

CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX SOUTERRAINES DES SOURCES NON AMENAGEES DE LA COMMUNE DE KISANGANI DANS LA VILLE DE KISANGANI EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

¹**IUNGBI SINGA Nathan**, ²**WANSENDE FIASOLUA Wafi**, ³**BULUKU EKWAKWA Alain**.
(Tous du Domaine de Chimie et Environnement) ³Professeur Emérite, ¹*Chef de Travaux, ²Assistant
(Faculté des Sciences et Technologie de l'Université Pédagogique Nationale de Kinshasa «
UPN/Kin »)

Corresponding Author :
nathansinga88@gmail.com

To Cite This Article : Nathan, I. S., Wafi, W. F., & Alain, B. E. (2025). CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX SOUTERRAINES DES SOURCES NON AMENAGEES DE LA COMMUNE DE KISANGANI DANS LA VILLE DE KISANGANI EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO. Journal of Advance Research in Food, Agriculture and Environmental Science (ISSN 2208-2417), 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.61841/58p8yj46>

RESUME

au regard de l'explosion démographique, la population se tourne vers l'utilisation des eaux de sources dans les milieux urbains, péri-urbains et ruraux du fait que, la couverture en eau par les services attirés devient de plus en plus difficile. Cependant, ces eaux, souvent ne sont pas traitées ou contrôlées pour déterminer leurs qualités par rapport aux normes de potabilité mis en place par l'OMS, présentent fréquemment des problèmes de qualité et peuvent entraîner des préjudices environnementaux très graves chez les humains, les animaux et les plantes qui en consomment. Cette étude propose une analyse physico-chimique approfondie capable d'évaluer la qualité de ces eaux de sources non aménagées de la commune de Kisangani dans la ville de Kisangani, chef-lieu de la Province de la Tshopo en République Démocratique du Congo afin de mieux informer la population utilisatrice. Raison pour laquelle, dans cette étude, nous avons évalué les paramètres tels que : le pH, la température, la conductivité, le TDS, l'oxygène dissous, la coloration, l'odeur, le Chlore et la turbidité, le sulfate, le nitrite et nitrate, le phosphate, quelques métaux lourds.

Mots-clés : *Caractérisation, Physico-chimique, Eau souterraine, Source.*

ABSTRACT

In view of the population explosion, the population is turning to the use of spring water in urban, peri-urban and rural areas because water coverage by designated services is becoming increasingly difficult. However, these waters, often not treated or controlled to determine their quality in relation to the potability standards set by the WHO, frequently present quality problems and can cause very serious environmental damage to humans, animals and plants that consume them. This study proposes an in-depth physico-chemical analysis capable of assessing the quality of these undeveloped spring waters in the commune of Kisangani in the city of Kisangani, capital of the Tshopo Province in the Democratic Republic of Congo in order to better inform the user population. This is why, in this study, we evaluated parameters such as: pH, temperature, conductivity, TDS, dissolved oxygen, color, odor, chlorine and turbidity, sulfate, nitrite and nitrate, phosphate, some heavy metals, etc.

Keywords: *Characterization, Physicochemical, Groundwater, Source.*

INTRODUCTION

L'eau est la ressource vitale pour la vie humaine et l'ensemble de l'environnement, mais cependant, elle est aujourd'hui devenue de plus en plus une préoccupation majeure pour l'humanité entière. Bien qu'indispensable à la vie et au développement de l'humanité, l'eau, qui n'est pas un produit de l'homme, rencontre de nombreux défis liés à sa gestion et sa qualité, plus précisément dans les pays en développement. (Wansende & al, 2024). Selon un rapport de planète pollution, plus de 9 millions des personnes ont été mortes en 2022 à cause de la pollution de l'eau, de l'air et de sol. (<https://www.lemonde.fr>)

Actuellement, plus de 5 millions de personnes dans le monde continuent de mourir chaque année à cause d'une eau de mauvaise qualité. En 2022, plus de 2 milliards de personnes dans le monde n'avaient pas accès à l'eau potable, mais actuellement ce chiffre va au-delà de 2.5 milliards concernant l'eau potable et assainie à cause des déplacements due à des guerres dans le monde au-delà de cette situation, s'ajoute le réchauffement planétaire et le changement climatique, ainsi la désertification et diverses pollutions. (Singa, 2019)

En Afrique, plus de 800 millions des personnes n'ont pas accès à l'eau potable et assainie. Ces chiffres montrent que seulement moins de 40% de la population africaine à accès à une eau potable et assainie et souvent cette situation est visible dans les pays du sud de Sahara. (Kadima, 2022)

En République Démocratique du Congo (RDC), malgré l'abondance des ressources en eau, une grande partie de la population n'a toujours pas accès à une eau potable. Le contrôle de la qualité de l'eau potable donne un aperçu des performances des réseaux d'approvisionnement et de la qualité finale de l'eau fournie aux consommateurs. (Bulukuku, 2024)

Les chiffres mis en place par la Banque mondiale montrent que jusqu'à présent, moins de 40% de la population congolaise a accès à l'eau potable, dont moins de 30% pour l'eau potable et assainie. (<https://blogs.wordbank.org>)

À Kisangani, si certains n'ont presque aucun problème d'accès à une eau propre, d'autres doivent faire face à des difficultés tant en termes de qualité que de disponibilité de l'eau. C'est dans ce contexte que cette étude vise à caractériser les paramètres physico-chimiques, certains paramètres liés à la potabilité des eaux des sources non aménagées utilisées par la population de la ville de Kisangani en général, mais celle de la Commune Kisangani en particulier.

Ceci nous amenant à poser une question essentielle :

- La qualité physico-chimique des eaux des sources non aménagées de commune Kisangani répondrait-elle aux normes de potabilité de l'OMS ?

A cette question, nous nous proposons la réponse provisoire selon laquelle :

- les eaux des sources non aménagées de la commune de Kisangani n'auront pas une qualité physico-chimique qui répondrait aux normes de potabilité de l'OMS.

L'objectif principal poursuivi dans cette étude est de déterminer la qualité physico-chimique des eaux des sources non aménagées de la commune de Kisangani, consommées par les boyomais d'une manière générale, mais en particulier ceux de commune Kisangani.

Pour atteindre cet objectif général, nous fixons comme objectifs spécifiques :

- Analyser certains paramètres physico-chimiques de ces eaux des sources non aménagées de de la commune de Kisangani ;
- Comparer les résultats d'analyse obtenus aux normes de potabilité de l'OMS.

MILIEU D'ETUDE, MATÉRIELS ET MÉTHODES

MILIEU

VILLE DE KISANGANI

La présente étude s'est réalisée dans la ville de Kisangani, précisément dans les communes de Kabondo et Kisangani. Située à plus de 1700Km au nord-est de Kinshasa et avec une superficie de 1.910 km², Kisangani est le chef-lieu de la province de la Tshopo. Elle possède plus de 1.600.000 habitats répartie dans 6 communes (Kabondo, Kisangani, Tshopo, Mangobo, Makiso, Lubunga) en plus des 6 communes, s'ajoute le Secteur de Lubuyabera.

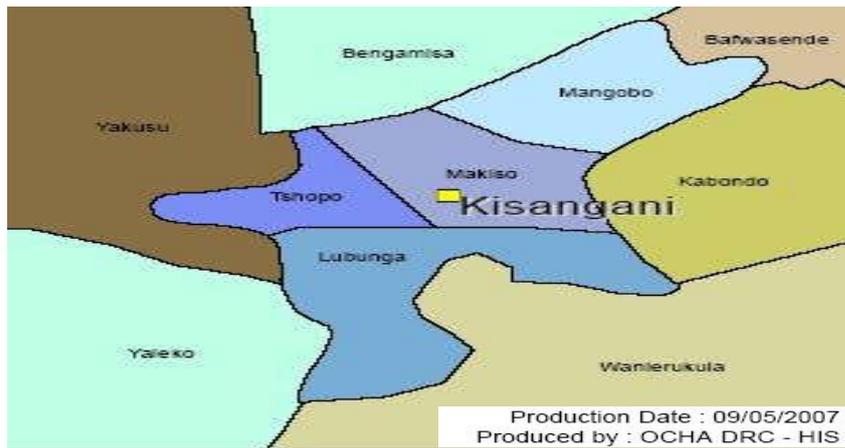


Fig1. Carte géographique de la ville de Kisangani

Notre recherche s’est déroulée précisément dans la commune Kisangani qui fait partie des 3 communes péri-urbaines de la ville de Kisangani avec les communes de Lubunga, Kabondo et le secteur Lubuyabera.

COMMUNE DE KISANGANI

La commune Kisangani est une entité administrative décentralisée promulguée par l'arrêté ministériel N° 069/0226 du 22/7/1969 du ministère de l'intérieur, elle est parmi les 6 communes composant la ville de Kisangani avec la superficie de 636km². Elle est délimitée :

- A l'Est par la rivière Avokoko qui la sépare du territoire d'Ubundu au PK20 sur la route Ituri, GPS (00°30'994")
- A l'Ouest par la commune Makiso et la rivière Makiso, GPS (00°30'342") ;
- Au Nord par les communes Kabondo et Makiso, GPS (00°30'639") ;
- Au sud par le fleuve Congo qui la sépare de la commune Lubunga, GPS (00° 30' 342").

Cette commune est créée après l’époque coloniale, soit en 1969. Avant, elle était considérée comme une chefferie wagenya arabisée. Son économie est basée sur la pêche, l’élevage et l’agriculture combinée avec d’autres petits commerces et fabrication des briques cuites.

Elle est dominée par le wagenya, les arabisés, les Kumu, les Songe, les Kusu, ...

La langue dominante est le Swahili qui représente presque 65% de la population, contre 35% de Lingala.

Elle possède 6 quartiers avec plusieurs nouvelles cités notamment Katshuya, Pk 7 route Aéroport, ..., le nombre total d’habitants est estimé à plus 200.000 habitants en 2020. (Bureau Communal de Kisangani)

Tableau 1 : Evolution de la population dans la commune de Kisangani de 1970 à 2020

1970	1980	1990	2000	2010	2020
<50.000	> 80.000	> 100.000	< 100.000	> 120.000	> 200.000

COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES SITES DE PRELEVEMENT

Tableau 2. Noms des sources d’eau et leurs coordonnées géographiques

N°	Noms des sources	Coordonnées géographiques
1	Katshuya 1	E: 025° 13' 361'' N: 00° 29' 511''
2	Katshuya 2	E: 025° 13' 413'' N: 00° 29' 280''
3	Iere Avenue Brazza	E: 025° 13' 120'' N: 00° 29' 236''
4	Pk7 Route Bangboka	E: 025° 13' 187'' N: 00° 29' 817''

Ces sources d'eau sont encerclés en vert sur cette carte :

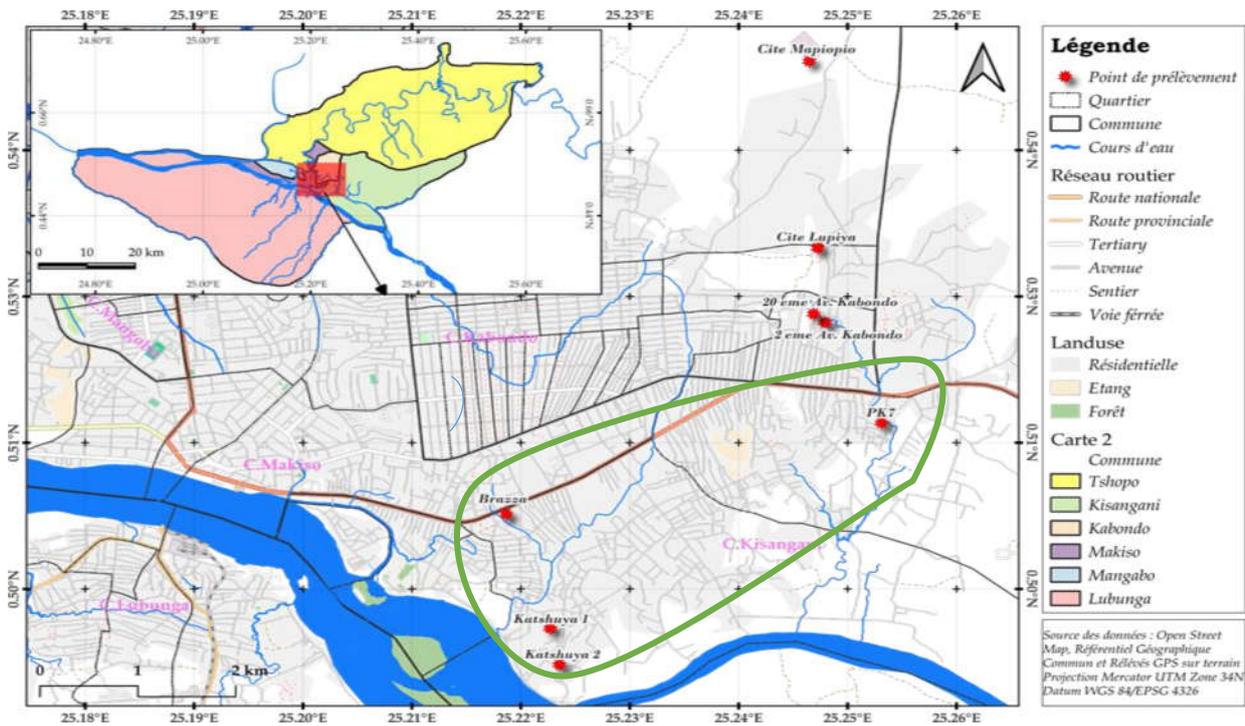


Fig2. Localisation géographique des sites de prélèvement dans la commune de Kisangani.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL

Le matériel principal qui a fait l'objet de notre étude est constitué des eaux de puits de la commune Kisangani comme nous montre ces images :



Fig3. source Katshuya1



Fig4. source Katshuya2



Fig5. source 1^{ère} Avenue Brazza



Fig6. source PK 7 Route Bangboka

En dehors ce dernier, nous avons utilisé d'autres matériels pour le prélèvement, le transport, la conservation et l'analyse. Parmi ces derniers, nous pouvons citer entre autres :

Tableau n°3 : Liste des matériels utilisés pour l'échantillonnage et l'analyse au laboratoire

Matériel	Matériel
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Fiche d'identification ; ❖ Moto marque TVS 125, Apacha et Senke ; ❖ Stylo et agenda ; ❖ Jambière, Gand, blouson, lunette, cache nez ; ❖ Bocal de plastique et de verre de 500ml stérilisés ; ❖ Bidon de 2,5L ; ❖ Marqueur, Sachet en plastique ; 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Oxymètre ; ❖ Appareil multi paramètres (marque HQ40d) ; ❖ Frigo ; ❖ Comparateur lovibond avec disque pour le Chlore. (0-4 mg/L) et pour la coloration. ❖ Frigo box et Scott ; ❖ Téléphone samsung (galaxy note 20 ultra) avec l'application GPS ; ❖ Décamètre.

METHODES

Pour faire cette étude, nous nous sommes servis des méthodes suivantes :

- Observatoire et exploratoire : Elles nous ont permis d'observer et d'explorer les sites (Sources d'eaux non aménagées) en utilisant les techniques d'observation, d'exploration et aléatoire pour faire le choix des sources d'eaux.

Après avoir identifié 11 sources dans cette commune, nous avons procédé au choix aléatoire pour sélectionner 4 sources.

- Méthode documentaire : Elle nous a permis de documenter sur la ville de Kisangani, la commune de Kisangani, et voir ce qu'ont fait d'autres chercheurs par rapport à notre sujet en utilisant la technique de documentation.
- Méthode interrogatoire : elle nous a servis à questionner les usagers de ces sources sur l'utilisation et l'historique de ces derniers en utilisant la technique d'interrogation.
- Méthode Analytique : elle nous a servis pour faire les analyses des différents paramètres physico-chimiques *In Situ* en utilisant la technique d'analyse.

Tableau 4 : Norme OMS (2024) des quelques paramètres physico-chimiques qui seront déterminés

N°	Paramètres	Formules chimiques	Normes	Unités
1	Potentiel d'hydrogène	pH	6,5 - 8,5	-
2	Température	T°	22 - 25	°C
3	Couleur	-	< 15	UC
4	Odeur	-	Pas d'odeur	-
5	Conductivité	CV	<1000	µs/cm
6	Oxygène dissous	O ₂	≤7	mg/L
7	Solide en suspension	TDS	≤200	ppm
8	Chlore libre	Cl ⁻	5	mg/L
9	Turbidité	T	< 5	NTU
10	Matières sèches	MS	-	mg/L
11	Demande chimique en oxygène	DCO	< 50	mgO ₂ /L

12	Demande biologique en oxygène	DBO ₅	< 5	mgO ₂ /L
13	Ammonium	NH ₄ ⁺	< 0,5	mg/L
14	Phosphate	PO ₄ ³⁻	< 0,1	mg/L
15	Nitrite	NO ₂ ⁻	< 0,5	mg/L
16	Nitrate	NO ₃ ⁻	< 50	mg/L
17	Sulfate	SO ₄ ²⁻	< 250	mg/L
18	Potassium	K ⁺	< 12	mg/L
19	Sodium	Na ⁺	< 20	mg/L
20	Magnésium	Mg	< 50	mg/L
21	Nickel	Ni	< 20	µg/L
22	Cadmium	Cd	< 1	µg/L
23	Plomb	Pb	< 10µ	µg/L
24	Silicate	SiO ₂	< 100	mg/l
25	Fer	Fe	< 0,2	mg/L

**RESULTATS ET INTERPRETATION
ORGANOLEPTIQUE
COULEUR ET ODEUR**

Tableau 5 : Résultat des paramètres sensoriels des eaux de sources non aménagées de la commune de Kisangani.

Sources	Paramètres			
	Couleur		Odeur	
	Valeur obtenue	Normes OMS	Valeur obtenue	Normes OMS
KISANGANI				
Katshuya 1	Trouble	Incolore	Odeur	Inodore
Katshuya 2	Incolore	Incolore	Pas d'odeur	Inodore
1^{er} Av. Brazza	Trouble	Incolore	Odeur	Inodore
PK7 Kis	Trouble	Incolore	Pas d'odeur	Inodore

Les résultats trouvés sur terrain par rapport aux paramètres *In Situ* organoleptiques des eaux des 4 sources analysés dans la commune Kisangani révèlent que 75% de ces eaux, soit 3 sources sont troubles et 25% autre, soit 1 source est incolore. Concernant l'odeur, on remarque 50%, soit 2 sources sur 4 analysés ont des eaux ayant des odeurs, alors que 50% restant n'ont pas d'odeur.

**AUTRES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES
PARAMETRES *IN SITU***

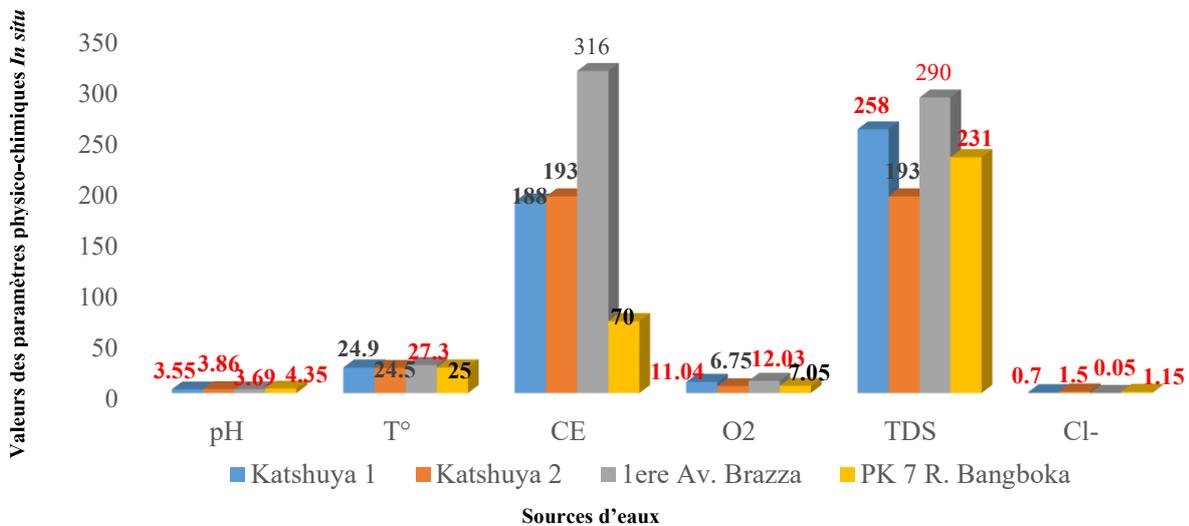


Fig7 : paramètres physico-chimiques *In situ* des eaux de puits des commune Kisangani.

Les résultats sur cette figure 7 En rapport avec les paramètres *In situ* analysés des sources d’eaux non aménagées de la commune de Kisangani indiquent que : 100% des eaux analysées ont un pH et Cl⁻ inférieurs à la norme OMS, 1 source sur 4 (1^{ère} Avenue Brazza), soit 25% présente une température hors norme OMS, 2 sources sur 4 (Katshuya 1 et 1^{ère} Avenue Brazza), soit 50% ont des valeurs de O₂ supérieures à la norme OMS, 25%, soit 1 source sur 4 (Katshuya 2) a un TDS répondant à la norme OMS. De l’autre côté, on observe que toutes ces eaux analysées ont des valeurs de conductivités électrique (µs/cm) dans la norme.

**PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ANALYSES AU LABORATOIRE
TURBIDITE (NTU) ET MATIERE SECHE (MS)**

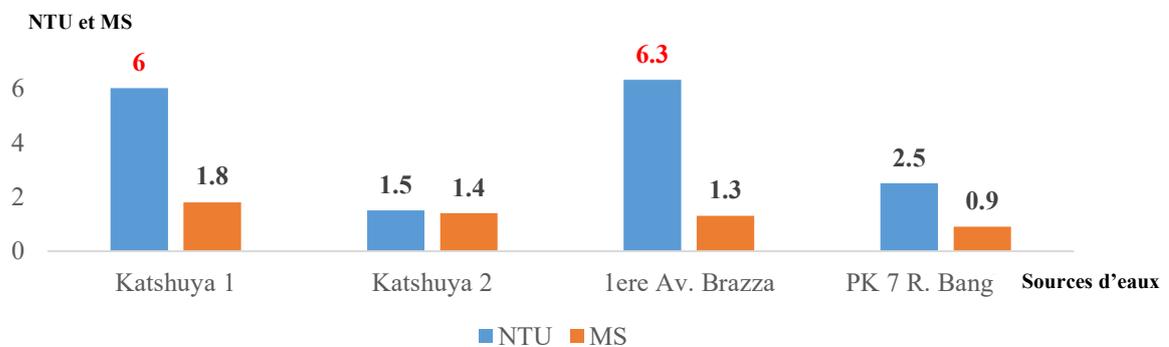


Fig8 : quantité de TDS et MS des eaux de puits des commune Kisangani.

Les résultats sur La figure 8 montrent que sur les 4 sources dont on analysé les eaux, 2 sources (Katshuya 1 et 1^{ère} Avenue Brazza), soit 50% ont des valeurs de turbidité supérieure à la norme OMS, mais en outre, on observe que tous ces sources ont des eaux qui répondent à la norme sur le plan matière sèche.

DCO ET DBO5

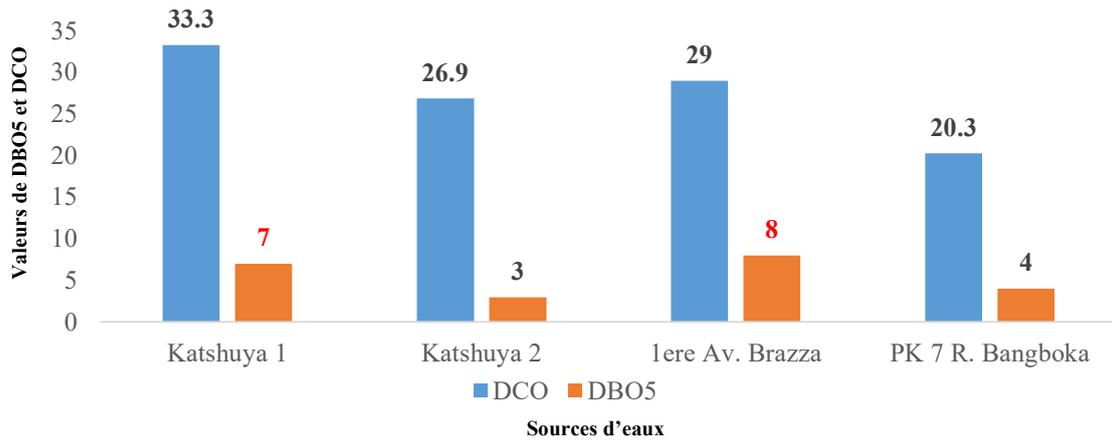


Fig9 : Valeurs de DCO et DBO5 des eaux des 8 puits analysés dans les commune Kisangani

Le graphique 9 indique que toutes les eaux analysées, soit 100% ont des valeurs de DCO dans la norme OMS, alors que sur le plan DBO5, on trouve que 2 sources sur 4 (Katshuya 1 et 1^{ère} Avenue Brazza), soit 50% ont des valeurs de DBO5 supérieures à la norme OMS

LES SUBSTANCES INDESIRABLES (NH₄⁺, NO₂⁻ ET PO₄³⁻)

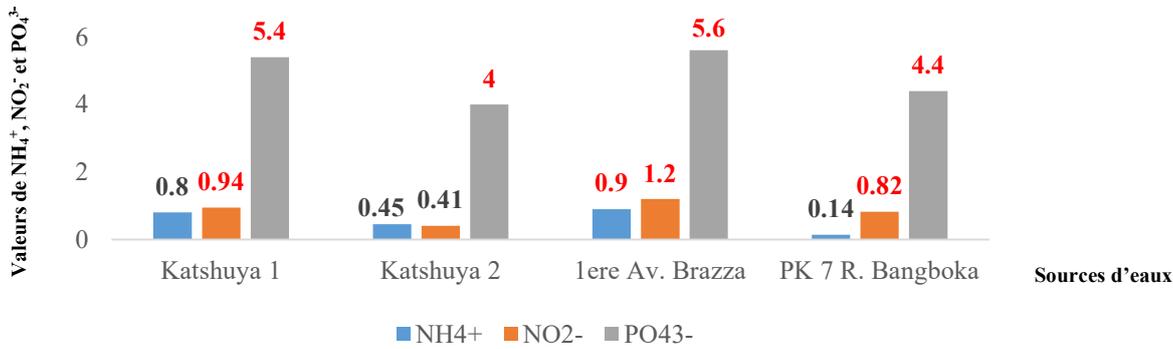


Fig10 : quantité en NH₄⁺, PO₄³⁻ et NO₂⁻ des eaux des puits des commune Kisangani

Le graphique 10 Concernant les substances indésirables indique que 100% des eaux analysées ont des quantités de PO₄³⁻ au-delà de la norme mise en place par OMS, 1 source sur 4 (1^{ère} Avenue Brazza), soit 25% montre une quantité de NH₄⁺ supérieure à la norme OMS, et seulement 1 source (Katshuya 2), soit 25% possède une quantité de NO₂⁻ répondant à la norme OMS.

AUTRES SUBSTANCES INDESIRABLES (SO₄²⁻ ET NO₃⁻)

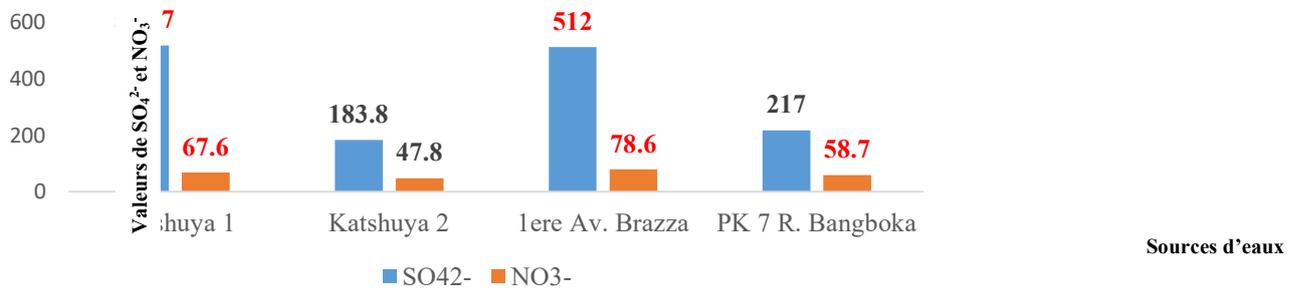


Fig11 : Quantité en mg/L de NO₃⁻ et SO₄²⁻ des eaux de puits des communes Kabondo.

Les résultats de NO₃⁻ et SO₄²⁻ comme présentés sur cette figure 11 montre que, 1 puit sur 4 (Katshuya 2), soit 25% montre une quantité de NO₃⁻ normale selon OMS, 2 puits sur 4 (Katshuya 1 et 1^{ère} Avenue Brazza), soit 50% ont des quantités de SO₄²⁻ supérieures à la norme OMS.

LES MINERAUX (K⁺, NA⁺, MG⁺)

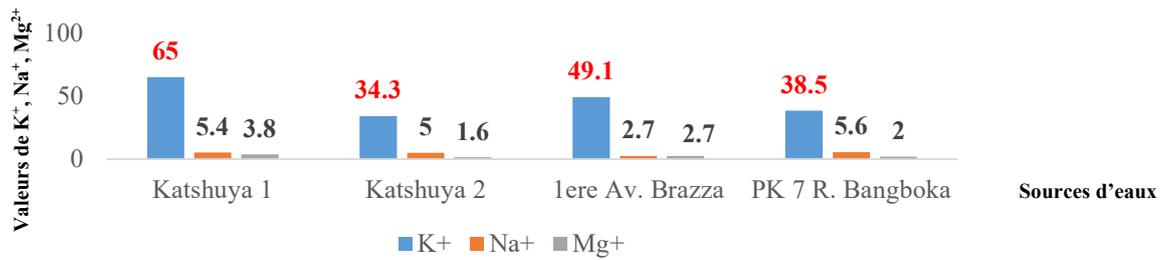


Fig12 : Quantité en mg/L de K⁺, Na⁺ et Mg²⁺ des eaux de puits des commune Kisangani.

La figure 12 indique que le K⁺ est hors norme dans toutes les eaux analysées, alors que Na⁺ et Mg²⁺ sont tous la seille de normalité de potabilité de l’OMS dans toutes ces eaux.

LES METAUX LOURDS (CD, PB ET NI)

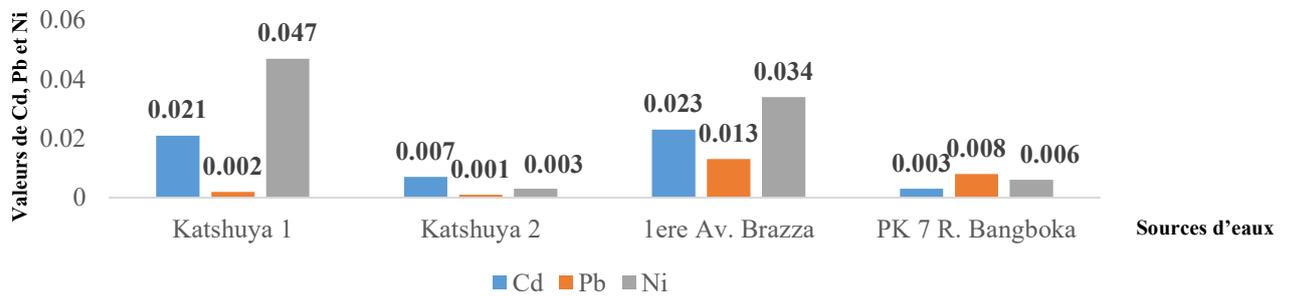


Fig13 : Quantité en µg/L de (Cd, Pb et Ni) des eaux de puits des commune Kisangani.

La figure 13 Concernant les métaux lourds analysés dans ces eaux de sources indique que, toutes ces eaux, soit 100% ont des quantités des Cd, Pb et Ni dans les normes OMS de l’eau potable.

SILICE (SiO₂) ET FER (FE)

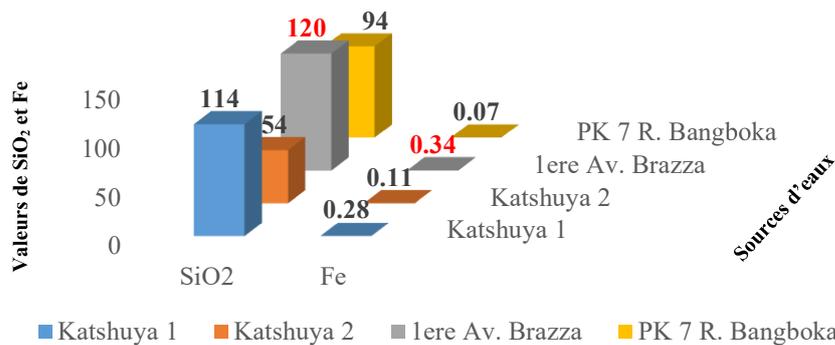


Fig14 : quantité en mg/L de SiO₂ et Fer des eaux de puits des communes Kisangani.

La figure 14 indique que 1 source sur 4 (1^{ère} Avenue Brazza), soit 25% a des eaux ayant une quantité de SiO₂ et de Fe hors normes OMS, cependant, les restes des sources, soit 75% ont des quantités normales de ces deux paramètres selon OMS.

DISCUSSION

IN SITU

Les paramètres *In situ* tels que le pH, Cl, O₂, T°, TDS, nous observons que les eaux des sources Katshuya1, 1^{ère} Avenue Brazza, et PK7 Route Bangboka ne sont pas conformement aux normes, ce qui signifie seulement 25%, soit 1 seule source (Katshuya 2) qui respecte la norme OMS par rapport à ces paramètres. Le cas exception est le pH qui est non conforme partout.

Ce résultat a été aussi observé chez Kazadi en 2022 sur les eaux des sources de la commune Makiso dans la ville de Kisangani ou il avait observé que ces eaux ne respectaient pas les normes OMS sur les plans pH, T° et Cl₂.

Concernant la conductivité, toutes les eaux analysées sont conformes à la norme OMS, la même chose est observé chez KAZADI 2022 sur les eaux des sources de la commune Makiso et Bakoyogo 2019 sur les eaux de rivière Lindi, axe Banalia dont ils ont tous trouvé les résultats selon lesquels, ces eaux étaient conformes à la norme OMS sur le plan Conductivité.

Cela peut s'expliquer pour notre cas du fait qu'il n'y a pas une forte activité industrielle dans la ville de Kisangani et ses environs.

Sur le plan coloration et odeur, nous observons que certains de nos 4 sources analysées ont des eaux troubles et présentant une certaines odeurs nauséabondes comme les cas de Katshuya1, 1^{ère} Avenue Brazza, PK7 Route Bangboka, qui ont des colorations troubles à l'œil nu et Katshuya1, 1^{ère} Avenue Brazza, ont des odeurs nauséabondes.

Cette condition peut s'expliquer par l'environnement auquel se trouve ces puits. Il est à noter que ces sources citées-haut se retrouvent proche des installations sanitaires, d'autres en aval des poubelles. Cette condition ne répond pas aux normes OMS qui stipulent que l'eau potable doit être incolore et inodore.

La même situation est observée par LIFITA au niveau de PK7 et 8 Route Buta dont les eaux consommées par la population de ce coin de la ville de Kisangani présentaient une certaines odeur anormale.

SUBSTANCES INDESIRABLES

L'analyse des substances indésirables telles que le NH₄⁺, PO₄³⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, Fe a indiquée que certaines sources comme (Katshuya1, 1^{ère} AV. Brazza, PK7 Route Bangboka) ont desquantités supérieurs aux normes OMS concernant ces substances. En plus, la teneur en PO₄³⁻ est élevée dans toutes ces 4 sources contrairement à la norme OMS de PO₄³⁻ pour les eaux potables.

La même situation est observée par Lambert Singa qui a travaillé sur les eaux des sources de PK15-17 route OPALA, commune de Lubunga dans la ville de Kisangani en RDC et dont il a constaté que ces eaux présentaient des teneurs élevées en NH₄⁺, PO₄³⁻, Fe. Ce phénomène peut – être causé par les activités qui se passent tout autour de ces puits par la population environnante et le sol auquel, ils se trouvent. Les activités telles que les baignades, lessivages, les rejets organiques domestiques, la composition du sol peuvent être la cause.

DCO ET DBO5

Lorsque nous comparons nos résultats de DCO et DBO5 aux normes OMS, nous remarquons que 50% nos sources sont conformes à la norme OMS de DCO et DBO5 des eaux potables, et l'autre 50% (Katshuya1, 1^{ère} Avenue Brazza) ne répondent pas à la norme OMS de DBO5 de l'eau potable.

Cette teneur un peu élevée de la DBO5 dans ces sources peut aussi s'expliquer par cette forte présence des micro-organismes présents dans ces eaux.

SULFATE (SO₄²⁻)

La forte teneur en SO₄²⁻ au-delà de la norme de potabilité de l'OMS est observée dans les sources Katshuya1, 1^{ère} Avenue Brazza, mais elle est dans la limite dans les autres sources restant.

En regardant les résultats trouvés par Nathan I.S & Al (2019) en travaillant sur la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Tshopo dans la ville de Kisangani, ils sont aboutis à des résultats tels que la teneur en SO₄²⁻ était élevée au-delà de la norme OMS dans ces eaux de rivière Tshopo. Ils ont expliqué cela par les activités humaines, les déchets, fausse septiques qui se jettent dans cette rivière y compris l'activité de l'usine de Bralima, Bracongo, et autre.

Pour notre cas, cette présence peut s'interpréter par les déchets fécaux, les ruissèlements vert ces sources, des installations hygiéniques aux alentours de ces sources d'eaux.

METAUX LOURDS (NI, CD, PB)

Les résultats en rapport avec les métaux lourds ont montré qu'une présence se trouvant dans l'intervalle de potabilité selon l'OMS dans toutes nos 4 sources analysés. Ces résultats concordent avec ce qu'a trouvé ZERROUKI Mohammed El Mahdi en 2020 au niveau de la région de Tlemcen en Algérie, qui confirme avoir trouvé le Cd, Ni, Pb, Cu, Zn dans l'intervalle de norme de potabilité de l'OMS en rapport avec les métaux lourds dans tous les 5 puits qu'il a analysé.

Contrairement à Matias Miguel Salvarredy Aranguren 2008 qui a travaillé sur la contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du Val de Milluni (Andes Boliviennes) par des déchets miniers en se basant sur les approches

géochimique, minéralogique et hydrochimique dont il est abouti à un résultat montra des teneurs en métaux lourds supérieures à la norme selon OMS et l'Union Européenne dans tous ses échantillons.

La différence de Matias Miguel Salvarredy Aranguren d'avec nous s'expliquerait du fait que nous avons travaillé dans les différents endroits, à des périodes différentes. En plus, la région qu'a travaillé Matias Miguel Salvarredy Aranguren est industrielles, alors que la ville de Kisangani n'est pas vraiment une région industrialisé. En outre, l'environnement de ces zones se différent totalement.

SIO₂

S'agissant de Silice, nous avons observé des valeurs se trouvant dans la norme OMS de Potabilité dans 50% de nos eaux (Katshuya 2 et PK 7 Route Bangboka, mais cela n'est pas la même chose au niveau des sources Katshuya1 et 1^{ère} Avenue Brazza. Contrairement à ce qu'a trouvé Lambert I.S., en analysant la Qualité Physico-chimique et microbiologique des eaux de sources de PK 15-17 Route Opala de la Commune de Lubunga dans la ville de Kisangani en RDC dont il est arrivé à des observations très supérieurs à la norme OMS concernant SiO₂ dans toutes ses 3 sources. Ses résultats marchent en conformité d'avec les résultats trouvés dans nos 2 sources cité-haut qui dépassent la norme. Cela peut être dû par l'exposition de ces puits et l'environnement dans lequel ils se trouvent.

TURBIDITE (NTU)

L'analyse de trouble de nos eaux a montrée des valeurs répondant à la norme OMS, cas exception des eaux des sources Katshuya1, 1^{ère} Avenue Brazza, qui ont montré des eaux très troubles, très floues avec des valeurs de NTU supérieurs à la norme OMS.

En regardant les résultats trouvés par ZERROUKI Mohammed El Mahdi en 2020 au niveau d'Algérie et ceux trouvés par Lambert NIYOYITUNGIYE dans la Zone Buterere de la ville de BUJUMBURA, nous constatons une forte différence, du fait qu'eux ont trouvé des valeurs très supérieurs à la norme OMS. Cela s'expliquerait par la différence des régions, de l'environnement. En cela s'ajoute les activités qui se déroulent dans le milieu.

NA⁺, K⁺, MG²⁺

Le constat fait pour ces 3 paramètres est que le Na⁺ et Mg²⁺ sont tous dans la norme dans toutes nos sources, sauf le K⁺ qui se trouve supérieur à la norme OMS dans toutes nos sources. Cela peut être un danger, exposant les usagers à des risques cardiaques.

Contrairement de ce qu'ont trouvé Moissou Lagnika & al en 2014 en travaillant sur la Caractérisation physico-chimique de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest). Ils ont trouvé des quantités de Mg²⁺ et Cl⁻ élevées dans leurs eaux, alors que le K⁺ est tellement inférieur à la norme OMS.

Cette différence avec nous peut s'expliqué du fait qu'il y a une différence des milieux, la différence du climat, nous n'avons pas le même environnement y compris la période d'échantillonnage. En cela, s'ajoute les activités humaines, la gestion et l'assainissement de ces puits et le type de sol.

CONCLUSION

L'objectif Principal de cette étude était de déterminer la qualité physico-chimique des eaux de sources non aménagées de la commune de Kisangani par rapport aux normes de l'OMS. Pour ce faire, une analyse Physico-chimique a été effectuée pour une gamme de 25 paramètres dont 6 *In situ* et 19 au Laboratoire de l'Agence Congolaise de l'environnement. En comparant les valeurs obtenues aux normes de l'OMS en rapport avec la potabilité, nous avons remarqué que plus de 60% de ces paramètres ne sont pas conformes. Ceux-ci prouvent que ces eaux analysées ne sont pas de bonne qualité sur le plan physico-chimique.

Nous déconseillons les usagers (la population) à consommer ces eaux et nous suggérons une étude approfondie pour d'autres paramètres physico-chimiques et bactériologiques afin de bien déterminer d'une manière précise la contamination de ces eaux.

RÉFÉRENCES

- [1] Agence Congolaise de l'Environnement : Mode opératoire de l'analyse de l'eau, 2024
- [2] Buluku EA.,: *Chimie de l'environnement*, séminaire de DEA, FS, UPN, 2024, p32-40
- [3] Bureau Communal Kisangani, : *Situation géographique et démographique de la commune Kisangani dans la ville de Kisangani*, 2024
- [4] Hawa Samaké., : *Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la ville de Bamako*. Thèse, Université de Bamako, 2002, pp. 18-25.

- [5] IKOLONGO BEFEMBO JP. : *Méthode de recherche en science*, Séminaire inédit, DEA Chimie, FS, UPN, 2024, p6– 15
- [6] Iungbi S.N. & al. : *Analyse physico-chimique et microbiologique des eaux de la rivière Lindi et son impact sur les êtres vivants dans la ville de Kisangani*, IJRDO, Vol5 (4), 2019, p2-4
- [7] KAYEMBE M J.,: *Impact des effluents urbains sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux des rivières Bumbu, Funa et du Canal de drainage du Camp KOKOLO à Kinshasa/RD Congo*, Thèse, UPN, FS, Chimie, 2020, p26-43
- [8] KAZADI M & Al., : *Analyse physico-chimique des eaux de la rivière Lindi et son impact sur la vie des êtres vivants dans la ville de Kisangani*, Article publié à IJRDO - Journal of Applied Science ISSN: 2455-6653, Vol 5, Ussue-4, Juin 2019
- [9] KAZADI M Z., *Contribution à l'étude de la qualité et de la gestion de l'eau de boisson dans la région de Kisangani*, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, Dep. Sciences Biotechnologiques, 2012, 145 p.
- [10] Mate M., : *Croissance, phytomasse et minéralomasse des haies des légumineuses améliorantes en cultures en allées à Kisangani (République Démocratique du Congo)*, Thèse inédite, FS, ULB, 2001, p231-239
- [11] Moissou Lagnika & al., : *Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Benin, Afrique de l'ouest)*, journal of Applied biosciences, ISSN 1997 – 5902, vol 79, juillet 2014, p(1-13)
- [12] Nathan I.S & Al.,: *Analyse physico-chimique des eaux de la rivière Tshopo et son impact sur les êtres vivants dans la ville de Kisangani*, IJRDO, Vol5 (5), 2019, p2-6
- [13] NGELINKOTO P., : *Toxicologie et ecotoxicologie*, Séminaire inédit, DEA Chimie et Environnement, FS, UPN, 2024, p6-13
- [14] NGELINKOTO P., : *Limnologie*, Séminaire inédit, DEA Chimie et Environnement, FS, UPN, 2024, p5-23
- [15] Niyoyitungiye L. & al., : *Assessment of Physico-Chemical Characteristics of Water at Selected Stations of Lake Tanganyika, Stations of Lake Tanganyika, Africa with Special Emphasis on Pisciculture Purposes*, International Journal of Basic and Applied Biology, Volume 6, Issue 3; July-September, 2019, pp. 211-217
- [16] Nyakabwa M., : *Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani*, Thèse de doctorat en Botanique, UNIKIS, 1982, p15-23
- [17] OMS : *Directives de qualité pour l'eau potable*, 4e éd., Genève, 2024, pp. 11-13.
- [18] OTAMONGA JP., : *Méthodes physico-chimiques d'analyse environnementale*, Séminaire inédit, DEA Chimie et Environnement, FS, UPN, 2024, p12-56
- [19] Rodier J.,: *Analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de la mer*, Dunod. 9^{ème} ed. , Paris, 2009, p1243-1272.
- [20] Sikulisimwa Pole, C., : *Alimentation en eau potable*, cours Inédit, Faculté des Sciences, UNIKIN. 2013, p37-43
- [21] Sikulisimwa Pole, C., : *Traitement des eaux*, cours Inédit, Faculté des Sciences, UNIKIN, 2013, p28-35
- [22] ULIKIS : *Problématique de l'eau potable dans la ville de Kisangani*, rapport d'évaluation, FSULIKIS, 2022, p17 – 26
- [23] Wansende & al.,: *Caractérisation physico-chimique et bactériologique de l'eau du robinet de la division d'assainissement de limete – kinshasa stockee a des fins domestiques*, Article publié dans NN, 2024
- [24] WaterAid, : *Politique de la qualité de l'eau*, Madagascar, 2004, pp. 8-14.
- [25] ZERROUKI Mohammed El Mahdi : *Analyse des métaux lourds dans les eaux souterraines dans la région de Tlemcen*, Thèse en Pharmacie, UABB, FM, 2020, p82-85
- [26] <https://www.lemonde.fr>: Gestion de l'eau. Consulté le 17 février 2024 à 16h30
- [27] <https://blogs.wordbank.org>: Gestion de l'eau en afrique et en RDC, consulté le 17 février 2024 à 18h30