



Evaluation de la bioaccumulation d'Eléments Traces Métalliques chez *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Citharinius congitus* (Boulenger, 1897), *Oreochromis upembae* (Thys van den Audenaerde, 1964) et *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et risque sanitaire dans le Katanga.

By

David Mfwana Inabanza¹, Meschack Banza Ilunga², Elisée Kabuya Numbi², Patient Nkulu Banza², Jeef Numbi Mukanya², Malick Useni Mutayo², Trésor Carsi Kuhangana³, Benoit Bergen⁴, Eric Smolders⁴, Benoit Nemery⁴, Célestin Banza Lubaba Nkulu²

¹ Biodiversité et Exploitation Durable des Zones Humides, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RDC; ² Unité de Toxicologie et Environnement, Ecole de Santé Publique, Faculté de Médecine, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RDC; ³ Université de Kolwezi, Kolwezi, RDC, ⁴ KU Leuven, Belgique



Abstract

La bioaccumulation de quatorze Eléments Traces Métalliques (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, U, Zn) par quatre espèces de poissons couramment pêchés et vendus au Katanga (République démocratique du Congo) a été étudiée pour connaître les qualités chimiques des poissons les plus consommés. Les échantillons d'eau et de poisson ont été collectés aléatoirement dans 5 lacs du Katanga: Golf, Lwalaba, Nzilo, Lukushi et Sangwa. Les paramètres physico-chimiques et les teneurs en Eléments Traces métalliques de l'eau et des poissons ont été comparés aux normes de l'OMS 1996 et 2000. Les valeurs toxiques de référence d'Anses 2015 ont été utilisées pour le calcul du Quotient du danger.

Les valeurs de pH et température de l'eau sont normales. Les valeurs de conductivité électrique et les solides dissous totaux sont élevés au lac Golf (1687µS/Cm et 837ppm). Les concentrations en Al et Fe sont fortes aux lacs Sangwa (Al 2.69mg, Fe 1.47mg/l) et Lukushi (Al 0.83mg/l, Fe 1.09mg/l). Le Quotient de danger est supérieur à 1 pour le cadmium (QD Nzilo 4.3, Golf 3.2, Lwalaba 2.8) et ainsi la survenu danger devient apparent. Il est souhaitable que les autorités de la RDC puisse mettre sur pied une meilleur politique pour la gestion des rejets miniers et la protection des eaux afin d'éviter d'éventuelles problèmes de santé.

Mots clés : Clarias - Lukushi – Nzilo – risque –pollution

Article History

Received: 15/04/2025

Accepted: 23/04/2025

Published: 26/01/2025

Vol – 4 Issue –4

PP: - 93-99

1. INTRODUCTION

La RDC possède de nombreux plans d'eau couvrant 3,5% de la superficie totale du pays ce qui en fait le pays le plus riche en eaux continentales. Pour le pays les activités de pêche comportent plusieurs avantages, notamment la disponibilité de nourriture, la création d'emplois et l'allègement de la pauvreté. Le poisson constitue la source de protéines animales la plus accessible en RDC. Le potentiel halieutique est estimé à plus de 700.000 tonnes exploitables par an (85% du potentiel des pays de la COREP). La production annuelle actuelle est faible, essentiellement artisanale et continentale, est d'environ 240.000 tonnes, soit environ 30 % du potentiel.. Les nombreux lacs, marais et plaines d'inondation de la RDC sont peuplés par des ressources halieutiques d'eau douce. En dépit de la faiblesse de sa consommation, le poisson

représente 25 et 50 % des protéines consommées dans le pays et La pêche constitue la principale source de revenu des populations démunies qui vivent aux abords des plans d'eau (COREP 2025, PRODEPAK 2007, SENADEP 2002).

Outre ce potentiel halieutique, le sous-sol congolais regorge de nombreux métaux essentiels pour la transition énergétique qui sont exploités dans les gisements miniers du Sud, Zone cupro cobaltifère (Haut-Katanga et Lualaba) et de l'Est, Zone stannifère (Mitwaba, Haut-Lomami, Tanganyika, Maniema, Sud-Kivu, Nord-Kivu). Il s'agit de: aluminium, fer, cobalt, cuivre, lithium, plomb, nickel, étain, terres rares, argent, zinc. La conséquence directe de la ruée vers l'exploitation des ressources minière reste les déversements massifs des effluents toxiques dans des cours d'eau sans traitements

préalable conduisant à la disparition complète d'organismes aquatiques. (Banza 2024, PROMINES 2015)

Les connaissances sur les stocks, sur le potentiel exploitable, voire même sur la richesse en faune aquatique sont très disparates, et il ressort que l'information sur les stocks est fragmentaire, hétérogène et non actualisée depuis plus de deux décennies.

Analyser la qualité chimique de l'eau et des poissons ainsi que le risque sanitaire y afférent s'avère impérieux pour une gestion rationnelle des ressources naturelles.

2. MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU

Le bassin du Lwalaba est le milieu dans lequel nous avons collecté les différents poissons utilisés dans ce travail précisément à Kolwezi, Manono et Muymba (figure 1). Le Lwalaba est la partie du fleuve Congo comprise entre Kolwezi et Kisangani. L'étude a porté sur quatre lacs de barrage (Golf, Lwalaba, Nzilo et Lukushi) et un lac de sédimentation témoin (Sangwa) situés dans la province minière du Katanga au sud de la RDC. Le choix porté sur les lacs est basé sur le rapprochement des sites miniers car cette partie du fleuve Congo reçoit une grande quantité d'Éléments Traces Métalliques issus des activités minières et fournit une quantité importante des poissons vendus dans les Provinces du Katanga, Kasai orientale, Kasai occidental et Kinshasa.

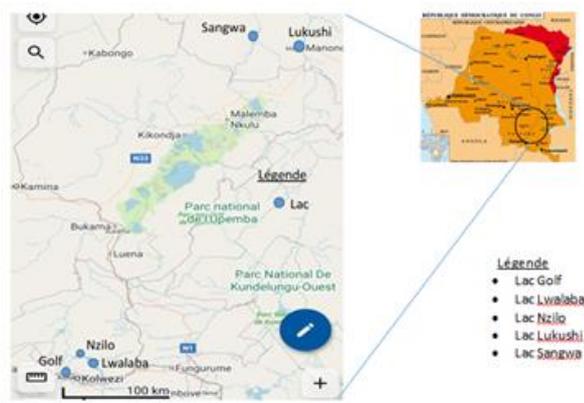


Figure 1. Localisation géographique de sites de récolte des poissons

2.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Pour réaliser ce travail, nous avons utilisé quatre espèces de poissons comme matériel biologique. Il s'agit notamment de *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), *Citharinus congitus* (Boulenger 1897), *Oreochromis upembae* (Thys van den Audenaerde 1964) et *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758)

2.3.1 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS D'EAU ET ANALYSES DES PHYSICO-CHIMIQUES

Les paramètres physico-chimiques (pH, conductibilité, température et solides totaux dissouts) de l'eau de différents lacs ont été analysés au Laboratoire de l'Unité de Toxicologie

et Environnement de l'Université de Lubumbashi selon les méthodes standards antérieurement décrites à l'aide d'un multimètre Diop et al., 2019.

2.3.2 RÉCOLTE ET PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS DES POISSONS

Les échantillons de poissons ont été prélevés de façon aléatoire aux points de débarquement des pêcheurs. Au laboratoire de l'Unité de Toxicologie et Environnement, les poissons ont été identifiés suivant la clé de Paugy et al., 2003 ; Vreven et al., 2012 et Chocho et al., 2015), pesés individuellement à l'aide d'une balance de précision 0.0001g et la longueur totale de chaque spécimen a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse. Après éviscération et nettoyage, les poissons ont été séchés à l'Étuve à 65°C pendant 48 heures, broyés au broyeur électrique ensuite conservés dans des sachets en polyéthylène puis transférés à la KU Leuven pour minéralisation.

2.3.3 MINÉRALISATION ET DOSAGE D'ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES

La minéralisation et le dosage d'Éléments Traces Métalliques ont été faites au laboratoire biométrique de la KU Leuven suivant le modèle standard antérieurement décrit par Banza et al., 2014

2.3.4 ÉVALUATION ET CARACTÉRISATION DU RISQUE SANITAIRE LIÉ À LA CONSOMMATION DES POISSONS

Le risque sanitaire lié à la consommation des poissons contaminés a été évalué selon la méthode utilisée par DIOP et al. 2019 qui consiste à calculer la dose journalière d'exposition (DJE). Pour se faire, la quantité annuelle moyenne de poissons ingérée par un enfant a été considérée comme égale à celle d'un adulte. En outre, la quantité moyenne de poissons offerte à la population a été estimée à 5,8 kg/an (0,0159 kg/j). Enfin, en considérant que l'individu consomme cette quantité de poissons chaque jour, la DJE peut être calculée par la relation suivante : $DJE = C \times Q \times F/P$. Où DJE est la dose journalière d'exposition aux ETM (mg/kg/j) ; C, la concentration en éléments traces des poissons (mg/kg) ; Q, la quantité de poisson ingérée par jour (kg/j) ; F, la fréquence d'exposition (fixée à l'unité) et P, le poids corporel de la cible (kg). Le poids corporel moyen des enfants de 0 à 15 ans est fixé à 28 kg tandis que celui d'un adulte est conventionnellement égal à 60 kg. Le risque a été évalué par le quotient de danger (QD). Il est calculé pour la voie d'exposition orale par la relation : $QD = DJE/DJA$. Où DJE est la dose journalière d'exposition (mg/kg/j) et DJA, la dose Journalière Admise (mg/kg/j) ou valeur toxique de référence (VTR). Si $QD < 1$, la survenue d'un effet toxique est très peu probable par contre, si $QD > 1$, l'apparition d'un effet toxique ne peut pas être exclue.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 présente les valeurs moyennes des paramètres physico chimiques de l'eau des différents lacs échantillonnés dans cette étude.

Tableau 1. Valeurs moyennes des paramètres physico chimiques de l'eau des différents lacs.

Paramètres	Lacs					OMS
	Golf	Lualaba	Nzilo	Lukushi	Sangwa	Normes
Température (°C)	25.40	25.61	24.94	25.92	26.90	25.00
pH	7.57	8.20	7.93	7.02	7.93	6.5 - 8.5
Conductivité Electrique (µS/cm)	1687.33	582.83	427.23	22.38	399.29	400.00
TDS (ppm)	837.00	290.44	210.62	10.91	201.57	500.00
Al	85.6	3.4	9.5	0.1	0.0	0.2000
Cr	10.0	2.6	3.2	0.5	0.1	0.0500
Mn	0.6	2.3	4.9	0.1	0.7	0.5000
Fe	11.5	2.6	4.0	0.1	0.1	0.3000
Co	1.0	0.8	4.9	0.5	0.0	0.0005
Ni	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0200
Cu	5.4	2.6	6.1	0.5	0.1	2.0000
Zn	8.2	17.6	15.5	4.1	0.5	3.0000
As	2.2	0.8	0.5	0.1	0.0	0.0100
Mo	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1	0.0700
Cd	4520.1	686.8	1059.7	42.3	4.4	0.0030
Sn	2.2	0.9	3.4	0.6	0.0	0.0000
Pb	2.1	0.3	0.9	0.0	0.0	0.0010
U	0.4	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0055

Il ressort du tableau ci-dessus que les valeurs de température et de pH sont conformes aux normes de l'OMS, tandis que la conductivité et le TDS sont supérieures aux valeurs guides pour les lacs Golf, Lualaba et Nzilo. La conductivité et le TDS élevées dans l'eau des trois lacs témoignent une forte pollution aux ETM dont les plus fortes teneurs de Cd, Al, Zn, Fe, Cr et Cu sont observées.

Le Tableau 2 donne les teneurs moyennes en Eléments Traces Métalliques des muscles des espèces de poissons.

Tableau 2. Teneurs moyennes en éléments traces métalliques des muscles des espèces de poissons en mg/Kg.

ETM	Lacs				
	Golf	Lualaba	Nzilo	Lukushi	Sangwa
Al	3.2358	0.275	0.2936	0.072	0.0836
Cr	0.0034	0.000	0.0005	0.001	0.0005
Mn	0.0937	0.038	0.0444	0.004	0.0226
Fe	1.5925	0.219	0.1639	0.087	0.1713
Co	0.0226	0.001	0.0209	0.001	0.0003
Ni	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
Cu	0.1025	0.009	0.0287	0.003	0.0051
Zn	0.1322	0.084	0.0889	0.039	0.0671
As	0.0005	0.000	0.0002	0.000	0.0001
Mo	0.0002	0.000	0.0001	0.000	0.0001

<i>Cd</i>	0.4691	0.024	0.3001	0.006	0.0047
<i>Sn</i>	0.0003	0.000	0.0002	0.000	0.0001
<i>Pb</i>	0.0006	0.000	0.0002	0.000	0.0001
<i>U</i>	0.0002	0.000	0.0000	0.000	0.0001

Du tableau ci-dessus, il est observé les ETM sont accumulés dans les muscles des poissons des différents lacs, cependant, les plus grandes de contamination sont observées aux trois lacs ayant présenté les hautes valeurs de physicochimie.

Le tableau 3 présente les résultats des facteurs de bioconcentration des éléments traces métalliques par les poissons au niveau de cinq lacs

Tableau 3. Facteurs de Bioconcentration des éléments traces métalliques par les poissons au niveau de cinq lacs

<i>ETM</i>	<i>Lacs</i>				
	<i>Golf</i>	<i>Lwalaba</i>	<i>Nzilo</i>	<i>Lukushi</i>	<i>Sangwa</i>
<i>Al</i>	85.6	3.4	9.5	0.1	0.0
<i>Cr</i>	10.0	2.6	3.2	0.5	0.1
<i>Mn</i>	0.6	2.3	4.9	0.1	0.7
<i>Fe</i>	11.5	2.6	4.0	0.1	0.1
<i>Co</i>	1.0	0.8	4.9	0.5	0.0
<i>Ni</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cu</i>	5.4	2.6	6.1	0.5	0.1
<i>Zn</i>	8.2	17.6	15.5	4.1	0.5
<i>As</i>	2.2	0.8	0.5	0.1	0.0
<i>Mo</i>	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1
<i>Cd</i>	4520.1	686.8	1059.7	42.3	4.4
<i>Sn</i>	2.2	0.9	3.4	0.6	0.0
<i>Pb</i>	2.1	0.3	0.9	0.0	0.0
<i>U</i>	0.4	0.2	0.0	0.0	0.1

Il ressort du tableau ci-haut que les facteurs de bioconcentration des ETM sont très élevés pour le Cadmium dans les lacs Golf, Lwalaba et Nzilo signe de la forte pollution de ces lacs par les rejets miniers toxiques.

Le tableau 4 montre l'Apport journalier moyen d'éléments traces métalliques par la consommation des poissons

Tableau 4. Apport Journalier Moyen des éléments traces métalliques en µg/Jour

<i>ETM</i>	<i>Lacs</i>				
	<i>Golf</i>	<i>Lwalaba</i>	<i>Nzilo</i>	<i>Lukushi</i>	<i>Sangwa</i>
<i>Al</i>	82708.59	108839.97	301896.66	2744.60	986.76
<i>Cr</i>	54680.31	41000.99	50212.95	7429.45	2359.86
<i>Mn</i>	892.84	36580.66	77812.55	2353.62	11533.41
<i>Fe</i>	20458.16	56378.30	63262.06	1274.40	1844.22
<i>Co</i>	115.69	13449.04	78578.30	7527.71	477.29
<i>Ni</i>	2961.94	10538.07	13014.42	4757.10	11557.58
<i>Cu</i>	1186.71	41139.90	96507.20	8008.68	1114.06
<i>Zn</i>	42517.20	279718.76	246638.11	64861.34	7829.35

As	3021.19	12537.41	8492.59	1723.40	150.11
Nb	179774.55	59798.13	51084.62	14993.34	1527.16
Mo	3325.97	6445.28	4889.11	2063.70	973.75
Cd	192303.38	169920.34	261355.50	8917.80	957.64
Sn	46781.44	27137.14	108666.67	17879.92	1143.17
Ta	26941.28	63959.10	429430.87	41476.60	3806.05
W	29421.45	63662.72	12387.96	20737.42	6534.56
Pb	5729.15	5311.30	13847.69	153.46	104.44
U	519.76	3029.36	625.90	290.16	1072.56

Les résultats des doses journalières d'exposition sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5. Dose journalière d'exposition chez les adultes pour les quatre poissons en µg/Kg/j

ETM	Lacs					DJA (Anses 2015)
	Golf	Lwalaba	Nzilo	Lukushi	Sangwa	
Al	1.38	1.81	5.03	0.05	0.02	1000
Cr	0.91	0.68	0.84	0.12	0.04	1500
Mn	0.01	0.61	1.30	0.04	0.19	140
Co	0.00	0.22	1.31	0.13	0.01	1.4
Ni	0.05	0.18	0.22	0.08	0.19	20
Cu	0.02	0.69	1.61	0.13	0.02	500
Zn	0.71	4.66	4.11	1.08	0.13	30
As	0.05	0.21	0.14	0.03	0.00	0.3
Mo	0.06	0.11	0.08	0.03	0.02	5
Cd	3.21	2.83	4.36	0.15	0.02	1
Sn	0.78	0.45	1.81	0.30	0.02	2000
Pb	0.10	0.09	0.23	0.00	0.00	3.57
U	0.01	0.05	0.01	0.00	0.02	3

Il ressort du tableau ci-haut que les doses journalières d'exposition sont inférieures aux doses journalières admissibles pour tous les ETM dans tous les sites hormis le Cd dans les lacs Golf, Lwalaba et Nzilo.

Le tableau 6 présente les résultats du Quotient de Danger chez les adultes pour les quatre espèces de poissons.

Tableau 6. Quotient de Danger chez les adultes pour les quatre poissons

ETM	Lacs				
	Golf	Lwalaba	Nzilo	Lukushi	Sangwa
Al	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Co	0.00	0.16	0.94	0.09	0.01
Ni	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Zn	0.02	0.16	0.14	0.04	0.00
As	0.17	0.70	0.47	0.10	0.01
Mo	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00
Cd	3.21	2.83	4.36	0.15	0.02
Sn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.03	0.02	0.06	0.00	0.00
U	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01

Pareillement aux autres paramètres, le Quotient de danger pour le cadmium est supérieur à l'unité pour les trois lacs de la ville minière de Kolwezi. Ceci montre que le degré de toxicité dépend de la l'exposition du lac aux effluents miniers. Des études ont montré que le cadmium est néphrotoxique et cancérigène. Cet élément chimique peut aussi entrainer des troubles gastro-intestinaux chez l'homme [Kongo N. H. et al., 2018]. La consommation des poissons pêchés dans ces lacs prédisposent aux risques sanitaires à long terme.

Le tableau 7 donne les résultats du quotient de danger chez les enfants pour les quatre poissons

Tableau 7. Quotient de danger chez les enfants pour les quatre espèces de poissons

ETM	Lacs				
	Golf	Lwalaba	Nzilo	Lukushi	Sangwa
Al	2.95	3.89	10.78	0.10	0.04
Cr	1.30	0.98	1.20	0.18	0.06
Mn	0.23	9.33	19.85	0.60	2.94
Co	2.95	343.09	2004.55	192.03	12.18
Ni	5.29	18.82	23.24	8.49	20.64
Cu	0.08	2.94	6.89	0.57	0.08
Zn	50.62	333.00	293.62	77.22	9.32
As	359.67	1492.55	1011.02	205.17	17.87
Mo	23.76	46.04	34.92	14.74	6.96
Cd	6867.98	6068.58	9334.12	318.49	34.20
Sn	0.84	0.48	1.94	0.32	0.02
Pb	57.31	53.13	138.53	1.54	1.04
U	6.19	36.06	7.45	3.45	12.77

Il ressort du tableau ci-dessus que le quotient de danger est très élevé pour la presque totalité des ETM et des lacs étant donné leur faible poids et le faible développement de leur système d'excrétion la consommation des poissons de ces lacs les expose aux dangers des maladies dues à la toxicité aux ETM. Ces résultats corroborent ceux trouvés par les auteurs Banza et al, 2014 et Nemery B., 2018.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'objectif poursuivi dans cette étude a été de vérifier si les poissons consommés par la population congolaise, particulièrement celle du Katanga ne sont pas contaminés par les Eléments Traces Métalliques indésirables pour la santé, et déterminer la concentration de ces métaux dans les poissons. Il ressort de cette étude que les différents lacs du Katanga dans lesquels les poissons ont été récoltés sont pollués par des

ETM conformément aux différents seuils fixés par l'OMS et la FAO. Cependant, même si ces métaux ne présentent aucun risque apparent, la prédiction montre qu'en consommant régulièrement ces poissons, le coefficient de danger (QD) devient de loin supérieur à 1 (QD>1) pour le cadmium. Quant aux enfants, le quotient de danger est très élevé pour la presque totalité des ETM et des lacs, la consommation des poissons de ces lacs les expose aux dangers et maladies dues à la toxicité aux ETM. Ceci montre que le degré de toxicité dépend de la quantité des poissons ingérés, du poids et de l'âge de l'individu. Il est donc souhaitable que les autorités de la République démocratique du Congo puissent mettre sur pied une meilleure politique pour la gestion des rejets miniers et des eaux intérieures afin d'éviter d'éventuelles problèmes de santé liées à la pollution de ces eaux.

Références

1. ANSES 2015. Appui scientifique et technique de l'Anses Saisine n° 2014-SA-0223 relatif à l'impact potentiel sur la santé humaine du rejet en Méditerranée d'effluents issus des activités de transformation de minerai de bauxite , Maisons-Alfort,
2. Banza Lubaba Nkulu Célestin, 2024. Impacts de l'exploitation minière sur l'Environnement et Santé dans le Grand Katanga en République Démocratique du Congo . Royal Institute for International Relations 5 June 2024, Egmont, Brussels – Belgium .
3. Benoit Nemery, Célestin Banza Lubaba Nkulub 2018. Assessing exposure to metals using biomonitoring: Achievements and challenges experienced through surveys in low- and middle-income countries
4. Bérubé Isabelle et Maria Del Rosario Ortiz Quijano, 2017. *Extraction de métaux pour les nouvelles technologies, biodiversité et justice environnementale*. Mémoire de Maîtrise en Environnement. Centre Universitaire de formation en environnement et développement durable., Togo, West Africa). *Cybiu* 40 (4) : 267–274.
5. Chocha Manda Auguste, Katemo Manda Bauchet, Abwe Emmanuel, 2015. Les poissons du Katanga (Kasaï, Dépression de la Kamalondo, Lufira et Luapula-Moero). Université de Lubumbashi, Faculté de Sciences Agronomiques, Unité de Recherche en aquaculture ;
6. Commission régionale des pêches du golfe de guinée, 2025. « Commission régionale des pêches du golfe de guinée ».
7. David Mfwana Inabanza, célestin Banza Lubaba Nkulu, Isidore Ilunga Inabanza, 2024. Relation longueur-poids et facteur de condition de cinq espèces de poisson de la zone stannifère du Katanga : 1737-6688, *Open A Volume (ix): Volume (ix) - Issue 2 October 2024 minière industrielle (République Démocratique du Congo).* *Water Agriculture C 4 and Food Security*
8. DIOP Cheikh*, DIATTA Arthur, NDIAYE Astou, CABRAL Mathilde, TOURE Aminata, FALL Mamadou, 2019 .Teneurs en métaux traces des eaux et poissons de cinq étangs de Dakar et risques pour la santé humaine , *J. Appl. Biosci*
9. Honoré Kongo Nzapo, Koto-te-Nyiwa Ngbolua, Landry A. Bongema, Gédéon N. Bongo, Clément L. Inkoto, Clarisse Falanga Mawi, Colette Masengo Ashande, Jean-Louis Ndembo N'vale, Emmanuel L. Lokilo, and Ruphin D. Djoz, 2018. Evaluation de la bioaccumulation de métaux lourds chez *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacepède, 1803), *Mormyrops anguilloides* (Linnaeus, 1758) et *Coptodon rendalli* (Boulenger, 1897)
10. Karlien Cheyns a,h, Célestin Banza Lubaba Nkulub, Léon Kabamba Ngombec,c, Jimmy Ngoy Asosab, Vincent Haufroidd, Thierry De Puttere, Tim Nawrotf,g, Célestin Muleka Kimpanga c, Oscar Luboya Numbib, Benjamin Kabyla Ilungab,BenoitNemeryf, Erik Smolders,2014. Pathways of human exposure to cobalt in Katanga, a mining area of the D.R. Congo. *Science of the Total Environment* 490 (2014) 313–321.
11. OMS, 1996. TRACE ELEMENTS IN HUMAN NUTRITION AND HEALTH ;
12. OMS, 2000. Directives de qualité pour l'eau de boisson
13. Paugy D, Lévêque C, Teugels GG. 2003. Poissons d'Eaux Douces et Saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. IRD: Paris, France.
14. Projet de Développement de la pêche et de l'aquaculture au Katanga(PRODEPAAK) .2007 *PROGDESCR_dossier_technique_et_financier*
15. Projet de Bonne Gouvernance dans le Secteur Minier comme Facteur de Croissance (PROMINES) 2015. Évaluation de l'impact du Passif Environnemental Au niveau des Provinces du Katanga et des deux Kasaï en République Démocratique du Congo. Volume I Etude d'Impacts Environnemental et Social, Rapport Définitif.
16. Vreven E. , A. Chocha Manda colleagues, 2012. Livre album fish of Katanga *Fishes of Katanga v. 1.0 collected E.*