

## Physico-chimie et bactériologie des eaux du Lac Municipal d'Ebolowa (LME) et risques pour la santé humaine et environnementale

Théodore Arnaud EBANDA OBOUGOU<sup>1\*</sup>, François Yannick ATEBA<sup>1</sup>, Diane NDONGO MINDONGO<sup>1</sup>,  
Marceline DJAMILA<sup>1</sup>, Joseph Guy NZIELEU TCHAPGNOUO<sup>1,2</sup> et Auguste OMBOLO<sup>2</sup>

*Département d'Hydraulique et Maitrise des Eaux de l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Maroua  
(ENSPM), B.P. / P.O. Box : 46 Maroua  
Laboratoire d'Analyse des Eaux AQUAFRIK, Pont Emanu, Yaoundé, Cameroun*

(Reçu le 22 Juillet 2022 ; Accepté le 05 Septembre 2022)

\* Correspondance, courriel : [ebandaobougou@gmail.com](mailto:ebandaobougou@gmail.com)

### Résumé

La présente étude a pour objectif de contribuer à l'évaluation de la charge polluante des eaux du lac municipal d'Ebolowa (LME) et celle des cours d'eau qui lui sont tributaires. Deux campagnes d'échantillonnage ont eu lieu. Cinq points d'échantillonnage ont été choisis. Certains paramètres ont été mesurés in situ : le pH, la conductivité électrique, la température et les TDS. La turbidité, les MES, la salinité, l'oxygène dissous, les orthophosphates, les nitrates, l'ammonium, le plomb, les coliformes totaux et E. coli ont été analysés au laboratoire. Les résultats aux différents points d'échantillonnage du lac révèlent que les valeurs moyennes de la température oscillent entre 27,75°C (S3) et 28,95°C (S5) et celles de la turbidité entre 31 NTU (S3) et 36 NTU (S4). L'oxygène dissous varie de 1,3mg/L (S5) à 2,7 mg/L (S3), les orthophosphates de 0,07 mg/L (S5) à 0,10 mg/L (S3) et l'ammonium de 0,02 mg/L (S5) à 0,15 mg/L (S4). Celle du plomb oscillent entre 0,10 mg/L (S3) à 1,87 mg/L (S4). Celle des coliformes totaux et E. coli varient respectivement de 1020 UFC/100mL (S3) à 84000 UFC/100mL (S5) et 200 UFC/100mL (S5) à 520 UFC/mL (S3). Ces valeurs étant supérieures aux normes recommandées, par conséquent, les eaux du LME sont fortement dégradées et cette dégradation résulte des sources de pollution d'origines diverses.

**Mots-clés :** *physicochimie, bactériologie, risque sanitaire, Lac Municipal d'Ebolowa.*

### Abstract

**Physico-chemistry and bacteriology of water from the Ebolowa Municipal Lake (EML) and risks on human and environmental health**

The objective of this study is to contribute to the evaluation of pollutant load of Ebolowa Municipal Lake water (EML) and its tributary streams. Two sampling campaigns were carried out and Five sampling points were chosen. Some parameters were measured in situ: pH, electrical conductivity, temperature and TDS. Turbidity, TSS, salinity, dissolved oxygen, orthophosphates, nitrates, ammonium, lead, total coliforms and E. coli were analysed in the laboratory. The results at the different sampling points in the lake shows that the average temperature values ranges from 27.75°C (S3) to 28.95°C (S5) and turbidity values from 31 NTU

(S3) to 36 NTU (S4). Dissolved oxygen ranged from 1.3 mg/L (S5) to 2.7 mg/L (S3), orthophosphates from 0.07 mg/L (S5) to 0.10 mg/L (S3) and ammonium from 0.02 mg/L (S5) to 0.15 mg/L (S4). Lead values ranged from 0.10 mg/L (S3) to 1.87 mg/L (S4). Those of total coliforms and *E. coli* varied from 1020 CFU/100mL (S3) to 84000 CFU/100mL (S5) and 200 CFU/100mL (S5) to 520 CFU/mL (S3) respectively. These values are higher than the recommended standards, therefore, water from the EML are highly degraded and this degradation is as a result of pollution sources from various origins.

**Keywords :** *physico-chemistry, bacteriology, health risk, Ebolowa Municipal Lake.*

## 1. Introduction

La croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide cause de nombreuses perturbations pour les milieux naturels [1, 2]. L'eau est une ressource naturelle importante, qui constitue le noyau du système écologique [3, 4]. Elle joue un rôle extrêmement important pour les êtres vivants notamment dans le développement socio-économique et les écosystèmes [4, 5]. Cependant, elle demeure une ressource épuisable et fragile, car vulnérable à divers types de pollutions [7, 8] et à la surexploitation [9, 10]. En outre, elle est source de vie mais peut aussi être source de maladies [8, 11]. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, plus de 2 millions de personnes, surtout des enfants de moins de cinq ans des pays en développement meurent chaque année des maladies diarrhéiques du fait de l'insuffisance des mesures d'hygiène et d'assainissement [12]. A cela il faut ajouter l'industrialisation qui se développe au gré d'investissements capitalistes peu soucieux de la protection de l'environnement [13, 14]. Ces dernières années, une attention croissante de la communauté scientifique s'est portée sur la préservation des écosystèmes aquatiques [15]. Le lac municipal d'Ebolowa (LME) est un réservoir artificiel ouvert, situé en aval du marché Oyenga et du marché Central (bras du cours d'eau Mfoumou) et à proximité d'un garage (bras du cours d'eau Bengo), et autour duquel se pratiquent certaines activités telles que : le lavage des automobiles, le commerce, le sanitaire, le déversement des ordures, l'agriculture, la pisciculture, etc. il est fréquent de rencontrer des personnes déféquant au niveau du lac, ce qui augmente la charge polluante organique dans le milieu. Selon les travaux de [16], ces activités sont à l'origine de la pollution provenant des sources ponctuelles et non-ponctuelles et d'origines diverses : huile- moteurs, détergents, déchets commerciaux, ordures, défécation, pesticides et engrais. Pourtant, le LME est utilisé pour des activités telles les jeux nautiques, la nage, la vaisselle, la lessive et la pêche qui apportent elles aussi leur contribution à la charge polluante. Ainsi, le LME apparaît aujourd'hui comme un réceptacle de tous les déchets issus des activités anthropiques [16], dégradant la qualité de ses eaux et exposant les populations et l'environnement aux risques sanitaires. L'accroissement de ces activités anthropiques, l'absence d'une stratégie de gestion des déchets et de contrôle de la qualité des eaux du lac, avec pour conséquence l'inexistence des réseaux de tout-à-l'égout [16, 17], occasionnent la prolifération anarchique des algues à la surface du lac et augmentent les dangers liés à la présence d'un tel milieu non contrôlé.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Milieu d'étude

Le Lac Municipal d'Ebolowa (LME), présenté la **Figure 1** se trouve au cœur de la capitale de la région du Sud Cameroun plus précisément dans la Commune d'Ebolowa I. Il est un vaste étendu d'eau coincée entre les quartiers Angalé, Nko'ovos I et Ekombité. Situé derrière l'hôpital régional d'Ebolowa, il reçoit les eaux des rivières Mfoumou et Bengo [16, 18].

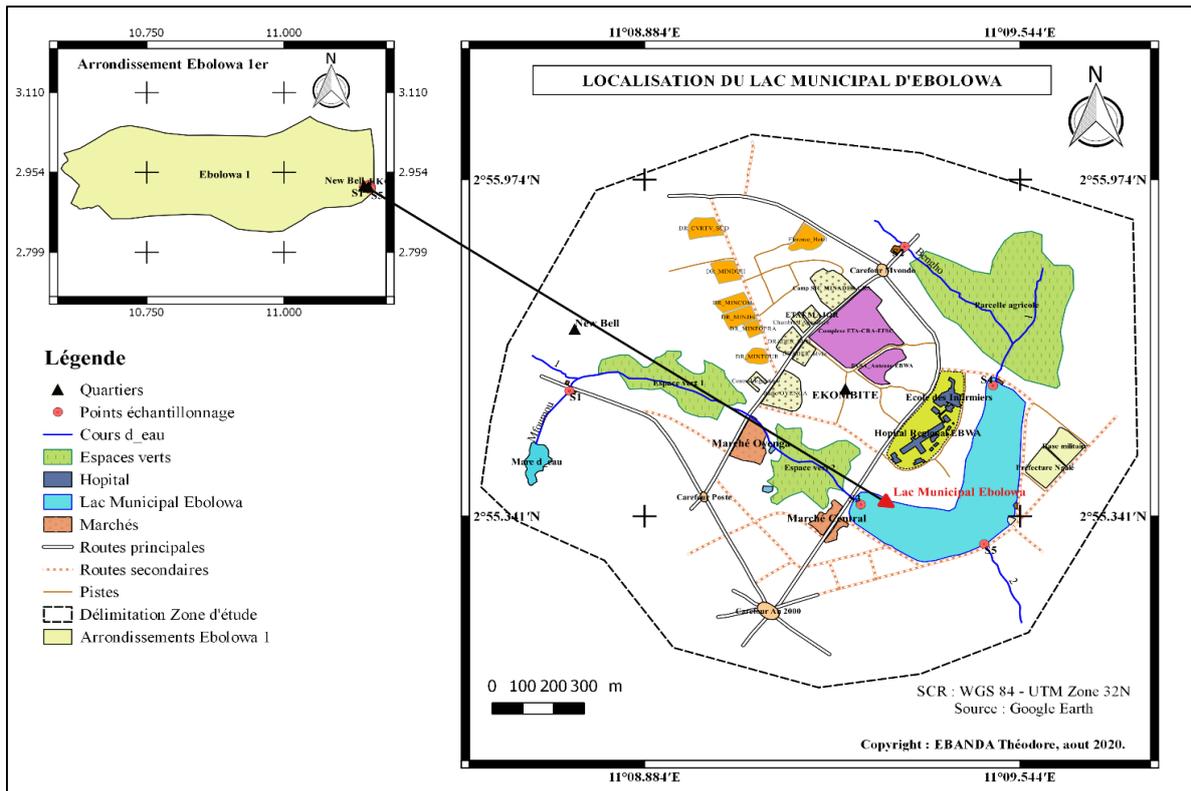


Figure 1 : Localisation du Lac Municipal d'Ebolowa (LME)

2-2. Choix et description des points d'échantillonnage

Le choix des points d'échantillonnage a été fait de façon à maximiser la diversité des données concernant la qualité physicochimique et bactériologique des eaux des rivières Mfoumou et Bengo ainsi que celle du LME. Pour cela, deux types de stations ont été choisies :

- Les stations amonts des cours d'eau : comprennent deux sites de prélèvement (S1 et S2) ; permettant d'apprécier la qualité des eaux avant leurs rejets dans le lac ;
- Les stations aval au niveau du lac, comptant trois sites de prélèvement (S3, S4 et S5) et fournissant les informations sur la qualité des eaux du lac.

L'analyse bactériologique portait sur trois stations (S1, S3 et S5) et a permis d'évaluer la teneur des eaux en *E. coli* et en coliformes totaux de la rivière Mfoumou et du LME. Les différentes stations ainsi ciblées sont réparties de la manière indiquée dans le **Tableau 1** suivant.

Tableau 1 : Caractéristiques des points d'échantillonnage

Type station	Identifiants points (S <sub>i</sub> )	Nature Points	Coordonnées géographiques	
			Latitude (N)	Longitude (E)
Amont	S1	Station 1	2° 55'34.60"	11° 8'45.10"
	S2	Station 2	2° 55'50.89"	11° 9'20.47"
Aval	S3	Station 3	2° 55'21.78"	11° 9'15.85"
	S4	Station 4	2° 55'35.20"	11° 9'29.80"
	S5	Station 5 (Exutoire)	2° 55'17.32"	11° 9'28.87"

## 2-3. Échantillonnage

Les deux campagnes d'échantillonnage ont eu lieu en mi-mai (1<sup>ère</sup> campagne) et mi-juillet 2020 (2<sup>ème</sup> campagne). Les prélèvements sont effectués mensuellement d'une façon instantanée entre 10h et 11h30 mn du matin. Quelques paramètres physico-chimiques (température, pH, TDS et conductivité électrique) sensibles aux conditions extérieures du milieu ont été mesurés in situ à l'aide d'un multiparamètre de terrain, de marque wagtech. Les échantillons d'eau destinés aux analyses de laboratoire ont été recueillis dans des bouteilles en polyéthylène stériles, d'une capacité de 500 mL. Avant le remplissage des bouteilles, ceux-ci ont été lavés trois fois avec de l'eau à prélever. Le remplissage de ces derniers a été fait à ras de bord puis le bouton vissé afin d'éviter tout échange gazeux avec l'atmosphère. Les échantillons ont été conservés dans une glacière réfrigérée à  $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  et transportés le même jour au laboratoire AQUAFRIK où les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été effectuées. Au laboratoire, les paramètres tels que : turbidité, MES, nitrates, salinité, phosphates, ammonium, ont été mesurés à l'aide d'un photomètre 7500 de marque wagtech. L'oxygène dissous a été mesuré par volumétrie par la méthode de Winkler en utilisant le NaOH+KI et le  $\text{MnCl}_2$  comme réactifs et les valeurs obtenues par titration au thiosulfate de sodium (0,01N). Le dosage du plomb s'est fait par spectrométrie de fluorescence X, à l'aide d'un spectromètre de marque Bruker XRF, type Pioneer S4, à la longueur d'onde « Wavelength Dispersive Spectrometry » (WDS). L'analyse des coliformes totaux et *Escherichia coli* a été qualitative et quantitative. Les variables bactériologiques considérées dans cette étude ont été l'isolement, le dénombrement des bactéries coliformes totaux et du genre *Escherichia coli*, dans les différents échantillons d'eaux. La technique par étalement en boîte de pétri a été utilisée pour l'isolement des bactéries.

## 3. Résultats et discussion

### 3-1. Paramètres physico-chimiques

#### 3-1-1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH détermine l'acidité, l'alcalinité et la neutralité des solutions [19]. Les valeurs de pH présentées dans la **Figure 2** des eaux échantillonnées apparaissent légèrement acides dans les 5 points de prélèvements. Dans les eaux du lac, le pH varie entre 6,4 et 6,82 dont le maximum est enregistré à la station S5 et la minimale à la station S3. Les valeurs moyennes oscillent entre 6,63 et 6,76. D'après les travaux menés par [19], les valeurs de pH qui se situent dans les normes les plus restrictives pour l'eau destinée à la protection de la vie aquatique seraient de 6,5 à 9,5. Les valeurs moyennes de pH des stations S3 et S5 sont conformes à la norme sus évoquée et celles des stations S1, S2 et S4 sont légèrement au-dessous de cette norme. D'après les récentes études menées dans le même lac en 2013 par [16], les valeurs maximale et minimale de pH variaient de 6,34 à 7,38, avec des valeurs moyennes de 6,67 à 7,02. Comparer à nos valeurs de pH obtenues dans les eaux du même lac, elles n'atteignent pas la neutralité. La baisse du pH résulterait d'un important processus de décomposition de la matière organique [20]. Ainsi, du point de vue pH, les eaux du LME se sont acidifiées quoique restant pratiquement dans les normes recommandées. Cette situation peut s'expliquer par le fait que, le terrain traversé par ces deux cours d'eau est pauvre en calcaire et aussi, les rejets dans ces derniers n'ayant pas été traités, sont à l'origine de diminution de pH [21]. Le pH acide de l'eau est favorable à la libération des métaux complexés à partir des sédiments [10].

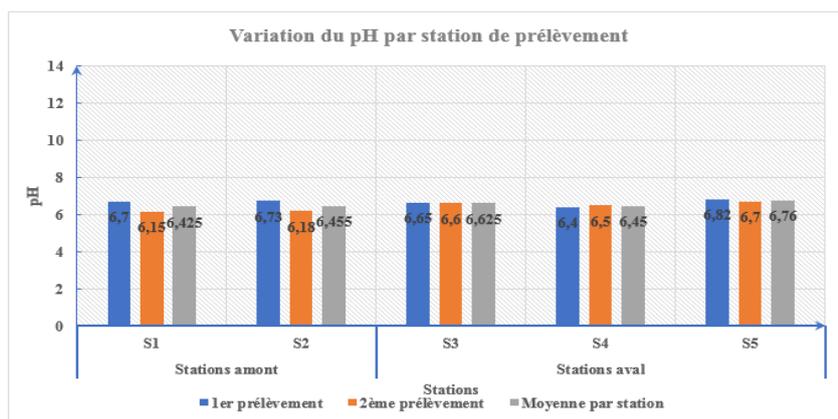


Figure 2 : Variation du pH par station de prélèvement

### 3-1-2. Conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

La conductivité d'une eau indique son aptitude à conduire le courant, qui dépend de la teneur de l'eau en sels minéraux [22]. Les valeurs obtenues lors de nos études, sont plus importantes que celles obtenues en 2013 par [16], traduisant ainsi une minéralisation importante des eaux du LME. En effet, les valeurs minimales et maximales de ces études récentes étaient de 81,10  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et 361,35  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et les valeurs moyennes variaient de 236,18  $\mu\text{s}/\text{cm}$  à 274,13  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Les valeurs minimales et maximales de la conductivité de nos analyses présentées dans la **Figure 3**, des eaux du LME, varient de 657  $\mu\text{s}/\text{cm}$  (S3) à 706  $\mu\text{s}/\text{cm}$  (S5) et Les valeurs moyennes sont comprises entre 665,5  $\mu\text{s}/\text{cm}$  (S3) et 701,0  $\mu\text{s}/\text{cm}$  (S5). La conductivité est fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente [1].

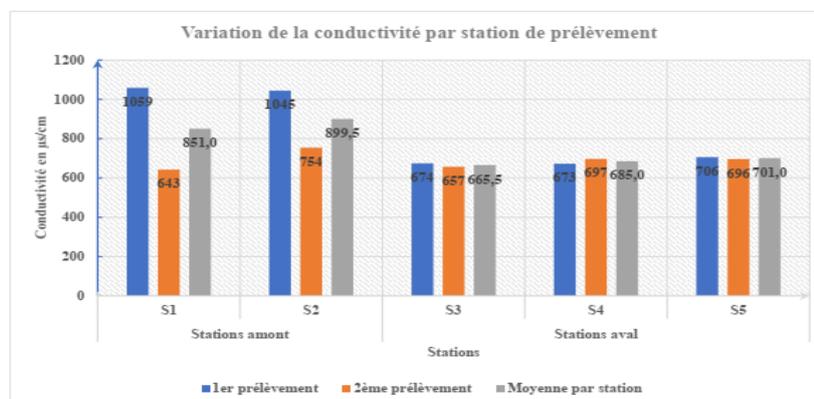


Figure 3 : Variation de la conductivité par station de prélèvement

### 3-1-3. Température ( $^{\circ}\text{C}$ )

La température constitue un facteur important dans l'environnement aquatique. Elle conditionne la vie des organismes animaux et végétaux aquatiques comme les algues [23]. L'étude de la température a montré que les valeurs moyennes obtenues dans les différents points d'échantillonnage sont comprises entre 24,85 $^{\circ}\text{C}$  (S2) et 28,95 $^{\circ}\text{C}$  (S5) (**Figure 4**). Les valeurs moyennes les plus élevées sont enregistrées au niveau des stations aval (S3, S4 et S5), situées dans le lac. Elles sont largement supérieures à celles obtenues par [16] en 2013 dans le même lac où les valeurs minimale et maximale étaient de 22,00 $^{\circ}\text{C}$  et 25,60 $^{\circ}\text{C}$ , avec des moyennes de 24,39 $^{\circ}\text{C}$  à 24,88 $^{\circ}\text{C}$ . Les valeurs enregistrées au niveau des stations amont, sont inférieures à celle obtenues en aval. Ces brusques variations de la température des eaux du lac, peuvent

entraîner la disparition de certaines espèces animales et une croissance accélérée de certains végétaux. Les facteurs qui déterminent les variations de la température des eaux des écosystèmes aquatiques sont la latitude, le degré d'insolation, la composition du substrat, les précipitations, le vent et le couvert végétal [20]. De cette analyse, il ressort que les eaux du LME sont de mauvaise qualité du point de vue de la température, et peuvent perturber la vie des organismes aquatiques.

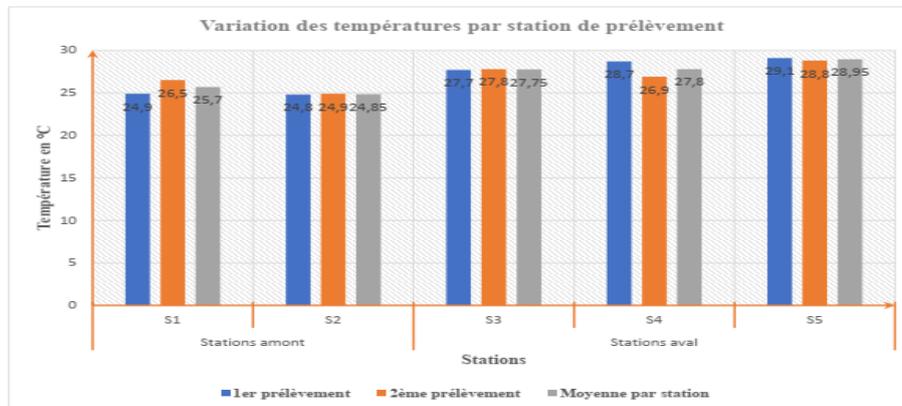


Figure 4 : Variation des températures par station de prélèvement

### 3-1-4. Turbidité (NTU)

Les valeurs maximales et minimales (88 NTU et 20 NTU) sont enregistrées au point de prélèvement S1 respectivement au mois de mai et au mois de juillet (Figure 5). Les valeurs moyennes oscillent entre 31 NTU (S1) et 36 NTU (S4) et sont supérieures aux normes internationales (< 5NTU). Une forte turbidité peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension : la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte [1]. Ainsi, les eaux du LME seraient un hôte pour les micro-organismes ; et présenteraient un risque pour la santé humaine et environnementale.

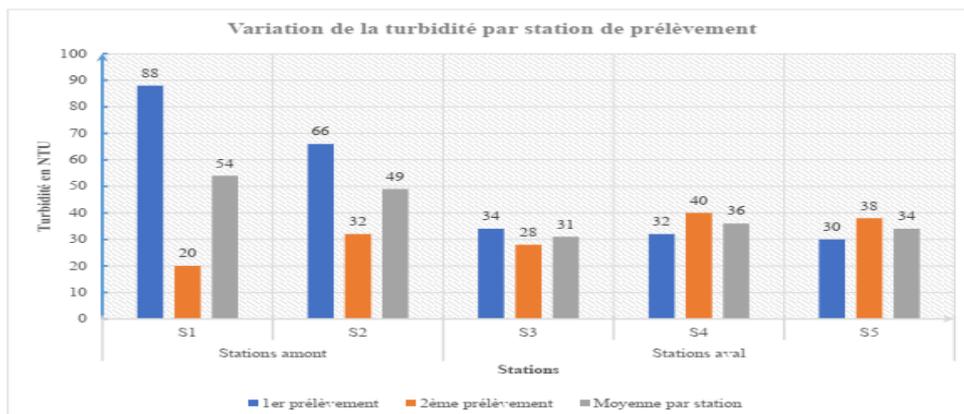


Figure 5 : Variation de la turbidité par station de prélèvement

### 3-1-5. Matières en suspension (mg/L)

Les teneurs élevées en MES expliquent bien les valeurs élevées de la turbidité en différents points de prélèvement. La valeur minimale est observée au point S1 et S3 (11 mg/L) et la maximale à la point S1 (30 mg/L) (Figure 6). Les teneurs moyennes des différents points d'échantillonnage oscillent entre 16 mg/L

et 25 mg/L. La présence de ces MES s'expliquerait par le rejet des déchets provenant des deux marchés à travers le cours d'eau Mfoumou et les activités agropastorales (pisciculture, élevage et agriculture) menées en amont des zones marécageuses des deux cours d'eau alimentant le lac (Mfoumou et Bengo). Comparer aux travaux de [24], les eaux du LME et ses tributaires présentent des fortes teneurs en MES. La présence de MES à des teneurs élevées peut affecter la transparence de l'eau et diminuer la pénétration de la lumière et par suite la photosynthèse. Ces matières peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, ils peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux lourds, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques etc.) [25] susceptibles de nuire à la santé des organismes aquatiques et des humains.

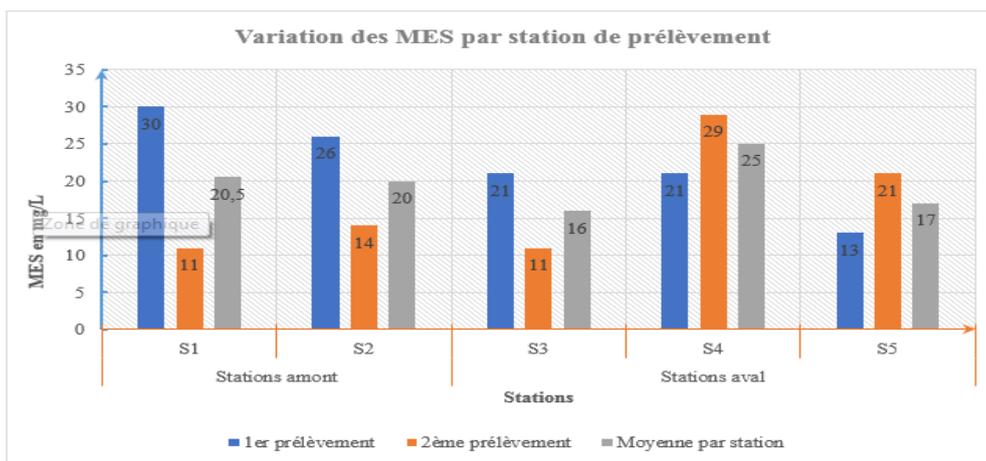


Figure 6 : Variation de MES par station de prélèvement

### 3-1-6. Solides Totaux Dissous (TDS) (ppm)

Ce paramètre mesure la quantité d'ions organiques et inorganiques dissouts dans l'eau [19]. Les valeurs moyennes en TDS de nos différentes stations varient de 472,5 ppm (S3) à 638,5 ppm (S2) avec des valeurs minimale et maximale de 476 ppm à 750 ppm (Figure 7). D'après [19], La norme pour une eau douce potable est d'une concentration < 400 ppm TDS. Ainsi, les eaux du LME sont peu polluées en TDS d'après la norme précédemment mentionnée.

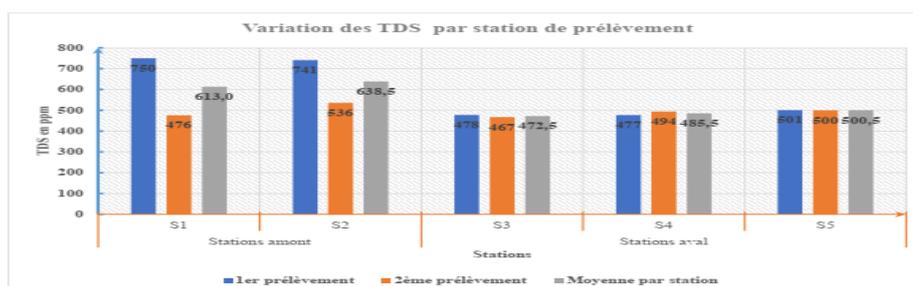


Figure 7 : Variation des TDS par station de prélèvement

### 3-1-7. Salinité (ppm)

Les valeurs moyennes de la salinité des 5 points de prélèvement oscillent entre 311,0 ppm (S3) à 459 ppm (S1) avec des valeurs plus élevées en stations amont qu'en stations aval (Figure 8); la valeur maximale a été enregistrée au point S1 (500 ppm) et la valeur minimale au point S3 (307 ppm), ce qui justifie les valeurs

de la conductivité trouvées précédemment. Par ailleurs, toute modification intempestive de la salinité due à l'action de l'homme peut présenter un impact redoutable sur les biotopes aquatiques concernés [26].

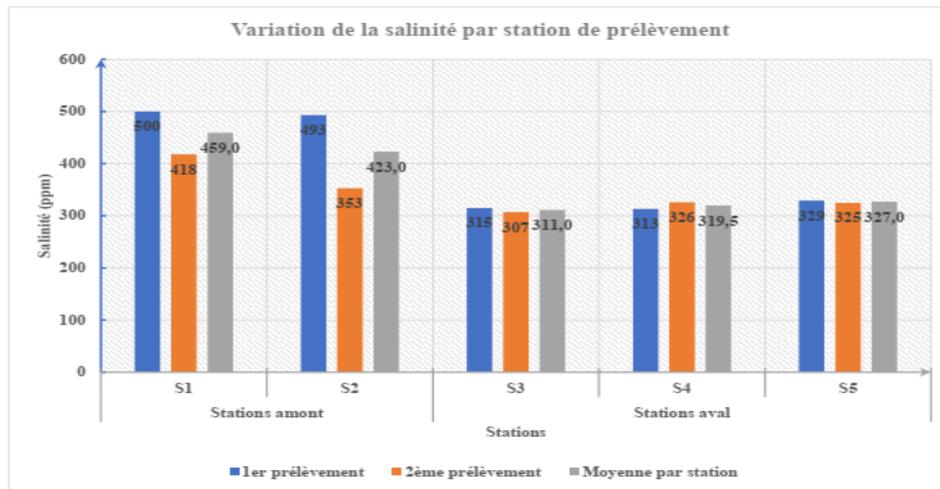


Figure 8 : Variation de la salinité par station de prélèvement

### 3-1-8. Oxygène dissous (mg/L)

Selon [20], la teneur en oxygène donne des indications sur la santé des cours d'eau et permet, entre autres d'évaluer la qualité des habitats des poissons. Lors de nos analyses, les teneurs en oxygène dissous des eaux du lac (**Figure 9**) varient d'un point à un autre avec une valeur maximale de 3,6 mg/L (S4) et une valeur minimale de 1 mg/L (S5). Les teneurs moyennes oscillent entre 1,3 mg/L et 2,7 mg/L. Les stations aval (S3, S4 et S5) présentent des teneurs moyennes élevées que les stations amont (S1 et S2), excepté la valeur moyenne de la station S5 (1,3 mg/L) qui est inférieure à celle de la station S2 (1,7 mg/L). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par [20] dans les eaux du lac d'Ayamé. Selon la norme évoquée par [24] (3 - 1 mg/L), les eaux du LME sont moins oxygénées et peuvent alors être classées dans la catégorie des eaux de mauvaise qualité avec un taux de saturation de 50 %.

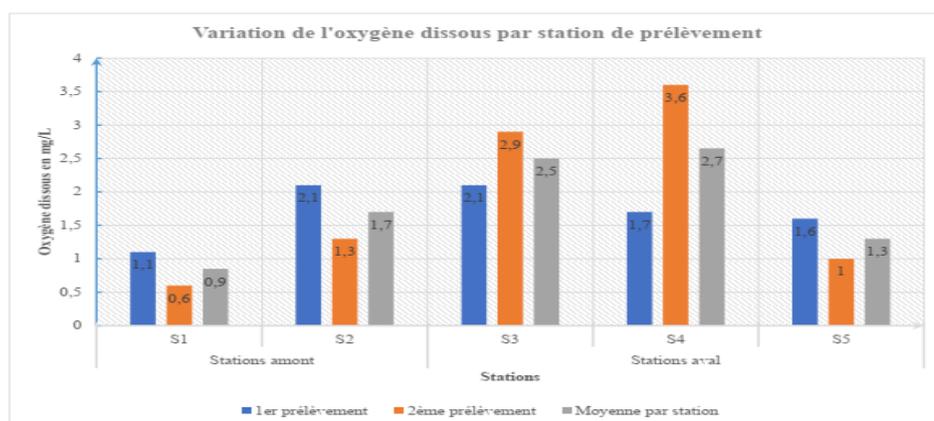


Figure 9 : Variation de l'oxygène dissous par station de prélèvement

### 3-1-9. Orthophosphates (mg/L)

Les valeurs maximale et minimale des eaux du lac oscillent entre 0,17 mg/L (S1) et de 0,01 mg/L (S5), avec des valeurs moyennes variant de 0,07 mg/L (S5) à 0,13 mg/L (S4) (**Figure 10**). Les points de prélèvement

amont présentent des fortes teneurs en orthophosphates que les stations aval. Confronter aux travaux de [20], les teneurs en orthophosphates des eaux du LME et de ses tributaires sont tellement élevées mais légèrement faible lorsqu'on les compare aux travaux de [16]. Les fortes concentrations en orthophosphate observées seraient liées à sa faible assimilation par les végétaux aquatiques [20]. Cet apport en phosphore peut provenir des détergents issus du lavage des automobiles, du rejet des eaux usées domestiques et des activités agricoles pratiquées au bras supérieur du cours d'eau Bengo. D'où la prolifération des algues observée à la surface du Lac, justifiant ainsi le phénomène d'eutrophisation observé. Ce phénomène, dans le LME, peut se caractériser non seulement par un étouffement de la vie aquatique, la modification de l'habitat et de la composition des communautés aquatiques, mais aussi par la prolifération des algues et des organismes photosynthétiques qui réduisent la pénétration de la lumière dans les couches d'eaux profondes [25].

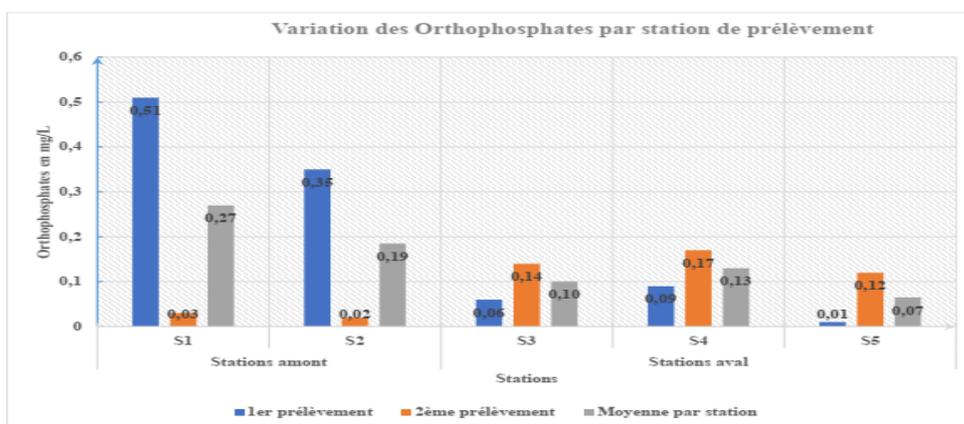


Figure 10 : Variation des Orthophosphates par station de prélèvement

### 3-1-10. Nitrates (mg/L)

Présents à l'état naturel et solubles dans le sol, les nitrates pénètrent dans le sol et les eaux souterraines et se déversent dans les cours d'eau. Mais ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais et constitue l'une des causes de la dégradation de l'eau [1]. Les teneurs moyennes en nitrates (**Figure 11**) sont comprises entre 1,62 mg/L (S1) et 4,55 mg/L (S2). Les teneurs maximale et minimale varient respectivement de 1,04 mg/L à 6,8 mg/L. Comparer aux travaux de [16, 20], les teneurs en nitrates des eaux du LME sont tellement élevées. L'élévation des sels nutritifs (nitrates) au mois de juillet s'expliquerait par la petite saison pluvieuse qui arrose la région en cette période et le drainage des eaux de ruissellement des bassins versants serait à l'origine des apports anthropiques en sels nutritifs [20]. La présence marquée des nitrates dans les eaux du lac et des cours Mfoumou et Bengo résulte des activités anthropiques, des activités agricoles et des effluents des fosses septiques [4].

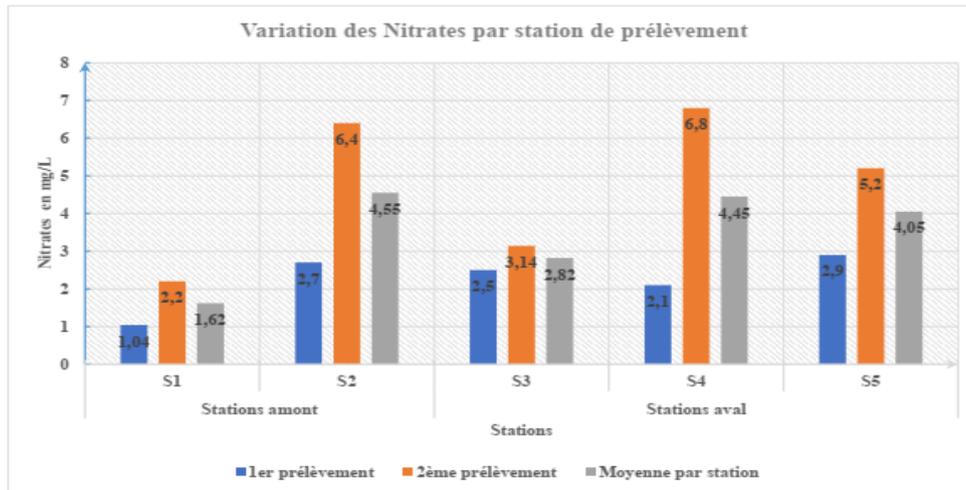


Figure 11 : Variation des Nitrates par station de prélèvement

### 3-1-11. Ammonium (mg/L)

Les variations de la concentration en ion ammonium des eaux étudiées (**Figure 12**) montrent que les valeurs maximales et minimales varient respectivement de 0,46 mg/L (S1) à 0,01 mg/L (S3) et les teneurs moyennes de 0,26 mg/L à 0,02 mg/L. Confronter à la norme évoquée dans les travaux de [24], les eaux du LME sont excellentes du point de la teneur en ammonium.

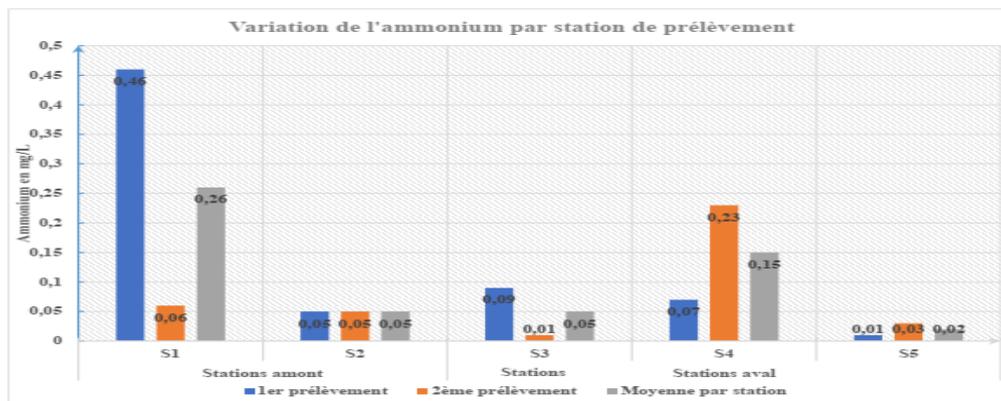


Figure 12 : Variation de l'ammonium par station de prélèvement

### 3-1-12. Plomb (mg/L)

Il présente une affinité avec les carbonates, les sulfates et les sulfures, il provient de plusieurs sources : métallurgie, sidérurgie, traitement des minerais, ruissellement sur les toitures, carburants [27]. Les teneurs élevées au point S4 s'expliqueraient par la présence d'un garage situé au bras supérieur du cours d'eau Bengo et d'une laverie automobile à l'entrée des eaux de ce même cours d'eau dans le lac. Les valeurs obtenues aux différents points de prélèvement sont supérieures à la norme de l'OMS fixée à 0,01 mg/L. C'est un élément toxique pour l'être humain, il empêche la synthèse de l'hémoglobine et il provoque des perturbations du système nerveux (saturnisme) [27]. Les enfants qui se baignent dans le lac, sont exposés aux risques sus évoqués.

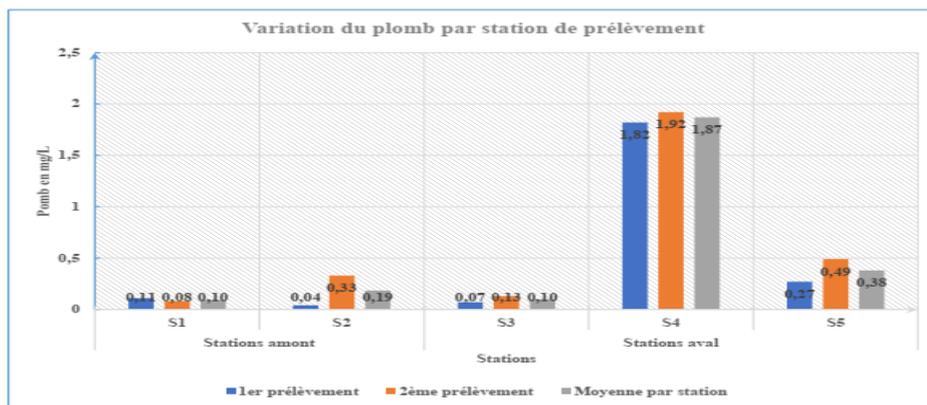


Figure 13 : Variation du plomb par station de prélèvement

### 3-2. Paramètre bactériologique

L'analyse bactériologique a été faite sur les points de prélèvement S1 (amont du lac), S3 et S5.

#### 3-2-1. Coliformes totaux (UFC/100mL)

Les résultats d'analyses bactériologiques des échantillons d'eau révèlent des chargent bactériennes en coliformes totaux donc les valeurs moyennes oscillent de 5380 UFC/mL (S3) à 113500 UFC/100mL (S1) (Figure 14). Selon [4], les concentrations observées sont supérieures aux limites de toxicité définies par l'OMS et traduisent ainsi le caractère pollué des eaux du lac avec pour principales sources de contamination le rejet d'eaux usées domestiques, les débordements des réseaux d'égouts et l'épandage de fumier.

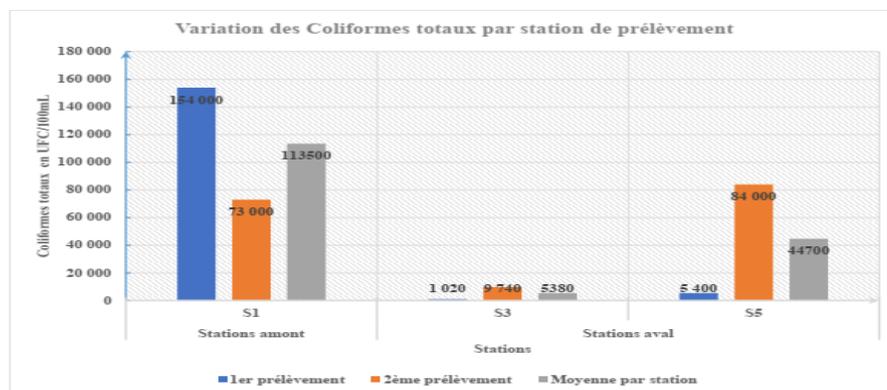


Figure 14 : Variation des Coliformes totaux par station de prélèvement

#### 3-2-2. E. coli (UFC/100mL)

E. coli représente l'espèce majoritaire des coliformes thermotolérants qui constitue un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C [28]. Les valeurs moyennes en bactéries E. coli des différents points de prélèvement oscillent entre 450 UFC/100mL (S5) à 2400 UFC/100mL (S1) avec des teneurs maximale et minimale de 3100 UFC/100mL (S1) à 200 UFC/100mL (S5). D'après la norme évoquée par (Ifremer, 2014), les eaux de nos différents points d'échantillonnage sont de qualité suffisante en ce qui concerne les bactéries E. coli. Ces derniers se retrouvent dans les eaux environnementales par le biais des effluents, tels que les eaux usées, les lisiers ou les fumiers des animaux d'élevages, et par contact avec les déjections des animaux sauvages ou d'élevage lors des pâturages [28].

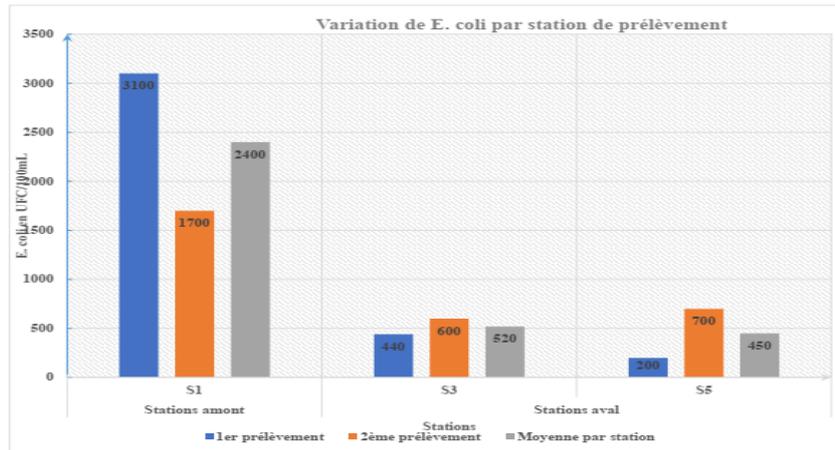


Figure 15 : Variation de *E. coli* par station de prélèvement

#### 4. Conclusion

La présente étude relève que l'état écologique, hydrologique et faunique du LME serait fortement perturbé suite aux teneurs moyennes élevées de certains paramètres de pollution, notamment la température ( $27,75 \pm 28,95^{\circ}\text{C}$ ), la turbidité ( $31 \pm 36 \text{ mg/L}$ ), les MES ( $16 \pm 25 \text{ mg/L}$ ), l'oxygène dissous ( $1,3 \pm 2,7 \text{ mg/L}$ ), les orthophosphates ( $0,07 \pm 0,13 \text{ mg/L}$ ), nitrates ( $2,82 \pm 4,45 \text{ mg/L}$ ) le plomb ( $0,10 \pm 1,87 \text{ mg/L}$ ), les coliformes totaux  $3380 \pm 113500 \text{ UFC/100mL}$ ). Malgré les teneurs élevées de ces paramètres et les potentiels risques sanitaires liés à la santé humaine et environnementale, le LME reste toujours un lieu de fréquentation des populations, de défécation pour certains et un dépotoir pour d'autres. En outre, il demeure encore un réceptacle de tous les déchets issus des activités anthropiques pratiquées autour et en amont des tributaires de ce dernier.

#### Références

- [1] - D. GHAZALI et A. ZAID, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N° 12 (Janvier 2013) 25 - 36 p.
- [2] - E. O. HOUNSOUNOU, M. A. D. TCHIBOZO, N. C. KELOME, E. W. VISSIN, G. A. MENSAH et E. AGBOSSOU, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (5) (2016) 2392 - 2412, October 2016, ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print), \*<http://ajol.info/index.php/ijbcs>, <http://indexmedicus.afro.who.int>
- [3] - S. SELVAM, R. I. J. D. MALA and V. MUTHUKAKSHM, *International Journal of Advanced Engineering Applications*, Vol. 2, Iss.3, (2013) 25 - 37 p.
- [4] - A. N. NGOUH, A. KPOUMIE, G. N. ETAME, A. K. LEBGA, E. NDJENG et J. R. N. NGOUPAYOU, *European Scientific Journal*, Vol. 16, N° 15 (May 2020) ISSN : 1857 - 7881 (Print) e - ISSN 1857 - 7431
- [5] - T. D. AN, M. TSUJIMURA, V. LE PHU, A. KAWACHI, D. T. HA, *Procedia Environ Sci*, 20 (2014) 712 - 721
- [6] - T. ESHTAWI, M. EVERS and B. TISCHBEIN, *Int Assoc Sci Hydrol Bull*, 61 (5) (2016) 826 - 843
- [7] - R. VILAGINES, "Eau, environnement et santé publique", 3<sup>e</sup> Edition, Lavoisier (Éditeur), Paris, (2010) 128 p.
- [8] - R. P. N. ANANGA, G. A. AJEAGAH, Z. A. ELNAGA et P. NGASSAM, *European Scientific Journal*, Vol. 16, N° 3 (2020) ISSN: 1857 – 7881 (Print) e – ISSN1857- 7431
- [9] - O. OSUOLALE et A. OKOH, *Journal of Infection and Public Health*, 10 (2017) 541 - 547
- [10] - F. MERHABI, H. AMINE et J. HALWANI, *Journal Scientifique Libanais*, 20 (1) (2019) 10 - 34

- [11] - E. W. VISSIN, HILAIRE S. S. AIMADE, L. D. DOUGNON, M. SOHOUNOU, E. Y. ATIYE et G. A. A. ATCHADE, *Journal of Applied Biosciences*, 106 (2016) 10300 - 10308, ISSN 1997 - 5902
- [12] - OMS, "Surveillance de la qualité de l'eau de boisson". Genève, 1977 (2014) 143 p.
- [13] - J. CHAMPAUD, "Villes et Campagnes du Cameroun de l'Ouest", Ed. de *l'ORSTOM*: Paris, (1983) 508 p.
- [14] - L. KENGI, P. TEMATIO, K. FILALI RHARRASSI, J. TEPOULE NGUEKE, E. I. TSAFACK, T. L. MBOUMI et S. MOUNIER, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (4) (2012) 1838 - 1853, ISSN 1991 - 8631, <http://indexmedicus.afro.who.int>
- [15] - K. A. KOUAKOU, S. AW, M. M. ADAMOU, S. SIAKA et I. SAVANE, *J. Mater. Environ. Sci.*, 5 (4) (2014) 1013 - 1020, ISSN : 2028 - 2508, CODEN : JMESC
- [16] - A. G. MADJIKI, A. C. PIAL, N. J. R. NDAM et A. AMOUGOU, *Afrique SCIENCE*, 09 (3) (2013) 122 - 134, ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>
- [17] - E. NGNIKAM, M. TINA et E. TOLALE, "Stratégie municipale concertée d'accès à l'eau potable et à l'assainissement de la ville d'Ebolowa", Phase, N°1 (2007), Diagnostic concerté
- [18] - A. I. EWANE, "Etude de la préfaisabilité du projet d'aménagement du Lac Municipal d'Ebolowa", ERA Cameroun, (2005) 100 p.
- [19] - H. TFEIL, M. MAHFOUDH, B. A. M. MHAMED, A. ALIYEN, L. YARBA and A. M. V. HMEYADA, *European Scientific Journal*, Vol. 14, N°6 (2018) ISSN : 1857 - 7881 (Print) e - ISSN 1857 - 7431
- [20] - Y. E. ADOU, K. G. BLAHOUA, Z. M. GOGBÉ et V. N'DOUBA, *European Journal of Scientific Research*, ISSN 1450-216X / 1450-202X, Vol. 149, N°4 July, (2018) 451 - 461, <http://www.europeanjournalofscientificresearch.com>
- [21] - Z. F. F. N'KI-ADI, E. B. MAKALY and D. M. E. ANKI, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, ISSN 2028-9324, Vol. 24, N° 4 (2018) 1638 - 1644, © 2018 Innovative Space of Scientific Research Journals, <http://www.ijias.issrjournals.org/>
- [22] - F. DIMON, F. DOVONOU, N. ADJAHOSSOU, W. CHOUTI, D. MAMA, A. ALASSANE et M. Boukari, *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 037 (2014) 36 - 42
- [23] - L. AKATUMBILA, M. MABIALA, A. LUBINI, K. PWEMA et E. A. MUSIBONO, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, N°26 (2016) 7 - 29 p.
- [24] - L. KAPEPULA, L. MATEO, A. SHEKANI, S. MUYISA, T. NDIKUMANA et B. V. DER, *Afrique SCIENCE*, 11 (2) (2015) 195 - 204, ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>
- [25] - IBGE, "L'eau à Bruxelles ». Qualité physico-chimique et chimique des eaux de Surface : cadre général", (2005) 16 p.
- [26] - RAMADE, "Introduction à l'écochimie, les substances chimiques et l'écosphère à l'Homme", Edition Lavoisier, Paris, (2011) 828 p.
- [27] - B. BENKADDOUR, "Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Cheliff (Algérie)", Thèse en cotutelle délivré par l'Université de Perpignan via Domitia et Université de Mostaganem, préparée au sein de l'école doctorale ED305 et des unités de recherche, (2018) 192 p., web : <https://tel.archives.fr/tel/01955103/doc>, consulté le 30 août 2022
- [28] - IFREMER, "Etude de la contamination microbiologique du milieu littoral : identification des sources de contamination fécale et évaluation de la persistance des bactéries entériques dans l'environnement", Rapport d'activités de recherches En vue de l'obtention du Diplôme habilitation à diriger des recherches. Présenté par Michèle Gourmelon, (2014) 113 p.