohan *et al.* (2006) ; c'est dans ce sens que Dragesco (1986) déclare que la faible diversité spécifique des ciliés en Afrique inter-tropicale est probablement due à la forte température qui permet uniquement à certaines espèces de ciliés de s'adapter.

Par ailleurs, l'espèce comme *Paramecium africanum* pour survivre, effectue des échanges de matière par diffusion avec le milieu extérieur. La digestion se fait dans la cellule, grâce à un système de vacuoles spécialisées, ce qui augmente leur chance de survie dans le milieu aquatique. (Dragesco, 1986)

### IV. Conclusion

Au terme de ce travail, les analyses physicochimiques des eaux du lac carrière de Ngoa-ékélé ont permis de mettre en évidence dans les différentes stations choisies, que les eaux étudiées sont mal oxygénées, avec un pH généralement acide, des faibles valeurs de nitrates et de l'alcalinité. Ces paramètres physicochimiques varient beaucoup dans le temps et l'espace, ce qui montre que les eaux du lac carrière de Ngoa-ékélé semblent être beaucoup perturbées par les activités anthropiques. Le peuplement des microinvertébrés unicellulaires du lac carrière de Ngoa-ékélé est moins diversifié avec un total de 362 individus appartenant à l'enbranchement des Ciliophora comportant 3 classes, 7 ordres, 11 familles et 16 genres. Les familles des Paramecidae et Halteriidae sont les plus abondantes. La distribution des microinvertébrés unicellulaires sur le plan spatial montre que la station à proximité d'un dépôt de poubelle (Car1) est la plus diversifiée et la moins diversifiée est celle donc les berges sont bornées par un champ (Car 2) et celle proche de la porcherie (Car 3) qui ont le même nombre de famille. Sur le plan temporel, le mois le plus diversifié est le mois d'août et le moins diversifié est celui de juillet. La diversité taxonomique, révèle un milieu affecté par les activités anthropiques et par conséquent, une mauvaise 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 Gideon, Foto Samuel. (2013): Ecological relationship between the physico-chemical variables and the dynamics of ciliated in a tropical aquatic-system (cameroon), 41 p.
- [3]. Ajeagah, G. Bikitbe, J. F. et Longo, F. (2013) : Qualité bioécologique d'un milieu lacustre hyper-eutrophisé en zone équatoriale (Afrique Centrale) : peuplement de protozoaires ciliés et macro invertébrés benthos-aquatiques. *Afrique SCIENCE* 09(2) 50 – 66
- [4]. Ajeagah, G. Bikitbe, J. F. et Longo, F. (2013) : Qualité bioécologique d'un milieu lacustre hyper-eutrophisé en zone équatoriale (Afrique Centrale) : peuplement de protozoaires ciliés et macro invertébrés benthos-aquatiques. *Afrique SCIENCE* 09(2) 50 – 66

- [5]. **Cubaka Kabagole Alfred, Cirimwami Bahimirwe Légrand, Bora Uzima Henri, L Wambo Kabolo Jospin et Baguma Balagizi Gabriel. (2019)** : Premiers inventaires de la diversité des macroinvertébrés aquatiques du lac vert, Goma / Nord-kivu, république démocratique du Congo, *Journal of applied bioscience* 140, 14268 – 14280.
- [6]. **Dejoux C. (1983)** : The fauna associated with the aquatic vegetation. In Carmouze J.P., Durand, J.R., Lévêque, C. (eds.), Lake Chad, *Monographiae Biologicae*. 53, 273-292
- [7]. **Dragesco J., Dragesco Kerneis A. (1986)** : Ciliés libre de l’Afrique intertropical: Introduction à *du Colloque d’Aquaculture*, 10 p
- [8]. **Durand J. et Lévêque C. (1980)** : Flore et Faune aquatiques de l’Afrique Sahélo-soudanienne. Tome I. Editions de l’ORSTOM, Paris, 517 p.
- [9]. **Durand R. & Lévêque C. (1980)** : Flore et Faune aquatique de l’Afrique Sahelo-Soudanienne, ORSTOM, Documentation technique n°44, Tome 1, Paris, 389 p.
- [10]. **Foto Menbohan S. (2012)** : Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Mfoundi (Yaoundé) : Essai de biotypologie. Thèse de Doctorat d’État en Biologie des Organismes Animaux, Université de Yaoundé I. Cameroun, 175 p.
- [11]. **Gaujous D. (1995)** : La pollution des milieux aquatiques. *Aide-mémoire*. 2e éd. 200 p.
- [12]. **Ajeagah Gideon, Jean Fils Bikitbe et Frida Longo (2013)**. Qualité bioécologique d’un milieu lacustre hyper-eutrophisé en zone équatoriale (Afrique Centrale) : peuplement de protozoaires ciliés et macro invertébrés benthos-aquatiques. *Afrique Science* 09(2) 50 – 66
- [13]. **Guyard A. (1997)** : *Anticiper une diminution de la ressource en eau*, *hydrobiol* n°438, 66-69.
- [14]. **INC. (1980)** : Carte topographique de Yaoundé et ses environs au 1/50000, Yaoundé : Institut Nationale de Cartographie, 4 feuilles.
- [15]. **Kodjo. (1998)** : Recherche pour la maîtrise du ruissellement pluvial à Yaoundé. Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Yaoundé I, la connaissance de l’études des ciliés. *ORSTOM, Faune Tropicale XXVI, Paris* ,559p.
- [16]. **Kuete M. (1977)** : Etude géomorphologique du massif de Yaoundé. Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Bordeaux, 279p. l’eau. 11 p.
- [17]. **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.
- [18]. **Meybeck M. (1995)** : Les Lacs et leur bassin. In: Limnologie générale, Masson, Paris, 6-59.
- [19]. **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.
- [20]. **Santoir C. (1995)** : La pédologie. Inc. C. Santoir & A. Bopda (Eds), Atlas régional Sud Cameroun. Cameroun: ORSTOM et MINREST. 53 p.
- [21]. **Sime-Ngando., T Hartmann H.J., Grolière C.A. (1990)** : Rapid qualification of planktonic ciliates: comparison of improved live counting with other methods. *Applied Environmental Microbiology*, 56: 2234-2242.
- [22]. **Suchel J. B. (1972)** : Le climat du Cameroun. Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Bordeaux III, 186 p.
- [23]. **Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. (2006)** : Invertébrés d’eau douce: systématique, biologie, écologie. CNRS 2<sup>ème</sup> Editions, Paris, 588 p.
- [24]. **Touchart L. (2000)** : « Qu’est-ce qu’un Lac ? ». CNRS, vol. 4, décembre 2000, 320 p.

- [25]. **Tranouez P., Lerebourg S., Bertelle C. et Olivier D. (2003)** : Contribution à la représentation multi échelle des écosystèmes aquatiques. 5 p.
- [26]. **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 tropical. **Revue des Sciences de l'Eau** 18 (4) : 485-505.
- [27]. **Zébazé Togouet S., Njine T., Kemka N., Niyitegeka D., Nola M., Foto Menbohan S., Djuikom E., Ajeagah 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.
- [28]. **Zébazé Togouet S.H., Njine T., Kemka N., Niyitegeka D., Nola M., FotoMenbohan S., Djuikom E., Ajeagah 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.
- [29]. **Zebaze Togouet S.H.,(2008)** : Eutrophisation et structure de la communauté zooplanctonique
- [30]. du Lac Municipal de Yaoundé. Thèse de Doctorat Ph.D, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, 200 p. + Annexes.