

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU À USAGE DOMESTIQUE DU BIEF URBAIN DE LA RIVIÈRE TSHIKAPA DANS LA VILLE DE TSHIKAPA (RD CONGO)

Introduction

**Grégoire BUKUMBA
TUMBA MAKANGU,**
Chef de travaux,
Doctorant à la
faculté des sciences
de l'Université
Pédagogique
Nationale, RD Congo.
bukumba.2007@
gmail.com

**Alphonse MATAND
TWILENG**
Professeur Ordinaire à
la faculté des sciences
de l'Université
Pédagogique
Nationale/RD Congo.

L'eau est une ressource vitale et un facteur de développement pour les organismes vivants, spécialement de l'homme. Elle couvre les besoins vitaux de ce dernier à tel point que, soit elle l'accompagne partout où il est installé (cas de systèmes de forage, d'adduction, d'irrigation), soit par contre, l'homme la suit pour s'installer à proximité (cas des activités humaines côtières, notamment les plantations, les étangs piscicoles, les usines, les villages, les villes, les ports, les gares ferroviaires, les centrales hydro-électriques)¹.

Lorsque les eaux courantes de surface (rivières, fleuves, etc.), coulent de la source vers la confluence ou l'embouchure, la qualité de ces eaux peut être sensiblement modifiée. Leur nature physico-chimique et bactériologique dépendra de divers facteurs, notamment les caractéristiques biophysiques et humaines de la région parcourue ; c'est-à-dire les types de climats, végétations côtières, types de sols et roches des lits de rivière traversés, (etc.), ainsi que la densité, la typologie des habitations, les types d'activités humaines qui occupent les versants des vallées drainées. Il est indéniable que ces eaux soient probablement polluées.

L'objectif spécifique de cette étude est d'analyser des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux du bief urbain de la rivière Tshikapa. En effet, cette rivière, dont la source est située dans la région angolaise de Dundo, frontalière de la Province du Kasai, s'apprête bien à cette problématique de la qualité de l'eau de rivière, surtout aux approches de son déversement (confluence) dans la rivière Kasai.

¹ Gabriele LECHNER, *Le fleuve dans la ville. La valorisation des berges en milieu urbain*, Lyon/France, 2006, pp. 4-5.

L'eau de son bief urbain y subit quotidiennement de fréquents usages domestiques de la part des ménages amassés de manière dramatique le long de ses rives. Ils s'en servent souvent sans discernement de sa qualité et ses effets néfastes sur leur santé. Pourtant en même temps, de nombreux cas des maladies de la peau et diarrhéiques dont il faudrait rechercher les causes, sont enregistrés et déclarés par les Directions de nursing des hôpitaux généraux de référence des zones de santé de Kanzala et de Tshikapa que nous avons consultées. Par ailleurs, le technicien de la Regideso/station de Tshikapa en charge de la production d'eau potable tirée de la rivière Kasai nous a révélé que l'eau de cette rivière affiche une faible turbidité et nécessite moins d'effort pour son épuration par rapport à celle de son affluent Tshikapa.

Ces étranges situations hydriques de la rivière Tshikapa suscitent en nous la préoccupation suivante : l'eau du bief urbain de cette rivière répond-elle aux critères de qualité d'eau potable ? Quels sont les paramètres d'appréciation de sa qualité physico-chimique et bactériologique ?

Face à cette préoccupation, nous avançons l'hypothèse selon laquelle les paramètres sélectionnés d'appréciation des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa seraient notamment la température (T°), le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité électrique, la quantité des matières en suspension (ou turbidité), la couleur ainsi que la présence ou l'absence des colonies de divers germes pathogènes.

Notre étude incarne un intérêt réel sur les plans tant théorique que pratique. Sur le plan théorique, elle pourra faire avancer les connaissances en matière d'organisation et de gestion écologique des espaces urbains côtiers et aquatiques de la RD Congo et, par ricochet, ceux d'ailleurs. En pratique, les résultats de notre étude ont abouti aux propositions de solutions appropriées permettant la gestion rationnelle des biefs urbains des rivières qui arrosent le site de la ville de Tshikapa par leurs usagers, sous l'encadrement viable assuré par les autorités urbaines avisées.

L'objectif général poursuivi dans cette étude est de réveiller durablement la conscience des ménages urbains de Tshikapa et d'ailleurs sur la qualité des eaux tropicales de surface et leurs effets potentiels sur la santé humaine à travers l'évaluation de la qualité de l'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa en nous appuyant sur le contrôle de sa température (T°), potentiel d'hydrogène (pH), conductivité électrique, turbidité liée à la présence des matières en suspension, couleur, ainsi que celui des germes pathogènes, en déterminant aussi conséquemment son seuil de potabilité, en vue d'aider les gestionnaires de cette ville et leurs administrés à mieux la gérer.

À la lumière des explications relevées ci-haut, nous considérons que la qualité écologique d'un cours d'eau est appréciable, positivement ou

négativement, en fonction de son aptitude à la satisfaction des besoins vitaux des organismes qui l'utilisent et/ou qu'il abrite, dont l'homme.

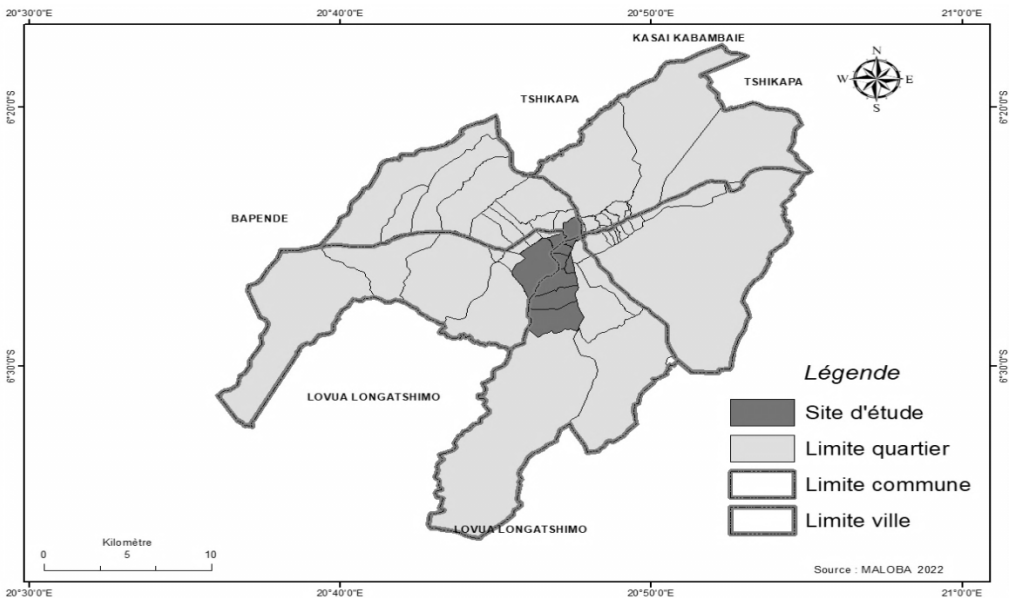
I. Milieu d'étude et méthodologie de recherche

Dans cette première section nous présentons le milieu d'étude et la méthodologie de recherche appliquée.

I.1. Présentation du milieu d'étude

Devenu Chef-lieu de la Province du Kasai depuis l'année 2015², la ville de Tshikapa est encadrée par les coordonnées géographiques 6° 15' et 6° 37' de latitude Sud, 20° 37' et 20° 57' de longitude Est. Elle est limitée au Nord, par les secteurs de Tshikapa et Kasai Kabambaie ; à l'Est et au Sud-Est, par le secteur de Tshikapa. Au Sud par le secteur de Lovua Longatshimo ; à l'Ouest et au Nord-Ouest, par le secteur de Bapende. Ces quatre secteurs limitrophes de la ville de Tshikapa appartiennent au Territoire de Kamonia³.

Carte n°1 : Division politico-administrative de la ville de Tshikapa



La ville de Tshikapa est érigée sur le plateau Sud du Kasai, à une altitude moyenne de 571 m. Son relief accidenté est composé essentiellement de collines, de vallées et de plaines. Elle appartient à une zone à climat tropical et humide, avec une courte saison sèche de quatre mois et une longue saison de pluie de huit mois en moyenne.

2 Cf. Loi n° 15/004 du 28 février 2015 portant programmation de nouvelles Provinces.

3 Cf. Carte n°1 : Division politico-administrative de la ville de Tshikapa.

Son hydrographie est caractérisée par la présence de nombreux cours d'eau, d'orientation Sud-Nord pour la plupart. La rivière Kasai et son affluent Tshikapa, drainent la ville de Tshikapa et c'est au confluent de ces importants cours d'eau que l'érection de la ville aurait commencé depuis 1912⁴.

Le réseau hydrographique du bassin du Kasai, auquel la rivière Tshikapa appartient, est un des éléments structurels essentiels du paysage et du patrimoine écologique de la ville. Cette rivière est l'un des principaux et vitaux affluents de la rive gauche de la rivière Kasai où elle se déverse presque au centre de la ville de Tshikapa. Sur une longueur totale de la rivière Tshikapa de plus ou moins 150 Km, son bief urbain mesure environ 23,5 Km de longueur.

À titre indicatif des aspects humains, nous avons obtenu les données chiffrées ci-après de la population urbaine pour l'année 2020, auprès des gestionnaires consultés des zones de santé : population totale de la ville, 893 816 habitants ; population des communes : Dibumba I (196 788 habitants), Dibumba II (133 587 habitants), Kanzala (249 972 habitants), Mabondo (133 587 habitants), et Mbumba (179 882 habitants)⁵.

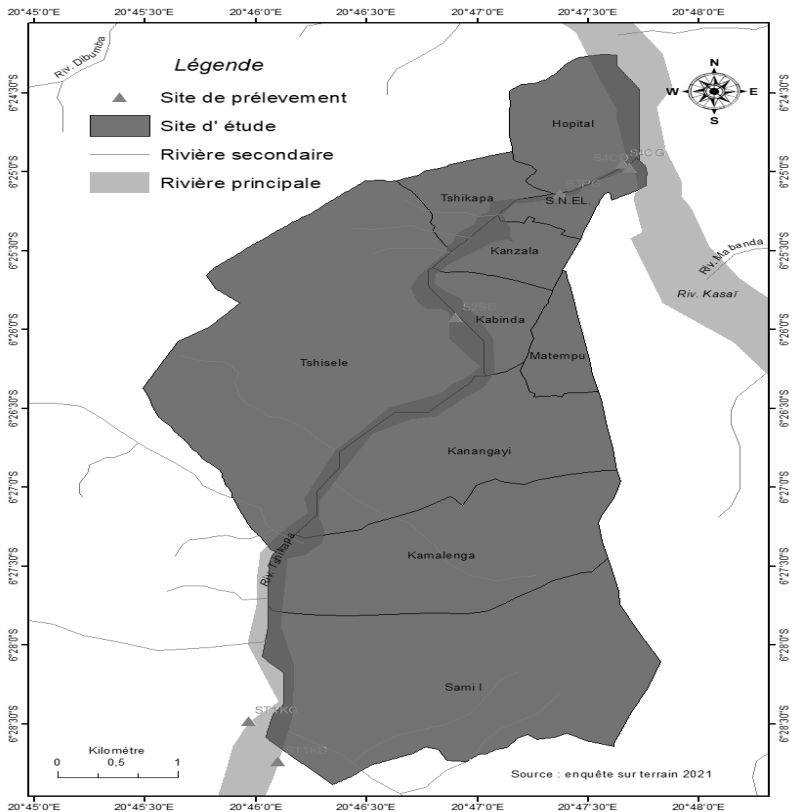
I.2. Matériel et méthodes de recherche

Cette étude se limite essentiellement à quelques quartiers de la ville de Tshikapa qui sont à la fois situés dans le bassin - versant et limitrophe de la rivière Tshikapa. Il s'agit des quartiers de la commune de Kanzala situés sur la rive droite de la rivière Tshikapa et ceux des communes de Dibumba I et Dibumba II situés sur sa rive gauche (Cf. carte n° 2 : Site d'étude dans la ville de Tshikapa).

4 Jacques MATADI, *La gestion de déchets ménagers solides dans la ville de Tshikapa, Province du Kasai Occidental (R.D.C.) : une approche géo-environnementale et socio-économique*, Thèse, Université Pédagogique Nationale, 2014, pp. 84 et 89. (Inédit)

5 Voir base des données des Bureaux Centraux des Zones de santé urbaines, 2020.

Carte n°2 : Site d'étude dans la ville de Tshikapa



Nous avons procédé successivement au prélèvement de six échantillons d'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa, à leurs analyses physique, chimique et bactériologique. Nous avons effectué, *in situ* les mesures de conductivité électrique, du potentiel d'hydrogène et de la température de l'eau et, *ex situ* au laboratoire de la Régideso/station de Tshikapa, les mesures de turbidité et couleur ainsi que la recherche des germes pathogènes. L'assistance du technicien de ce laboratoire et l'usage de divers types de matériels et outils étaient de mise. Selon ce collaborateur technique, la démarche utilisée pour effectuer les analyses physico-chimiques relève de la potentiométrie et la colorimétrie, il n'y a pas eu usage des réactifs à ce niveau (cf. détails dans le tableau n° 1, ci-dessous).

Avec un plongeur attaché à une corde de 5 m de longueur, le prélèvement des échantillons a été effectué, d'une part, à une profondeur de la rivière égale ou inférieure à 4 m et, d'autre part, à un écartement de ses berges égale ou inférieure à 4 m. Les échantillons d'eau de la rivière Tshikapa ont été prélevés dans six sites allant de la contrée de Kankala (liaison, par traversée de la rivière ciblée, des villages Mitendo et Ngombe) jusqu'à sa confluence avec la rivière Kasai (cf. carte n° 2, du site d'étude).

Tableau n° 1. Relevé de matériels de situation, de prélèvement et d'analyse des échantillons d'eau et leurs usages lors de nos investigations

TYPES DE MATÉRIELS UTILISÉS	USAGES PRATIQUES EFFECTUÉS	RÉSULTATS ESCOMPTÉS
I. Pour la localisation, prélèvement, conditionnement et transport des échantillons d'eau		
– <i>GPS Garmin</i>	Détermination automatique des coordonnées de localisation de chaque site de prélèvement.	Coordonnées de localisation de six sites de prélèvement déterminées (cf. tableaux n° 5 et n° 6).
– <i>Un plongeur</i>	Puisage de chaque échantillon d'eau de rivière.	Six échantillons prélevés et conditionnés.
– <i>Six flacons en plastique de 50° cl chacun</i>	Conditionnement et transport des six échantillons d'eau.	<i>Idem</i>
II.1. Pour l'exécution sur les berges de trois types d'analyses physico-chimiques		
– <i>Un pH mètre portable</i>	Détermination des valeurs de : potentiel d'Hydrogène (pH) ; Conductivité électrique et Température (T°).	Trois types de valeurs déterminées pour les 6 sites de la rivière (cf. tableau n° 5)
II.2. Pour l'exécution au laboratoire de deux autres types d'analyses physico-chimiques		
– <i>Un turbidimètre</i>	Détermination de la valeur de turbidité ;	Les deux types de valeurs déterminées pour les six échantillons (cf. tableau n° 5)
– <i>Un comparateur</i>	Évaluation de la couleur de l'eau.	
III. Pour procéder à l'analyse bactériologique des échantillons d'eau : recherche des germes pathogènes, « Escherichia coli » par la méthode de filtration sur membrane (cf. Tableau n° 6.).		
– <i>Six flacons d'autoclave en verre</i>	Conditionnement et transport des échantillons d'eau	Six échantillons d'eau conditionnés et amenés au laboratoire
– <i>Une rampe à filtration de trois passages</i>	Filtration des échantillons d'eau de rivière	Les six échantillons d'eau filtrés
– <i>Six filtres à membranes</i>	Support de filtration	<i>Idem</i>
– <i>Six boîtes à pétri</i>	Abritant le milieu de culture constitué de Gélose nutritive.	Culture des germes visés effectuée
– <i>Un incubateur</i>	Appareil de conditionnement des germes à cultiver	<i>Idem</i>
– <i>Un autoclave</i>	Appareil de stérilisation de matériels en milieu humide	Matériels de prélèvement et d'analyse stérilisés
– <i>Une étuve</i>	Appareil de stérilisation de matériels en milieu sec	<i>Idem</i>
– <i>Un bec à busen</i>	Instrument de flambage du matériel	<i>Ibidem</i>

Source : conception des auteurs, 2021.

Pour réaliser cette étude de nature multidisciplinaire nous avons recouru à la conjugaison des méthodes d'observation directe, analytique et expérimentale.

L'observation directe, dans sa forme intensive et extensive, nous a permis d'accéder à toutes les réalités du milieu relatives à la nature, dont la qualité de l'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa et à ses rapports avec ses usagers.

La méthode analytique nous a permis d'examiner le contenu de la notion de « qualité écologique » des eaux urbaines de la rivière Tshikapa par l'analyse approfondie de leurs caractéristiques physiques, chimiques et bactériologiques.

Fondée essentiellement sur l'expérience scientifique, la méthode expérimentale nous permet de confirmer ou d'infirmer les hypothèses de notre recherche.

L'enquête a été menée auprès d'un échantillon de 460 ménages en considérant un seul ménage par parcelle. Pour les douze quartiers visés, nous avons déterminé le pas de sondage en divisant l'effectif de 36800 habitants par 460 ménages ciblés en tenant compte de l'importance démographique de chaque quartier (cf. tableau n°2). Nous avons coordonné cette enquête en nous appuyant sur les services de 24 co-enquêteurs que nous avons sélectionnés et initialement rodés : 12 chefs de quartiers assistés par leurs collaborateurs secrétaires.

Tableau n° 2. Répartition des ménages urbains enquêtés par quartier et par commune

COMMUNE	QUARTIER	EFFECTIF DE LA POPULATION	NOMBRE APPROXIMATIF DES MENAGES	ÉCHANTILLON ENQUÊTE : MÉNAGES	FRACTION D'ENQUÊTE
DIBUMBA 1	HOPITAL	3.200	400	40	1/10
DIBUMBA 2	TSHIKAPA	2.880	360	36	1/10
Idem	TSHISELE	3.200	400	40	1/10
KANZALA	SNEL	2.960	370	37	1/10
Idem	KABINDA	2.960	370	37	1/10
Idem	MATEMPU	2.880	360	36	1/10
Idem	KANANGAYI	2.800	350	35	1/10
Idem	KAMALENGA	3.200	400	40	1/10
Idem	TSHISAKA	3.280	410	41	1/10
Idem	C.M.CO.	2.960	370	37	1/10
Idem	SAMY KATSHILOBA	3.040	380	38	1/10
Idem	KANZALA	3.440	430	43	1/10
Total de 12 Quartiers		36.800	4.600	460	1/10

Source : Bureaux Centraux de zones de santé de Kanzala et de Tshikapa, 2020.

Selon le contenu du tableau n° 2, nous avons divisé la population de référence par l'indice 8 (constituant une hypothèse de la taille moyenne du ménage congolais, selon l'Institut National de la Statistique) en vue de

déterminer le nombre approximatif des ménages, soit au total 4.600. D'où nous avons tiré une fraction d'enquête de 1/10. L'échantillon retenu de 460 ménages est le fruit d'une double sélection : celle des quartiers limitrophes du bief urbain de la rivière Tshikapa et le choix préférentiel (par ordre de priorité) des ménages résidant dans les parcelles qui sont plus ou moins proches de la rivière. Pour leur survie, ces ménages ont plus de probabilité de nouer des rapports d'intérêts, avantageux ou nuisibles (c'est-à-dire de bonne complémentarité ou d'antagonisme), avec cette rivière.

Les chefs de 460 ménages, les quatre autorités municipales et les quatre chefs de services urbains en charge de l'environnement, l'eau et l'assainissement ainsi que de l'hygiène publique ont été consultés à tour de rôle lors de nos investigations. Les deux dernières catégories d'interlocuteurs sont considérées comme des personnes ressources.

Les coordonnées d'identification des sites ciblés pour cette étude (leur longitude, latitude et altitude) ont été prélevées au moyen d'un GPS Garmin. La carte de la ville de Tshikapa et son dérivé ont été tracées sur base de fonds d'autres cartes de ce milieu, leur habillage a été effectué au moyen du logiciel « ARC GIS 10. 2 ».

II. Résultats et discussion

Les résultats visés dans cette étude portent essentiellement sur, d'une part, les usages de l'eau et d'autres ressources aquatiques, et d'autre part, les valeurs trouvées des analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons d'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa. Ci-après les détails.

II.1. Des usages de l'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa

Sur base de notre enquête, à l'issu du dépouillement, nous avons retenu les principales idées de la part des chefs de ménages consultés. Elles ont été confrontées aux avis des personnes ressources interviewées. Nous présentons ici un condensé.

Tableau n° 3 : Sources d'approvisionnement des ménages en eau

VARIABLES	CATÉGORIES	EFFECTIFS	POURCENTAGE
Raccordement de la parcelle au(x) réseau(x) d'approvisionnement en eau et électricité.	À la société E.D.C. seulement.	36	7,8
	À la société Regideso seulement.	46	10,0
	À toutes les deux entreprises.	60	13,0
	À aucune entreprise.	318	69,1
	Total	460	100,0
Autres sources d'approvisionnement du ménage en eau.	La rivière Tshikapa.	375	81,5
	Les puits d'eau souterraine aménagés dans la vallée de la rivière Tshikapa.	68	14,8
	Autres sources d'approvisionnement.	17	3,7
	Total	460	100,0

Concernant le raccordement des ménages enquêtés aux sociétés de desserte en eau et électricité, le contenu du tableau n° 3 révèle que 69,1% des enquêtés ne sont raccordés ni à la Régideso ni à la Société d'Électricité du Congo (E.D.C.) ; 13,0% sont raccordés aux deux sociétés ; 10% sont raccordés uniquement à la Régideso et 7,8% sont raccordés uniquement à l'E.D.C. Par ailleurs, parmi les alternatives de leur accès aux ressources en eau, la rivière Tshikapa constitue une autre source d'approvisionnement des ménages en eau avec 81,5% des ménages contre 14,8% qui recourent aux puits d'eau souterraine aménagés dans la vallée de la rivière Tshikapa. La proportion de 3,7% des ménages recourent à d'autres sources pour s'approvisionner en eau. Il s'agit notamment d'autres ruisseaux locaux et puits d'eau de leurs vallées.

Tableau n° 4 : Usages de l'eau et autres ressources du bief urbain de la rivière Tshikapa par les ménages

VARIABLES	CATÉGORIES D'USAGES	EFFECTIFS	POURCENTAGE
Usages des ressources en eau de la rivière Tshikapa par les ménages	Usages domestiques	410	89,1
	Abreuvement des animaux	22	4,8
	Nettoyage de maisons et engins	20	4,3
	Autres	8	1,7
	Total	460	100,0
Autres ressources exploitées dans le lit de la rivière Tshikapa	Matériaux de construction*	406	88,3
	Poissons (pour les repas et/ou la vente)	22	4,8
	Diamant de joaillerie	16	3,5
	Autres	16	3,5
	Total	460	100,0

*Il s'agit de cailloux, caillasses, moellons, sol argileux pour les briques et du sable, etc.

Selon le contenu du tableau n° 4, la majorité des ménages, soit 89,1%, se servent de l'eau de la rivière Tshikapa pour les usages domestiques, notamment : cuisson des aliments, boisson, vaisselle, lessive, baignade ; tandis que respectivement 4,8% et 4,3% des ménages utilisent cette eau pour l'abreuvement des animaux et de la volaille ainsi que pour le nettoyage des maisons, mais aussi celui des engins de mobilité. Les ménages qui exploitent les cailloux, les caillasses, les moellons, le sol argileux pour les briques et le sable etc., comme matériaux de construction, représentent 88,3%. Ceux qui en tirent régulièrement du poisson pour leurs repas et/ou pour la vente représentent 4,8%. Enfin, 3,5% des ménages y exploitent le diamant alluvionnaire de joaillerie.

II.2. Résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons d'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa

Les résultats obtenus de ces diverses analyses font l'objet des tableaux n° 5 et n° 6 suivants, conçus par les auteurs en adaptation au contenu des formulaires de CAWST⁶.

6 Center for Affordable Water and Sanitation Technologie, *Introduction à l'analyse de la qualité de l'eau de boisson*, Canada, 2013, pp. 179 et 181.

Tableau n° 5. Valeurs des paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa, issues de trois moments de prélèvement

Coordonnées des sites de prélèvement		Conductivité (M/s/cm)			Potentiel d'hydrogène (pH)			Température (T°C)			Turbidité (NTU)			Couleur (Hz)		
Codes	Références locales	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
S.T ₁ K.D.	Sud : 06°34'57,2" Est : 20°43'04,9" Alt. : 1531m	34	51	46	6,7	7	7,1	21,7	24,8	29,9	96,3	157	103	90	90	100
S.T ₁ K.G.	Sud : 06°34'56,4" Est : 20°43'03,9" Alt. : 1522 m	33	48	43	6,8	6,9	7	20,4	25,4	29	86,2	166	113	75	95	100
S ₂ S.D.	Sud : 06°25'55,6" Est : 20°46'54" Alt. : 1443 m	37	50	43	6,9	7,1	7,1	22,7	26,3	28,8	85,9	166	127	80	90	120
S ₃ P.G.	Sud : 06°25'08,5" Est : 20°47'22,1" Alt. : 1471m	35	50	43	7	7	7	21,8	26,2	29	88	170	124	80	95	100
S ₄ C.D.	Sud : 06°24'58,7" Est : 20°47'40,9" Alt. : 1420 m	35	47	41	6,9	7	7	21,5	26,4	29,2	84,3	166	125	80	90	100
S ₄ C.G.	Sud : 06°24'57" Est : 20°47'39,2" Alt. : 1433 m	34	48	42	6,9	7,2	7,2	22,0	27,7	29	81,6	148	120	80	90	100
Moyenne des valeurs de chaque paramètre étudié		34,67	49,00	43,00	6,86	7,03	7,06	21,68	26,13	29,15	87,05	162,17	118,66	80,83	91,67	103,33

Source : Résultats de notre investigation sur terrain, juillet à décembre 2021.

Légende :

P₁ : Premier prélèvement (du 15 juillet 2021, saison sèche).

P₂ : Deuxième prélèvement (du 31 août 2021, fin de la saison sèche).

P₃ : Troisième prélèvement (du 10 décembre 2021, saison de pluie).

Références locales : localisation des sites au moyen de GPS Garmin.

ST₁K.D. : Site témoin de Kankala, à la rive droite ;

ST₁K.G. : Site témoin de Kankala, à la rive gauche ;

S₂S.D. : Site de la zone de déversement des eaux urbaines à travers le collecteur de ravin dénommé SOCAGIK, à la rive droite ;

S₃P.G. : Site de la traversée par pont de la rivière Tshikapa, à la rive gauche ;

S₄C.D. : Site de la confluence, à la rive droite (déversement de la rivière Tshikapa dans la rivière Kasai) ;

S₄C.G. : Site de la confluence, à la rive gauche (déversement de la rivière Tshikapa dans celle du Kasai).

Commentaire :

Le contenu du tableau n° 5 indique en détails les différentes valeurs de chaque paramètre physico-chimique liées à chacun de trois moments de prélèvement, notamment en pleine saison sèche, vers la fin de la saison sèche et pendant la saison de pluie. La dernière ligne de ce tableau présente la moyenne des valeurs de chaque paramètre physico-chimique étudié. Elle est calculée pour chacun de ces trois moments de prélèvement, et nous permet de caractériser la nature générale du paramètre visé pour tout le bief urbain de la rivière, durant toute la période de notre enquête.

Signalons que notre deuxième opération de prélèvement des échantillons d'eau ciblés (P_2) a été effectuée vers la fin de la saison sèche, pendant que la rivière sous étude était en train de subir une pollution liée principalement, selon le rapport de CRREBac⁷, à sa contamination par les substances toxiques y déversées en amont de son bassin-versant, dans la partie angolaise d'où elle prend sa source, suite aux activités des complexes miniers de Luo, Camatchia-Camagico et Catoca. Les manifestations visibles de cette pollution, constatées par observation macroscopique de la rivière étaient, entre autres, son contenu plus troublé, sa couleur rougeâtre plus foncée et l'écoulement par moment de quelques poissons, sans vie qu'elle abrite, signe indicateur de la perte de la faune et de la flore aquatique (cf. image photographique ci-après).

Fig. 1. Pollution des rivières Tshikapa et Kasai en RD Congo



Source : Centre de recherche en ressources en eau du Bassin du Congo (CRREBac), cliché du 13 août 2021.

⁷ Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo (CRREBac), *Pollution des rivières Tshikapa et Kasai identifiée dans l'outil CB-CIS : appel à l'action du CRREBac*, Rapport inédit, Kinshasa, 2021, p. 1.

La valeur moyenne de la **conductivité électrique (C.E.)** de l'eau du bief était plus élevée lors du 2^{ème} prélèvement de ces échantillons (P₂), soit 49 Ms/cm (micro-siemens par centimètre) alors que la plus basse valeur moyenne est notée lors du premier prélèvement (P₁), soit 34,6 Ms/cm. La conductivité d'une eau indique son caractère minéralisé. Les eaux pauvres en ions (sels) comme celles du bief urbain de la rivière Tshikapa affichent une conductivité très faible pour les eaux douces (moyenne plus faible que la valeur limite inférieure de 300 Ms/cm). D'où, les eaux de ce bief sont moins minéralisées et, conséquemment, très pauvres en ions (sels).

Le potentiel d'hydrogène (pH) de l'eau renseigne sur la concentration des ions H⁺. Il permet d'avoir une idée globale de la physico-chimie de l'eau et traduit son caractère acide ou basique⁸. L'acidité et la basicité de l'eau sont liées, entre autres, à la nature géologique du lit et du bassin-versant de la rivière, mais aussi à la nature d'effluents urbains rejetés par l'homme dans le cours d'eau. Les valeurs moyennes du pH de ces trois moments de prélèvement oscillent généralement autour de la neutralité, soit de 6,8 à 7,0. En comparant ces valeurs moyennes aux normes de qualité de l'eau potable, considérons que les eaux de surface examinées ont un pH conforme.

La température est un paramètre qui caractérise la qualité de l'eau et constitue un facteur déterminant dans la vie des organismes qu'elle contient et ceux qui l'utilisent. Sous les climats chauds, le niveau élevé de la température favorise la prolifération des micro-organismes⁹. La moyenne des valeurs de la température trouvée pour ce bief varie en élévation de 21,6°C pour le premier prélèvement (P₁) à 29,1°C au troisième prélèvement (P₃), en passant par celle de 26,1°C au deuxième prélèvement (P₂). Ces valeurs moyennes traduisent, entre autres facteurs, la température du milieu ambiant car la grande partie de la région drainée par la rivière Tshikapa (Territoire de Kamonia et la ville de Tshikapa) jouit d'un climat chaud et humide.

Par ailleurs, en demeurant un facteur important de la vie d'un cours d'eau, la température influe sur les autres paramètres physico-chimiques comme : - la densité de la viscosité, dépendant aussi de la vitesse de dépôt des sédiments ; - la tension de vapeur et, - la solubilité des gaz dans l'eau et particulièrement de l'oxygène.

À partir de 4 Unités de Turbidité Néphélométrique (NTU), la **turbidité** de l'eau peut être perçue macroscopiquement, selon l'Organisation Mondiale de la Santé. La moyenne des valeurs de la turbidité trouvée varie de 87,0 NTU, pour le premier prélèvement (P₁) à 118,6 NTU pour la troisième opération de prélèvement (P₃) en atteignant les pics de 162,1 NTU pour le

8 Jean RODIER et al., *L'analyse de l'eau, contrôle et interprétation*, 10^{ème} éd., France, Dunod, 2016, p. 123.

9 Patrick EDORH, et al., « Pesticides et métaux lourds dans l'eau de boisson, les sols et les sédiments de la ceinture verte cotonnière de Gogounou, Kandi et Banikaora (Bénin) », in *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4 (4), 2010, pp. 1170-1179.

deuxième prélèvement (P_2). Les résultats de nos analyses, manifestement supérieurs aux normes de l'OMS, montrent qu'il s'agit d'une eau très trouble contenant assez de matières minérales et/ou organiques en suspension. En soi, la turbidité elle-même ne rend pas nécessairement les organismes malades, cependant des niveaux de turbidité élevés sont souvent associés à de fortes probabilités de présence de nombreux micro-organismes, notamment celle des bactéries, virus et des protozoaires, car ils se fixent sur les particules contenues dans l'eau. Une eau riche en matières organiques comme celle du bief urbain de la rivière Tshikapa mérite d'être suspectée de contamination bactériologique ou chimique.

La moyenne des valeurs de **la couleur** trouvée passe de 80,8 Hz (Hazen) pour la première opération de prélèvement (P_1) à 91,6 Hz pour le deuxième prélèvement (P_2) jusqu'à des pics de 103,3 Hz pour le dernier prélèvement (P_3). Ces moyennes des valeurs sont nettement supérieures aux valeurs normatives de l'OMS et permettent de soupçonner la présence de certaines matières minérales en solution, notamment : le fer, les matières organiques, l'argile.

Par ailleurs, ces constats sont confirmés par l'observation faite sur la turbidité. En effet, le paramètre couleur est lié à la turbidité et à la transparence de l'eau. Une eau colorée comme celle du bief urbain de la rivière Tshikapa n'attire pas suffisamment les utilisateurs et ne rassure pas pour les usages domestiques sensibles et en particulier pour la boisson. Elle suscite conséquemment un doute sur sa potabilité, conduisant ainsi au risque de son rejet par les ménages avisés.

Il y a donc interdépendance entre la turbidité, la conductivité, le potentiel d'hydrogène et la couleur car cette dernière est influencée par la présence des matières en suspension ou la couleur locale réelle de l'eau.

Tableau n° 6 : Résultats de l'analyse bactériologique

Coordonnées des sites de prélèvement		Résultats de l'analyse bactériologique, Escherichia coli : présents ou absents	
Codes	Références locales	P_1 du 31/08/2021	P_2 du 10/12/2021
S.T ₁ K.D.	Sud: 06°34'57,2" Est : 20°43'04,9" Alt.: 1531m	Présents à 65%	Présents à 80%
S.T ₁ K.G.	Sud: 06°34'56,4" Est : 20°43'03,9" Alt.: 1522m	Présents à 95%	Présents à 88%
S ₂ S.D.	Sud: 06°25'55,6" Est : 20°46'54" Alt.: 1443 m	Présents à 87%	Présents à 85%
S ₃ P.G.	Sud: 06°25'08,5" Est : 20°47'22,1" Alt.: 1471m	Présents à 85%	Présents à 80%

S ₄ C.D.	Sud: 06°24'58,7" Est : 20°47'40,9" Alt.: 1420 m	Présents à 70%	Présents à 75%
S ₄ C.G.	Sud: 06°24'57" Est : 20°47'39,2" Alt.: 1433 m	Présents à 78%	Présents à 79%

Source : Données de notre investigation sur terrain, août à décembre 2021.

Légende : P₁ = Prélèvement initial, du 31 août 2021 (fin saison sèche),

P₂ = Prélèvement terminal, du 10 décembre 2021 (saison de pluie).

Références locales = localisation des sites au moyen de GPS Garmin.

N.B. : Chaque pourcentage du tableau n° 6 exprime la proportion de la surface occupée par les germes pathogènes trouvés dans chaque boîte de culture incubée.

Commentaire :

Le contenu du tableau n° 6 indique que l'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa est contaminée presque en permanence par des germes pathogènes, notamment *Escherichia coli*, suite à la présence assez remarquable de ce germe indicateur de la contamination fécale de tous les six sites aquatiques examinés. Nous pressentons que d'autres microorganismes pathogènes y seraient aussi présents, mais les moyens (outils, réactifs appropriés) ont manqué localement, dans la ville de Tshikapa, pour nous engager dans le processus de leur détection et identification.

Le site S.T₁ K.G. était le plus dangereusement contaminé par les *Escherichia coli*, soit les proportions de 95% vers la fin de la saison sèche (P₁) et 88% pendant la saison de pluie (P₂). Le site S₄ C.D. était le moins contaminé par les *Escherichia coli*, avec les proportions allant de 70% vers la fin de la saison sèche (P₁) à 75% pendant celle pluvieuse (P₂).

Pour l'ensemble des sites examinés du bief urbain, la proportion des germes trouvés dans les échantillons de la fin de la saison sèche (P₁) varie entre 65% à 95% et celle des mêmes types de germes détectés dans les échantillons de la saison des pluies (P₂) varie entre 75% à 88%. En plus de la présence quasi-permanente des germes recherchés dans cette eau de surface, la variabilité générale de leurs proportions est liée à la fois au rythme saisonnier climatique de leur prolifération et à celui de l'apport des rejets urbains locaux.

En considérant l'influence réciproque de quelques valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau du bief visé, constatons que la moyenne élevée de température (29°C) y favoriserait la multiplication des germes d'*Escherichia coli* qui contribue à la hausse du taux de turbidité (moyenne de 118,6 à 162,1 NTU). Celle-ci entraînerait aussi la variation (renforcement de la teinte) de la couleur allant jusqu'à la valeur moyenne de 103,3 Hz. Selon les normes de l'OMS pour l'eau de boisson, la valeur maximale de turbidité est fixée à 15 Hz.

La qualité microbiologique des eaux de consommation est fixée par l'OMS à travers le monde, y compris la RD Congo, à l'absence des colonies d'*Escherichia coli* dans l'eau potable. C'est autant dire que les eaux du bief urbain de la rivière Tshikapa affichent généralement une qualité écologique douteuse pour la boisson et pour d'autres usages domestiques sensibles, notamment le bain, la cuisson des aliments, etc.

Conclusion

Installée sur le plateau moyen du Sud de la RD Congo, à une altitude moyenne de 571m et arrosée par plusieurs cours d'eau dont la rivière Kasai et son affluent Tshikapa, la ville de Tshikapa est animée par une population relativement nombreuse et dynamique. Elle dispose alors de ses propres particularités géographiques, écologiques, socio-économiques et culturelles comparativement à d'autres agglomérations de la RD Congo.

Les résultats de notre recherche sont tirés de deux catégories de sources : d'abord, les prélèvements et diverses analyses des échantillons d'eau du bief urbain de la rivière Tshikapa, ensuite, les chefs de ménages. Les autorités municipales et les animateurs des services urbains en charge de l'environnement et l'hygiène ont été aussi consultés opportunément comme des personnes ressources. En voici les éléments saillants.

La majorité des ménages enquêtés, soit 89%, pratique des usages domestiques souvent malsains de l'eau ainsi que d'autres ressources (sable, cailloux, caillasses, argile, diamant de joaillerie, poissons, etc.) du bief urbain de la rivière Tshikapa. Ces usages sont effectués généralement dans l'ignorance quasi-totale de la réglementation en vigueur, mais aussi celle de la culture écologique (c'est-à-dire, selon notre vision, celle respectueuse et conservatrice des écosystèmes pourvoyeurs des ressources vitales). En plus, la ville est confrontée à l'insuffisance de canaux de drainage des eaux urbaines usées et pluviales et surtout au manque total des bassins communautaires appropriés de rétention d'eau ainsi que des stations communautaires de leur épuration, avant leur déversement dans les milieux aquatiques récepteurs.

Pour l'ensemble des échantillons d'eau examinés du bief, si la conductivité électrique se révèle inférieure par rapport au seuil minimum (33 à 51Ms/Cm), par contre, les valeurs de la T° (20,4 à 29,9°C), la turbidité (81,6 à 170 NTU) et la couleur (75 à 120 Hz), sont très élevées comparativement aux limites supérieures normales requises. L'eau de la rivière examinée affiche plutôt un pH généralement quasi neutre (6,7 à 7,2). Celui-ci est conforme au pH des eaux de surface en milieux tropicaux chauds et humides.

Concernant les résultats d'analyses bactériologiques pour l'ensemble de ce bief, la proportion des germes trouvés dans les échantillons de la saison

sèche varie de 65% à 95% et celle des mêmes types de germes détectés dans les échantillons de la saison des pluies varie de 75% à 88%. Les facteurs favorables au maintien de ces germes et la variation de leur taux dans le bief de cette rivière sont, entre autres, le rythme de l'apport des rejets urbains locaux et celui saisonnier climatique de leur multiplication. La qualité microbiologique des eaux de consommation étant fixée par l'OMS à travers le monde à l'absence des colonies d'*Escherichia coli* dans l'eau potable ; nous estimons que les eaux du bief urbain de la rivière Tshikapa affichent généralement une qualité écologique douteuse et ne se prêtent pas à l'eau de boisson et autres usages domestiques sensibles comme la cuisson des aliments, le bain, etc. Elles méritent au préalable un renforcement des dispositions pour leur conservation, puis leur désinfection, domestique ou communautaire, avant leur usage.

Pour restaurer et assurer durablement la gestion rationnelle de l'eau, et d'autres ressources du bief urbain de la rivière Tshikapa, tout en garantissant la survie socio-économique des usagers, nous pouvons convenir avec les personnes ressources consultées de la mise en place d'une série des mesures pragmatiques dont principalement :

1. La production d'un édit qui réglementerait l'utilisation des eaux urbaines de la rivière Tshikapa et d'autres rivières locales et d'en faire un suivi permanent ;
2. Le renforcement de la surveillance de l'utilisation des eaux urbaines de la rivière Tshikapa et de ses rives moyennant l'enrôlement et la mise en place d'une police fluviale. Ses éléments contrôleraient, entre autres, les déviations lors de baignades (observation de la pudeur), la prévention des cas de noyade et des abus d'utilisation d'autres ressources hydriques locales ;
3. La promotion de la pratique des usages hygiéniques (qui ne souilleraient pas la rivière), notamment domestiques, artisanaux, économiques et industriels, etc., des eaux urbaines et d'autres ressources connexes que renferme cette rivière ;
4. La détermination des sites côtiers appropriés et contrôlables d'utilisation de l'eau (lessive, vaisselle, baignade, etc.) ainsi que des ressources connexes de la rivière Tshikapa.
5. La conception et l'installation dans les meilleurs délais des stations communautaires d'épuration des eaux urbaines usées et pluviales, à coupler aux bassins de leur rétention, aux endroits stratégiques du bassin-versant du bief urbain. On y installerait aussi quelques canaux collecteurs complémentaires de drainage contrôlé des eaux urbaines usées et pluviales.

Pour l'application de ces pistes de solutions durables, nous sollicitons l'implication de l'État congolais aux niveaux tant national que provincial, avec l'appui des partenaires bien outillés et attitrés ainsi que celui de ses administrés. ■