



CARACTERISATION DE L'ÉCOLOGIE MICROBIENNE DU MILIEU AQUATIQUE : EFFET SAISON

CHARACTERIZATION OF MICROBIAL ECOLOGY OF THE AQUATIC ENVIRONMENT: EFFECT SEASON

| Patrick Banza ^{1*} | Eric Kasamba ² | Jean Katshiwa ³ | et | Victor Ndibualonji ⁴ |

1. Institut supérieur des Techniques Médicales de Lubumbashi | Département de Laboratoire | unité de Bactériologie | Lubumbashi | R.D.Congo
2. Université de Lubumbashi | Faculté de médecine Humaine | Département de Science Biomédicale | unité de bactériologie | Lubumbashi | R.D. Congo |
3. Université de Likasi | Faculté polytechnique | Likasi | R.D. Congo |
4. Université de Lubumbashi | Faculté de médecine vétérinaire | Département de science Biomédicale | unité de Biochimie | Lubumbashi R.D. Congo |

| Received 13 April 2019 |

| Accepted 19 May 2019 |

| Published 04 June 2019 |

| ID Article | Patrick-ManuscriptRef.3-ajira130519 |

RESUME

Introduction : Les rivières de la ville de Lubumbashi sont caractérisées par une absence de traitement qui sont à la base des maladies d'origine hydrique à répétition et qui devient un problème de santé publique. **Objectifs :** L'objectif de notre étude était, d'une part, d'isoler les microorganismes dans l'environnement aquatique et, d'autre part, de déterminer la variation du pH, de l'oxygène dissous et de la température pendant la saison de pluies et pendant la saison sèche, afin d'évaluer l'impact de leur variation sur l'écologie microbienne du milieu aquatique. **Méthodes :** Nous avons effectué le prélèvement entre 12h00 à 13h00 pendant la saison de pluies de 2017 et la saison sèche de 2018. Pour chaque échantillon d'eau, nous avons pris la température, dosé l'oxygène dissous, mesuré le pH, puis nous avons procédé à l'ensemencement de l'eau sur des milieux de cultures et finalement à l'identification des microorganismes. Les échantillons d'eau ont été prélevés dans 12 rivières. **Résultats :** Les valeurs moyennes de la température, du pH et de l'oxygène dissous obtenus pendant la saison sèche ont été respectivement de 21,75 °C, 7,58 et 7,45 mg/dl. Pendant la saison de pluies ces valeurs moyennes ont été respectivement de 25,58°C, 7,29 et 5,92 mg/dl. Pour l'analyse microbiologique, *Aeromonas Hydrophila* et les Coliformes totaux ont été identifiés dans toutes les rivières de la ville de Lubumbashi pendant la saison sèche et la saison de pluies. Certes, il y a de particularités dans certaines rivières où nous avons identifié différentes bactéries comme *Klebsella planticola*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*. Cette diversité des microorganismes et changement de facteurs physicochimique sont dus au changement de saisons. **Conclusion :** L'absence d'un système adéquat du traitement des eaux usées de rivières de la ville de Lubumbashi, la présence des déchets provenant de l'activité humaine, minière et le débordement d'égouts qui peuvent survenir en aval des rivières lors des pluies constituent une source potentielle du mélange des micro-organismes, des éléments nutritifs et de facteurs physicochimique. La mairie de la ville de Lubumbashi doit trouver une solution mixte d'encadrement entre les miniers, les industriels et la population sur l'élimination de déchets.

Mots clés : Lubumbashi, eaux usées, microorganismes, oxygène dissous, température.

ABSTRACT

Background: The Rivers of the city of Lubumbashi are characterized by an absence of treatment that is to the basis of the illnesses of water origin to repetition and that becomes a problem of public health. **Objectives:** The objective of our survey was, on the one hand, to isolate the microorganisms in the aquatic environment and, of other part, to determine the variation of the pH, of the dissolved oxygen and of the temperature during the season of rains and during the dry season, in order to value the impact of their variation on the microbial ecology of the aquatic environment. **Methods:** We did the withdrawal between 12h00 to 13h00 during the season of rains of 2017 and the dry season of 2018. For every sample of water, we took the temperature, measured out the dissolved oxygen, measured the pH, then we conducted the sowing of water on surroundings of cultures and finally to the identification of the microorganisms. The samples of water have been appropriated in 12 rivers. Results: The middle values the temperature, the pH and the oxygen dissolved gotten during the dry season were respectively of 21.75 °C, 7.58 and 7.45 mg/dl. During the season of rains these middle values were respectively of 25.58°C, 7.29 and 5.92 mg/dl. For the microbiological analysis, *Aeromonas Hydrophilas* and the total Coliformes have been identified in all rivers of the city of Lubumbashi during the dry season and the season of rains. Certainly, there are particularities in some rivers where we identified different bacteria as *Klebsella planticola*, *Escherichia coli*, and *Enterococcus faecalis*. This diversity of the microorganisms and change of factors physicochimique are due to the change of seasons.

Conclusion: The absence of an adequate system of the treatment of waters used of rivers of the city of Lubumbashi, the presence of the garbage coming from the human, mining activity and the overflow of sewers that can occur downstream the rivers at the time of rains constitutes a potential source of the mixture of the micro-organisms, the nourishing elements and factors physicochimique. The town hall of the city of Lubumbashi must find a mixed solution of framing between the mining, the industrial and the population on the elimination of garbage.

Key words: *Lubumbashi, worn-out waters, microorganisms, dissolved oxygen, temperature.*

1. INTRODUCTION

De nos jours, la sauvegarde de l'environnement est au centre des préoccupations. Les nouveaux efforts consentis par l'homme afin de limiter ses impacts sur son milieu naturel et préserver ses ressources sont à l'origine de nombreuses évolutions, non seulement techniques mais aussi économiques et sociales. Parmi ces ressources, l'eau constitue sans aucun doute la plus grande richesse à sauvegarder. Malheureusement, l'homme en quête d'évolution a contribué à l'appauvrissement de la qualité des eaux.

L'écologie est un terme qui a été proposé par Haeckel comme la branche scientifique qui examine les rapports entre les organismes vivants et leur milieu. L'écologie microbienne est l'étude du comportement et des activités des microbes dans leur environnement naturel [1]. Aujourd'hui, l'écologie microbienne est utilisée d'une façon générale pour décrire la présence des micro-organismes et leurs contributions, au travers de leurs activités, aux endroits où on les trouve. Les changements saisonniers, les conditions physicochimiques dans un micro environnement peuvent changer rapidement à la fois dans le temps et l'espace [2]. Les rivières constituent des environnements microbiens différents, en des nombreux points importants.

Les rivières varient aussi sur le plan nutritif. Certaines sont oligotrophes ou pauvres en éléments nutritifs, d'autres sont eutrophes ou riches en substances nutritives. Les rivières oligotrophes restent aérobies pendant toute l'année et les changements de température saisonnière ne provoquent pas de stratification distincte. Au contraire les rivières eutrophes sont habituellement des sédiments chargés de matières organiques. Dans les rivières ayant une stratification thermique, l'épilimnion (couche supérieure chaude) est aérobie, alors que l'hypolimnion (couche basale plus froide et plus profonde) est souvent anaérobie (en particulier si le lac est riche en éléments nutritifs). L'épilimnion et l'hypolimnion sont séparés par une zone de décroissance brutale, de température appelée thermocline qui limite fort le mélange des eaux [3].

Les cyanobactéries et les algues forment parfois de gigantesques fleurs d'eau sur les rivières, les lacs fortement eutrophisés. Ce problème peut subsister pendant de nombreuses années, jusqu'à l'élimination de l'excès d'éléments nutritifs par le flux normal de l'eau à travers les rivières ou les lacs ou par la précipitation des substances nutritives dans les sédiments [1]. L'oxygène est un composant de l'air indispensable à la vie, aussi bien de la faune que de la flore terrestre et aquatique. Dans les milieux aquatiques, les animaux et les végétaux prélèvent l'oxygène dissous dans l'eau (oxygène gazeux O_2), qui est une composante naturelle des cours d'eau et des lacs indispensable au développement du milieu. La concentration en oxygène dissous en milieu fluvial suit une variation cyclique caractérisée par des valeurs maximales durant le jour et minimales durant la nuit, souvent avant l'aurore [4].

Parmi l'ensemble des facteurs physicochimiques et biologiques qui interviennent dans la variabilité diurne de l'oxygène dans les rivières, la température est un des facteurs dominants. La température influence en effet à la fois la solubilité de l'oxygène dans l'eau et l'activité biologique (photosynthèse et respiration), agissant ainsi sur le bilan de la concentration en oxygène à court terme [5,6,7]. Le pH indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau et est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution.

Les micro-organismes sont des composants essentiels de chaque écosystème (un écosystème est une communauté d'organismes avec leur environnement physique, qui fonctionne comme une unité écologique). Les micro-organismes remplissent donc de nombreuses fonctions importantes dans les milieux naturels : décomposer (minéraliser) des substrats organiques, servir de source alimentaire riche pour d'autres micro-organismes chimio hétérotrophes, servir de source alimentaire des protozoaires, des nématodes et des insectes terrestres, créant ainsi un réseau alimentaire, modifier des substances pour une utilisation par d'autres organismes, modifier des quantités de matières en formes solubles et gazeuses. Ceci se produit soit directement, par des processus métaboliques, soit indirectement par modification de l'environnement.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel

2.1.1 Echantillonnage : nous avons sélectionné 12 rivières de la ville de Lubumbashi, dans lesquelles nous avons effectué un prélèvement d'eau par rivière. Nous avons prélevé deux échantillons par rivières, l'un pendant la

saison sèche et l'autre pendant la saison de pluies, soit 24 échantillons au total, dont 12 pendant la saison sèche et 12 pendant la saison de pluies.

2.1.2 Autres matériels :

- Anse de platine, boîte de pétri, bec bunsen, incubateur, flacons stériles, pH mètre, thermomètre à piscine, plaque chauffante, bécher, erlen meyer,
- Flacon volumétrique standard 100 ml,
- Bouteille du lavage 500 ml,
- Milieux de culture : Gélose Mac conkey, bouillon lactose ou BCP,
- Milieux d'identification : Galerie API 20 E, N-dimethyl-paraphenylene diamine, eau oxygénée,
- Flacon, bécher en plastique de 100ml, burette de précision(A) + statif, pipettes de 5ml et 10ml de grade A,
- Réactifs chimiques : $KMnO_4$, KOH , KI , $Na_2S_2O_5$, H_2O , empois d'amidon, H_2SO_4 , pH Comprimé 9.2, 7.0, 4.0,

2.2. Méthodes

Nous avons utilisé la méthode prospective analytique, nous avons effectué le prélèvement entre 12h00 et 13h00 et pour chaque échantillon d'eau nous avons prélevé la température, dosé l'oxygène dissous et mesuré le PH. Enfin, nous avons procédé à l'ensemencement des échantillons d'eau sur des milieux de culture et à l'identification des germes.

2.2.1. Mesure du Ph

- Avant la mesure du pH, nous faisons la calibration avec le comprimé de pH 4.0, 7.0 et 9.2
- Remplir le récipient avec eau distillée sur la plaque basse de la position de l'électrode.
- Pincer la pince de l'électrode à la hauteur appropriée de sorte que l'électrode soit complètement immergée dans l'eau distillée.
- Avant que le calibrage ait immergé l'électrode dans l'eau distillée.
- Etalonner la Presse de l'instrument 2^{ème} bouton et suivi par cal de la Mode bouton.
- Immerger le pH 4.0 tampon et suivi par 7.0 et 9.20
- Après Calibrage
- L'électrode de pH le mètre est introduit directement dans l'échantillon liquide et la valeur est lue après 1 minute.

2.2.2. Dosage de l'oxygène dissous (méthode de Winkler)

- Bien rincer le récipient avec l'échantillon liquide à analyser, puis fermer hermétiquement le flacon exempt d'air.
- Ouvrir le flacon et ajoutez 5 gouttes de réactifs « manganous sulfate » et 5 gouttes de réactif « Alkali-Azide »
- Remplir le flacon avec l'échantillon à analyser. Remettez le bouchon en veillant à ce qu'il y ait aucune bulle d'air en surface.
- Homogénéiser bien la solution et l'échantillon devient jaune-orange en présence d'oxygène et un précipité se forme.
- Laissez le flacon 2 minutes environ puis ajoutez 10 gouttes de réactif acide sulfurique pour dissoudre toutes les particules en suspension
- L'échantillon devient complètement limpide (claire) et prêt pour analyser
- Prélever 5ml de la solution préparée dans un bécher en plastique, puis ajoutez 1 à 5 gouttes d'empois d'amidon tout en remuant la solution, la solution devient violet
- Puis titrer avec le thiosulfate de sodium 0,01N, goutte à goutte, le point titrage a la fin est atteint lorsque la solution devient limpide
- Lire le volume consommé de thiosulfate de sodium à la burette puis multipliez cette valeur par 10 pour obtenir la teneur en oxygène dissous.

2.2.3. Mesure de la température

Nous avons utilisé un thermomètre de piscine

- jeté le thermomètre dans la rivière attacher à une corde
- attendre que l'eau remplisse la colonne du thermomètre
- attendre 15 minutes pour faire la lecture.

2.3. Statistique

Nos résultats ont été comparés statistiquement à l'aide du test t de Student (test d'hypothèse).

3. RESULTATS

3.1. Résultats bruts

Tableau 1 : Le tableau montre les résultats obtenus pendant la saison sèche.

N°	Rivières	pH	O ₂ dissous (mg/l)	Température (°C)	Examen microbiologique
1.	LUBUMBASHI	8,1	8,34	22	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> - <i>Klebsiella planticola</i> -Coliformes totaux
2.	KATUBA	7,45	9,26	23°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> -coliformes totaux
3.	KAFUBU	7,92	8,12	20°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> - <i>Klebsiella planticola</i> - <i>Enterococcus faecalis</i> -coliformes totaux
4.	KAMPEMBA	7,70	6,98	24°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> -Coliformes totaux
5.	CANAL VUINDU	7,50	6,35	25°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> - <i>Escherichia coli</i> - <i>Enterococcus faecalis</i> -Coliformes totaux
6.	KAMIBANGA	7,07	7,32	21°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> - <i>Klebsiella planticola</i> -Coliformes totaux
7.	KABULAMESHI	8,10	7,82	21°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> -Coliformes totaux
8.	KARAVIA	7,1	6,32	21°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> -Coliformes totaux
9.	KALUBWE	7,85	8,02	21°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> -Coliformes totaux
10.	KIMILOLO	7,40	7,61	20°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> - <i>Klebsiella planticola</i> -Coliformes totaux
11.	KAMASAKA	7,58	6,22	21°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> -Coliformes totaux
12.	MIMBULU	7,21	7,05	21°C	- <i>Aeromonas hydrophyla</i> -Coliformes totaux

Tableau 2 : Le tableau montre les résultats obtenus pendant la saison de pluie.

N°	Rivières	pH	O ₂ dissous (mg/l)	Température (°C)	Examen microbiologique
1.	LUBUMBASHI	7,98	6,22	28°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> <i>Klebsiella planticola</i> <i>Escherichia coli</i> Coliformes totaux
2.	KATUBA	8,22	5,88	26°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> <i>Klebsiella planticola</i> <i>Enterococcus faecalis</i>
3.	KAFUBU	7,01	6,32	24°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> <i>Klebsiella planticola</i> <i>Enterococcus faecalis</i> Coliformes totaux
4.	KAMPEMBA	6,98	6,01	26°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> Coliformes totaux <i>Enterococcus faecalis</i>
5.	CANAL VUINDU	6,57	5,90	26°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> <i>Klebsiella planticola</i> <i>Escherichia coli</i> Coliformes totaux

					<i>Enterococcus faecalis</i>
6.	KAMIBANGA	6,85	5,75	25°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Escherichia coli</i> Coliformes totaux
7.	KABULAMESH I	7,35	6,88	26°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> Coliforme totaux
8.	KARAVIA	7,58	6,03	24°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> Coliformes totaux
9.	KALUBWE	6,90	5,03	28°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> <i>Klebsiella planticola</i> Coliformes totaux <i>Enterococcus faecalis</i>
10.	KIMILOLO	7,69	6,0	25°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> <i>Enterococcus faecalis</i> Coliformes totaux
11.	KAMASAKA	7,60	5,5	24°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> Coliformes totaux
12.	MIMBULU	6,88	6,05	25°C	<i>Aeromonas hydrophyla</i> <i>Escherichia coli</i> Coliformes totaux

3. 2. Analyse statistique des données

Nous allons comparer les valeurs moyennes obtenues pendant la saison sèche et celles obtenues pendant la saison de pluie

A. pH

Saison sèche

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= 7,58 \\ N_1 &= 12 \\ S_1^2 &= 0,5866\end{aligned}$$

Saison de pluies

$$\begin{aligned}\bar{X}_2 &= 7,29 \\ n_2 &= 12 \\ S_2^2 &= 0,8683\end{aligned}$$

$$tc = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad \text{Test d'hypothèse } H_0: \bar{X}_1 = \bar{X}_2, H_1: \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

Degré de liberté = 2,07

$$tc = \frac{7,58 - 7,29}{\sqrt{\frac{(0,58661)^2}{12} + \frac{(0,8683)^2}{12}}} = 0,58 \quad (1)$$

$tc \in [-2,07 + 2,07]$, Alors on accepte H_0 , c'est à-dire la différence entre $\bar{X}_1$ et $\bar{X}_2$ n'est pas significative ($P > 0,05$).

B. oxygène dissous

Saison sèche

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= 7,45 \\ n_1 &= 12\end{aligned}$$

Saison de pluies

$$\begin{aligned}\bar{X}_2 &= 5,92 \\ n_2 &= 12\end{aligned}$$

$$S_1^2 = 1,51$$

$$S_2^2 = 0,633$$

$$t_c = \frac{7,45 - 5,92}{\sqrt{\frac{(1,515)^2}{12} + \frac{(0,6333)^2}{12}}} = 2,55 \quad (2)$$

$Tc \notin [-2,07 + 2,07]$, ici on rejette H_0 et on accepte H_1 , c'est à-dire la différence entre $\bar{X}_1$ et $\bar{X}_2$ est significative ($P < 0,05$).

C. Temperature

Saison sèche

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= 21,75 \\ N_1 &= 12 \\ S_1^2 &= 2,4166\end{aligned}$$

Saison de pluies

$$\begin{aligned}\bar{X}_2 &= 25,58 \\ n_2 &= 12 \\ S_2^2 &= 2,1666\end{aligned}$$

$$t_c = \frac{21,75 - 25,58}{\sqrt{\frac{(2,4166)^2}{12} + \frac{(2,166)^2}{12}}} = 4,38 \quad (3)$$

$t_c \notin [-2,07 + 2,07]$, alors on rejette H_0 et on accepte H_1 , c'est-à-dire la différence entre $\bar{X}_1$ et $\bar{X}_2$ est significative ($P < 0,05$).

4. DISCUSSION

Les résultats moyens obtenus après l'analyse minérale et microbiologique dans notre étude sont repartis de la manière suivante : les valeurs moyennes de la température, du pH et de l'oxygène dissous obtenus pendant la saison sèche ont été respectivement de 21,75°C, 7,58 et 7,45 mg/dl, tandis que celles obtenues pendant la saison de pluies ont été respectivement de 25,58°C, 7,29 et 5,92 mg/dl. Pour l'analyse microbiologique, il convient de signaler qu'*Aeromonas Hydrophila* et les Coliformes totaux ont été identifiés dans toutes les rivières de la ville de Lubumbashi pendant la saison sèche et la saison de pluies. Certes, il y a de particularité dans certaines rivières où nous avons identifié différentes bactéries comme *Klebseilla planticola*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*.

Les différences de la température, du pH et de l'oxygène dissous pendant les deux saisons résultent du fait qu'aux changements saisonniers, les conditions physicochimiques dans un microenvironnement peuvent changer rapidement, à la fois dans le temps et dans l'espace [2]. Aux changements de saisons, l'eau de surface aérobie et l'eau profonde anaérobie permutent en raison de différences de température et de gravité spécifique. L'énergie entre dans les écosystèmes sous forme de lumière (photosynthèse), de carbone organique et de substances inorganiques réduites. La lumière est utilisée par les phototrophes pour synthétiser de la matière organique nouvelle formée de carbone, mais aussi d'azote, de soufre, de phosphore, de fer et d'autres éléments.

La température et la lumière sont d'ailleurs les facteurs environnementaux prédominants dans le contrôle de la production primaire [7]. Or, la photosynthèse et la température de l'eau sont deux facteurs déterminants dans les variations diurnes de l'oxygène dissous dans les rivières. La concentration en matière en suspension influence aussi la production primaire de façon indirecte par la diminution de la quantité de lumière disponible pour la photosynthèse ; les rejets des eaux usées, le ruissellent, l'évacuation d'un réservoir et les retombées des feuilles dans la rivière, engendre une augmentation de la turbidité de l'eau par la remise en suspension des sédiments et, par le fait même, une diminution de la pénétration de la lumière.

Ceci a pour effet de faire chuter l'activité photosynthétique et de faire augmenter le taux de respiration algale et bactérienne, causant ainsi une diminution de la concentration en oxygène dans le milieu et une perturbation du cycle diurne de l'oxygène.

Le cycle diurne de la concentration en oxygène d'une rivière est influencé par la température de l'eau qui a un effet sur le taux de ré aération et sur l'activité des microorganismes aquatiques [8]. La solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue lorsque la température augmente, ce qui induit une diminution de la concentration en oxygène à saturation. Ce phénomène peut être compensé par un apport en oxygène comme par la photosynthèse. Or, la température influence le taux de consommation d'oxygène par les organismes durant le jour (effet de l'énergie solaire sur la température de l'eau).

Le pH indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau et est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Nous avons observé que la rivière Canal Viundu présente un pH acide de 6,57 pendant la saison de pluies et nous y avons isolé cinq bactéries pendant cette saison et 4 bactéries pendant la saison sèche où *Klebseilla* n'a pas été isolé. Ceci s'explique par le fait que Canal Viundu est une rivière qui reçoit plusieurs déchets des activités humaines (eaux usées, déchets de fosses septiques, des effluents miniers). Les rivières Kampemba, Kamibanga, Kalubwe et Minbulu ont présenté un pH légèrement acide tandis que la rivière Katuba a présenté un pH alcalin (8,22) pendant la saison de pluies. Pendant la saison sèche, les rivières Lubumbashi et Kabulameshi ont présenté aussi un pH alcalin. Le pH influence la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques. Dans les eaux naturelles peu soumises aux activités humaines, le pH dépend de l'origine de ces eaux. Nos résultats d'analyses minérales convergent avec ceux du Ministère du développement durable, de l'Environnement et de Parcs du Canada [9] qui préconise que les concentrations en oxygène dissous devraient être supérieures à 7 mg/l pour une température d'eau se situant entre 5 et 10°C, à 6 mg/l pour une température d'eau se

situant entre 10 et 15°C et à 5 mg/l pour une température se situant entre 20 et 25°C. De même, nos résultats sont en accord avec ceux préconisés par [10] pour l'eau de mer et l'eau douce et selon lesquels à une température de 0°C, la concentration en O₂ dissous est respectivement de 8,0 et 10,3 mg/l ; à 10°C, cette concentration est respectivement de 6,4 et 8,0 mg/l, à 15°C, elle est respectivement de 5,8 et 7,2 mg/l ; à 20°C, elle est respectivement de 5,3 et 6,5 mg/l et à 30°C, elle est respectivement de 4,5 et 5,6 mg/l.

Nous avons isolé plus des bactéries pendant la saison de pluies que pendant la saison sèche. Parmi ces bactéries, Nous avons le genre *Aeromonas* qui regroupe des bactéries de la classe des *Gamma proteobacteria* appartenant à la famille des *Aeromonadaceae*.

L'*Aeromonas hydrophila* isolée est pathogène des animaux à sang froid (serpents, poissons) et des mammifères. Elle est pathogène opportuniste chez l'homme, provoquant notamment des gastro-entérites infectieuses. Les *Klebsiella* sont des entérobactéries immobiles et capsulées. Ce sont aussi des commensales du tube digestif des animaux et de l'homme qui peut également en héberger dans l'oropharynx. On peut les rencontrer aussi à l'état commensal sur la peau et les muqueuses, notamment les muqueuses respiratoires.

Les coliformes totaux forment un groupe constitué de plusieurs groupes de bactéries tels que Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo tolérants ; l'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* (*E. coli*) et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* [11, 12]. Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique, tels les effluents industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire [13, 14]. L'intérêt de la détection de ces coliformes, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales.

5. CONCLUSION

Dans notre étude portée sur la caractérisation de l'écologie microbienne des rivières avec comme facteurs la saison sèche et la saison de pluie, les valeurs moyennes de la température, du pH et de l'oxygène dissous obtenues pendant la saison sèche ont été respectivement de 21,75 °C, 7,58 et 7,45 mg/dl. Pendant la saison de pluies ces valeurs moyennes ont été respectivement de 25,58°C, 7,29 et 5,92 mg/dl.

Pour l'analyse microbiologique, *Aeromonas Hydrophila* et les Coliformes totaux ont été identifiés dans toutes les rivières de la ville de Lubumbashi pendant la saison sèche et la saison de pluie. Certes, il y a de particularité dans certaines rivières où nous avons identifié différentes bactéries comme *Klebsiella planticola*, l'*Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*. Cette diversité des microorganismes est due aux changements de saisons ou l'eau de surface aérobie (qui reçoit plusieurs déchets) et l'eau profonde anaérobie permutent en raison de différences de température et de gravité spécifique. Après formation du mélange, les bactéries et les algues mobiles migrent dans la colonne d'eau pour trouver l'environnement le plus approprié. S'il y a apport de quantités suffisamment importantes de composés nitrifiants, l'eau subit une eutrophisation (un enrichissement en éléments nutritifs) qui stimule la croissance des plantes, des algues et des bactéries. Malheureusement, certains écosystèmes manquent d'oxygène dissous et présentent alors une qualité de l'eau médiocre, peu propice à la vie aquatique. L'absence d'un système adéquat du traitement des eaux usées de rivières et les débordements d'égouts qui peuvent survenir en aval des rivières à Lubumbashi lors des pluies sont une source potentielle des mélanges de micro-organismes, des éléments nutritifs mais aussi de la possibilité de diminuer la capacité d'autoépuration d'une rivière. Ce processus peut engendrer une modification du pH, une variation de la température et une perte en oxygène qui peut en avoir un impact sur la concentration moyenne en oxygène d'une rivière.

Reconnaissance : Nos remerciements vont à l'endroit du laboratoire de la Société Schemaf et du laboratoire de cliniques universitaire de Lubumbashi, qui nous ont aidés dans la réalisation de ce travail.

6. REFERENCES

- [1] Barthe C., Perron J et Perron J.M.R. Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable. Document de travail (version préliminaire), Ministère de l'Environnement du Québec, 1998, p 155.
- [2] Butcher J.B. et Covington S. Dissolved oxygen analysis with temperature dependence. *J. Environ. Eng.* 1995; 121: 756-759.
- [3] Dojoz R.: Précis d'écologie, 8^{ème} éd, Dunod. Paris, 2006; p 422.
- [4] Edberg S C, Rice EW, Karlin RJ et Allen M.J. : *Escherichia coli* : the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*. 2000; 88: 106S-116.
- [5] Elmund G.K, Allen Mj et Rice EW. Comparison of *Escherichia coli*, total coliform and fecal coliform populations as indicators of waste water treatment efficiency. *Water Environ. Res.* 1999; 71: 332-339 .
- [6] Le Blanc M, Malaise F : Lubumbashi un écosystème urbain tropical, Cis/UNAZA, Campus de Lubumbashi, Zaïre. 1978; p 164.
- [7] Livingstone D.M. The diel oxygen cycle in three subalpine Swiss streams. *Arch. Hydrobiol.* 1991 ; 120 : 457-479 .

- [8] Madigan Mt, Martinko J M : Biologie des microorganismes. 1^{ère} éd, Université Carbondale de l'Illinois de Sud, USA. 2007 ; pp 28, 628,637-639.
- [9] O'connor D.J. et Di Toro D.M.: Photosynthesis and oxygen balance in streams. *J. Sanit. Eng. Div. ASCE*. 1970 ; 96 : 547-571 .
- [10] OMS, Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2 – Critères d'hygiène et documentation à l'appui. Organisation mondiale de la Santé, 2^e édition 2000 ; p 1050. Accessible à : www.who.int/water_sanitation_health/GDWQ/Summary_tables/
- [11] Prescott M L, Harley P J, Klein A D, Sherwood M L, Woolverton W S: Microbiologie. 3^{ème} édition, De Boeck Université, Bruxelles. 2010 ; pp 828,830-8340
- [12] Sabater S., Armengol J., Comas E., Sabater F., Urrizalqui I. Et Urrutia I., Algal biomass in a disturbed Atlantic river: water quality relationships and environmental implications. *Sci. Total Environ*. 2000; 263: 185-195.
- [13] Tortora G J, Funke B J, Case C L. Introduction à la microbiologie. 2^{ème} édition, Renouveau Pédagogique, Québec. 2012; pp 572, 787,795, 797.
- [14] Villeneuve V., Legare S., Painchaud J. Et Warwick V. : Dynamique et modélisation de l'oxygène dissous en rivière. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Édifice Marie-Guyart, 7^e étage, 675, boulevard René-Lévesque Est, Québec. 2005.



Citer cet article: Patrick Banza, Eric Kassamba, Jean Katshiwa, et Victor Ndibualonji. CARACTERISATION DE L'ÉCOLOGIE MICROBIENNE DU MILIEU AQUATIQUE : EFFET SAISON. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2019; 8(6):238-245.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>