



## Evaluation de la qualité de l'eau de boisson et prévalence des maladies diarrhéiques chez les enfants de 0 à 5 ans dans la commune de Kimbanseke

**Assessment of drinking water quality and prevalence of diarrheal diseases in children aged 0 to 5 years in the commune of Kimbanseke**

Binti Fataki Keziah<sup>1</sup>, Lokango Okintambolo Olivier<sup>1</sup>, Samba Lokombe Christian<sup>1</sup>, Lutumba Lenge Jean Michel<sup>1</sup>, Mbambu Bambuta Michel<sup>1</sup>, Muke Dévoué<sup>1</sup>, Buluku Palamoke Grace<sup>1</sup>, Ntantay Judicael<sup>1</sup>, Kapay Ngombe Gedeon<sup>1</sup>, Tshefu Lokangu Lambert<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), B.P.898 Kinshasa/Gombe, R.D. Congo

*This is an open access article under the [CC BY-NC-ND](#) license.*



**Abstract:** A survey was conducted in the reference health centers of the districts of Esanga, Kamba-Mulumba, Mangana, Mbuala and Nsumabua which do not have access to drinking water from Regideso (commune of Kimbanseke) with the objective of establishing a link between the quality of drinking water and the prevalence of diarrheal diseases in children aged 0 to 5 years. Among these children, a prevalence of 14% (1350/9562) was observed for diarrheal diseases during the year 2020 in children aged 0 to 5 years, i.e. 58% (781/1350) of cases of parasitosis and 42% (569/1350) of cases of bacterial infections. Nearly 55% of these diseases were observed in the two districts: Esanga (27%) and Nsumambwa (28%) whose inhabitants consume water from undeveloped springs and/or wells. The analyses of the physicochemical parameters reveal that: in all three types of water analyzed (springs, wells) average values 3 (springs and undeveloped wells) to 4 times (developed wells) higher than the standards of 0.1 NTU for turbidity. As for the bacteriological analyses, the results demonstrate the presence of fecal coliforms in all samples. This is an indication of fecal contamination. For the isolated and identified fecal coliforms, we count *Escherichia. coli* and *Citrobacter* in the waters of undeveloped sources and *Escherichia. coli* for the developed wells, as well as *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* for the developed wells. For the parasitological analyses, the results reveal the presence of the parasites *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* and *Schistosoma sp.* in the undeveloped wells. Undeveloped springs and developed wells are free of these parasites. The drinking water analyzed in this study is unfit for consumption, and the high risk of developing waterborne diseases is unavoidable. This clearly demonstrates the existence of a major public health problem requiring medical and social care for residents of these neighborhoods who lack access to drinking water.

**Keywords:** Quality, Drinking Water, Prevalence, Diarrheal Diseases, Kimbanseke

**RESUME :** Une enquête a été menée dans les centres de santé de référence des quartiers Esanga, Kamba-Mulumba, Mangana, Mbuala et Nsumabua, qui n'ont pas accès à l'eau potable de la Regideso (commune de Kimbanseke), avec pour objectif d'établir un lien entre la qualité de l'eau de boisson et la prévalence des maladies diarrhéiques chez les enfants de 0 à 5 ans. Parmi ces enfants, une prévalence de 14% (1350/9562) a été observée pour les maladies diarrhéiques au cours de l'année 2020, soit 58% (781/1350) de cas de parasitoses et 42% (569/1350) de cas d'infections bactériennes. Près de 55% de ces maladies ont été recensées dans deux quartiers : Esanga (27%) et Nsumabwa (28%), dont les habitants consomment de l'eau provenant de sources et/ou de puits non aménagés. Les analyses des paramètres physico-chimiques révèlent que, dans les trois types d'eau analysés (sources, puits non aménagés et puits aménagés), les valeurs moyennes de turbidité étaient de 3

à 4 fois supérieures à la norme de 0,1 NTU. Les analyses bactériologiques ont démontré la présence de coliformes fécaux dans tous les échantillons, indice clair de contamination fécale. Les coliformes isolés et identifiés comprenaient *Escherichia coli* et *Citrobacter* dans les eaux de sources non aménagées, *Escherichia coli* dans les puits aménagés, ainsi que *Enterobacter*, *Citrobacter* et *Klebsiella* dans les puits aménagés. Les analyses parasitologiques ont révélé la présence des parasites *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* et *Schistosoma sp.* dans les puits non aménagés. Les sources non aménagées et les puits aménagés étaient exempts de ces parasites. Ainsi, l'eau de boisson analysée dans cette étude s'est révélée impropre à la consommation, et le risque élevé de développer des maladies hydriques apparaît inévitable. Ces résultats mettent en évidence l'existence d'un problème majeur de santé publique, nécessitant une prise en charge médico-sociale des habitants de ces quartiers dépourvus d'accès à l'eau potable.

**Mots – clés :** Qualité, Eau de boisson, Prévalence, Maladies diarrhéiques, Kimbanseke

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.18086953>

---

## 1 INTRODUCTION

Bien que l'eau ne soit pas un aliment, elle est une nécessité vitale pour l'homme et pour les animaux supérieurs, qui meurent en quelques jours s'ils en sont complètement privés (Van Riel, 1946 ; Tangou, 2016 ; OMS, 2019). L'eau constitue sur la Terre l'une des substances les plus importantes. Elle est essentielle non seulement parce qu'elle permet les réactions biochimiques qui nous maintiennent en vie, mais également parce qu'elle influence nos vies de nombreuses façons (Dabrowska, 1989 ; OMS, 2011 ; OMS, 2017). Elle permet de réguler la température à la surface de la Terre, de refroidir le moteur d'un véhicule, d'un générateur nucléaire, ainsi que de nombreux processus industriels de transport des produits, et de faire croître des myriades de créatures que nous consommons. Elle joue un grand rôle dans l'agriculture, surtout dans les pays désertiques où l'on pratique l'irrigation. Elle a la capacité de dissoudre de nombreuses substances, d'où son appellation de solvant universel (Steven et al., 1998 ; Tangou, 2016 ; OMS, 2017).

L'homme, quant à lui, compte sur les ressources en eau douce de l'hydrosphère pour satisfaire ses besoins croissants. En effet, l'eau rigoureusement pure et non contaminée existe rarement dans les conditions naturelles ; sa pureté varie en fonction de ces conditions et des activités humaines. Malgré les connaissances importantes déjà acquises, nous sommes encore assez loin d'une compréhension vitale des phénomènes liés à l'utilisation rationnelle des eaux. De nombreuses techniques de préparation de l'eau à des fins domestiques ou industrielles restent encore assez empiriques. La population humaine doit donc partager avec les autres êtres vivants une très faible fraction des ressources en eau de la planète, d'où la nécessité d'une stricte économie et du recyclage des eaux douces (Unesco, 1979 ; Tangou, 2016 ; OMS, 2019).

Dans le monde, au moins 2 milliards de personnes utilisent une source d'eau potable contaminée par des matières fécales. Chaque année, environ 4 milliards de cas de maladies diarrhéiques sont attribués à une eau dont l'assainissement et l'hygiène sont inadéquats. On estime qu'environ un million de personnes meurent chaque année de diarrhée, la plupart étant des enfants de moins de 5 ans dans les pays en développement. Dans ces pays, principalement ceux d'Afrique subsaharienne et d'Asie du Sud, environ 435 millions de personnes boivent de l'eau provenant de puits et de sources non protégés, et 144 millions de personnes recueillent de l'eau de surface non traitée provenant de lacs, d'étangs, de rivières et de ruisseaux (Kabuya et al., 2015 ; OMS, 2017 ; OMS, 2019 ; Mukeba et al., 2023 ; Esta et al., 2024).

En République Démocratique du Congo (RDC), dont la population actuelle est estimée à environ 70 millions d'habitants, malgré le potentiel de son riche réseau d'eau douce, plus de 75 % de la population n'a pas accès à l'eau potable (Kapembo et al., 2019 ; Mukeba et al., 2023). La dernière enquête démographique et de santé de 2024 en RDC rapporte une prévalence nationale globale des maladies diarrhéiques de 14 % chez les enfants de moins de 5 ans, favorisée par plusieurs facteurs (Institut

National de la Statistique et École de Santé Publique de Kinshasa, 2023). Les maladies hydriques sont les principales causes de morbidité et de mortalité des enfants en milieu tropical et dans les pays sous-développés. Elles contribuent largement à la malnutrition dans le monde (Charmont, 1986 ; Mukeba et al., 2023 ; Esta et al., 2024 ; Kanyange et al., 2025). C'est le cas pour la population de la ville de Kinshasa en général, et celle de la commune de Kimbanseke en particulier, où dans les quartiers Esanga, Nsumabua, Mbuala, Mangana et Kamba Mulumba (ex-Mpanga), l'eau occupe une place importante dans l'épidémiologie des affections souvent appelées maladies hydriques (voir tableau 4).

Toutefois, l'homme qui contracte une maladie intestinale en buvant de l'eau polluée n'est pas directement contaminé par cette eau, qui n'a été qu'un lieu de passage du germe, mais par un autre homme malade ou porteur qui l'a souillée.

L'eau de boisson consommée dans les quartiers Esanga, Nsumabua, Mbuala, Mangana et Kamba Mulumba, de la commune de Kimbanseke, qui n'ont pas accès à l'eau potable de la Regideso, constitue un facteur de risque des maladies diarrhéiques chez les enfants de 0 à 5 ans vivant dans ces quartiers.

L'objectif général de ce travail est d'établir un lien entre la qualité de l'eau de boisson et la prévalence des maladies diarrhéiques chez les enfants de 0 à 5 ans dans les quartiers précités.

Les objectifs spécifiques suivants sont assignés:

- Faire une enquête sur les maladies hydriques dans les centres de santé de référence des quartiers Esanga, Mangana, Mbuala, Nsumabua et Kamba Mulumba dans la commune de Kimbanseke ;
- Déterminer les paramètres physico-chimiques tels que :NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, le pH et la turbidité dans l'eau de sources et puits de ces quartiers ;
- Faire l'analyse microbiologique de ces différents échantillons pour en déterminer la qualité ;
- Comparer nos résultats aux normes de l'US EPA, OMS ;
- Faire des recommandations en termes de santé publique.

## **2 MATERIELS ET METHODES**

### **2.1 PRÉSENTATION DU MILIEU D'ETUDE**

#### **2.1.2 Situation géographique**

La ville de Kinshasa constitue le cadre physique de la présente étude. De façon plus précise, la commune de Kimbanseke est la commune où la présente étude a été réalisée. Signalons que la commune de Kimbanseke est l'une des 24 communes de la Ville de Kinshasa. Elle est située dans le district de la Tshangu et est la commune la plus peuplée. Elle est une des communes urbaines les plus vastes de Kinshasa avec près d'un million d'habitants. La commune de Kimbanseke est divisée en 42 quartiers.

Elle est bornée:

- Au Nord par l'intersection de la Rivière Nsanga avec l'axe du boulevard Lumumbu jusqu'à son intersection avec la rivière Tsuenge;
- À l'Est par la rivière Tsuenge jusqu'à sa source, ensuite par une ligne droite nord-sud reliant la source de la Tsuenge à la source Ouest de la rivière Bosumu; puis la rivière Bosumu jusqu'à son intersection avec la limite sud de la ville-province de Kinshasa;
- Au Sud par la limite de la Province de Kinshasa jusqu'à son intersection avec la rivière Ndjili ;
- À l'Ouest par la rivière Ndjili jusqu'à son intersection avec l'axe prolongé de l'avenue Kumbi ; puis la rivière Tshangu jusqu'au boulevard Patrice Lumumba (Rapport Annuel ,2020 ; Nkele N.P., 2021).

### **2.1.3 Coordonnées géographiques**

Kimbanseke possède un climat de savane à hiver sec (Aw) selon la classification de Köppen-Geiger. Kimbanseke est une zone avec des précipitations importantes. Même pendant le mois le plus sec, il pleut beaucoup. Sur l'année, la température moyenne à Kimbanseke est de 25.6°C et les précipitations sont en moyenne de 799.8mm. À titre de comparaison à Kinshasa, la température moyenne annuelle est de 25.3°C et les précipitations sont en moyenne de 1273.9mm. La commune de Kimbanseke est située entre 4° 15' et 4° 30' de latitude Sud ; 15° 20' et 15° 30' de longitude Est, avec une basse altitude. Superficie : 237,80 Km<sup>2</sup>.

### **2.1.4 Nature du sol**

Le sol de la commune de Kimbanseke est majoritairement sablo-argileux, caractérisé par une texture favorable à l'agriculture vivrière mais vulnérable à l'érosion hydrique. On y observe également des zones de sols ferrugineux, typiques des plateaux de Kinshasa. Ces sols présentent une faible teneur en matière organique, ce qui limite leur fertilité naturelle et nécessite des pratiques agricoles adaptées pour maintenir la productivité.

### **2.1.5 Relief**

Le relief de Kimbanseke est légèrement vallonné, composé de plateaux et de dépressions. L'altitude moyenne est de 314 m, avec des variations allant de 271 m (minimum) à 417 m (maximum). Ce modèle topographique conditionne l'écoulement des eaux de surface et favorise la formation de ravins, particulièrement en période de fortes précipitations.

### **2.1.6 Végétation**

La végétation est de type savane herbeuse et arbustive, caractéristique du climat tropical humide de Kinshasa. Quelques zones boisées subsistent, mais elles sont fortement dégradées par l'urbanisation et les activités agricoles. Les cultures vivrières dominantes sont le manioc, le maïs et la patate douce, qui occupent une grande partie des espaces disponibles.

### **2.1.7 Hydrographie**

La commune est traversée par plusieurs cours d'eau saisonniers, qui se déversent dans la rivière Ndjili et ses affluents. Ces cours d'eau jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement en eau, mais ils sont fréquemment affectés par la pollution domestique et anthropique. Les zones basses de la commune sont particulièrement exposées aux inondations durant la saison des pluies.

### **2.1.8 Population**

En 2004, la population de Kimbanseke était estimée à 946 372 habitants, avec une densité moyenne de 3 980 habitants/km<sup>2</sup>. Compte tenu du taux de croissance démographique élevé de Kinshasa (environ 4 % par an), la population actuelle de la commune dépasse probablement 1,2 million d'habitants. Kimbanseke figure ainsi parmi les communes les plus densément peuplées de Kinshasa, ce qui exerce une forte pression sur les ressources naturelles et les infrastructures de base. La commune de Kimbanseke est habitée en majorité par les ressortissants des Provinces du Bandundu et du Bas-Congo. Elle fait partie de l'ex-Province de Léopoldville (Koyala, 2019 ; Rapport Annuel ,2020).

## 2.2 MATÉRIELS ET REACTIFS

Pour la réalisation de cette étude, plusieurs matériels de laboratoire ont été mobilisés. Les paramètres physicochimiques de l'eau ont été mesurés à l'aide d'un pH-mètre (pH/cond. 3400) et d'un turbidimètre (Hach 2100P). Les analyses spectrales ont été effectuées au moyen d'un spectrophotomètre GENESYS 20. Un microscope optique a été utilisé pour l'observation des parasites, tandis qu'une centrifugeuse et un **vortex** ont servi à la préparation et à l'homogénéisation des échantillons. Les cultures bactériennes ont été incubées dans une étuve bactériologique (HERAEUS), et les manipulations sensibles réalisées sous une hotte à flux laminaire. Une plaque chauffante et une balance analytique ont également été utilisées pour la préparation des milieux et des solutions.

### 2.2.1 Réactifs et milieux de culture

Les analyses microbiologiques et parasitologiques ont nécessité l'utilisation de plusieurs réactifs et milieux spécifiques. Le réactif de Kovac's a été employé pour le test de l'indole, tandis que le Nitraver 6 a servi pour la détermination des nitrates. L'eau distillée a été utilisée comme solvant et pour la préparation des solutions. Les milieux de culture comprenaient le *Lauryl tryptose broth (Oxoid)* pour la recherche des coliformes, le *Bromocresol purple azide broth (Liofilchem)* et le *Bromocresol Mac Conkey broth (Liofilchem)* pour la différenciation bactérienne. Le Kligler agar a permis l'étude des fermentations, tandis que le Mac Conkey broth (Merck) a été utilisé pour l'isolement des entérobactéries. Le *citrate de Simmons (Oxoid)* a servi pour le test de l'utilisation du citrate, et le milieu Mobilité Indole Urée (MIU, Merck) pour l'évaluation de la mobilité bactérienne, de la production d'indole et de l'hydrolyse de l'urée. Enfin, l'eau peptonée (Liofilchem) a été utilisée comme milieu de base pour la croissance bactérienne.

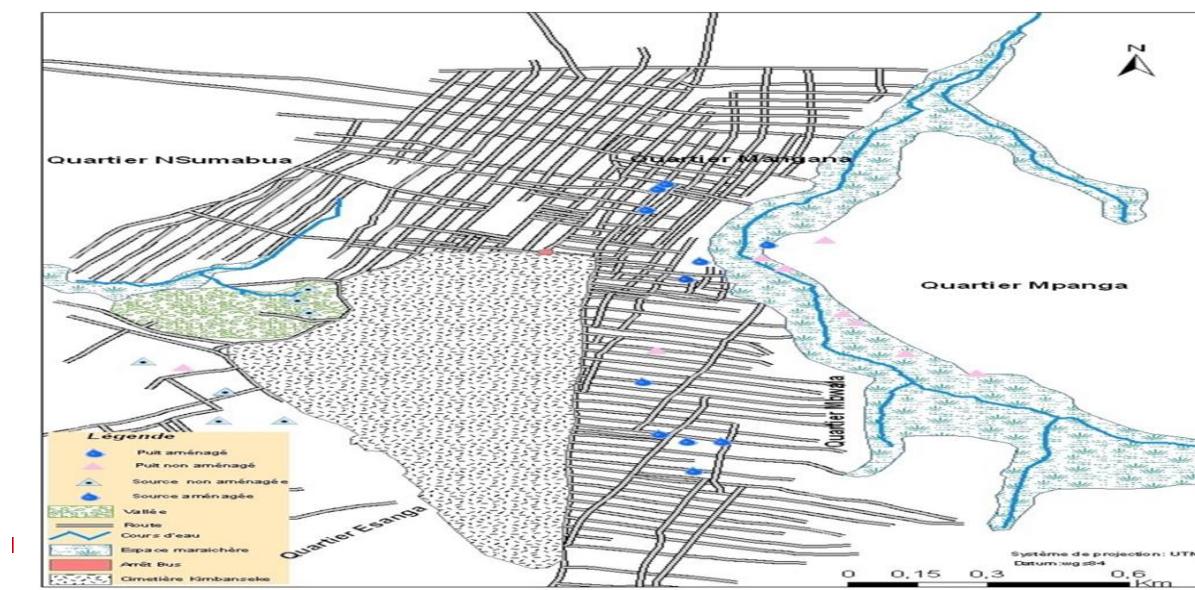
## 2.3 Méthodes

### 2.3.1 Enquêtes épidémiologiques

Il s'agit d'une étude rétrospective, basée sur les recherches des maladies infectieuses chez les enfants de 0 – 5 ans, dans les centres de santé de référence de 5 quartiers de la commune de Kimbanseke. Pour cela nous avons collecté les données de Janvier à Septembre 2020. La méthodologie utilisée est la consultation des registres de malades, suivie de l'analyse des différents résultats.

### 2.3.2 Prélèvement et manipulation pour les analyses microbiologiques et physico-chimiques

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des puits et sources aménagés et non aménagés, dans la commune de Kimbanseke (voir Figure 1 et 2) aux quartiers Esanga, Nsumabua, Mangana, Mbuala et Kamba-Mulumba (ex. Mpanga). Les sites de prélèvement sont montrés au Figure 1.



**Figure 1 :** Localisation de Site de prélèvement des échantillons d'eau dans la commune de Kimbanseke. Source : Auteurs

Quartier	Sources		Puits		Total
	Aménagé	Non aménagé	Aménagé	Non aménagé	
Esanga	0	6	0	2	8
Nsumabua	0	3	0	0	3
Mbuala	0	0	6	0	6
Mpanga	0	0	1	8	9
Mangana	0	0	4	0	4
Total	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	30

Au total 30 échantillons ont été prélevés dans les flacons stériles de 500 ml en verres, pendant la saison de pluie du 28 Janvier au 30 Avril 2021.



**Photo N°1:** Source non aménagé du quartier Esanga

**Photo N°2:** Puits non aménagé du quartier Mpanga

**Photo N°3 :** Puits aménagé du quartier Mbuala

**Figure 2.** Photos de différents types d'eaux prélevés à Kimbanseke

### 2.3.3 Technique de prélèvement

Le prélèvement a été fait d'une manière aseptique afin d'éviter une contamination extérieure. Nous avions procédé de la manière suivante (OMS, 2017 ; OMS, 2019) :

#### 2.3.3.1. Pour les puits non aménagés

- Les flacons préalablement stérilisés sont au bac isotherme,
- Enrouler un fil en plastique autour du col de flacon et attacher l'autre bout du fil à une pierre pour renforcer la pesanteur ;
- Enlever la couverture, du puits et faire descendre le flacon jusqu'au niveau d'eau,
- Plonger le flacon et laisser remplir jusqu'au col,
- Remonter à la surface et jeter une petite quantité d'eau ; puis fermer hermétiquement le flacon pour éviter la contamination extérieure.

#### 2.3.3.2. Pour les puits aménagés et les sources non aménagées

Pour les puits aménagés, l'eau a été prélevée au robinet après pompage sous pression vers le flacon, tandis que pour les sources non aménagées, le prélèvement s'est fait directement par écoulement de la source vers le flacon. Après chaque prélèvement, un étiquetage a été réalisé afin d'identifier les échantillons à l'aide d'une lettre et d'un chiffre correspondant au numéro attribué.

L'étiquetage de nos échantillons se fera comme suit :

- PA<sub>1</sub>, PA<sub>2</sub>, PA<sub>3</sub> ; (lire par exemple : puits aménagé numéro 1)
- PNA<sub>1</sub> ; PNA<sub>2</sub> ; PNA<sub>3</sub> (lire par exemple : puits non aménagé numéro 1)
- NA<sub>1</sub> ; SNA<sub>2</sub> ; SNA<sub>3</sub> ; (lire par exemple : source non aménagée numéro 1)

### **2.3.4 Transport des échantillons**

Nos échantillons ont été transportés dans un bac isotherme et acheminés directement au laboratoire A<sub>16</sub> de Chimie analytique de la Faculté des Sciences, et d'autres au LAREPLAME (Laboratoire de Recherche sur les Plantes Médicinales et Environnementales) à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa.

### **2.3.5 Manipulation**

#### **2.3.5. 1 Analyses microbiologiques de l'eau**

##### **1. Analyse bactériologique**

La méthode utilisée pour l'analyse microbiologique en vue de prouver la potabilité de l'eau est une adaptation de celle préconisée par l'OMS. Pour y parvenir nous avons utilisé deux approches : l'analyse quantitative et qualitative des échantillons d'eau.

###### **a) Analyse quantitative des échantillons d'eau**

Cette analyse est basée sur un aspect quantitatif exprimé en nombre maximum des unités formant colonie (ufc)/ml. Nous avons utilisé la méthode du nombre le plus probable en réalisant des dilutions successives de l'échantillon d'eau à analyser dans le bouillon de Lauryl Tryptose Broth (LTB), milieu général dans lequel pousse tous les germes.

###### **b) Analyse qualitative des échantillons d'eau**

Pour qu'une eau soit potable d'après la norme microbiologique, elle doit être exempte des germes indices des souillures fécales dans un volume donné.

- Absence des coliformes dans 100 ml
- Absence d'*Escherichia coli* dans 100 ml
- Absence d'entérocoques dans 100 ml
- Absence de *Clostridium perfringens* dans 100 ml (Ce dernier germe n'a pas été recherché faute de disponibilité du milieu de culture spécifique).

##### **2. Analyses parasitologiques**

Les analyses parasitologiques ont pour objet la recherche de protozoaires et des œufs des helminthes dans les différents échantillons d'eau.

##### **3. Analyse physico-chimiques**

Les analyses physico-chimiques réalisées dans le cadre de notre étude ont porté sur plusieurs paramètres essentiels. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre de type *pH/Cond 3400/SET*, permettant une évaluation précise de l'acidité ou de l'alcalinité des échantillons. La turbidité a été déterminée grâce à un turbimètre de marque *Hoch 2100p*, instrument spécialisé pour apprécier la limpidité de l'eau et la présence de matières en suspension. Enfin, les nitrates ont été quantifiés à l'aide d'un spectrophotomètre *Genesys 20*, garantissant une mesure fiable de la concentration en composés azotés dessous (OMS, 1997; OMS, 2007; US EPA, 2009; OMS, 2017; OMS, 2019).

### 3 RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Enquêtes dans les centres de santé de référence

Il sied de dégager que les centres de santé de référence de cinq quartiers enquêtés présentent un total de 61885 habitants dont 9562 enfants de 0 à 5 ans (**Tableau 4**). Parmi ces enfants, une prévalence de 14% (1350/9562) a été observée pour les maladies diarrhéiques au cours de l'année 2020, soit 58 % (781/1350) des cas de parasitose et 42% (569/1350) de cas d'infections bactériennes. Près de 55% de ces maladies sont observés dans les deux quartiers : Esanga (27%) et Nsumambwa (28%) dont les habitants consomment de l'eau provenant des sources et/ou des puits non aménagés. Cela nous a permis de faire des investigations environnementales dans ces cinq quartiers en évaluant la qualité de cette eau de boisson pour déterminer les facteurs étiologiques de risque sanitaire lié à ces maladies. Ces résultats sont similaires des études précédentes menées par Kilunga et *al.*, 2016 ; Kapembo et *al.*, 2016 ; Kapembo et *al.*, 2019 ; Koyala, 2019 ; Mukeba et *al.*, 2023 ; Esta et *al.*, 2024.

**Tableau 4 :** Nombre de la population des quartiers de la commune de Kimbanseke enquêtée dans les centres de santé de référence (Esanga, Mbuala, Nsumabua, Mangana et Kamba – Mulumba)

Quartiers : Centres de Santé de Référence	Nombre Population générale	Population : Enfants de 0 à 5 ans	Enfants de 0 à 5 ans (Maladies diarrhéiques)			Type d'eau consommé
			Cas de parasitoses	Cas D'infections Bactériennes	Total	
Esanga/Esanga	10008	1030	338	30	368	Sources et puits non aménagés
Kamba mulumba/Kamba Mulumba	17488	478	69	14	83	Puits non aménagés
Mangana/Boboto	11965	5330	0	233	233	Puits aménagés
Mbwala/Ndemba	13753	1691	145	137	282	Puits aménagés
Nsumambwa/Fondaco	8671	1033	229	155	384	Sources non aménagées
Total	61885	9562	781	569	1350	

#### 3.2. Analyses microbiologiques

##### 3.2.1. Résultats des études bactériologiques

**Tableau 5 :** Dénombrement des coliformes totaux

Echantillons d'eau	Résultats par dilution				Interprétation
	T1	T2	T3	T4	
SNA <sub>1</sub>	+	+	+	-	100 à 1000 bact/ml
SNA <sub>2</sub>	+	+	-	-	10 à 100 bact/ml
SNA <sub>3</sub>	+	+	-	-	10 à 100 bact/ml
SNA <sub>4</sub>	+	+	-	-	10 à 100 bact/ml
SNA <sub>5</sub>	+	+	-	-	10 à 100 bact/ml
SNA <sub>6</sub>	+	+	-	-	10 à 10 bact/ml
SNA <sub>7</sub>	-	-	-	-	0 bact/ml
SNA <sub>8</sub>	+	-	-	-	1 à 10 bact/ml
SNA <sub>9</sub>	+	+	-	-	10 à 100 bact/ml
PNA <sub>1</sub>	+	+	+	-	100 à bact/ml
PNA <sub>2</sub>	+	+	-	-	10 à 100 bact/ml

PNA <sub>3</sub>	+	+	+	-	100 à 1000 bact/ml
PNA <sub>4</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PNA <sub>5</sub>	+	+	+	-	100 à 100 bact/ml
PNA <sub>6</sub>	+	-	-	-	1 à 10 bact/ml

Les tableaux 5 et 6 montrent que toutes les eaux analysées sont souillées par les coliformes fécaux, à l'exception de SNA<sub>7</sub>. Aucun entérocoque n'a été isolé dans tous les échantillons d'eaux. Pour les 9 sources non aménagées, 7 (78%) étaient contaminées par *Escherichia coli* et 1 par le *Citrobacter* (11%). Tous les puits non aménagés étaient souillés par *Escherichia coli* (100%). Dans les 11 puits aménagés, 4 (36%) étaient souillés par *Escherichia coli* et *Enterobacters* et 2 (18%) par *Klebsiella pneumoniae*, et 1(9%) par *Citrobacter*. Ces résultats corroborent des études précédentes menées par Haller et al., 2009 ; Kilunga et al., 2016 ; Kapembo et al., 2016 ; Nienie et al., 2017 ; Kapembo et al., 2019 ; Koyala, 2019 ; Mukeba et al., 2023 ; Mudinga et al., 2024 ; Samba et al., 2024 ; Mudinga et al., 2025.

**Tableau 6 :** Dénombrement des coliformes totaux (Suite)

Echantillons d'eau	Résultats par dilution				Interprétation
	T1	T2	T3	T4	
PNA <sub>7</sub>	+-	-	-	-	1 à 10 bact/ml
PNA <sub>8</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PNA <sub>9</sub>	+	+	+	-	100 à 1000 bact/ml
PNA <sub>10</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PA <sub>1</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PA <sub>2</sub>	+	+	+	-	100 à 1000 bact/ml
PA <sub>3</sub>	+	+	+	-	100 à 100 bact/ml
PA <sub>4</sub>	+	+	+	-	100 à 100 bact/ml
PA <sub>5</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PA <sub>6</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PA <sub>7</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PA <sub>8</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PA <sub>9</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PA <sub>10</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml
PA <sub>11</sub>	+	+	+	+	> 1000 bact/ml

**Tableau 7:** Résultats de l'isolement et identification des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) et entérocoques

Echantillons d'eau	Croissance sur Mac Conkey Broth	Croissance sur Azide Broth
SNA <sub>1</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-
SNA <sub>2</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> li)	-
SNA <sub>3</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-
SNA <sub>4</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-
SNA <sub>5</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-
SNA <sub>6</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-
SNA <sub>7</sub>	-	-
SNA <sub>8</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-
SNA <sub>9</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-
PNA <sub>1</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-
PNA <sub>2</sub>	+ ( <i>Escherichia coli</i> )	-

PNA3	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PNA4	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PNA5	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PNA6	+( <i>Escherichia coli</i> )	-

**Légende :** + : Présence de coliformes fécaux ou des entérocoques  
 - : Absence de coliformes fécaux ou des entérocoques

**Tableau 8 :** Résultats de l'isolement et identification des coliformes focaux (*Escherichia coli*) et entérocoques (suite).

Echantillons d'eau	Croissance sur Mac Conkey Broth	Croissance sur Azide Broth
PNA7	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PNA8	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PNA9	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PNA10	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PA <sub>1</sub>	+(Enterobacter)	-
PA <sub>2</sub>	+( <i>Klebsiella pneumoniae</i> )	-
PA <sub>3</sub>	+( <i>Citrobacter</i> )	-
PA <sub>4</sub>	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PA <sub>5</sub>	+(Enterobacter)	-
PA <sub>6</sub>	+(Enterobacter)	-
PA <sub>7</sub>	+(Enterobacter)	-
PA <sub>8</sub>	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PA <sub>9</sub>	+( <i>Escherichia coli</i> )	-
PA <sub>10</sub>	+( <i>Klebsiella pneumoniae</i> )	-
PA <sub>11</sub>	+( <i>Escherichia coli</i> )	-

### 3.2.2 Analyse parasitologique

**Tableau 9 :** Résultats parasitologiques des échantillons d'eau de puits aménagés, sources et puits non aménagés

Echantillons d'eau	Résultats
SNA <sub>1</sub>	-
SNA <sub>2</sub>	-
SNA <sub>3</sub>	-
SNA <sub>4</sub>	-
SNA <sub>5</sub>	-
SNA <sub>6</sub>	-
SNA <sub>7</sub>	-
SNA <sub>8</sub>	-
SNA <sub>9</sub>	-
PNA1	-
PNA2	-
PNA3	<i>Giardia lamblia</i>
PNA4	<i>Giardia lamblia</i>
PNA5	<i>Giardia lamblia, Schistosoma sp.</i>
PNA6	<i>Giardia lamblia, Entamoeba histolytica</i>

L'examen microscopique des échantillons d'eaux par la méthode de Bailinger modifiée (tableau 9 et 10) nous a permis de mettre en évidence la présence des protozoaires et des *Schistosoma sp.* dans les puits non aménagés (2 échantillons sur 10 = 20%). Les protozoaires issus de ces puits non aménagés sont représentés en majorité par *Giardia lamblia* (4 échantillons sur 10 = 40%), suivi d'*Entamoeba histolytica* (1 échantillon sur 10 = 10%). Ces parasites étaient absents dans les sources non aménagées et les puits aménagés. Ces résultats se rapprochent des études précédentes menées par Haller et al., 2009 ; Kilunga et al., 2016 ; Kapembo et al., 2016 ; Nenie et al., 2017 ; Kapembo et al., 2019 ; Koyala, 2019 ; Mukeba et al., 2023.

**Tableau 10 :** Résultats parasitologiques des échantillons d'eau de puits aménagés, sources et puits non aménagés (suite)

Echantillons d'eau	Résultats
PNA7	-
PNA8	-
PNA9	-
PNA10	<i>Schistosoma sp.</i>
PAM1	-
PAM2	-
PAM3	-
PAM4	-
PAM5	-
PAM6	-
PAM7	-
PAM8	-
PAM9	-
PAM10	-
PAM11	-

La présence des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) et des parasites (*Giardia lamblia*) dans l'eau de boisson confirme bien la prévalence de 14% des maladies diarrhéiques enregistrée dans les centres de santé de ces quartiers. De tous les coliformes fécaux identifiés, 68,9% sont représentés par *Escherichia coli* (tableau 7). Cette bactérie représente 80% de la flore intestinale des hommes et animaux et possède une très bonne survie dans l'eau. Cette forte contamination par *Escherichia coli* témoigne d'un manque d'hygiène et assainissement du milieu en raison d'une forte activité démographique dans tous ces quartiers. L'utilisation des excréta de porcs et des volailles comme fertilisant serait aussi à la base de cette forte présence de *Escherichia coli* dans les eaux analysées. Les coliformes fécaux et *Escherichia coli* sont des bactéries dont la présence indique que l'eau a été contaminée par les matières fécales humaines et/ou animales. Ces résultats corroborent des études précédentes menées par OMS, 2004 ; OMS, 2006 ; Haller et al, 2009 ; Kilunga et al., 2016 ; Kapembo et al., 2016 ; Nenie et al., 2017 ; Kapembo et al., 2019 ; Koyala, 2019 ; Mukeba et al., 2023 ; Samba et al., 2024 ; Mudinga et al., 2025.

La présence de ces microorganismes dans l'eau de boisson peut causer, à court terme, les effets tels que la diarrhée, les crampes, la nausée, les maux de tête ou autres symptômes. Ils peuvent poser un risque sanitaire important chez les nourrissons, les jeunes enfants et les immunodéprimés. Le *Giardia lamblia* et autres parasites dont la présence indique que l'eau a été contaminée par les matières fécales humaines et/ou animales peuvent causer, à courte exposition, les maladies gastro-intestinales telles que la diarrhée, les vomissements et les crampes. D'une manière générale, le manque d'hygiène et la présence des porcheries dans ces quartiers défavorisés expliqueraient la contamination de ces eaux de boisson (OMS, 2004 ; OMS, 2006 ; OMS & UE, 2007 ; OMS, 2011 ; Kapembo et al., 2016 ; Kapembo et al., 2019 ; Mukeba et al., 2023).

### 3.3 Analyses physico-chimiques de l'eau de boisson

Pour le pH, les valeurs trouvées pour les sources non aménagées ( $pH = 5,59 \pm 0,55$ ) et les puits aménagés ( $5,70 \pm 0,75$ ) sont globalement dans l'intervalle des normes fixées par l'EPA et l'OMS (6,5-8,5) (Tableaux 11, 12, 13). Cependant, les eaux de puits non aménagés présentent une valeur moyenne acide ( $pH = 4,51 \pm 0,49$ ). Ceci pourrait être dû au caractère acide des aquifères des eaux souterraines de la ville de Kinshasa. Ces résultats s'accordent avec les études précédentes menées par Aloni et al., 2008, Kapembo et al., 2016 ; Nenie et al., 2017 ; Kapembo et al., 2019 ; Koyala, 2019 ; Mukeba et al., 2023 ; Samba et al., 2024 ; Mudinga et al., 2025.

**Tableau 11 :** Sources non aménagées (SNA)

Numéros	Echantillons	Paramètres		
		pH	Turbidité(NTU)	$\text{NO}_3^-$ (mg/l)
1	SNA <sub>1</sub>	5,73	0,20	50,17
2	SNA <sub>2</sub>	5,18	0,23	20,55
3	SNA <sub>3</sub>	6,39	0,29	42,22
4	SNA <sub>4</sub>	6,00	0,24	62,45
5	SNA <sub>5</sub>	6,00	0,31	50,30
6	SNA <sub>6</sub>	5,00	0,22	10,07
7	SNA <sub>7</sub>	6,00	0,35	8,26
8	SNA <sub>8</sub>	5,00	0,28	32,83
9	SNA <sub>9</sub>	5,00	0,31	11,88
MA±SD		5,59±0,55	0,27±0,05	32,08±20,24
Normes(US EPA , OMS)		6,5–8,5	0,10	10

Quant à la turbidité, tous les trois types d'eau analysés présentent des valeurs moyennes 3 (sources et puits non aménagés) à 4 fois (puits aménagés) supérieures aux normes de 0,1 NTU (Tableaux 11, 12 et 13). Les valeurs élevées de la turbidité ont souvent été associées aux niveaux élevés de microorganismes tels que les virus, les parasites et les bactéries. La présence de ces microorganismes dans l'eau de boisson peut causer, à court terme, les symptômes tels que la nausée, les crampes, la diarrhée et être associée aux maux de tête. Ces résultats se rapprochent des études précédentes menées par Kapembo et al., 2016 ; Nenie et al., 2017 ; Kapembo et al., 2019 ; Koyala, 2019 ; Mukeba et al., 2023 ; Samba et al., 2024.

**Tableau 12 :** Puits non aménagés (PNA)

Numéros	Echantillons	Paramètres		
		pH	Turbidité(NTU)	$\text{NO}_3^-$ (mg/l)
1	PNA <sub>1</sub>	5,20	0,74	92,79
2	PNA <sub>2</sub>	4,60	0,19	75,45
3	PNA <sub>3</sub>	4,60	0,18	61,00
4	PNA <sub>4</sub>	4,40	0,19	68,59
5	PNA <sub>5</sub>	4,20	0,16	70,04
6	PNA <sub>6</sub>	4,30	0,16	65,34
7	PNA <sub>7</sub>	4,10	0,19	60,64
8	PNA <sub>8</sub>	3,90	0,17	58,84
9	PNA <sub>9</sub>	4,30	0,47	71,12
10	PNA <sub>10</sub>	5,50	0,92	71,48
MA±SD		4,51±0,49	0,34±0,28	60,53±9,81
Normes( US EPA, OMS)		6,5–8,5	0,1	10

Pour le nitrate, tous les trois types d'eau analysés présentent des valeurs moyennes 3 (sources non aménagées et puits aménagés) à 6 fois (puits non aménagés) supérieures aux normes de 10 mg/l (Tableaux 11, 12 et 13). Cela pourrait être expliqué par l'usage des engrains chimiques dans ces quartiers maraîchers et l'apport ou le contact direct avec des défécations, des eaux usées, de la matière organique. Les enfants de moins de 6 mois qui consomment de l'eau contenant du nitrate en excès peuvent devenir sérieusement malades et mourir si le traitement adéquat ne pas envisagé. Les symptômes incluent la détresse respiratoire et syndrome « blue-baby ». Ces résultats sont similaires des études précédentes menées par Kapembo et al., 2016 ; Nenie et al., 2017 ; Kapembo et al., 2019 ; Koyala, 2019 ; Mukeba et al., 2023 ; Samba et al., 2024.

**Tableau 13 :** Puits Aménagés (PA)

Numéros	Echantillons	Paramètres		
		Ph	Turbidité(NTU)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
1	PA <sub>1</sub>	6,7	0,34	16,21
2	PA <sub>2</sub>	6,5	0,30	15,13
3	PA <sub>3</sub>	6,1	0,32	25,96
4	PA <sub>4</sub>	6,0	0,31	22,35
5	PA <sub>5</sub>	6,2	0,33	1,13
6	PA <sub>6</sub>	6,1	0,47	63,17
7	PA <sub>7</sub>	6,0	0,42	40,05
8	PA <sub>8</sub>	5,6	0,74	14,04
9	PA <sub>9</sub>	4,5	0,52	32,46
10	PA <sub>10</sub>	4,5	0,54	55,58
11	PA <sub>10</sub>	5,0	0,39	66,42
MA±SD		5,70±0,75	0,38±0,13	29,09±21,71
Normes( US EPA , OMS )		6,5–8,5	0,1	10

#### 4 CONCLUSION

L'objectif de ce travail était d'établir un lien entre la qualité de l'eau de boisson et la prévalence des maladies diarrhéiques chez les enfants de 0 à 5 ans dans les quartiers Esanga, Kamba-Mulumba, Mangana, Mbuala et Nsumabua de la commune de Kimbanseke, qui n'ont pas accès à l'eau potable de la Regideso.

Concernant les enquêtes effectuées dans les centres de santé de références de ces quartiers, Il sied de dégager que les centres de santé de référence de cinq quartiers concernés par l'enquêtes présentent un total de 61885 habitants dont 9562 enfants de 0 à 5 ans. Parmi ces enfants, une prévalence de 14% (1350/9562) a été observée pour les maladies diarrhéiques au cours de l'année 2020, soit 58 % (781/1350) des cas de parasitose et 42% (569/1350) de cas d'infections bactériennes. Près de 55% de ces maladies ont été observés dans les deux quartiers : Esanga (27%) et Nsumambwa (28%) dont les habitants consomment de l'eau provenant des sources et/ou des puits non aménagés.

Nous avons enregistré dans tous les trois types d'eau analysés des valeurs moyennes de 3 (sources et puits non aménagés) à 4 fois (puits aménagés) supérieures aux normes de 0,1 NTU pour la turbidité. Ces valeurs élevées de la turbidité ont souvent été associées aux niveaux élevés de microorganismes tels que les virus, les parasites et les bactéries. La présence de ces microorganismes dans l'eau de boisson peut causer, à court terme, les symptômes tels que la nausée, les crampes, la diarrhée et être associée aux maux de tête.

Quant aux analyses bactériologiques, les résultats démontrent la présence des coliformes fécaux dans tous les échantillons. Ceci est un indice de la contamination fécale. Pour les coliformes fécaux isolés et

identifiés, nous comptons les *Escherichia coli* et *Citrobacter* dans les eaux de sources non aménagées et les *Escherichia coli* pour les puits aménagés, ainsi que *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* pour les puits aménagés. Et dans tous les échantillons d'eau, nous n'avons pas identifié un cas de streptocoques.

Pour les analyses parasitologiques, les résultats révèlent la présence des parasites *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* et *schistosoma sp.* dans les puits non aménagés. Les sources non aménagées et les puits aménagés sont exempts de ces parasites.

L'eau de boisson analysée dans cette étude est impropre à la consommation et le risque élevé de développer les maladies hydriques s'avère inévitable. Ceci démontre bien l'existence d'un problème de santé publique majeur nécessitant une prise en charge médico-sociale des habitants de ces quartiers qui n'ont pas accès à l'eau potable.

Au regard de ces résultats, pour avoir une bonne protection de la qualité des eaux des puits ou sources il faudrait :

- Un périmètre de protection nécessaire pour éloigner l'influence des activités anthropiques sur les ressources en eau ;
- Encourager un assainissement autonome pour la gestion des eaux usées domestiques en construisant par exemple des latrines a fosse septique ;
- Construire les puits ou sources conformément aux normes requises ;
- Pratiquer une agriculture écologique et durables en évitant par exemple l'usage des engrains chimiques, pesticides et certaines pratiques pouvant favoriser les érosions ;
- Exiger l'hygiène et l'assainissement pour tous.

Plus spécifiquement, nous suggérons aux autorités de cette commune et quartiers ce qui suit :

- Faire des contrôles permanents de puits ou sources ;
- D'exiger le respect des normes de protection ;
- Aménager les ouvrages de distribution de l'eau de la REGIDESO pour arriver à desservir la commune de Kimbanseke afin de palier a cette problématique.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Aloni, K.J, & Miti, T.F. (2008). Actes du premier colloque international de l'eau en République Démocratique du Congo, Presses de l'Université de Kinshasa, pp.93
2. Charmont, G. (1986). Diarrhée aiguë. 4<sup>ème</sup> édition, Paris, France, pp. 589-596.
3. Dabrowska, M. (1989). Encyclopedia Universalis corpus 7, Paris, pp. 784.
4. Esta, A.H., Kakule, K.J., Muhindo, M.J., Kyakimwa, F.C., (2024). Aspects épidémiologiques de la diarrhée chez les enfants de 0 à 5 ans dans la ville de Butembo.Congo Research Papers. Volume 5 numéro 3. <https://doi.org/10.59937/LKOG7768>
5. EU (European Council of the European Union), (2020). Safe and clean drinking water: Council adopts strict minimum quality standards, press release, 23 October 2020. Brussel, Belgium.
6. Haller, L., Amedegnato, E., Pote, J., Wildi, W. (2009). Influence of Freshwater Sediment Characteristics on Persistence of Fecal Indicator Bacteria. Water. Air Soil Pollut. 203, 217–227. DOI: 10.1007/s11270-009-0005-0
7. Institut National de la Statistique et l'Ecole de Santé Publique de Kinshasa. (2024). Enquête Démographique et de Santé de la République Démocratique du Congo (EDSRDC III) 2023–2024. Rapport des indicateurs clés. Kinshasa-RDC. Juin 2024. Page 30
8. Kabuya, S.M., Mukuku,O., Mulangu, M.A., Makan, M.P., Kawawa, S.E., Kasongo, K.B., Kabamba, M.A, Okitotsho, W.S., Numbi, L.O. (2015). Etude épidémiologique et clinique des diarrhées aigües à rotavirus chez les nourrissons à l'Hôpital Jason Sendwe Lubumbashi. Pan african medical journal, 21 :113
9. Kanyange, K.S., Bitwe, M.R., Muhemedi, M.T., Wembonyama, O.S., Mutubuki, H., Mashako, K.Y., Mashako, R.M. (2025). Déterminants des Maladies Hydriques chez les Enfants de Moins de 5 Ans Dans la Zone de Santé de Karisimbi, Ville de Goma (RDC) : Une Étude Transversale Analytique. Health Res. Afr: Vol 3; (11), November 2025, pp 69-79, <http://hsd-fmsb.org/index.php/hra>
10. Kapembo, M.L., Dhafer, M.M., Thevenon, F., Laffite, A., Bokolo, K.M., Mulaji, K.C., Mpiana T.P., Poté, J. (2019): Prevalence of water-related diseases and ground water (drinking-water) contamination in the suburban municipality of Mont Ngafula, Kinshasa (Democratic Republic of the Congo), Journal of Environmental Science and Health, Part A, DOI: 10.1080/10934529.2019.1596702
11. Kapembo, M.L., Laffite, A., Bokolo, M.K., Mbanga, A.L., Maya-Vangua, M.M., Ota monga, J.-P., Mulaji, C.K., Mpiana, P. T., Wildi, W., Pote, J. (2016). Evaluation of Water Quality from Suburban Shallow Wells under Tropical Conditions according to the Seasonal Variation, Bumbu, Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. Expo. Health, 8, 487–496. DOI: 10.1007/ s12403-016-0213-y
12. Kilunga, P.I., Kayembe, J. M., Laffite, A., Thevenon, F., Devarajan, N., Mulaji, C. K., Mubedi, J. I., Yav, Z. G., Otamonga, J.-P., Mpiana, P. T., Pote, J. (2016). The Impact of Hospital and

- Urban Wastewaters on the Bacteriological Contamination of the Water Resources in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *J. Environ. Sci.*, 51, 1034–1042. DOI: 10.1080/10934529.2016.1198619.
13. Koyala, W.H, (2019). Evaluation de la qualité des eaux souterraines dans la Ville de Kinshasa. Cas des puits aménagés et non aménagée de la commune de Kimbanseke. Mémoire de Licencié, Faculté des Sciences, Département de l'Environnement, Université de Kinshasa. pp. 63
14. Mudinga, D.M., Mombango, A.D., Mutemusa, A.N., Tweleng. A.M. (2025). Problématique de l'eau desservie à la population périurbaine par les postes d'eau autonome privés dans le quartier Kindele à kinshasa. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, ISSN: 2509-0119, Vol. 53, Nº. 2, November 2025, pp. 349-368
15. Mudinga, M.D, Ngandote, M.A., John, M.K., Seraphin N.L., Emmanuel, K.A., Fernando, P.C., John, P. (2024). Ecotoxicological and Microbiological Risk Assessment of Groundwater from Dimba Cave, Democratic Republic of the Congo, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17p
16. Mukeba, B.F., Kapembo, L.M.; Tshiala L.; Mpiana, M.P., Mulaji, K.C., Poté, J., (2023). Approvisionnement et évaluation de la qualité des eaux souterraines de Selembao et Kimbanseke), *Revue Congolaise des Sciences Humaines et Sociales*. ISSN :2957-6385 (print), ISSN: 2957-6393 (online). <https://www.doi.org/10.59189/crsh102240>
17. Nenie, A. B., Sivalingam, P., Laffite, A., Nge linkoto, P., Otamonga, J.-P., Matand, A., Mulaji, C. K., Biey, E.M., Mpiana, P.T., Pote, J. (2017). Microbiological Quality of Water in a City with Persistent and Recurrent Waterborne Diseases under Tropical Sub-Rural Conditions: The Case of Kikwit City, Democratic Republic of the Congo. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 220, 820-828. DOI: 10.1007/s11270-009-0005-0.
18. Nkele, N.P., (2021). Evaluation du bien-être subjectif en milieu urbain chez les habitants de la Ville de Kinshasa. *Education et Développement*, Numéro 35, Premier semestre 2022. Page 8
19. OMS et UE , (2007). Normes de l'eau applicables aux eaux de la consommation humaine, Paris France. <http://siaepl.fayefree.fr/qualite de l'eau/normes de leau.html>
20. OMS, (1997). Analyse des eaux résiduaires en vue de leur recyclage en agriculture. Manuel technique de laboratoire parasitologiques et bactériologique, Genève, pp. 31.
21. OMS, (2004). Survie de l'enfant : Une stratégie pour la région africaine. Rapport du directeur régional. AFR/RC56/13. Comité régional de l'Afrique, 56<sup>ème</sup> session, Addis-Abeba, Ethiopie, 28 aout-1er septembre.
22. OMS, (2006). Le traitement de la diarrhée, Manuel à l'usage des médecins et autres personnel de santé qualifié. 4<sup>ème</sup> édition.
23. OMS, (2007). Statistique sur le Cholera, relevé épidémiologique hebdomadaire, Genève, pp. 82, 273-284.
24. OMS, (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, 4th ed.; Geneva, Switzerland: WHO.

25. OMS, (2017). Directives sur la qualité de l'eau de boisson, 4<sup>e</sup> éd. Intégrant le premier additif [Guidelines for drinking-water quality: 4th ed. incorporating first addendum]. Genève, Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO
26. OMS, (2019). WHO World Water Day Report - World Health Organization. Geneva, Switzerland. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.
27. Rapport Annuel, (2020). Services des informations de la commune de Kimbanséke, pp. 1-4.
28. Samba, L.C., Lokango, O. O, Katende, K.P., Tshefu, L.L., Kalondji, W., & Mbo M.R. (2024). Caractérisation physico-chimique, bactériologique et faciès hydro-chimiques des eaux des forages dans la commune de Lemba. In Revue Internationale de la Recherche Scientifique(Revue-IRS)-ISSN:2958-8413. [\(DOI\): https://doi.org/10.5281/zenodo.10659508](https://doi.org/10.5281/zenodo.10659508).
29. Steven et Zumdahl, (1998). Chimie de solution, 2<sup>ème</sup> édition, De Boeck Université, Paris, pp. 1.
30. Tangou,T.T., 2016. La chimie de l'environnement pollution et nuisance, Édition Presses Universitaires de Kinshasa.134p.
31. UNESCO,(1976). Biologie et la population humaine, Unesco, Paris, pp. 164-165.
32. US EPA (United States Environmental Protection Agency), (2000). Health effects criteria for fresh recreational waters (U.S. Environmental Protection Agency).
33. US EPA (United States Environmental Protection Agency), (2009). National Primary Drinking Regulations. EPA 816-F-09-004. [Http: //www.epa.gov/safewater/](http://www.epa.gov/safewater/), Consulté en September 2025.
34. Van, Riel. (1946). Santé publique tropical, 2<sup>ème</sup> édition, Dossier, Liège, Belgique, pp. 114