

Détermination de Quelques Paramètres Indicateurs de la Pollution Organique de la Rivière Lukaya à Kinshasa en République Démocratique du Congo

MUSANGA MATONDO Jean^{*1}, THAMBWE MUNGELA Thryphon², ISULU MBUNGWAL Guelor¹, MAYAYA KADISHI Emile³, LANDA Alain¹

Paper History

Received:
August 13, 2018

Revised:
April 23, 2019

Accepted:
July 03, 2019

Published:
July 27, 2019

Keywords:

Organic pollution; river;
Lukaya; organic pollution
index.

ABSTRACT

Determination of Organic Pollution Indicators in Lukaya River, Kinshasa, Democratic Republic of Congo.

This study was conducted under the ecological conditions of Kinshasa. It analyzes the waters of Lukaya river and its tributaries in the section crossing the town of Kinshasa; from the point of water catchment by the Régideso station upstream of the tributary Bumuna. The physico-chemical and chemical analysis were done in order to measure the concentrations of parameters indicators of organic pollution in Lukaya River and its tributaries in order to calculate the organic pollution index and evaluate the contribution of pollutants to the tributaries. The results revealed that the waters of the Lukaya River and its tributaries are weakly mineralized. The electrical conductivity of waters varies with the inflow of tributaries. Minocongo's poultry activities tend to increase the pH and nitrate concentrations of waters. Organic pollution index indicates zero pollution of the River's waters and its tributaries.

¹Département d'Agronomie & des Eaux et forêts, Institut Supérieur d'Agroforesterie et de Gestion de l'Environnement d'Aten, Gungu, Kwilu, R. D. Congo.

²Département de Gestion des entreprises de développement rural, Institut supérieur d'Agroforesterie et de Gestion de l'Environnement d'Aten, Gungu, Kwilu, R. D. Congo.

³Institut Supérieur Pédagogique de Dibaya-Lubwe, Kwilu, R. D. Congo.

* To whom correspondence should be addressed: jeanmusangu123@gmail.com

crise globale de l'environnement [RAMADE, 2002].

Les cours d'eau s'appauvrisent d'une part en oxygène, ce dernier étant consommé par le processus d'autoépuration et par la métabolisation bactérienne des déchets organiques et d'autre part, ils s'enrichissent en agents nitrates et phosphates, indicateurs majeurs de la pollution organique [THILL et EZIN, 2002].

Il est à noter qu'à Kinshasa, les rivières sont considérées comme les exutoires de tous les déchets produits dans la ville. Les eaux usées, les déchets et les ordures sont déversés dans les rivières à l'état brut sans un traitement préalable ; ce qui justifie la susceptibilité à la pollution des eaux de surface ayant comme conséquence directe, le traitement onéreux par des méthodes classiques.

Par ailleurs, les eaux de la rivière Lukaya sont polluées [LEMBA ,2009]. Cette pollution serait liée aux activités maraîchères identifiées le long du cours d'eau, au déversement dans le cours d'eau, des effluents issus du nettoyage des installations de la ferme avicole de Minocongo, au déversement dans le cours d'eau des déchets issus de concassage des moellons produits par la SBA (société de broyage d'Afrique) et la SGI (société générale d'immobilier),

INTRODUCTION

La qualité des eaux de surface dans le monde a connu depuis quelques années une grande dégradation causée certainement par des pollutions d'origine anthropique. Il s'agirait notamment des rejets industriels non contrôlés ; des rejets des effluents dans les cours d'eaux ; de l'utilisation intensive des engrains minéraux dans l'agriculture ; ainsi que l'exploitation désordonnée des ressources en eau [HAMID et al., 2007].

Les activités effectuées par l'homme peuvent produire des modifications dans les propriétés de l'eau et rendre ainsi l'eau impropre aux usages souhaités, y compris la consommation humaine [MUSANGA, 2014].

A titre d'exemple, PROULX et al. [2010], signale que le niveau de pollution du fleuve Jaune en Chine a été multiplié par deux depuis les années 1980 suite au déversement dans le cours d'eau des effluents industriels. La pollution des eaux de ce fleuve a provoqué la disparition des dauphins de Chine aussi appelés dauphins de Yang Tsé et serait à la base de 118000 morts d'hommes par cancer pendant l'année 2004.

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la

deux sociétés situées à Kasangulu, territoire par lequel passe la rivière Lukaya.

La rivière Lukaya présente un intérêt économique dû le captage de son eau qui est distribuée à la population, après traitement par la station de la Régideso. D'autres activités y sont réalisées dont le prélèvement à l'état brut de l'eau par la population riveraine, la baignade et la lessive.

L'objectif global de la présente étude est de contribuer à la gestion durable des ressources en eau identifiées au niveau du bassin versant de la rivière Lukaya pour en préserver les écosystèmes aquatiques et la santé de la population. Spécifiquement cette étude a pour objectif de mesurer les concentrations des paramètres indicateurs de la pollution organique de la rivière Lukaya afin de calculer l'indice de pollution organique et d'évaluer l'apport en éléments polluants des affluents de la rivière.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Le bassin versant de la Lukaya est drainé par un cours d'eau principal, rivière Lukaya ; long de 34,75km. Ce bassin versant couvre un espace géographique compris entre les latitudes 4°46'26,50" Sud et 4°25'54,50" Est et des longitudes 15°07'53,50"Est et 15°21'09,50"Est, pour une superficie de 349,95 km².

La rivière Lukaya est un affluent de la rivière N'djili dont un tronçon traverse la ville de Kinshasa. Elle prend sa source dans la province du Kongo-central anciennement appelé Bas-Congo, précisément dans les monts de Cristal à Ntampa, territoire de Kasangulu. Le bassin versant de Lukaya jouit d'un climat tropical humide du type AW₄, selon la classification de Köppen, avec une température moyenne annuelle de 24°C et une pluviométrie moyenne annuelle de 1500 mm.

Echantillonnage

Les échantillons d'eau de surface de la Lukaya et de ses affluents (Nsaya ; Malala ; Matampa ; Bumuna) ont été prélevés à 80% de la profondeur totale pour le cours d'eau principal et à 60% de la profondeur totale pour les affluents [RODIER, 1996].

Le choix des points de prélèvement a été choisi après avoir pris connaissance du terrain suite à une prospection et en fonction des activités anthropiques susceptibles d'induire une détérioration de la qualité de l'eau de cette rivière. Les échantillons ont été prélevés depuis la station de captage d'eau brute par la Régideso jusqu'en amont du point de confluence entre l'affluent Bumuna et la rivière Lukaya (cours d'eau principal).

Les échantillons d'eau à analyser ont été prélevés dans les bouteilles en polyéthylène de 500 mL et gardés au frais dans une glacière pour leur transport, jusqu'au laboratoire de Physique du sol et Hydrologie du Commissariat Général à l'Energie Atomique / Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa (CGEA/CREN-K).

L'échantillonnage s'est étalé sur une période d'un mois et treize jours soit du 19 novembre au 31 Décembre 2010. Il a été réalisé sur neuf (9) sites de prélèvement. Les uns sont situés sur la rivière Lukaya et les autres au niveau des affluents, peu avant la zone de confluence avec la rivière Lukaya. Quatre campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, deux campagnes (la première et la deuxième) pendant la période sèche et deux autres campagnes (la troisième et la quatrième) pendant la période pluvieuse.

Les principaux sites de prélèvement sont les suivants : P1, site correspondant au point de captage d'eau brute par la station de la Régideso, un site où les effets des différentes activités réalisées en amont devraient être appréhendés ; P2 : site situé dans la rivière Lukaya en amont de la confluence avec l'affluent Nsaya ; P3 : site correspondant au premier point de déversement des effluents issus du nettoyage des installations de la ferme avicole Minocongo. Du fait que le nettoyage a lieu la nuit, pendant nos prélèvements, le débit des effluents était faible. P4 : deuxième point de déversement des effluents de la ferme avicole de Minocongo ; P5 : situé dans la rivière Lukaya en amont de la confluence avec l'affluent Bumuna ; ce site est situé en amont de tous les points de prélèvement ; P6 : affluent Nsaya ; P7 : affluent Malala ; P8 : affluent Matampa ; P9 : affluent Bumuna.

Les coordonnées géographiques des emplacements des principaux sites échantillonnés, prélevées à l'aide du GPS Garmin 60 sont reprises dans le Tableau 1.

Tableau 1 Coordonnées géographiques des points échantillonnés

Code des sites de prélèvement	Altitude(m)	Latitude Sud (DMS)	Longitude Est (DMS)
P1	304	4°28'58,3"	15°16'15"
P2	310	4°29'0,6"	15°16'7,6"
P3	316	4°29'15,2"	15°15'54,6"
P4	323	4°29'15,05"	15°15'44,2"
P5	317	4°29'18,6"	15°15'44,1"
P6	324	4°29'22"	15°15'39,8"
P7	327	4°29'23,8"	15°15'38,7"
P8	322	4°29'35,7"	15°15'23,5"
P9	320	4°29'36,3"	15°15'29,9"

Analyses physico-chimiques

Au laboratoire, les échantillons d'eau à analyser ont été gardés au frigo, à une température de 4°C. Les analyses chimiques ont été réalisées les unes après 48 heures et les autres 72 heures après l'échantillonnage [CO.BA.H.MA, 2001].

Les paramètres physico-chimiques analysés sont : le pH ; l'oxygène dissous (O₂ dissous en mg/L) ; la conductivité électrique (µS/cm) ; et la température (°C). Les mesures de ces paramètres ont été faites à l'aide d'un multiparamètre portatif de marque WTW340i/SET. Le kit du multiparamètre utilisé était composé d'un compteur et des différentes sondes (conductivité électrique ; oxygène dissous ; température ; pH) pour la prise de mesure et des

réactifs de calibration des différentes sondes. Ces mesures ont été faites sur terrain à cause de leurs grandes sensibilités aux conditions du milieu. Les sondes de mesure sont spécifiques pour chaque paramètre à analyser et sont connectées au compteur qui affiche les mesures sur l'écran digital du multiparamètre [RODIER, 1996].

Les paramètres chimiques par contre ont été analysés au laboratoire susmentionné à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible Hach DR/2400. Pour chaque élément analysé, le protocole d'analyse du spectrophotomètre a été utilisé scrupuleusement [RODIER, 1984]. Les données obtenues ont été traitées et analysées avec le logiciel Excel® 2007.

RESULTATS

Présentation des valeurs moyennes des paramètres analysés en différents sites

Les Tableaux 2 et 3 représentent les concentrations moyennes de quatre mesures des éléments. Ces moyennes ont été obtenues après toutes les campagnes d'échantillonnage dans les différents sites situés dans la Lukaya et au niveau de ses affluents.

Les valeurs de l'OMS données dans les Tableaux 2 et 3 sont des concentrations maximales acceptables (limite de qualité).

De l'analyse de ces tableaux, il découle les éléments suivants pour la rivière Lukaya et ses affluents : le pH des eaux de cette rivière et de ses affluents tend vers une neutralité (pH moyen faiblement acide 6,5 pour la Lukaya et 5,9 pour les affluents ; ce qui rassure sur la survie de la plupart des espèces tant animales que végétales et ne constitue pas du tout un risque pour la baignade et la consommation pour certains riverains peu exigeants. Ces eaux présentent une faible minéralisation $\mu\text{S}/\text{cm} < 100$, malgré le déversement des effluents de nettoyage et de concassage des roches. La conductivité électrique a été plus élevée au niveau des affluents (soit une moyenne de 37, 83 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$) que sur le cours d'eau principal (soit 26,55 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ en moyenne). Une dilution par les eaux des pluies aurait plus lieu dans la rivière Lukaya que dans ses affluents et les effluents de la ferme avicole de Minoongo ont augmenté le pH des eaux de la Lukaya comme observé au niveau de P3 et P4.

Les eaux de la rivière Lukaya et de ses affluents ont présenté une pollution nulle avec un indice de pollution organique (IPO) de 4,6.

Evolution des paramètres physico-chimiques et chimiques pendant les différentes campagnes d'échantillonnage

Les Figures 1 à 10 représentent l'évolution des paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux de la rivière Lukaya analysées pendant la période d'étude selon différents sites de prélèvement pendant les campagnes d'échantillonnage.

Tableau 2 Paramètres physico-chimiques des eaux de la rivière Lukaya et de ses affluents.

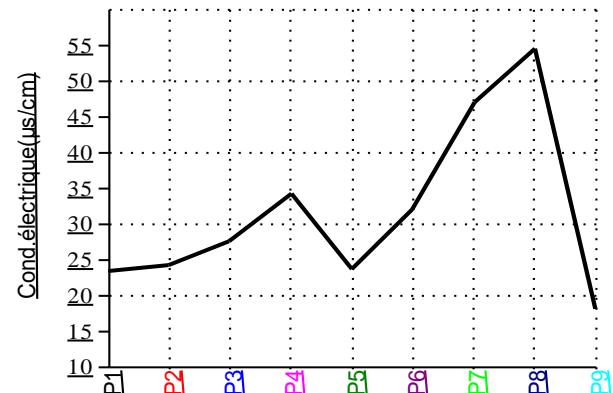
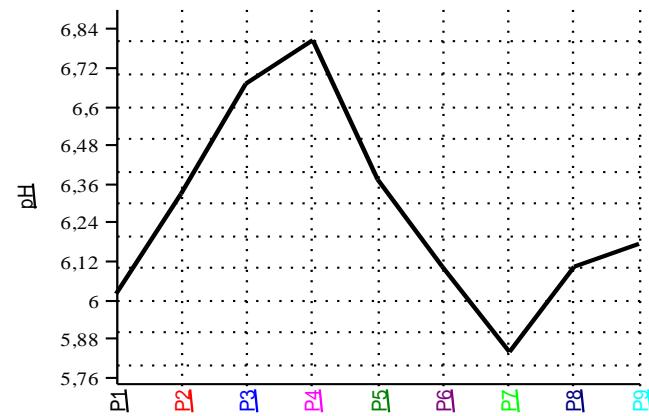
Sites de prélèvement	pH	Paramètres physico-chimiques				Matières en suspension (MES) ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
		Conductivité électrique ($\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$)	Température (°C)	Oxygène dissous ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)		
Cours d'eau principal (rivière Lukaya)						
P1	5,87	23,25	26,05	0,84	39,3	
P2	6,3	24,25	27,55	1,68	28,3	
P3	6,8	27,5	27,1	1,13	24,93	
P4	6,9	34,25	28,55	1,11	38,73	
P5	6,7	23,5	27,25	1,44	59,73	
Moyenne	6,5	26,55	27,03	1,24	38,198	
Ecart –type	0,0049	0	0,01	0	0,0016	
C.V. (%)	0,9	0	0,036	0	0,004	
Min-Max	5,87-6,9	23,25-34,25	26,05-28,55	0,84-1,68	24,93-59,73	
Affluents de la rivière Lukaya						
P6	5,5	32	27,37	0,55	62,66	
P7	6,1	46,82	28,07	0,88	45,33	
P8	5,9	54,5	28,75	1,27	29,66	
P9	6,3	18	28,3	1,45	19,33	
Moyenne	5,95	37,83	28,12	1,03	39,24	
Ecart- type	0	0,73	0,0001	0,0009	0,0004	
C.V. (%)	0	1,92	0,003	0,087	0,001	
Min – Max	5,5-6,3	18-54,5	27,37-28,75	0,55-1,45	19,33-62,66	
Directives de l'OMS	6,5≤ pH≥ 9,5	2000 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	25°C		1000 mg .L ⁻¹	

Tableau 3| Résultats des analyses chimiques des eaux de la rivière Lukaya et ses affluents.

Sites de prélèvement	Résultats des analyses chimiques en mg.L ⁻¹					Indice de pollution organique (IPO)	Pollution
	Nitrates (NO ₃ ⁻)	Nitrites (NO ₂ ⁻)	Sulfates (SO ₄ ²⁻)	Phosphates (PO ₄ ²⁻)	Ammonium (NH ₄ ⁺)		
Cours d'eau principal (rivière Lukaya)							
P1	3,001	0,006	10,6	2,83	0,24	4,6	Nulle
P2	2,9	0,24	11,6	4,77	0,31	4,6	Nulle
P3	9	0,036	13,6	0,39	0,29	4,6	Nulle
P4	9,37	0,06	10,3	0,79	0,87	4,6	Nulle
P5	1,22	0,008	17,1	0,64	0,18	4,6	Nulle
Moyenne	5,09	0,07	12,64	1,88	0,37	4,6	
Ecart-type	0,0016	0	0	0,004	0,01	4,6	
C.V. (%)	0,56	0	0	0,21	2,7	4,6	
Min-Max	1,22-9,37	0,006-0,24	10,3-17,1	0,39-4,77	0,18-0,87	4,6	
Affluents de la rivière Lukaya							
P6	2,02	0,22	6,5	0,32	0,42	4,6	Nulle
P7	2,72	0,015	2,6	0,62	0,48	4,6	Nulle
P8	0,69	0,009	11	1	0,35	4,6	Nulle
P9	0,92	0,013	15	2,31	0,19	4,6	Nulle
Moyenne	1,58	0,06	8,77	1,06	0,36		
Ecart-type	0,0009	0,0002	0,0004	0,0001	0		
C.V. (%)	0,9	0,33	0,0045	0,009	0		
Min – Max	0,69-2,72	0,009-0,22	2,6-15	0,32-2,31	0,19-0,48		
Directives de l'OMS	50mg.L⁻¹	0,50mg.L⁻¹	250mg.L⁻¹	200-400 mg. L⁻¹	0,5mg.L⁻¹		

De la [Figure 1 à 10](#), il convient de noter que durant ces campagnes d'échantillonnage, la conductivité ; les matières en suspension, les sulfates, les nitrates des eaux de la rivière Lukaya et ses affluents sont soumis à une grande variabilité d'amont en aval. Par contre, les autres paramètres, notamment la température, le pH, l'oxygène dissous et les phosphates ne varient que faiblement. A la deuxième campagne, nous observons un pic caractéristique des matières en suspension lié probablement aux effluents de SBA et SGI. Le P3 et P4 ont accusé une augmentation de pH par rapport à tous les autres points de prélèvement. La conductivité électrique ; les matières en suspension et les nitrites qui varieraient suite aux apports des affluents ([Figures 2, 5 et 6](#)) et une grande variabilité des nitrates liées au déversement dans le cours d'eau des effluents de la ferme Minoongo ([Figure 8](#)).

Les précipitations ont influencé les différents paramètres sous étude où nous remarquons une augmentation de la conductivité, surtout dans les affluents, des nitrates, du pH et de l'oxygène dissous d'amont en aval. La nitrification pressentie au niveau de l'évolution de ces paramètres suivant le site d'échantillonnage peut être corrélée avec l'évolution du pH et de l'oxygène dissous. La troisième campagne pluvieuse est aussi caractérisée par une augmentation de la concentration des matières en suspension (MES) et des valeurs de la conductivité électrique liée probablement aux apports des eaux de ruissellement et au lessivage des rives qui apportent les sédiments dans les

**Figure 1|** Evolution de pH en fonction des sites d'échantillonnage**Figure 2|** Evolution de la conductivité électrique en fonction des sites d'échantillonnage

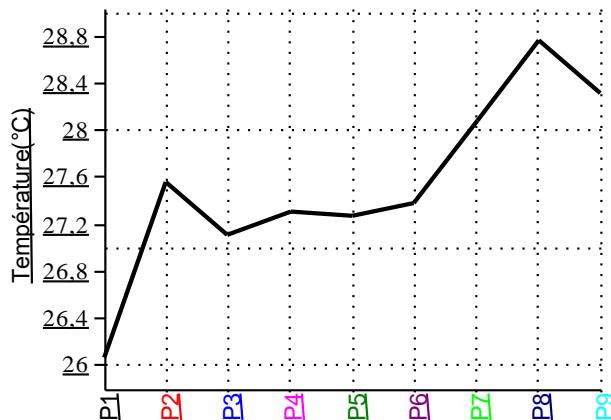


Figure 3| Evolution de la température en différents points d'échantillonnage

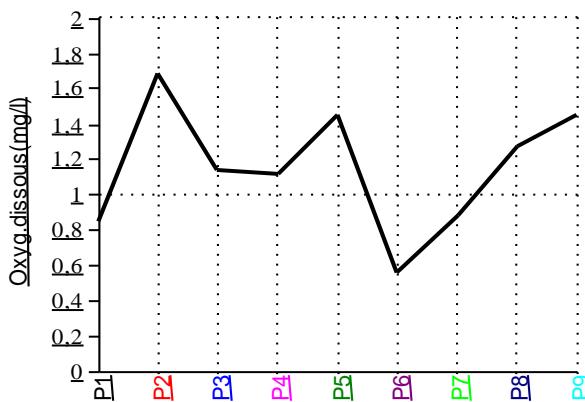


Figure 4| Evolution de l'oxygène dissous en différents points d'échantillonnage

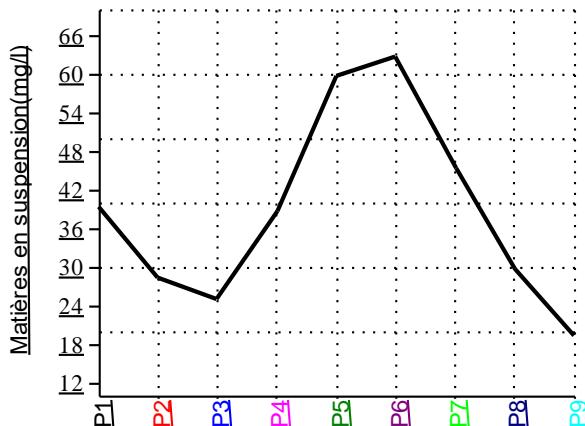


Figure 5| Evolution des matières en suspension dans différents points d'échantillonnage

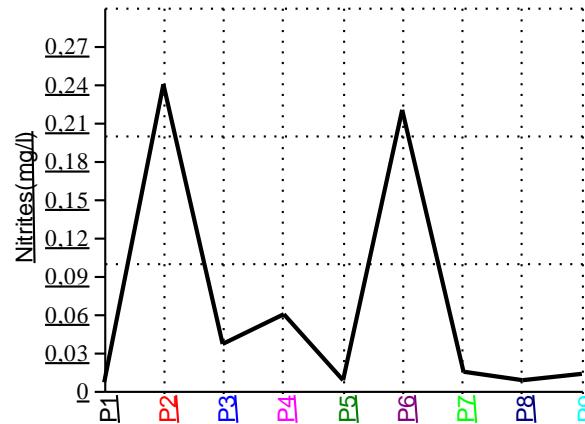


Figure 6| Evolution des nitrites dans différents points d'échantillonnage

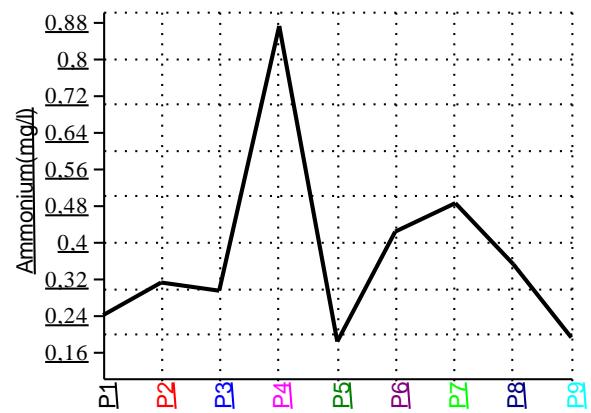


Figure 7| Evolution de l'ion ammonium dans différents points d'échantillonnage

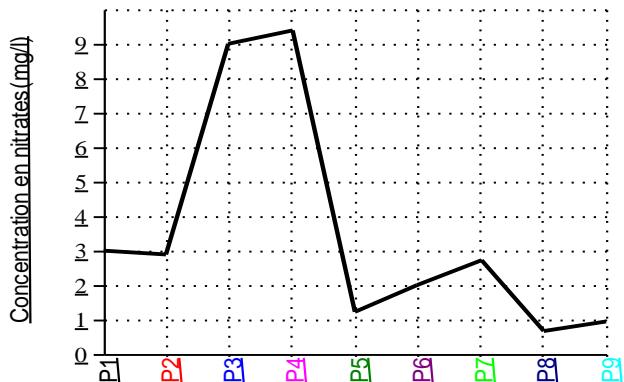


Figure 8| Evolution de nitrates dans différents points d'échantillonnage

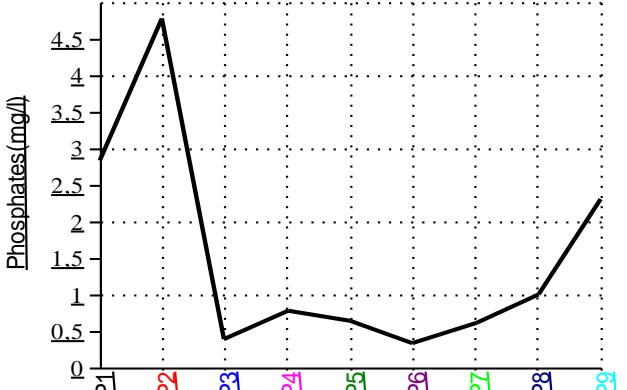


Figure 9| Evolution des phosphates dans différents points d'échantillonnage

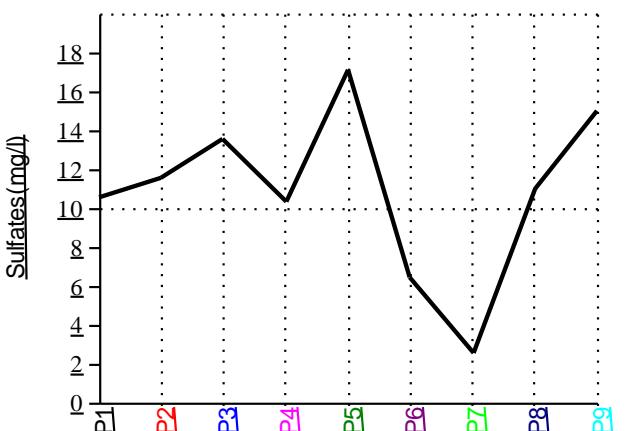


Figure 10| Evolution des sulfates dans différents points d'échantillonnage

cours d'eau. La variabilité des nitrates et phosphates, influencée vraisemblablement par l'apport du maraîchage et des effluents de la ferme, est aussi observée dans cette campagne d'échantillonnage.

Les nitrates, les sulfates et quelques fois les phosphates sont mobilisés par les affluents. Le nitrate, meilleur traceur de la pollution organique dans le milieu est à corrélérer avec la conductivité électrique. Cette dernière traduit mieux l'impact des affluents sur les apports des polluants. Il se dégage une très faible autoépuration dans le système rivière Lukaya et affluents.

DISCUSSION

Les Figures 1 à 10 représentent les différents paramètres sous étude en fonction des sites d'échantillonnage ; les uns situés dans la rivière et les autres au niveau des affluents de la Lukaya. Avec l'augmentation des opportunités industrielles et agricoles de la région de Kinshasa, il est attendu que des altérations des eaux superficielles et souterraines aient lieu. Pour des raisons purement naturelles, les processus de contamination sont évolutifs en fonction des facteurs propres à l'environnement économique.

Dans cette étape, il est normal d'établir, la qualité des eaux en périodes basses et hautes de la saison [CHAOUI et al, 2013].

La teneur en nitrates est beaucoup plus faible dans les affluents (entre 0 et 9 mg. L⁻¹) que dans la rivière Lukaya (entre 0 et 30 mg. L⁻¹). On note aussi de très faibles teneurs des nitrites dans les affluents (0 et 0,07 mg. L⁻¹), comparativement au cours d'eau principal (0 et 0,3 mg. L⁻¹).

Les sulfates ont été analysés au laboratoire pour les deux premières campagnes d'échantillonnage (deux sèches contre une pluvieuse) suite à la rupture des stocks des réactifs chimiques utilisés à cet effet. Dans la rivière Lukaya, aussi bien que dans les affluents, les teneurs en sulfates n'excéderont pas 35 mg. L⁻¹, valeur de très loin inférieure à la norme de l'eau de boisson (soit 500mg.L⁻¹ pour l'OMS et 250 mg. L⁻¹ pour l'UE) [OMS, 2000].

Pour les phosphates, seuls les échantillons de trois campagnes ont été analysés par défaut des réactifs, comme précédemment pour les sulfates. Les teneurs en phosphates sont beaucoup plus élevées dans la rivière que dans les affluents. Une telle observation pourrait s'expliquer vraisemblablement par le déversement des effluents de nettoyage aux détergents de la ferme avicole de Minocongo aux deux sites de prélèvement situés dans la rivière (P3 et P4). Dans les affluents, les teneurs en phosphates sont relativement faibles, ce qui traduirait une faible utilisation des engrains phosphatés par les maraîchers.

La présence de phosphore à des concentrations supérieures à 0,5 mg. L⁻¹ est un indicateur pertinent de la pollution par les rejets liquides issus des activités anthropiques comme nous pouvons le constater aux sites P1 (2,83 mg. L⁻¹) ; P2 (4,77 mg. L⁻¹) ; P7 (0,62 mg. L⁻¹) ; P8 (1

mg. L⁻¹) ; P9 (2,31 mg. L⁻¹). Au regard de ces valeurs, les eaux considérées sont d'une part, défavorables à la vie des poissons au sens des limites de 0,04 mg. L⁻¹ requises par la directive européenne du 21mai 1991, et d'autre part, au-delà du seuil de sensibilité pour la faune piscicole d'eau douce selon les mêmes directives [WETHE et al., 2001].

Les valeurs moyennes obtenues dans cette étude sont largement en deçà des concentrations moyennes obtenues par WANGA et al. [2015], soit 76,28 mg. L⁻¹ pour les phosphates ; 111,44 mg. L⁻¹ pour les nitrates (NO₃⁻) et 7,63 mg. L⁻¹ pour les sulfates.

L'allure des figures obtenues précédemment montre une tendance générale à la diminution d'ammonium durant la campagne d'échantillonnage pluvieuse, excepté le site P7. Dans ce dernier, on observe une augmentation, qui laisse penser habituellement au processus de dégradation incomplète de la matière organique et des nutriments inutilisés.

L'allure générale de la température est assez constante tant sur les sites situés dans la rivière Lukaya que sur ceux situés dans les affluents. Les valeurs de températures sont comprises entre 23 et 31°C pour toutes les campagnes. Ce paramètre dépend essentiellement du milieu ambiant pour les eaux de surface et ne pourrait être corrélé avec une quelconque dynamique des polluants dans la rivière [DEGREMONT, 2005]. L'influence des rejets des effluents dans la rivière Lukaya n'est pas décelable. Ces eaux ont des températures favorables à toute vie aquatique si nous nous référons à la directive n°221/ du 04 août 1978 du conseil des communautés européennes qui impose des rejets de température inférieure à 30°C.

La température des eaux de la Lukaya et ses affluents varie de 26 à 28,55°C. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par MWANAMOKI et al. [2014] où ils ont observé que la température de l'eau du Lac de Ma vallée variait entre 23,7 et 25,4°C. Il convient de savoir que la température de l'eau dépend essentiellement du milieu, elle influence la teneur en oxygène dissous et la multiplication des organismes aquatiques.

La Figure 1 révèle que les valeurs de pH dans la rivière Lukaya et affluents sont en général faiblement acides (5,8 pH 6,9) ou avoisine la neutralité (± 7), tant en période sèche que pluvieuse.

Dans la rivière Lukaya, l'allure générale du pH est celle d'une courbe de Gauss. Les sites P3 et P4 où se déversent les effluents du nettoyage de la ferme avicole Minocongo ont présenté un pH élevé par rapport à tous les autres sites sous étude ; soit un pH de 6,7 pour P3 et un pH de 6,8 pour P4. Les valeurs de pH sont relativement faibles dans les deux dernières campagnes par rapport aux précédentes ; suite probablement à un effet de dilution par les eaux de pluies. Ces rejets d'effluents ont eu un effet majeur sur le potentiel d'hydrogène des eaux de la Lukaya car les valeurs relevées ne sont pas acceptables au sens de la norme de l'OMS ($6,5 \leq \text{pH} \geq 9,5$) en matière de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et au sens de la

norme formulée par FAO ($6,5 < \text{pH} > 8,5$) en matière de la qualité des eaux destinées à l'irrigation [WETHE, 2004].

Les résultats que nous avons obtenus sont différents de ceux obtenus par NANITUMA [2011] et TSHIBANDA et al. [2014], où ils ont observé que le pH de la rivière Kalamu varie entre 6,9 et 7,7 alors que celle de la rivière N'djili varie entre 6,3 et 6,8; mais ces valeurs restent dans les normes pour les eaux superficielles, soit un pH compris entre 6,5 et 8,0.

Les eaux de la rivière Lukaya et ses affluents sont caractérisées par une faible minéralisation, soit une conductivité moyenne inférieure à $100 \mu\text{S.cm}^{-1}$, quelle que soit la période de la campagne. La valeur la plus élevée et la plus faible de la conductivité sont mesurées dans les affluents, soit respectivement $64 \mu\text{S.cm}^{-1}$ aux sites P7 et P8, caractérisés par la pratique de maraîchage aux engrains chimiques et organiques et $8,3 \mu\text{S.cm}^{-1}$, également au site P7. Ainsi, les effets des zones attenantes à la rivière ne paraissent pas marqués en période de crue et traduirait également un faible lessivage des éléments apportés par l'agriculture et une gestion raisonnée des arrosages.

Cette minéralisation est aussi en étroite relation avec la nature des roches du bassin versant et du lit [SYMOENS, 1957 ; LECLERCQ, 1989].

La conductivité électrique est élevée pratiquement au double ; comparée par exemple à celle de l'eau du Lac de MaValée qui est autour de $12,8 \mu\text{S.cm}^{-1}$ [MWANAMOKI et al., 2014]. La conductivité élevée indique le degré de minéralisation de l'eau qui est fonction de la solubilité des composés dissous et dissociés, ce qui prédit une teneur élevée en ions [KAMBOLE, 2003 ; ATIBU et al., 2013, MUBEDI et al., 2013 ; TSHIBANDA et al., 2014].

Pour l'oxygène dissous, les résultats obtenus révèlent que l'on soit dans la rivière Lukaya ou dans les affluents, chaque site présente un profil particulier de l'oxygène dissous qui n'est même pas fonction de l'influence climatique, ni des activités qui se développent au niveau de chaque site de prélèvement. En effet, les teneurs en oxygène diminuent ou augmentent quel que soit le temps (pluvieux ou sec), ceci est aussi observé dans les sites de prélèvement caractérisés par les mêmes activités. La rivière Lukaya et ses affluents regorgent des faibles teneurs en oxygène dissous, comprises entre 0 et 3 mg. L^{-1} à des températures variant entre 23 et 31°C .

En effet, la quantité d'oxygène nécessaire au déroulement des processus d'autoépuration sur de longs tronçons d'une rivière à courant faible peut être transférée sur quelques mètres grâce aux structures hydrauliques telles que les cascades [BAYLAR et al., 2010].

Selon KHDHIRI et al. [2014], le transfert d'oxygène dans l'eau est régi par deux phénomènes la diffusion moléculaire et la turbulence. Dans notre cas, la vitesse de transfert de l'air vers l'eau est contrôlée par la résistance au transfert située du côté liquide. Localement, et sans réaction de consommation d'oxygène, la variation de la concentration

en oxygène dissous en fonction du temps dans un élément de volume d'eau en mouvement sur la cascade est proportionnelle au déficit en oxygène dissous et à l'aire de l'interface d'échange entre l'air et l'eau.

L'augmentation des matières en suspension dans différents sites serait due au ruissellement des eaux de pluies et aux lessivages des rives qui apportent les sédiments dans le cours d'eau et ses affluents et donne une idée sur le temps de concentration du bassin versant, ce temps devrait être court.

Pour ce qui est de l'Indice de Pollution Organique (IPO) [LECLERCQ et VANDEVENNE, 1987] ; il a été calculé à partir des mesures d'ammonium, nitrites et phosphates, la DBO5 n'a pas été mesurée dans cette étude.

Les teneurs sont réparties en 5 classes, ces classes ont donc une signification écologique bien précise. Par exemple, la première classe des phosphates est inférieure à $15 \mu\text{g.P.L}^{-1}$, valeur à priori très faible, mais au-delà de laquelle les risques de prolifération algale commencent et des modifications apparaissent déjà dans les peuplements de diatomées [LECLERCQ, 1984]. Des résultats obtenus ; les eaux de la rivière Lukaya et de ses affluents ne sont pas polluées (IPO = 4,6) (cfr Tableau 3). Contrairement aux études réalisées par LECLERCQ et al. [1996], en Belgique, ils ont observé que les eaux de la Semois étaient très polluées au niveau du site S2 situé en aval de Stockem ; soit un IPO de 2,3, une valeur montrant une pollution forte. La même source souligne aussi que les eaux prélevées au niveau de certains sites de prélèvement situés sur la même rivière (S9 ; S10; S11; S12) ne sont pas polluées car présentant un IPO de 4,7.

D'autres méthodes font souvent intervenir la DCO, l'oxygène, les nitrates. Ces paramètres sont ambigus. En effet, on connaît des types d'eau naturellement riches en acides humiques, qui présentent une DCO élevée. Par ailleurs, on constate que des eaux très polluées peuvent être riches en oxygène pour autant qu'elles soient torrentueuses. Enfin, les nitrates ne caractérisent pas la pollution organique, mais en sont la résultante après minéralisation [BECKERS et STEEGMANS, 1979 ; PRATI et al, 1971 ; VERNIERS et MICHA, 1982].

CONCLUSION

L'hypothèse d'une pollution organique diffuse dans la rivière Lukaya et ses affluents s'est avérée fausse. Mais il sied de noter que les teneurs en oxygène dissous méritent un suivi particulier dans ce cours d'eau en vue d'évaluer éventuellement la perte du pouvoir d'autoépuration de la rivière. Toutefois, la présence de la pollution diffuse devrait être confirmée au cours des prochaines études par le dosage de la DBO5 et de la DCO.

Les activités développées au niveau du bassin versant de la Lukaya et qui ont un impact sur la rivière Lukaya et ses affluents, particulièrement au cours des événements pluvieux doivent être l'objet d'une étude périodique de l'impact environnemental dans le but de préserver cet

écosystème. Le manque de suivi d'un certain nombre des rejets pourrait créer le déséquilibre dans cet écosystème vulnérable, comme démontré par les faibles teneurs en oxygène dissous et l'augmentation des nitrates aux lieux de déversement des effluents de la ferme avicole de Minocongo. L'extension du nombre de campagne durant les périodes pluvieuses et sèches permettraient à ce genre d'étude de bien situer l'influence des événements pluvieux à l'égard de la pollution et de mieux cerner l'effet du ruissellement et de la dilution sur les paramètres physico-chimiques et chimiques du cours d'eau principal. Il est aussi important de souligner qu'on ne note pas d'une manière significative la contribution des affluents dans la variation des paramètres de pollution organique de la rivière Lukaya.

RÉSUMÉ

Cette étude a été conduite dans les conditions écologiques de Kinshasa. Elle analyse les eaux de la rivière Lukaya et de ses affluents sur le tronçon traversant la ville de Kinshasa ; depuis le point de captage d'eau par la station de la Régideso jusqu'en amont de l'affluent Bumuna, afin de contribuer à la gestion durable du bassin versant de la rivière Lukaya. Les résultats des analyses physico-chimiques et chimiques obtenus ont révélé que les eaux de la rivière Lukaya et de ses affluents sont faiblement minéralisées. La conductivité électrique des eaux varie suite aux apports des affluents. Les activités avicoles menées par Minocongo ont tendance à augmenter le pH et les concentrations en nitrates des eaux. Les indices de pollution organique ont montré une pollution nulle des eaux de cette rivière et de ses affluents.

Mots Clés

Pollution organique ; rivière ; Lukaya ; indice de pollution organique.

REMERCIEMENTS

Nous présentons nos sincères remerciements au Prof. Dr. Ir. Jean NDEMBO LONGO, chef de département de physique du sol et hydrologie du CGEA/CREN-K pour nous avoir accordé d'accéder au laboratoire pour les analyses physico-chimiques et chimiques.

REFERENCES

- ATIBU E.K., DEVARAJAN N., THEVENON F., MWANAMOKI P.M., TSHIBANDA J.B., MPIANA P.T., PRABAKAR K., MUBEDI J.I., WALTER W., POTE J. [2013]. Concentration of metals in surface water and sediment of Luilu and Musonoie Rivers, Kolwezi-Katanga, Democratic Republic of Congo. *Appl. Geochem.* 39, 26–32.
- BAYLAR A., UNSAL M., OZKAN F. [2010]. Hydraulic structures in water aeration processes. *Water Air Soil Pollut.*, 210, 87-100.
- BECKERS B., STEEGMANS R. [1979]. De kwaliteit van de oppervlaktewateren in Limburg. *Studiecentrum voor ecologie en bosbouw*, Gent, rapport non publié. <http://dx.doi.org>
- CHAQUI W., BOUSNOUBRA H., CHAQUI K. [2013]. Etude de la vulnérabilité à la pollution des eaux superficielles et souterraines de la région de Bouchegouf (Nord-Est Algérien) : In nature et technologie ; sciences de l'environnement, 8, 33-40.
- CO.BA.H.MA. [2001]. (Comité du bassin hydrographique de la mauldre et ses affluents) : Présentation des résultats des mesures physico-chimiques et des pêches électriques réalisées sur bassin versant de la mauldre, France 158pages ; Extrait du site www.mauldre.fr
- DEGREMONT S.A. [2005]. *Mémento technique de l'eau*, 10ème Ed. Degrémont, Tome1; Paris, 1718p. ISBN 978-2-7430-0717-1.
- HAMID B., NASSIF N., EL SAMRANI A., DAOUD R., MEDAWAR S. [2007]. Suivi de la qualité bactériologique des eaux de surface (rivière Nahr Ibrahim, Liban In revue des sciences de l'eau, 20, 4 ,341-352.
- KHDHIRI H., POTIER O., LECLERC J-P. [2014]. Autoépuration en eau courante : évaluation de l'oxygénéation dans les cascades en marches d'escalier In revue des sciences de l'eau, 27,2, 127-136.
- KOMBOLE M.S. [2003]. Managing the water quality of the Kafue river. In *Phys.chem.earth* 28, 1108-1109.
- LECLERCQ L. [1984]. Composition chimique des eaux des rivières oligotrophes de haute Ardenne (Belgique) et ses variations saisonnières. In *Physio-Géo*, 9, 139-152.
- LECLERCQ L. [1989]. Fiabilité de l'estimation du niveau de pollution organique des eaux courantes par les diatomées et efficacité de leur pouvoir intégrateur In *Cryptogamie Algologie*, 10,2, 87-100.
- LECLERCQ L., ROSILLON F., VANDER B., LONCIN A., EL MOSSAOUI M. [1996]. Qualité chimique et biologique du bassin de la Semois (partie belge) In *Bull. Fr. Pêche piscic* 341/342 ,81-108 www.kmae-journal.org
- LECLERCQ L., VANDEVENNE L. [1987]. Impact d'un rejet d'eau chargée en sel et d'une pollution organique sur les peuplements de diatomées de la Gander (Grand-Duché de Luxembourg) In *Cahiers de Biol. Mar.*, 28,2, 311-318.
- LEMBIA D. [2009]. Caractérisation physique et hydrologique du bassin versant de Lukaya Mémoire Inédit, Eau et Sol, Département de Gestion des Ressources Naturelles, FASA, UNIKIN p 60
- MUBEDI JI., DEVARAJAN N., FAUCHEUR SL., KAYEMBE JM., ATIBU EK., PERIYASAMY S., KANDASAMY P., MPIANA PT., WILDI W., POTE J. [2013]. Effects of untreated hospital effluents on the accumulation of toxic metals in sediments of receiving system under tropical conditions : case of South India and Democratic Republic of Congo. *Chemosphere* 93 : 1070–1076.
- MUSANGA M. [2014]. Caractérisation hydrologique et physico-chimique de la rivière Sawula ; In *Luhangu/Créativité, annales de l'ISP de Kenge* ,11, 1,239-256.
- MWANAMOKI PM., DEVARAJAN N., THEVENON F., NIANE B., LUIZ FA., GRANDJEAN D., MPIANA PT., PRABAKAR K., MUBEDI JI., KABELE C-G., WILDI W., POTE J. [2014]. Trace metals and persistent organic pollutants in sediments from river-reservoir systems in Democratic Republic of Congo (DRC): Spatial distribution and potential ecotoxicological effects, *Chemosphere*, 111, 485–492.
- NANITUMA M. [2011]. Contribution à l'effort de production et de distribution de l'eau potable en R.D.C. " cas de la ville de Kinshasa". Thèse de doctorat, Université de Kinshasa (R.D.C).
- OMS [2000]. Directives de qualité pour l'eau de boisson : critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème Ed. Masson Vol2 ; Paris 85p.
- PRATI L., PAVANELLO R., PESARIN F. [1971]. Assessment of surface

- water quality by a single index of pollution. In Water Research, 5, 741-751.
- PROULX F., RODRIGUEZ M., SERODES J-B.** [2010]. Les goûts et les odeurs dans l'eau potable : revue des composés responsables et des techniques de mesure ; In revue des sciences de l'eau, 23,3, 303-323.
- RAMADE F.** [2002]. Dictionnaire de l'écologie et des sciences de l'environnement, Ed. Deboeck, Bruxelles 987p.
- RODIER J.** [1984]. L'analyse de l'eau : eau naturelle, résiduaire, eau de mer, physico-chimique, bactériologie, 7ème éd. Dunod, Bordeaux, 270p.
- RODIER J.** [1996]. L'Analyse de l'eau. 8ème édition, Dunod, Paris. p48
- SYMOENS J.J.** [1957]. Les eaux douces de l'ardenne et des régions voisines : les milieux et leur végétation algale. In Bull. Soc. roy. Bot. Belg 89,111-314.
- THILL G., EZIN J-P.** [2002]. Eau, patrimoine mondial commun, Ed. Hatier, Paris 78p.
- TSHIBANDA J.B., DEVARAJAN N., NIANE B., MWANAMOKI P.M., ATIBUE K., MPIANA P.T., PRABAKAR K., MUBEDI J.I., KABELE C-G., WILDI W., POTE J.** [2014]. Microbiological and physicochemical characterization of water and sediment of an urban river: N'djili River, Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. Sustainability of Water Quality and Ecology. DOI : 10.1016/j.swaqe.2014.07.001
- WANGA B.M., MUSIBONO D.E., MPIANA P.T., MAFUANA L., KIZA N.J., DIANA** [2015]. Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Kalamu de Boma, R.D.Congo, Congosciences, 3,1,41-48. www.Congosciences.org
- WETHE J.** [2004]. La gestion des eaux et de l'environnement : Qualité des eaux, suivi, évaluation et gestion (en Afrique francophone) ; Ecole d'été - Ouagadougou, Burkina-Faso (du 13 au 18 septembre 2004) ; 7pages www.campusfrance.fr consulté le 25 avril 2014.
- WETHE J., KIENGA M., KONE D., KUELA N.** [2001]. Profil du recyclage des eaux usées dans l'agriculture urbaine à Ouagadougou. Projet de recherche/consultation pour le développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest ; 101 pages extrait du site internet http://cemagref.fr/information/consulté le 25 avril 2014 à 20 heure 42 minutes.
- VERNIERS G., MICHA J.C.** [1982]. Le rôle de l'hydrobiologiste dans l'évaluation de l'impact des activités humaines sur les milieux aquatiques. Trib. CEBEDEAU, 460,117-137 www. kmae-journal.org



This work is in open access, licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>