

## GESTION ET ANALYSE DE L'EAU DE CONSOMMATION DANS LA VILLE DE KINDU EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO (CAS DU QUARTIER MATAPA DANS LA COMMUNE MIKELENGE)

<sup>1</sup>Alain UTSHUDI A, <sup>2</sup>Vincent MONGENG O, <sup>3</sup>Zoé KAZADI MALUMBA, <sup>4</sup>René OLEKO WOTO

<sup>1</sup>*Chef de Travaux, Université de Kindu, Faculté de Médecine*

<sup>2</sup>*Assistant de 2e Mandat, Université de Kisangani, Faculté des sciences, Département des sciences biotechnologiques*

<sup>3</sup>*Professeur Ordinaire, Université de Kisangani, Faculté des sciences, Département des sciences biotechnologiques*

<sup>4</sup>*Professeur Emerite, Université de Kisangani, Faculté des sciences, Département des sciences biotechnologiques*

### Corresponding Authors:

**To Cite This Article:** A, A. U., O, V. M., MALUMBA, Z. K., & WOTO, R. O. (2026). GESTION ET ANALYSE DE L'EAU DE CONSOMMATION DANS LA VILLE DE KINDU EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO (CAS DU QUARTIER MATAPA DANS LA COMMUNE MIKELENGE). *Journal of Advanced Research in Medical and Health Science* (ISSN 2208-2425), 12(2), 31-42. <https://doi.org/10.61841/eypzmq27>

### RESUME

*Cette étude examine la problématique critique de la gestion des ressources hydriques et des excréta humains dans un contexte de précarité sanitaire, avec une focalisation particulière sur le quartier Matapa à Kindu. L'analyse souligne que si l'eau constitue un vecteur essentiel de vie, elle devient, en l'absence d'infrastructures d'assainissement adéquates, le principal catalyseur de pathologies hydriques et fécales responsables d'une mortalité infantile alarmante. La recherche met en exergue l'impact des dynamiques démographiques et des conflits armés sur la dégradation des écosystèmes urbains, où la saturation des rejets anthropiques dépasse désormais les capacités d'auto-épuration naturelle. En s'appuyant sur les cadres normatifs de l'OMS et de l'OCC, l'auteur interroge la conformité physico-chimique et bactériologique des eaux consommées, tout en évaluant l'efficacité des interventions humanitaires, telles que celles d'Enabel, face aux défis structurels de la desserte en eau potable. In fine, ce travail pose le jalon d'une réflexion sur l'urgence d'intégrer des technologies de collecte appropriées pour garantir la sécurité sanitaire et la préservation de la biodiversité en milieu périurbain congolais.*

**Mots-clés:** *assainissement, Eau potable, Pêril fécal, Santé Publique, Kindu, Normes bactériologique.*

### ABSTRACT

*This study examines the critical issue of water resource management and human excreta disposal within a context of sanitary instability, focusing specifically on the Matapâ district in Kindu. The analysis emphasizes that while water is an essential life-sustaining element, the lack of adequate sanitation infrastructure transforms it into primary catalyst for waterborne and fecal-oral diseases, which account for alarming rates of child for mortality. The research highlights the impact of demographic growth and armed conflicts on the degradation of urban ecosystem, where the accumulation of anthropogenic waste now exceeds natural self-purification capacities. Drawing upon WHO and OCC regulatory frameworks, the auteur investigates the physiochemical and bacteriological compliance of drinking water while evaluating the effectiveness of humanitarian interventions, such as those by Enabel, in adressing structural water supply challenges. Ultimately, this work underscores the urgent need to implement appropriate collection technologies to ensure health security and biodiversity conservation in Congolese peri-urban environments.*

**Keywords:** *Sanitation, Drinking water, Fecal peril, public health, Kindu, Bacteriological standards.*

## 1. INTRODUCTION

L'accès à une eau exempte de contaminants constitue un déterminant fondamental de la santé publique et un pilier central du développement durable. Si, dans les contextes urbains des pays industrialisés, la sécurité sanitaire de l'eau est largement tenue pour acquise, la réalité des pays en développement, et particulièrement celle des zones rurales ou périurbaines, révèle une corrélation dramatique entre la précarité des infrastructures et l'incidence des pathologies hydriques. Dans ces régions, la défaillance des systèmes d'assainissement transforme une ressource vitale en un vecteur de mortalité. La contamination microbiologique, intrinsèquement liée à la gestion défaillante des excréta humains, demeure la menace la plus sévère. Les données de l'UNICEF soulignent l'ampleur de ce péril fécal : environ 90 % des décès par maladies diarrhéiques chez les enfants de moins de cinq ans sont imputables à l'insalubrité de l'eau et au manque d'hygiène. Face à ce constat, une interrogation fondamentale s'impose : combien vaut une eau potable sûre pour vous ? Combien seriez-vous prêts à payer pour savoir que l'eau que vous buvez ne vous rendra pas malades ? Et combien sûre devrait être l'eau ; est-ce qu'il doit être de la qualité qu'une personne sur cent devient malade, qu'une personne sur mille devient malade, ou qu'une personne sur dix mille devient malade ?

Cette problématique prend une dimension critique dans la province du Maniema, et plus spécifiquement dans la ville de Kindu. L'accroissement démographique fulgurant, exacerbé par les déplacements massifs de populations fuyant les conflits armés, a engendré une pression anthropique sans précédent sur les écosystèmes urbains. Dans le quartier Matapa de la commune de Mikelenge, la saturation des rejets solides et liquides dépasse désormais les capacités naturelles d'auto-épuration du milieu. Cette modification structurelle de la société, marquée par l'abandon de matières résiduelles dans la nature, rompt l'équilibre qui prévalait lorsque la population était dispersée et les rejets biodégradables. Aujourd'hui, ces nuisances et pollutions ne menacent pas seulement le bien-être social, mais altèrent durablement le patrimoine naturel et la sécurité biologique des habitants.

Sur le plan environnemental et sanitaire, l'absence d'ouvrages d'assainissement adéquats favorise la prolifération de vecteurs pathogènes, de rongeurs et d'odeurs nauséabondes, aggravant ainsi la vulnérabilité des populations aux maladies parasitaires, bactériennes et virales. Malgré les interventions d'acteurs humanitaires tels qu'Enabel pour améliorer la desserte, les défis structurels liés à la collecte et au traitement des eaux usées persistent. La gestion des excréta demeure le premier maillon de la chaîne de contamination, tandis que l'eau, deuxième ressource indispensable après l'oxygène, devient le réceptacle de ces pollutions. Que pourrions-nous faire aussi longtemps que l'eau c'est la vie ?

La présente étude s'inscrit dans cette urgence sanitaire et environnementale, en s'alignant sur le sixième Objectif de Développement Durable (ODD 6) consacré à l'eau propre et à l'assainissement. Elle vise à évaluer la conformité des eaux de consommation aux cadres normatifs de l'OMS et de l'Office Congolais de Contrôle (OCC) tout en analysant les pratiques de gestion des déchets au sein du quartier Matapa. Eu égard de ce qui précède, on se pose la question de savoir comment l'eau et les excréta humains sont gérés par les habitants du quartier Matapa ? Comment la population du quartier Matapa gère-t-elle les excréta humains et l'eau de boisson ? Quelle est la qualité bactériologique de l'eau de boisson consommée par la population du quartier Matapa dans la commune Mikelenge ?

## 2. CADRE THEORIQUE DE LA RECHERCHE

### 2.1. PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES ET DISTRIBUTION DE LA RESSOURCE HYDRIQUE

L'eau est un composé chimique ubiquitaire dont la molécule associe deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène (H<sub>2</sub>O), constituant ainsi le principal composant de l'organisme humain (Amidu, 2013 ; Hadji et Boucceredj, 2020). Caractérisée par une stabilité remarquable et des propriétés de solvant exceptionnelles, elle joue un rôle prépondérant dans la dynamique planétaire (Kakule, 1984 ; Ngabu, 2015). Dans l'écosphère, elle circule entre l'atmosphère, la lithosphère et l'hydrosphère sous trois états physiques, bien que seule sa forme liquide constitue une ressource directement mobilisable pour les activités anthropiques (Ramade, 1983).

La potabilité de cette ressource dépend toutefois de critères normatifs et techniques rigoureux.

### 2.2. TYPOLOGIE ET MODES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU

Une eau est qualifiée de potable lorsqu'elle répond à des normes réglementaires garantissant l'absence de risques microbiologiques et chimiques pour le consommateur (Michel, 2013). Selon l'OMS (2004), cette eau doit être exempte de germes pathogènes et ne contenir que des concentrations limitées de substances chimiques, telles que les métaux lourds ou les pesticides. La notion de potabilité reste cependant relative aux cadres législatifs locaux et temporels, imposant que l'eau, considérée comme un aliment, préserve la santé tout en satisfaisant des exigences organoleptiques (Kazadi, 2012 ; Frantzy, 2017).

En milieu périurbain, l'approvisionnement repose majoritairement sur l'exploitation des aquifères par des puits ou forages, dont la conception varie du captage manuel au pompage mécanisé. Les sources naturelles constituent une autre alternative, offrant une eau d'origine souterraine théoriquement protégée des pollutions de surface (Hadji & Boucceredj, 2020). À Kindu, l'agence Enabel intervient stratégiquement pour pallier la pénurie par l'aménagement de points d'eau potable, visant à améliorer la sécurité sanitaire et socio-économique de la population du Maniema.

L'accès à une eau de qualité est indissociable du maintien des fonctions biologiques fondamentales.

### 2.3. FONCTIONS BIOLOGIQUES ET DYNAMIQUE D'UTILISATION

L'eau représente environ 70 % du poids corporel d'un adulte et s'avère être un nutriment aussi vital que l'oxygène (Elie, 2013). Elle assure les échanges nutritifs intra et extracellulaires, la transmission des influx nerveux et la persistance des activités microbiologiques nécessaires au cycle de la vie (Vermande, 2002 ; Ghislain, 2014). Pour maintenir l'homéostasie, un apport quotidien de 1,5 à 3 litres est requis, une spoliation hydrique de 20 % étant létale (Bill, 1981 ; Boucenina, 2018).

En République Démocratique du Congo (RDC), la rareté économique de l'eau contraste avec l'abondance des ressources renouvelables, les prélèvements n'atteignant que 0,04 % du potentiel national (PNUE, 2011). Contrairement à de nombreux pays africains où l'usage agricole prédomine, la consommation en RDC est majoritairement domestique (52 %). Cette sous-exploitation structurelle limite le développement humain et souligne les défis liés à la distribution effective de la ressource.

L'analyse de la qualité de cette eau repose sur l'évaluation de paramètres critiques.

### 2.4. PARAMETRES DE CONTROLE DE LA QUALITE DE L'EAU

La qualité de l'eau, déterminante pour la santé publique et la biodiversité, est définie par ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques (Bontoux, 1993). Elle est menacée globalement par la croissance démographique, l'urbanisation rapide et les changements climatiques (Maneglier, 1991). Le contrôle s'articule autour de sept catégories, incluant les paramètres organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques (Edmond, 2000).

Les indicateurs organoleptiques, tels que la couleur (vraie ou apparente) et l'odeur, permettent une évaluation rapide de la pollution organique ou minérale (Rodier et al., 2009 ; WHO, 2011). Sur le plan physico-chimique, le pH conditionne les équilibres ioniques, tandis que la conductivité électrique mesure la minéralisation globale (Belghiti et al., 2013 ; Akil et al., 2014). La température influence la cinétique des réactions biologiques, et la présence d'ions tels que le sodium, le calcium ou le magnésium détermine la dureté et le goût de l'eau (Wanélus, 2016). Enfin, la turbidité et la présence de composés comme les nitrates, sulfates ou l'ammonium servent d'indicateurs de contaminations anthropiques ou naturelles.

Ces mesures sont confrontées aux cadres normatifs pour établir la potabilité.

### 1.5. NORMES SANITAIRES ET SECURITE MICROBIOLOGIQUE

La protection de la santé humaine impose le respect de concentrations maximales admissibles (CMA) pour les substances chimiques (Frantzy, 2017). Le Tableau 1 synthétise les directives de l'OMS, fixant par exemple le seuil des nitrates à 50 mg/l et le pH entre 6,5 et 8,5. Parallèlement, la qualité bactériologique est mesurée par l'absence d'organismes indicateurs de pollution fécale. La présence de coliformes fécaux ou d'Escherichia coli témoigne d'un dysfonctionnement du système d'assainissement ou de traitement.

**Tableau 1.** Normes physico-chimiques de l'eau (OMS, 2000)

Éléments	Valeurs indicatives en mg/l
Cuivre	1 mg/l
Cyanure	0,07 mg/l
Fluorures	1,5 mg/l
Manganèse	0,1 mg/l
Mercure	0,001 mg/l
Nitrate	50 mg/l
Nitrite	3 mg/l
Ammoniac	15 mg/l
Plomb	0,01 mg/l
Chlore	5 mg/l
Couleur	15 (UCV)
Turbidité	5 (UTN)
Aluminium	0,2 mg/l
Chlorure	250 mg/l
Dureté	-
Fer	0,3 mg/l
pH	6,5 – 8,5
Sodium	200 mg/l
Solides totaux en solution	1000 mg/l
Zinc	3 mg/l
Sulfate	250 mg/l
Temperature	12 – 30 °C

(Source : Organisation Mondiale de la Santé (OMS), directives pour la qualité de l'eau de boisson, 2000)

(Valeurs indicatives : Nitrate 50 mg/l, Plomb 0,01 mg/l, pH 6,5–8,5, Turbidité 5 UTN).

**Tableau 2.** Normes de potabilité de l'eau en RDC (OCC, 2013)

Germes	Concentration maximale admissible dans l'eau
Coliformes fécaux (nombre/100 ml)*	< 10
Streptocoques fécaux (nombre/100 ml)	< 10
Coliformes totaux (nombre/100 ml)	< 10
<i>Escherichia coli</i> (nombre/100 ml)	0
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	< 10
Bactériophages fécaux (nombre/100 ml)	0
Streptocoques pathogènes (nombre/100 ml)	0
Staphylocoques (nombre/100ml)	0
<i>Salmonella</i> (nombre/100 ml)	0
<i>Shigella</i> (nombre/100 ml)	0
<i>Vibrio cholera</i> (nombre/100ml)	0
Flores aérobies mésophiles (germes totaux) : Nombre/100 ml	< 1000

(Source : Office Congolais de Contrôle (OCC), normes nationales de conformité microbiologique, 2013)

(Exigences : E. coli 0/100 ml, Coliformes fécaux < 10/100 ml).

Le péril fécal demeure la menace majeure liée à une gestion défaillante de l'environnement.

### 2.6. ASSAINISSEMENT ET RISQUES EPIDEMIOLOGIQUES

La mauvaise gestion des excréta et des eaux usées constitue le principal vecteur de maladies hydriques telles que le choléra, la typhoïde et les dysenteries (OMS, 2018). L'urbanisation non planifiée a rompu l'équilibre naturel où les rejets biodégradables s'éliminaient par auto-épuration (Goldsmith, 1967). L'accès à des latrines améliorées est désormais considéré comme le premier indicateur de l'assainissement de base (Mallet, 2009).

A Kindu, et particulièrement dans le quartier Matapa, les constructions anarchiques sur terrain marécageux compliquent l'implantation d'infrastructures d'assainissement. Malgré les objectifs nationaux de réduction de la pauvreté (DSRP, 2006), les statistiques de couverture restent disparates, variant de 9 % à 46 % selon les sources (WSP, 2004 ; UNICEF, 2011). Face à la résistance aux changements de comportement et à l'insalubrité croissante, cette étude évalue les connaissances et pratiques de la population de Mikelenge afin de proposer des mesures adaptées à la préservation de la santé publique et de l'écosystème local.

### 3. MATERIEL ET METHODES

#### 3.1. CADRE D'ETUDE

Cette recherche a été réalisée dans la ville de Kindu, chef-lieu de la province du Maniema, avec un focus particulier sur le quartier Matapa au sein de la commune de Mikelenge. Cette zone géographique a été sélectionnée en raison de la diversité de ses points d'approvisionnement, incluant des sources traditionnelles et des infrastructures de type Enabel.



**Figure 1.** Carte administrative de la ville de Kindu.

Le choix de ce site a permis d'appliquer une approche analytique rigoureuse mêlant enquêtes sociales et analyses biologiques.

### 3.2. APPROCHE METHODOLOGIQUE ET ECHANTILLONNAGE

La phase de collecte de données s'est déroulée sur une période trimestrielle allant du 28 décembre 2023 au 28 mars 2024. La méthodologie adoptée repose sur une triangulation de techniques incluant l'observation directe in situ, des entretiens dirigés et l'administration de fiches d'enquêtes par contact direct. Les instruments de collecte ont permis de documenter les variables sociodémographiques des ménages, les pratiques de gestion, de traitement et les modalités de conservation des eaux de consommation.

L'échantillonnage a été établi à partir des données de structure de la population (INS-RGPH, 1998) relatives au quartier Matapa. Sur un univers de sondage constitué de 960 ménages, l'étude a porté sur 752 unités, représentant un taux de couverture de 11,11 %. Le traitement statistique et l'analyse des données recueillies ont été effectués via le logiciel R-Studio, version 3.5.0.

Parallèlement aux enquêtes de terrain, des prélèvements ont été soumis à des analyses microbiologiques systématiques.

### 3.3. PROTOCOLES D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les échantillons hydriques ont été analysés au laboratoire de l'Hôpital Général de Référence (HGR) de Kindu afin de caractériser la charge en streptocoques fécaux, coliformes totaux et fécaux, ainsi qu'en *Salmonella sp.* Les techniques de culture et de numération ont suivi des protocoles standardisés adaptés aux contextes environnementaux.

Les échantillons ainsi prélevés ont été analysés au laboratoire de l'HGR/Kindu pour la recherche de streptocoques fécaux, coliformes fécaux et totaux et *Salmonella sp.*



**Figure 2.** (a) Puits Traditionnel, (b) Enabel, (c) Echantillon de prélèvement d'eau, (d) Source traditionnelle.

Pour l'isolement des coliformes totaux et fécaux, le milieu gélosé VRBA a été utilisé selon une méthode de numération dans la masse. L'incubation a été réalisée à 37 °C pour les coliformes totaux et 44 °C pour les coliformes fécaux sur une période de 24 à 48 heures. Le dénombrement des unités formant colonie (UFC) s'est effectué par observation directe des boîtes de Pétri sur source lumineuse (Sokegbe O. Y. et al., 2017).

La recherche des streptocoques fécaux a été opérée sur milieu Enterococcus agar. Après ensemencement par enrobage de 1 ml d'échantillon, les cultures ont été incubées à 37 °C pendant 48 heures avant le comptage final des colonies suspectes. Pour les genres *Salmonella*, le protocole a intégré une étape de pré-enrichissement en bouillon Kauffman (24 h à 37 °C), suivie d'un isolement sur gélose sélective SS par la technique des stries, permettant la détection et la numération des germes après 18 à 24 heures d'incubation.

L'interprétation des résultats bactériologiques s'est appuyée sur des référentiels de potabilité internationaux et régionaux.

### 3.4. CRITERES D'EVALUATION DE LA POTABILITE

L'évaluation de la qualité sanitaire des eaux s'est référée aux directives de l'OMS, bien que ces dernières accordent aux États la latitude d'adapter les normes aux réalités locales (Kazadi, 2012). L'interprétation a mobilisé la classification de Feachem (1980), qui segmente la qualité en quatre classes selon la concentration en coliformes fécaux (UFC/100 ml), ainsi que les normes de Duchemin, spécifiquement adaptées aux sources et puits en contexte africain (Bemmo et al., 1998).

**Tableau 3.** Classement de différents points d'eau suivant les différentes classes de qualité par Duchemin (Bemmo *et al.*, 1998).

Coliformes fécaux NPP/100ml	Streptocoques fécaux NPP/100ml	Qualité de l'eau
0 à 20	0 à 20	Très bonne
0 à 20	20 à 200	Assez bonne
20 à 200	20 à 200	Moyenne
200 à 1 000	200 à 1000	Suspecte
1000 à 5000	1000 à 5000	Médiocre
1000 à 5000	5000 à 20 000	Mauvaise
5000 à 20 000	5000 à 20 000	Mauvaise
Plus de 20 000	Plus de 20 000	Très mauvaise

(Source : Bemmo et al., adaptés des standards de Duchemin pour les pays en développement, 1998)

Enfin, le rapport entre les coliformes fécaux (CF) et les streptocoques fécaux (SF) a servi d'indicateur pour déterminer l'ancienneté de la pollution fécale, permettant de distinguer les contaminations récentes des pollutions historiques au sein des ressources hydriques du quartier Matapa.

**Tableau 4.** Périodicité de contamination

Si CF > SF	Contamination récente
Si CF < SF	Contamination ancienne
Si CF et SF=0	Sans contamination

(Source : Rapport de corrélation CF/SF basé sur les standards de microbiologie environnementale)

## 4. RESULTATS ET DISCUSSION

### 4.1. REPARTITION DES ENQUETES SELON LES CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES

L'analyse du profil sociodémographique de la population d'étude, présentée dans le tableau 5, révèle une prédominance féminine parmi les 752 répondants, représentant 64,9 % de l'échantillon contre 35,1 % d'hommes. Sur le plan générationnel, la cohorte est majoritairement mature, avec 45,7 % des individus âgés de 31 ans ou plus, suivis par la tranche des 21-25 ans qui constitue 33 % de l'effectif.

**Tableau 5.** Profil sociodémographique des enquêtés

Variables		Effectifs (752)	Fréquences (%)
Sexe	Masculin	264	35,1
	Féminin	488	64,9
Tranche d'âge	≤ 15 ans	36	4,8
	16 – 20 ans	55	7,3
	21 – 25 ans	248	33
	26 – 30 ans	69	9,2
	≥ 31 ans	344	45,7
Profession	Cultivateurs	180	23,9
	Élèves	100	13,3
	Étudiants	88	11,7
	Travailleurs	148	19,7
	Analphabètes	92	12,2
Etat civil	Chômeurs	144	19,2
	Mariés	440	58,5
	Célibataires	144	19,2
	Veufs et veuves	104	13,8
	Divorcé (e)	64	8,5

(Source : Données primaires issues des enquêtes de terrain et des analyses de laboratoire (HGR Kindu) effectuées par les auteurs (Utshudi et al.), période déc. 2023 – mars 2024)

La structure socioprofessionnelle est marquée par une diversité d'activités où les cultivateurs prédominent (23,9 %), suivis des travailleurs (19,7 %) et des sans-emplois (19,2 %). Concernant le statut matrimonial, une majorité de 58,5 % des enquêtés sont mariés. Ces données structurelles sont essentielles pour comprendre les dynamiques de gestion de l'eau

au sein des foyers. A cet égard, UNICEF (2001) soulignait déjà que les ménages congolais comptent en moyenne six personnes, avec une proportion significative de foyers de sept membres ou plus. Cette densité démographique croissante exerce une pression directe sur les ressources hydriques et exacerbe les défis liés à l'insalubrité environnementale en milieu urbain.

#### 4.2. GESTION DE L'EAU DE BOISSON

Les modalités d'approvisionnement et de stockage de l'eau, détaillées dans le tableau 6, indiquent que le quartier Matapa (commune de Mikelenge, ville de Kindu) dépend principalement des bornes-fontaines installées par ENABEL (47,9 %). Les forages et les puits constituent les sources secondaires avec respectivement 26,9 % et 17,3 %, tandis que 8 % de la population recourt encore à des sources non aménagées telles que Tokedi et Kalunyanya.

**Tableau 6.** Lieu d'approvisionnement, stockage et distance des ménages aux points d'eau

Variables		Effectifs (752)	Fréquences (%)
<b>source d'approvisionnement</b>	ENABEL	360	47,9
	Forages	202	26,9
	Puits	130	17,3
	Source non aménagée	60	8
<b>Matériels de stockage d'eau</b>	Bidons	201	26,7
	Sceau	191	25,4
	Fût	100	13,3
	Calebasse	60	8
	Cruche	80	10,6
	Casserole	70	9,3
	Bassin	50	6,6
<b>Accessibilité à d'eau</b>	0 – 5 m	68	9
	6 – 10 m	139	18,5
	11 – 15 m	103	13,7
	16 – 20 m	100	13,3
	21 – 25 m	44	5,9
	26 – 30 m	49	6,5
	≥ 31 m	249	33,1

En ce qui concerne les pratiques de conservation, le bidon demeure le récipient de stockage privilégié (26,7 %), bien que l'utilisation de bassins (6,6 %) persiste malgré les risques de contamination à l'air libre. L'accessibilité physique constitue un obstacle majeur, 33,1 % des ménages devant parcourir une distance supérieure ou égale à 31 mètres pour accéder à un point d'eau. Cette contrainte logistique influence directement la quantité et la qualité de l'eau utilisée quotidiennement.

#### 4.3. CHARGE ET QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU

L'évaluation de la qualité microbiologique des eaux de puits met en évidence une pollution fécale préoccupante. Comme l'illustre le tableau 7, les concentrations moyennes en coliformes fécaux atteignent 204,3 UFC/100 ml pour le puits PK1, 115,3 UFC/100 ml pour le PK2 et 75,7 UFC/100 ml pour le PKV3.

**Tableau 7.** Qualité bactériologique des échantillons d’eau de puits

Type Échantillon d’eau	Nombre de germe en UFC/100ml				Classe de qualité selon	Classe de qualité selon
	CF	SF	CT	Salmonella	Feachem	Duchemin
Puits K1	289	300	192	12	Mauvaise	Suspecte
Puits K1	108	25	102	1	Mauvaise	Moyenne
Puits K1	216	139	300	3	Mauvaise	Suspecte
Moyenne	204,3	154,7	198	5,3	Mauvaise	Suspecte
Puits K2	212	300	300	2	Mauvaise	Suspecte
Puits K2	38	61	41	9	Moyenne	Moyenne
Puits K2	96	82	300	9	Moyenne	Moyenne
Moyenne	115,3	147,7	213,7	6,7	Mauvaise	Moyenne
Puits KV3	0	23	300	3	Bonne	Assez bonne
Puits KV3	29	33	71	4	Moyenne	Moyenne
Puits KV3	198	7	300	4	Mauvaise	Moyenne
Moyenne	75,7	21	223,7	3,7	Moyenne	Moyenne
Moyenne générale	131,8	107,8	211,8	5,2	Mauvaise	Moyenne

(Source : Données primaires issues des enquêtes de terrain et des analyses de laboratoire (HGR Kindu) effectuées par les auteurs (Utshudi et al.), période déc. 2023 – mars 2024)

Les analyses révèlent des charges en streptocoques fécaux oscillant entre 21 et 154,7 UFC/100 ml, tandis que les coliformes totaux affichent des moyennes critiques dépassant 223 UFC/100 ml dans certains points de prélèvement. En conséquence, selon les standards de Feachem, ces eaux sont classées comme étant de « mauvaise qualité », tandis que l'échelle de Duchemin les qualifie de « suspectes ».

A l'inverse, les eaux issues des fontaines ENABEL présentent un profil sanitaire nettement supérieur. Le tableau 8 démontre des moyennes de coliformes fécaux réduites (entre 3,7 et 8,3 UFC/100 ml) et une absence totale de *Salmonella*.

**Tableau 8.** Qualité des échantillons d’eau des fontaines ENABEL

Type Échantillon d’eau	Nombre de germe en UFC/100ml				Qualité selon Feachem	Qualité selon Duchemin
	CF	SF	CT	Salmonella		
ENAbel T	0	9	73	0	bonne	T. bonne
ENAbel T	14	31	19	0	moyenne	Assez bonne
ENAbel T	3	3	11	0	bonne	T. bonne
Moyenne	5,7	14,3	34,3	0,0	bonne	T. bonne
ENAbel IRU1	0	48	17	0	Bonne	Assez bonne
ENAbel IRU1	11	22	17	0	moyenne	Assez bonne
ENAbel IRU1	0	5	3	0	bonne	T. bonne
Moyenne	3,7	25	12,3	0,0	bonne	Moyenne
ENAbel KIS1	0	102	289	0	bonne	Assez bonne
ENAbel KIS1	9	23	17	0	bonne	Assez bonne
ENAbel KIS1	16	9	31	0	moyenne	T. bonne
Moyenne	8,3	44,67	112,3	0,0	bonne	Assez bonne
Moyenne générale	5,9	28,0	53,0	0,0	bonne	Assez bonne

(Source : Données primaires issues des enquêtes de terrain et des analyses de laboratoire (HGR Kindu) effectuées par les auteurs (Utshudi et al.), période déc. 2023 – mars 2024)

Bien que les streptocoques fécaux y soient présents (moyenne générale de 28,0 UFC/100 ml), ces eaux sont jugées « bonnes » selon Feachem et « assez bonnes » selon Duchemin. Cette disparité souligne l'efficacité relative des infrastructures aménagées par rapport aux points d'eau traditionnels.

La situation des sources non aménagées (Tableau 9) s'avère toutefois critique, avec des taux de coliformes et de streptocoques atteignant systématiquement le seuil de saturation de 300 UFC/100 ml. La présence de *Salmonella* (moyenne de 46,5 UFC/100 ml) confirme une contamination fécale directe et dangereuse.

**Tableau 9.** Qualité des échantillons d'eau des sources

Type Échantillon d'eau	Nombre de germe en UFC/100ml				Qualité selon Feachem	Qualité selon Duchemin
	CF	SF	CT	Salmonella		
Source T	300	300	300	36	Mauvaise	Suspecte
Source T	300	300	300	27	Mauvaise	Suspecte
Source T	300	300	300	56	Mauvaise	Suspecte
Moyenne	300,0	300,0	300	39,7	Mauvaise	Suspecte
Source K	300	300	300	67	Mauvaise	Suspecte
Source K	300	300	300	39	Mauvaise	Suspecte
Source K	300	300	300	54	Mauvaise	Suspecte
Moyenne	300,0	300	300	53,3	Mauvaise	Suspecte
Moyenne générale	300,0	300,0	300,0	46,5	Mauvaise	Suspecte

(Source : Données primaires issues des enquêtes de terrain et des analyses de laboratoire (HGR Kindu) effectuées par les auteurs (Utshudi et al.), période déc. 2023 – mars 2024)

Enfin, l'analyse des eaux stockées au sein des ménages (Tableau 10) révèle une dégradation de la qualité entre le point de collecte et le point de consommation. Avec une moyenne de 68,0 UFC/100 ml pour les coliformes fécaux et 122,9 UFC/100 ml pour les coliformes totaux, ces eaux sont classées de « qualité moyenne » par les deux échelles de référence.

**Tableau 10.** Qualité des échantillons d'eau des ménages

Type Échantillon d'eau	Nombre de germes en UFC/100 ml				Qualité selon Feachem	Qualité selon Duchemin
	CF	SF	CT	Salmonella		
Ménage k1	30	69	21	11	Moyenne	Moyenne
Ménage k2	261	300	105	29	Mauvaise	Suspecte
Ménage Kiv3	39	22	105	11	Moyenne	Moyenne
Ménage k1	4	13	0	0	Bonne	T. bonne
Ménage k2	0	141	0	0	Bonne	Assez bonne
Ménage Kiv3	17	121	267	12	Moyenne	Assez bonne
Ménage k1	82	0	8	24	Moyenne	Moyenne
Ménage k2	101	39	300	27	Mauvaise	Moyenne
Ménage Kiv3	78	2	300	2	Moyenne	Moyenne
Moyenne	68,0	78,6	122,9	24,8	Moyenne	Moyenne

(Source : Données primaires issues des enquêtes de terrain et des analyses de laboratoire (HGR Kindu) effectuées par les auteurs (Utshudi et al.), période déc. 2023 – mars 2024)

#### 4.4. RISQUE ET PERIODICITE DE CONTAMINATION

La synthèse des risques sanitaires, présentée dans le Tableau 11, confirme que les puits PK1 et PK2, ainsi que les sources, exposent les populations à un « haut risque » selon les directives de l'OMS. Les eaux de source présentent une contamination de type mixte, indiquant des apports polluants continus.

**Tableau 11.** Risque pour la santé des consommateurs et la périodicité de contamination des échantillons d’eaux analysées

Type Echantillon d'eau	Nombre de germe en unité format colonie dans 100 ml d'eau		Risque selon OMS	Périodicité de contamination
	CF	SF		
Puits K1	204,3	154,7	H.R	Cont. récente
Puits K2	115,3	147,7	H.R	Cont. ancienne
Puits KV3	75,7	21	R.I	Cont. récente
ENAbel T	5,7	14,3	R.I	Cont. ancienne
ENAbel IRU1	3,7	25	R.I	Cont. ancienne
ENAbel KIS1	8,3	44,6	R.I	Cont. ancienne
Source K	300	300	H.R	Mixte
Source T	300	300	H.R	Mixte
Ménages	68	78,6	R.I	Cont. ancienne

(Source : Données primaires issues des enquêtes de terrain et des analyses de laboratoire (HGR Kindu) effectuées par les auteurs (Utshudi et al.), période déc. 2023 – mars 2024)

Il est observé que si les bornes-fontaines et les eaux domestiques présentent un risque qualifié d'« intermédiaire », la périodicité de contamination varie : elle est jugée récente pour le puits PK1 et les fontaines ENABEL T, tandis qu'elle est ancienne pour le puits PK2 et les stocks ménagers.

#### 4.5. SYNTHÈSE DES RESULTATS FACE AUX PREOCCUPATIONS INITIALES

La présente étude a permis d'apporter des réponses précises aux interrogations fondamentales concernant la gestion de l'eau et des excréta dans le quartier Matapa, en lien avec les standards de l'OMS et de l'OCC.

##### 1. SUR LA GESTION DE L'EAU ET DES EXCRETAS PAR LA POPULATION

L'introduction soulevait la question des pratiques quotidiennes face à une pression anthropique croissante. Les résultats démontrent une dépendance hybride : si 47,9 % des ménages ont accès aux bornes-fontaines Enabel (Tableau 6), une part significative de la population continue d'utiliser des puits traditionnels et des sources non aménagées (25,3 %). La persistance de l'usage de récipients ouverts comme les bassins (6,6 %) et l'éloignement des points d'eau (33,1 % à plus de 31 m) confirment les défis structurels de gestion domestique qui favorisent les contaminations secondaires.

##### 2. SUR L'EFFICACITE DES INTERVENTIONS HUMANITAIRES (ENABEL)

L'étude confirme que les interventions d'Enabel constituent le principal rempart contre le péril fécal. Alors que les sources traditionnelles atteignent des seuils de saturation bactériologique critiques (300 UFC/100 ml, Tableau 9), les eaux des fontaines Enabel présentent une qualité jugée « bonne » (Tableau 8) avec une absence totale de *Salmonella*. Cela valide l'hypothèse selon laquelle l'infrastructure adéquate est le déterminant majeur de la sécurité sanitaire.

##### 3. SUR LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE ET LA CONFORMITE AUX NORMES

La préoccupation majeure concernait la dangerosité de l'eau consommée. Les analyses microbiologiques révèlent une situation alarmante pour les eaux de puits et de sources, classées « mauvaises » selon Feachem et « suspectes » selon Duchemin (Tableaux 7 et 9). Avec des moyennes générales de coliformes totaux dépassant les 211 UFC/100 ml, ces ressources sont largement hors de conformité par rapport aux exigences de l'OCC (Tableau 2) qui fixe la limite à moins de 10 UFC/100 ml.

##### 4. SUR LE RISQUE SANITAIRE ET LE PERIL FECAL

Enfin, l'étude répond à l'interrogation sur l'incidence des pathologies hydriques en identifiant un « haut risque » sanitaire pour les consommateurs d'eau de puits et de sources (Tableau 11). La distinction entre contaminations récentes (puits K1) et anciennes (puits K2) souligne que le péril fécal est une menace constante et dynamique, exacerbée par l'absence d'ouvrages d'assainissement efficaces pour les excréta.

En définitive, les résultats démontrent que la sécurité biologique des habitants de Matapa est compromise par une qualité d'eau de puits et de source médiocre, rendant l'extension des réseaux de type Enabel et l'amélioration de l'assainissement de base non plus seulement nécessaires, mais vitales.

#### 3.6. DISCUSSION DES RESULTATS

L'analyse des données recueillies révèle une dichotomie frappante entre les infrastructures aménagées et les points d'eau traditionnels. La prédominance des bornes-fontaines ENABEL (47,9 %) témoigne d'un effort réel d'investissement humanitaire, mais l'efficacité de ces ouvrages est partiellement compromise par les contraintes d'accessibilité. En effet, le fait que 33,1 % des ménages parcourent plus de 31 mètres pour s'approvisionner induit des pratiques de stockage prolongé, augmentant les risques de contaminations secondaires.

Sur le plan bactériologique, la situation des puits et sources non aménagées est alarmante. Les concentrations moyennes en coliformes fécaux (131,8 UFC/100 ml pour les puits et saturation à 300 UFC/100 ml pour les sources) dépassent largement les normes de l'OCC qui exigent une absence totale d'*Escherichia coli*. La présence systématique de *Salmonella sp.* dans les sources (moyenne de 46,5 UFC/100 ml) confirme un péril fécal direct. Ces résultats corroborent les observations de Goldsmith (1967) sur la rupture de l'équilibre d'auto-épuration en milieu urbain saturé. La classification de ces eaux comme « mauvaises » ou « suspectes » selon Feachem et Duchemin souligne l'urgence d'une intervention, car l'eau, censée être un vecteur de vie, agit ici comme un réservoir de pathogènes pour une population majoritairement composée de familles nombreuses et de cultivateurs vulnérables.

## CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'évaluation de la gestion et de la qualité des eaux de consommation dans le quartier Matapa à Kindu révèle une situation sanitaire préoccupante. Malgré le déploiement d'infrastructures modernes par l'agence Enabel, une proportion significative de la population demeure dépendante de sources d'approvisionnement traditionnelles. Les investigations microbiologiques confirment une non-conformité structurelle des puits et des sources naturelles aux standards de l'Organisation Mondiale de la Santé et de l'Office Congolais de Contrôle. La présence massive de coliformes fécaux, de streptocoques et de *Salmonella sp.* atteste d'un péril fécal omniprésent, exacerbé par la gestion défaillante des excréta humains dans un environnement périurbain à forte densité démographique et au relief marécageux. Cette contamination biologique constitue une menace directe pour la santé publique, particulièrement pour la survie des enfants de moins de cinq ans.

Face à cette urgence, une intervention coordonnée s'avère impérative pour garantir la sécurité sanitaire de la zone. Il est recommandé aux autorités urbaines et provinciales de procéder à l'aménagement urgent des sources non protégées et d'étendre le réseau de bornes-fontaines afin de réduire les distances de portage. Parallèlement, l'instauration d'un système de surveillance régulière de la potabilité par les services techniques compétents est indispensable. Sur le plan domestique, la population devrait généraliser les méthodes de traitement de l'eau à domicile, telles que l'ébullition ou la chloration, tout en privilégiant l'usage de récipients de stockage fermés pour prévenir les pollutions secondaires. Enfin, l'action des partenaires humanitaires gagnerait à intégrer des programmes d'assainissement de base, notamment par la construction de latrines adaptées aux terrains humides, afin d'interrompre durablement la chaîne de transmission des pathologies hydriques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Akil, M., et al. (2014). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans les quartiers périphériques de la ville de Casablanca. *Journal of Materials and Environmental Science*.
2. Amidu, A. (2013). *L'eau et la vie*. Paris, France : Éditions Scientifiques.
3. Belghiti, M. L., et al. (2013). Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe de Triffa (Maroc oriental). *Journal of Materials and Environmental Science*.
4. Bemmo, N., et al. (1998). Évaluation de la qualité de l'eau dans les quartiers périphériques de Yaoundé : cas des eaux de puits et de sources. *Cahiers de l'Établissement de l'eau*.
5. Bill, R. (1981). *Physiologie de la nutrition humaine*. New York, USA : Academic Press.
6. Bontoux, J. (1993). *Introduction à l'étude des eaux*. Paris, France : Éditions Technique et Documentation.
7. Boucenina, M. (2018). *Hydrologie et santé publique*. Alger, Algérie : Office des publications universitaires.
8. DSRP (2006). *Document de la Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté en République Démocratique du Congo*. Kinshasa, RDC.
9. Edmond, J. (2000). *Critères de potabilité des eaux de boisson*. Bruxelles, Belgique : De Boeck.
10. Elie, M. (2013). *Le métabolisme de l'eau dans l'organisme*. Lausanne, Suisse : Presses polytechniques.
11. Feachem, R. (1980). *Bacterial standards for drinking water in developing countries*. London, UK : Lancet.
12. Frantzy, P. (2017). *Qualité de l'eau et normes sanitaires*. Port-au-Prince, Haïti : Éditions Universitaires.
13. Ghislain, K. (2014). *Biologie et écologie des eaux douces*. Québec, Canada : Presses de l'Université Laval.
14. Goldsmith, E. (1967). *The impact of urbanization on natural ecosystems*. London, UK : Ecological Society.
15. Hadji, S., & Boucceredj, A. (2020). *Analyse physico-chimique et microbiologique des eaux souterraines*. Constantine, Algérie : Université Frères Mentouri.
16. INS-RGPH (1998). *Recensement Général de la Population et de l'Habitat*. Kinshasa, RDC : Institut National de la Statistique.
17. Kakule, M. (1984). *Propriétés de l'eau et environnement*. Kinshasa, RDC : Presses de l'UNIKIN.
18. Kazadi, M. (2012). *Gestion de l'eau en milieu urbain congolais*. Kisangani, RDC : Faculté des Sciences, UNIKIS.
19. Mallet, J. (2009). *L'assainissement de base en milieu tropical*. Paris, France : L'Harmattan.
20. Maneglier, H. (1991). *Histoire de l'eau*. Paris, France : Éditions François Bourin.
21. Michel, L. (2013). *Sécurité microbiologique des aliments et des eaux*. Nantes, France : Ifremer.
22. Ngabu, S. (2015). *Cycles de l'eau et ressources hydriques*. Goma, RDC : Éditions de l'UNIGOM.
23. OCC (2013). *Normes de potabilité de l'eau en République Démocratique du Congo*. Kinshasa, RDC : Office Congolais de Contrôle.
24. OMS (2000 ; 2004 ; 2018). *Directives pour la qualité de l'eau de boisson*. Genève, Suisse : Organisation Mondiale de la Santé.
25. PNUE (2011). *Problématique de l'eau en République Démocratique du Congo*. Programme des Nations Unies

- pour l'Environnement.
26. Ramade, F. (1983). *Eléments d'écologie*. Paris, France : McGraw-Hill.
  27. Rodier, J., et al. (2009). *L'analyse de l'eau*. 9ème édition. Paris, France : Dunod.
  28. Sokegbe, O. Y., et al. (2017). Etude de la pollution bactériologique des eaux de puits à Lomé. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*.
  29. UNICEF (2001 ; 2011). *Rapports sur l'eau et l'assainissement en RDC*. Fonds des Nations Unies pour l'Enfance.
  30. Vermande, P. (2002). *Chimie et environnement*. Lyon, France : Presses Universitaires de Lyon.
  31. Wanélus, J. (2016). *Paramètres physico-chimiques de la potabilité*. Cayenne, Guyane : Editions de l'Université de Guyane.
  32. WHO (2011). *Guidelines for drinking-water quality*. Geneva, Switzerland : World Health Organization.
  33. WSP (2004). *Water and Sanitation Program : Africa Report*. World Bank.