

Impacts De L'utilisation Des Latrines Dans La Cite De Pont Kwango Sur La Qualité Physico-Chimique Et Contamination Microbienne De La Rivière Kwango, Territoire De Kenge (R.D Congo)

[Impacts Of Latrine Use In The Pont Kwango City On The Physicochemical Quality And Microbial Contamination Of The Kwango River, Kenge Territory (R.D Congo)]

Théophile ZAMANA MBEMBA ¹, Jacques KILENDA MAKILA ¹, Christian BUKA MBANGIKA ²,
Clément MUNGANGA KILINGWA ³ & Willy LUSASI SWANA ³

¹ Option de Gestion et Administration des Projets, Section Developpement Communautaire, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Kimbau (ISEA KIMBAU), B.P 5053 Kinshasa X, Kwango, RD Congo

² Section Informatique de Gestion, Institut Supérieur de Commerce de Kinshasa (ISC/KIN), B.P 16596 Kinshasa/Gombe

³ Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, Mention Sciences de la Vie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa (UNIKIN), B.P 190 Kinshasa XI, RD Congo

* Auteur Correspondant : willy.lusasi@unikin.ac.cd ; +243 813 662 026



Résumé – Les résultats obtenus ont montré que la population de la cité de Pont Kwango est constituée par des personnes qui portent des profils divers. Les habitants de cette cité recourent les plus souvent aux latrines de fortunes, à la brousse et aux rivières pour déféquer avec une forte utilisation des latrines de fortunes. Le manque des latrines aménagées suivant les normes à la cité du Pont Kwango affecte la rivière Kwango. Quatre types des maladies hydriques surgissent observées fréquemment dans la cité de Pont Kwango dont : la fièvre typhoïde, la diarrhée puis la contamination par les vers intestinaux et le paludisme. Les valeurs moyennes de certains paramètres physiques (turbidité et conductivité) et chimiques (Demande biologique et chimique en oxygène, matière en suspension, phosphore et azote) des eaux de la rivière Kwango ont montré que cette dernière est contaminée par divers composés organiques et inorganiques suite aux activités anthropiques notamment la matière fécale qui contribuent à dégrader la qualité de ces eaux. La densité

des coliformes fécaux notamment d'*Escherichia coli* dans l'eau de la rivière Kwango confirme la contamination des eaux de cette rivière par la matière fécale humaine. Il se dégage donc que la partie de la rivière Kwango qui traverse la cité de Pont Kwango est caractérisée non seulement par une contamination organique et minérale mais aussi par un haut degré de contamination microbienne par le truchement de la matière fécale ; ce qui restreint les divers usages de cette eau et expose également la population. Il est donc à craindre que cette rivière devienne davantage contaminée avec l'évolution de la démographie dans cette cité si des mesures appropriées ne sont pas prises en compte.

Mots-clés – Qualité physico-chimique, Eaux de surface, Contamination, Latrines, Rivière Kwango, Kinshasa

Abstract – The results showed that the population of Pont Kwango is made up of people with diverse profiles. The inhabitants of this housing estate most often use makeshift latrines, the bush and rivers to defecate, with a high rate of use of makeshift latrines. The lack of proper latrines in Pont Kwango affects the Kwango River. Four types of waterborne disease are frequently observed in the Pont Kwango district: typhoid fever, diarrhoea, contamination by intestinal worms and malaria. The average values of certain physical (turbidity and conductivity) and chemical (biological and chemical oxygen demand, suspended matter, phosphorus and nitrogen) parameters of the Kwango River showed that the river is contaminated by various organic and inorganic compounds as a result of anthropogenic activities, particularly faecal matter, which contribute to the degradation of water quality. The density of faecal coliforms, in particular *Escherichia coli*, in the water of the Kwango River confirms the contamination of this river by human faecal matter. As a result, the part of the Kwango River that flows through the town of Pont Kwango is characterized not only by organic and mineral contamination, but also by a high degree of microbial contamination via fecal matter, which restricts the various uses of this water and also exposes the population. It is therefore to be feared that this river will become even more contaminated with the demographic evolution of the city, if appropriate measures are not taken.

Key words – Physico-chemical quality, Surface water, Contamination, Latrines, Kwango River, Kinshasa.

I. INTRODUCTION

Dans les villes des pays en développement, les populations augmentent si rapidement que les économies locales, les services publics et les infrastructures ne peuvent suivre. Ce qui crée d'énormes problèmes aux autorités chargées de l'aménagement urbain dont les plus cruciaux sont l'accès aux services d'assainissement et d'approvisionnement en eau potable (Mpakam *et al.*, 2006).

En effet, beaucoup de maladies infectieuses sont transmises par l'eau à travers la voie orale de matières fécales (OMS, 2004). D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé, cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson (OMS, 2004). Les infections liées à l'eau sont l'une des causes de maladies et de décès les plus courantes et frappent principalement les populations pauvres des pays en développement (PED). Les maladies hydriques à l'origine d'infection gastro-intestinales (les diarrhées, notamment) surviennent lorsqu'on absorbe de l'eau contaminée, les maladies à vecteur (le paludisme et la schistosomiase) sont transmises par les insectes et les escargots qui se reproduisent au sein des écosystèmes aquatiques ; les maladies dues au manque d'hygiène (la gale et le trachome) sont provoquées par des bactéries ou des parasites qui se développent lorsque l'eau est présente en quantité insuffisante pour permettre une hygiène de base (lavage, bains, etc.). En 2002, l'estimation du chiffre de décès due à des diarrhées

liées au manque d'assainissement de l'eau (shistosomiase, trachome, infections par helminthes intestinaux) a atteint 2.213.000 (OMS, 2004).

On a estimé que le paludisme serait été à l'origine du décès de 1 million de personnes. Dans le monde, plus de 2 milliards d'individus ont été infectés par des shistosomiase ou des helminthes transmis par le sol et 300 millions d'entre eux ont été gravement malades (GWP, 2000).

Les fèces (ou déjections) sont constituées des matières « non digérées » : matières carbonées et composants azotés ainsi que du phosphore. En moyenne, chaque habitant rejette par an 5,6 kg de phosphore par W-C. Le milieu aquatique (étang, ruisseau, rivière, fossé) est très sensible au rejet de telles matières (ASBL Les Amis de la Terre-Belgique, 2011). Effectivement, quand on y réfléchit, l'écosystème aquatique n'est pas programmé pour gérer ces apports, mais seulement ses propres matières. La réaction du plan d'eau ou de la rivière est rapide et forte : c'est la pollution, l'asphyxie du milieu entraînant la mort d'une partie de la vie aquatique (ASBL Les Amis de la Terre-Belgique, 2007).

L'eau est vitale pour tous les êtres vivants et, cependant elle peut être aussi une source de maladie. Dans la cité de Pont Kwango de la Province du Kwango en République Démocratique du Congo, les communautés utilisent les latrines de fortune pendant une période donnée ; une technique qui expose les nappes phréatiques, le sol, les cours d'eau mais aussi la santé des écosystèmes récepteurs. La topographie de la cité de Pont Kwango facilite l'écoulement des eaux de ruissellement vers la rivière Kwango, ce qui risque d'affecter de façon accidentelle et continue l'équilibre naturel des écosystèmes aquatique de cette rivière mais surtout la communauté locale pour qui, les eaux de cette rivière constituent une ressource pour leurs besoins domestiques, agricoles et pastoraux.

Cette étude a pour objectif global de recenser les types d'ouvrages sanitaires dans la gestion des matières fécales et leurs influences dans la rivière Kwango dans la cité de Pont Kwango de la Province du Kwango en République Démocratique du Congo afin de contribuer à la préservation des hydrosystèmes mais aussi la santé de population.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Cadre d'étude

Cette étude s'est déroulée durant une période de cinq mois entre les mois de février juin 2016 dans la cité de Pont Kwango située dans le territoire de Kenge dans la province du Kwango en République Démocratique du Congo. La collecte des données a été effectuée sur six (6) sites d'échantillonnage (figure 1) d'amont en aval de la cité de Pont Kwango.

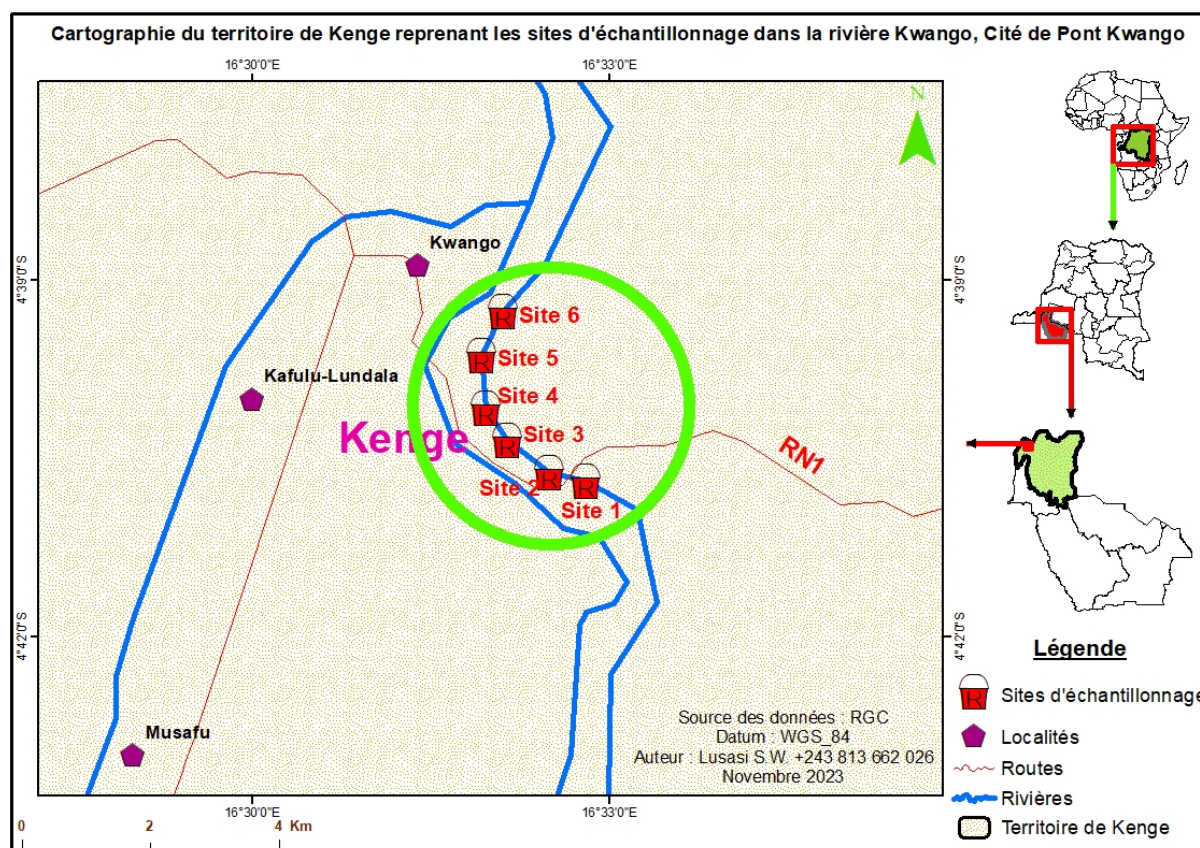


Figure 1 : Cartographie du territoire de Kenge reprenant les sites d'échantillonnage dans la cité de Pont Kwango

Le choix porté sur la cité de Pont Kwango se justifie par le fait que cette dernière est l'une des cités de la province du Kwango situées le long de la route nationale numéro 1 où on observe des groupes des voyageurs en transit pour les grandes villes de la RD Congo. Dans cette cité, les latrines sont régulièrement sollicitées non seulement par la population locale mais aussi par les voyageurs qui empruntent la route nationale numéro 1 reliant la ville de Kinshasa avec les autres villes du pays notamment : Kenge, Masi-Manimba, Bulungu, Kikwit, Idiofa, Bulungu, Tshikapa, etc. mais aussi ceux qui emprunte la voie maritime à travers la rivière Kwango en aval comme en amont de cette dernière.

II.2. Méthodologie

L'étude a été réalisée entre les mois de février et août 2016. Pour la collecte des données, deux approches méthodologiques ont été mises en place dans le cadre de ce travail notamment : l'approche sociologique et expérimentale.

II.2.1. Approche sociologique

II.2.1.1. Enquête de terrain

Cette approche s'est focalisée essentiellement sur les enquêtes de terrain auprès de la population locale dans le but de s'enquérir de quelques informations relatives à l'utilisation des latrines dans cette cité. Les enquêtes revêtent une importance capitale dans la mesure où elles ont permis d'identifier les différents problèmes auxquels est confrontée la population.

Dans le cadre de cette étude cette approche a été centrée sur la population du Pont Kwango sur les effets de l'utilisation de latrines sur les écosystèmes aquatiques. Pour ce faire, une fiche d'enquête reprenant un questionnaire focalisé essentiellement sur les inconvénients des latrines de fortune sur la rivière Kwango. Compte tenu de l'étendue de la zone d'étude, les enquêtés ont été sélectionnés dans les parcelles de trois quartiers suivants : Mukondo, Kiwela et Kitoko.

II.2.1.2. Taille de l'échantillon et critères de sélection

S'agissant de l'effectif des enquêtés, au total, cent-cinquante personnes ont été interrogées en raison de cinquante (50) personnes par quartier soit un individu interrogé dans chaque parcelle. Les critères d'inclusion des enquêtés étaient basés sur les conditions suivantes : (1) avoir l'âge de raison et ne pas être âgé de moins de 18 ans ; (2) être originaire de la cité de Pont Kwango et y avoir vécu 10 ans avant la présente étude, être pêcheur, agriculteur ou pisciculteur. Les critères d'exclusions sont fondés sur les aspects contraires aux critères d'inclusion.

II.2. Approche expérimentale

II.2.1. Récolte des échantillons

Six échantillons d'eau ont été prélevés dans les sites de prélèvements établis le long de la rivière Kwango pour y effectuer les analyses bactériologiques et physico-chimiques. Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons stérilisés puis conservés au frais dans un réfrigérateur avant les analyses appropriées au laboratoire.

II.2.2. Analyses physico-chimiques

Sept (7) paramètres physico-chimiques notamment : la température (°C), la turbidité (UNT), le potentiel d'hydrogène, la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$), les matières en suspension (mg/L), le phosphore (mg/L), l'azote (mg/L), la demande biologique en oxygène (mgO_2/L) et la demande chimique en oxygène (mgO_2/L). Les quatre premiers paramètres ont été prélevés *in situ* à l'aide de la sonde multiparamètres Combo pH-mètre (marque HANNA pH/ORP/EC/DO N° HI9828). Ces paramètres étaient prélevés 6 fois de suite.

Les matières en suspension, le phosphore, l'azote, la demande biologique en oxygène ainsi que la demande chimique en oxygène ont été analysés au laboratoire à l'aide d'un spectromètre ED-XRF Xepos III assisté par ordinateur et un spectrophotomètre (UV) de marque HACH DR/2400.

II.2.3. Analyses bactériologiques

Dans les différents échantillons d'eaux, les analyses bactériologiques ont consisté en un dénombrement des germes indicateurs de la contamination par la matière fécale, à savoir les coliformes fécaux. Ces analyses ont été effectuées au Laboratoire d'Ecotoxicologie et Microbiologie Environnemental du Département des Sciences de l'Environnement de la Faculté des Sciences et Technologies de l'Université de Kinshasa.

II.2.4. Analyse et traitement des données

Les données obtenues lors des différentes analyses ont été regroupées selon la catégorie des questions pour l'étude sociologique et les données de paramètres bactériologiques ainsi que physico-chimiques ont été encodées sur le feuille Excel sous forme des fréquences. Les résultats obtenus sont présentés dans des tableaux et graphiques grâce aux des logiciels Excel 2013 et Origin 6.1. La cartographie de la zone d'étude a été dressée avec le logiciel ArcGIS version 10.8.

III. RESULTATS

III.1. Approche sociologique

III.1.1. Profil sociodémographique des répondants

Les informations sur le profil socio-démographique des différents de la population de la cité de Pont Kwango qui ont participé à l'étude sont consignées au tableau 1 suivant.

Tableau 1 : Répartition des enquêtés en fonction des différents profils socio-démographiques

| Paramètres | Fréquence relative | Pourcentage (%) |
|----------------------------|--------------------|-----------------|
| Tranche d'âge (ans) | | |
| 18 à 25 | 39 | 26 |
| 26 à 35 | 60 | 40 |
| 36 à 45 | 30 | 20 |
| 46 et plus | 21 | 14 |
| Total | 150 | 106 |
| Genre | | |
| Masculin | 51 | 34 |
| Féminin | 99 | 66 |
| Total | 150 | 100 |

| Statut matrimonial | | |
|---------------------------------|------------|------------|
| Marié | 75 | 50 |
| Célibataire | 35 | 23,3 |
| Divorcé | 21 | 14 |
| Veuf (ve) | 19 | 12,6 |
| Total | 150 | 100 |
| Statut dans le ménage | | |
| Chef du ménage | 85 | 56,6 |
| Conjoint (e) | 39 | 26 |
| Enfant | 26 | 17,3 |
| Total | 150 | 100 |
| Niveau d'instruction | | |
| Sans niveau | 18 | 12 |
| Primaire | 20 | 13,3 |
| Secondaire | 100 | 66,6 |
| Universitaires | 12 | 8 |
| Total | 150 | 100 |
| Profession | | |
| Agriculteur | 90 | 60 |
| Enseignant | 30 | 20 |
| Chômeur | 21 | 14 |
| Débrouillard | 9 | 6 |
| Total | 150 | 100 |
| Ancienneté au Pont Kwango (ans) | | |
| 0 à 10 ans | 10 | 6,6 |
| 11 à 20 ans | 15 | 10 |
| 21 à 30 | 63 | 42 |
| 31 à 40 ans | 30 | 20 |
| 41 et plus | 32 | 21,3 |
| Total | 150 | 100 |

Les résultats repris au tableau 1 ci-dessus montrent que les enquêtés ciblés dans le cadre de cette étude présentent des profils qui se diffèrent les uns des autres où :

- Les sujets les plus interrogés sont dans la tranche d'âge comprise entre 26 et 35 ans avec 60 individus soit 40% suivis de ceux de la tranche comprise entre 16 et 25 avec 26% puis ceux de la tranche d'âge comprise entre 36 et 45 ans avec 20% et enfin les personnes de 46 ans révolues sont les moins nombreuses avec 14% ;

- En ce qui concerne la répartition du genre, les personnes du genre féminin sont les plus nombreuses avec 66% contre les personnes du genre masculin qui représentent 34% de l'échantillon ;
- La majorité des enquêtés interrogés est constituée par des mariés avec 75 enquêtés soient 50% suivis des célibataires avec 35 enquêtés soit 23,3% puis les divorcés avec 21 enquêtés soit 14% et les veufs viennent en dernière position avec 19 individus soit 12,6%.
- Tous les sujets enquêtés ne portent pas le même statut dans le ménage où la majorité d'entre eux (85 individus soit 56,6%) présentent un statut de chef de ménage suivi des personnes qui assurent la fonction du conjoint avec 39 sujets soit 26% et les enquêtés qui portent le statut d'enfants sont présentés par 26 individus soit 17,3%.
- Pour ce qui est du niveau d'instruction, il se dégage que de manière générale, la plupart des enquêtés présentent un niveau d'apprentissage scolaire dont la majorité d'entre eux (100 sujets soit 66,6%) ont un niveau d'instruction secondaire suivis de ceux qui ont acquis la formation du niveau primaire (20 individus soit 13,3%) puis viennent ceux qui ne sont pas passés par le banc de l'école avec 18 enquêtés soit 12% et en fin les enquêtés qui présentent des connaissances universitaires sont les moins nombreux avec 12 représentant soit 8%.
- Concernant la profession des enquêtés, les résultats obtenus montrent que les personnes qui exercent l'agriculture avec 90 sujets soit 60% sont majoritaires suivis des enseignants avec 30 enquêtés soit 20% puis les sans-emplois (chômeurs) avec 21 individus soit 14% et les personnes qui sont des débrouillards avec 9 enquêtés soit 6% représentent la plus petite portion dans l'échantillon.
- A propos de l'ancienneté en termes de résidence dans la cité de Pont Kwango par les enquêtés, il se dégage que les personnes les plus représentées (42%) sont ceux dont la tranche d'ancienneté est comprise entre 21 à 30 ans suivis de ceux qui y ont déjà résidé pendant plus de 41 ans (21,3%) puis ceux qui y ont déjà totalisé entre 31 et 40 ans (20%), viennent ensuite les résidents qui ont déjà totalisé entre 11 et 20 ans (10%) et les enquêtés qui totalisé plus ou moins 10 ans sont minoritaires (6,6%).

III.1.2. Utilisation des latrines

III.1.2.1. Existence d'une latrine

Les informations relatives à l'existence des latrines dans les parcelles prospectées sont reprises au tableau 2.

Tableau 2 : Avis des répondants sur la présence des latrines dans les parcelles

| Avis | Fréquences observées | Pourcentage (%) |
|--------------|----------------------|-----------------|
| Oui | 90 | 60 |
| Non | 60 | 40 |
| Total | 150 | 100 |

Il ressort des résultats repris au tableau ci-haut que la majorité des répondants (90 individus soit 60%) confirment la présence des latrines dans leurs parcelles contre 40% des avis contraires des enquêtés qui infirment de disposer des latrines dans leurs parcelles pour une gestion des excréta.

III.1.2.2. Lieux de défécation de la population dans la cité

Les résultats visualisés sur la figure 2 ci-dessous montrent que la plupart (95 individus soit 63,3%) des habitants de la cité de Pont Kwango défèquent dans les latrines aménagés suivis de ceux qui défèquent dans la brousse avec 34 enquêtés soit 22,7% et une minorité (21 sujets soit 14%) d'entre recourent aux rivières pour déféquer.

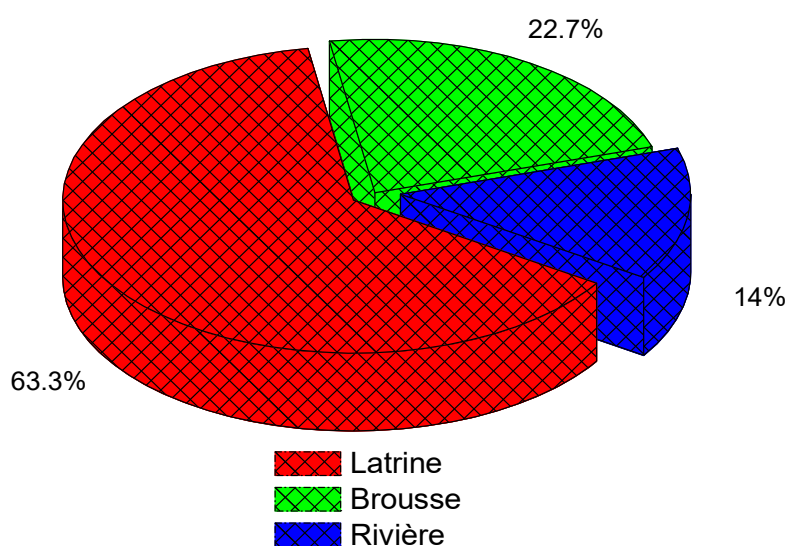


Figure 2 : Répartition des avis des répondants en rapport avec les différents lieux de défécation

III.1.2.3. Types des latrines

Les différents types des latrines identifiés dans quelques parcelles visitées de la cité de Pont Kwango sont repris dans le tableau 3.

Tableau 3 : Proportions des différents types des latrines dans les parcelles visitées

| Types de latrines | Fréquence observée | Pourcentage (%) |
|-------------------|--------------------|-----------------|
| Latrine sèche | 150 | 100 |
| Latrine humide | 0 | 0 |
| Total | 150 | 100 |

Les données reprises dans le tableau ci-haut montrent que dans toutes les parcelles visitées, une seule catégorie de latrine est utilisée : des latrines sèches où un simple trou est aménagé couvert des bois comme support des pieds pour les utilisateurs.

III.1.2.4. Raison au recours aux latrines sèche

Les avis de la population sur le recours aux latrines sèches dans la cité de Pont Kwango sont repris au tableau 4.

Tableau 4 : Avis des enquêtés à propos de l'utilisation des latrines sèches humides

| Avis | Fréquences observées | Pourcentage (%) |
|---|----------------------|-----------------|
| Manque des moyens et matériaux adéquats | 100 | 66,6 |
| Moins couteux | 50 | 33,3 |
| Total | 150 | 100 |

Deux raisons justifient le recours aux latrines sèches par la population de la cité de Pont Kwango dont le manque des moyens financiers et des matériaux nécessaires pour la construction des installations hygiéniques dominant avec 100 avis des enquêtés soit 66,6% contre le faible coût de la mise en place des latrines sèches qui représente 50 avis des enquêtés soit 33,3%.

III.1.2.5. Période de l'utilisation des latrines

Les informations reprises sur la figure 3 ci-dessous montrent que les latrines sont utilisées à des périodes variables par la population de la cité de Pont Kwango. La majorité des enquêtés (99 enquêtés soit 66%) confirment le recours aux latrines que pendant la saison sèche contre ceux qui utilisent les latrines durant les deux saisons (40 enquêtés soit 26,7%) et une petite frange confirme l'utilisation des latrines pendant la saison de pluies.

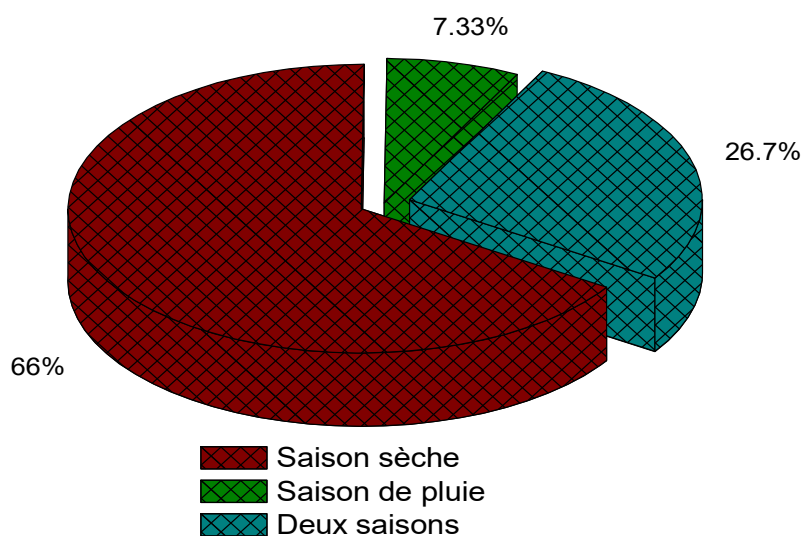


Figure 3 : Période de l'utilisation des latrines par la population de la cité de Pont Kwango

III.1.2.6. Avis des répondants sur le type d'eau utilisé

Les avis des enquêtes sur le type d'eau utilisée dans la cité de Pont Kwango pour leurs besoins domestiques et autres sont consignés au tableau 5.

Tableau 5 : Avis des enquêtés sur le type d'eau utiliser pour les usages domestiques

| Type d'eau utilisée | Fréquence observées | Pourcentage (%) |
|---------------------|---------------------|-----------------|
| Eau de la rivière | 85 | 56,6 |
| Eau de forage | 50 | 33,3 |
| Eau de pluie | 15 | 10 |
| Total | 150 | 100 |

Les résultats repris dans le tableau ci-haut témoignent que la majorité de la population de la cité de Pont Kwango (85 enquêtés soit 56,6%) font recours aux eaux des rivières pour assurer leur besoin domestique suivis de ceux qui utilisent les eaux de forage (avec 50 citations soit 33,3%) et enfin une faible proportion de la population utilisent les eaux des pluies.

III.1.2.7. Connaissances des enquêtés aux maladies hydriques observées dans la cité

Quatre types des maladies hydriques sont observées dans la cité de Pont Kwango où la fièvre typhoïde avec 69 citations soit 46% vienne en première position suivie de la diarrhée avec 43 citations soit 28,6% puis les vers intestinaux avec 27 citations soit 18% et le paludisme est la moins fréquente avec 11 citations soit 7% (figure 4).

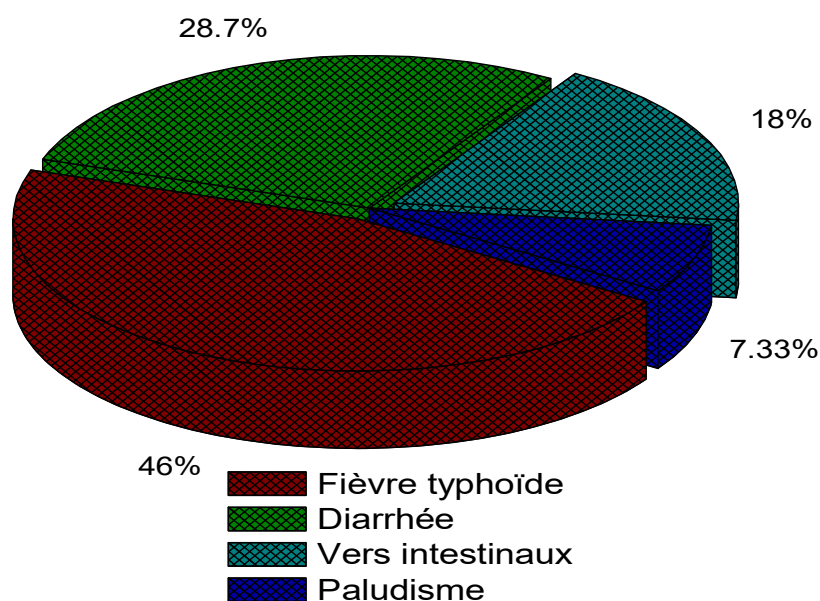


Figure 4 : Connaissances des enquêtés aux maladies hydriques observée dans la cité de Pont Kwango

III.2. Approche expérimentale

III.2.1. Qualité physiques des eaux de la rivière Kwango

La variation moyenne des différents paramètres physiques relevés dans les eaux de la rivière Kwango à travers six sites d'échantillonnage est reprise au tableau 6.

Tableau 6 : Variation des paramètres physiques des eaux de la rivière Kwango

| Sites de prélèvement | Paramètres physiques | | | |
|------------------------|----------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| | Température (°C) | pH | Turbidité (UNT) | Conductivité (µS/cm) |
| I | 24,2±0,43 | 7±0,2 | 20±0,01 | 670,8±16,23 |
| II | 24,4±0,22 | 6,3±0,09 | 16,5±0,07 | 390,5±9,14 |
| III | 24±0,01 | 6,4±0,41 | 17±0,00 | 550,9±7,06 |
| IV | 24,1±0,6 | 6,5±0,5 | 18±0,00 | 578,75±12,42 |
| V | 23±0,84 | 6,37±0,014 | 15±0,03 | 480,1±14,51 |
| VI | 24,3±0,27 | 6±0,17 | 13±0,00 | 379,5±6,73 |
| Moyenne globale | 23,5±0,33 | 6,39±0,21 | 16±1,75 | 515,5±91,72 |

Les résultats repris au tableau ci-haut montrent que les eaux de la rivière Kwango présentent une variation des valeurs moyennes d'un paramètre physique à l'autre où :

- La température est restée élevée de manière générale rendant ainsi les eaux de cette rivière chaudes avec une température moyenne globale de $23,5 \pm 0,33$ °C dont la valeur minimale ($23 \pm 0,84$ °C) est relevée au point V et une valeur maximale de $24,4 \pm 0,22$ °C observée au site II ;
- Les eaux sont légèrement acides à travers tous les sites avec une valeur moyenne globale de $6,39 \pm 0,21$ sauf au site I où le pH est basique ($7 \pm 0,2$). La valeur moyenne la plus élevée ($56 \pm 0,17$) de l'acidité est relevée au site VI tandis que la valeur la moins élevée ($6,5 \pm 0,5$) est observée au site IV.
- Les eaux sont légèrement chargées en matières en suspension, ce qui rend l'eau légèrement trouble et présentent une moyenne globale de la turbidité de $16 \pm 1,75$ UNT avec une concentration moyenne plus élevée ($20 \pm 0,01$ UNT) relevée au site I et une valeur moyenne moins élevée ($13 \pm 0,00$ UNT) observée au site VI.
- Les ions dans l'eau présentent une concentration moyenne globale élevée ($515,5 \pm 91,72$ µS/cm) que dans d'autres sites. Les concentrations en ions moyennes les plus élevées sont relevées dans les sites I ($670,8 \pm 16,23$ µS/cm) et IV ($578,75 \pm 12,42$ µS/cm) avec des valeurs moyennes faibles relevées dans les sites VI ($379,5 \pm 6,73$ µS/cm) et site II ($390,5 \pm 9,14$ µS/cm).

III.2.2. Qualité chimiques des eaux de la rivière Kwango

La variation des valeurs moyennes des paramètres chimiques des eaux de la rivière Kwango à travers les différents points de prélèvement retenus dans le tronçon qui traverse la cité de Pont Kwango est reprise au tableau 7.

Tableau 7 : Variation de la qualité chimique des eaux de la rivière Kwango dans la cité de Pont Kwango

| Sites de prélèvement | Paramètres chimiques | | | | |
|----------------------|--|---------------------------|-------------|--------------------------------------|--------------|
| | DBO ₅ (mgO ₂ /L) | DCO (mgO ₂ /L) | MES (mg/L) | PO ₄ ³⁻ (mg/L) | Azote (mg/L) |
| I | 38,9±2,04 | 162,7±13,04 | 172,4±12,3 | 4,4±0,85 | 53,5±6,32 |
| II | 18,6±1,93 | 129,4±9,36 | 82,9±5,78 | 2,2±0,02 | 49,95±2,84 |
| III | 28,4±0,85 | 142,6±11,03 | 83,7±5,62 | 3,3±0,4 | 51,9±1,85 |
| IV | 33,2±4,07 | 159,7±17,12 | 92,6±10,41 | 4,3±0,61 | 50,7±2,32 |
| V | 26,4±0,94 | 139,7±9,89 | 78,5±4,36 | 3,24±0,72 | 49,8±1,79 |
| VI | 36,5±3,08 | 160,8±14,32 | 67,6±2,57 | 4,1±0,95 | 49,86±8,3 |
| Moyenne | 30,33±5,86 | 149,15±11,91 | 96,28±25,37 | 3,59±0,67 | 50,95±1,65 |

L'analyse des résultats repris au tableau ci-dessus montrent que les eaux de la rivière Kwango présentent des caractéristiques qui se diffèrent d'un point à l'autre où :

- La concentration de la demande biologique en oxygène varie légèrement d'un point de prélèvement à l'autre avec une concentration moyenne globale de $30,33 \pm 5,86$ mgO₂/L dont la valeur la plus élevée ($38,9 \pm 2,04$ mgO₂/L) relevée dans le site I et une faible concentration moyenne ($18,6 \pm 1,93$ obtenue dans le site II (mgO₂/L) ;
- La concentration moyenne globale de la demande chimique en oxygène est de $149,15 \pm 11,91$ mgO₂/L où, la valeur moyenne le plus élevée ($162,7 \pm 13,04$ mgO₂/L) est observée dans le site I et la petite concentration ($129,4 \pm 9,36$ mgO₂/L) est obtenue dans le site II ;
- La concentration de la matière en suspension varie d'un site à un autre et est compris entre $67,6 \pm 2,57$ mg/L (site VI) et $172,4 \pm 12,3$ mg/L (site I) avec une valeur moyenne globale de $96,28 \pm 25,37$ mg/L ;
- La teneur moyenne la plus faible en phosphore ($2,2 \pm 0,02$ mg/L) est relevée dans le site II et la concentration la plus élevée ($4,4 \pm 0,85$ mg/L) est observée dans le site I avec une valeur moyenne globale de $3,59 \pm 0,67$ mg/L ;
- La concentration moyenne globale de l'azote est de $50,95 \pm 1,65$ mg/L avec une valeur moyenne élevée ($53,5 \pm 6,32$ mg/L) relevée au site I et la faible valeur moyenne ($49,8 \pm 1,79$ mg/L).

III.2.3. Analyses bactériologiques

Les informations obtenues sur les résultats des analyses bactériologiques des eaux de la rivière Kwango dans le tronçon de la cité de Pont Kwango sont consignés dans le tableau 8 suivant.

Tableau 8 : Qualité bactériologique des eaux de la rivière Kwango dans la cité de Pont Kwango

| Sites de prélèvement | Coliformes fécaux (colonies /100 ml) |
|----------------------|--------------------------------------|
| I | $13 \pm 0,23$ |
| II | $5 \pm 1,2$ |
| III | $10 \pm 0,39$ |
| IV | $12 \pm 2,41$ |
| V | $9 \pm 0,64$ |
| VI | $14 \pm 0,17$ |
| Moyenne | $63 \pm 2,04$ |

Il ressort des résultats repris au tableau ci-dessus que les eaux de la rivière Kwango portent des germes des coliformes totaux où les concentrations les plus élevées sont celles des sites VI ($14 \pm 0,17$ colonies /100 ml), II ($13 \pm 0,23$ colonies /100 ml) et IV ($12 \pm 2,41$ colonies /100 ml) par rapport au site II ($5 \pm 1,2$ colonies /100 ml).

IV. DISCUSSION

Les observations relevées dans cette étude suivant les approches socio-démographiques et expérimentaux ont permis de mettre en évidence les éléments d'informations sur la gestion, l'exploitation ainsi que les risques dont font face les écosystèmes aquatiques de la province de Kwango dans le territoire de Kenge notamment la rivière Kwango.

En ce qui concerne l'aspect sociologique de la recherche, les résultats obtenus ont montré que les jeunes de la cité de Pont Kwango sont actifs et constituent la capitale de la nouvelle province de Kwango avec une participation active des femmes dans la vie sociale dans les activités ménagères et autres qui sont à leur attribution. Les personnes portant le statut matrimonial de mariés et des chefs de ménage ont été majoritaire dans la population d'étude. Ceci peut être expliqué par le fait que la société rurale considère le mariage comme un simple rituel coutumier et aussi les personnes mariées ainsi que le chef de ménage s'occupent de l'encadrement des enfants. La majorité de la population de pont Kwango a un niveau de connaissance secondaire et humanitaire et, cela se justifie par leur capacité de répondre aux problèmes de la communauté. Il est à noter que l'enseignement primaire et secondaire est accessible à tous dans la plupart des provinces de la République Démocratique du Congo parce que les écoles privées et conventionnées sont installées presque partout à travers l'étendu du pays y compris dans la cité de Pont Kwango. Le paysage qui entoure la cité de Pont Kwango présente une vocation agricole et justifie ainsi donc la présence majoritaire des agriculteurs dans le milieu lors de nos enquêtes de terrain. Plus une population est ancienne, plus elle a la connaissance du milieu. Dans cette étude, la majorité de la population enquêtée présente une ancienneté de résidence dans la cité de Pont Kwango de plus de dix (10) ans et, cette dernière a la connaissance des habitudes des habitants de la cité ainsi que de l'évolution de plusieurs activités dans cette cité.

L'ONU avait prévu de réduire de moitié d'ici 2015 le nombre des personnes sans accès à des toilettes et des solutions techniques existent. Mais les sensibilités culturelles sur les sanitaires ont représenté un défi plus grand que les questions de technologie. Au cours de cette étude, il a été observé que les habitants de la cité de Pont Kwango recourent aux latrines aménagées, à la brousse et rivières pour déféquer avec une forte utilisation des latrines de fortune puis la brousse. Le terrain de la cité de Pont Kwango dispose d'un sol humide pendant la saison de pluie et sec pendant la saison sèche. Les toilettes de fortune constituent le dépôt des matières fécales pendant la saison sèche dans un trou et pendant la pluie, l'eau de lessive et/ou percole jusqu'au cours d'eau. Cette technique de gestion conduit à la contamination du sol, de la nappe phréatique et le cours d'eau par les matières fécales. Les observations faites en ce qui concerne la période d'utilisation des latrines confirment la forte utilisation des latrines pendant la saison sèche que pendant la saison de pluies où, la population opte sur les eaux de ruissellement pour faire entraîner la matière fécale dans les rivières. Ces pratiques sont à la base de la contamination et destruction de la qualité de l'eau (Munganga *et al.*, 2020 ; Pwema *et al.*, 2020). Pwema *et al.* (2020) font savoir que la matière fécale est à la base de la contamination des plusieurs types d'écosystèmes aquatiques en République Démocratique du Congo suite au rejet des matières fécales humaines et des animaux domestiques. Masua *et al.* (2023) ont relevé que la plupart des rivières de la ville de Kinshasa sont considérées comme des dépotoirs où, sont jetées toutes sortes d'immondices (organiques et inorganiques, solides ou liquides) notamment les excréta humains (Munganga *et al.*, 2020). Ce comportement non respectueux de l'environnement est à la base de la contamination des eaux par plusieurs maladies d'origines hydriques (Kapiteni *et al.*, 2019) étant donné que l'homme recourt

aux écosystèmes aquatiques pour satisfaire certains de ses besoins. Selon certaines informations relevées dans cette étude, il a été démontré que la majorité de la population de la cité de Pont Kwango font recours aux eaux des rivières notamment la rivière Kwango pour assurer leur besoin domestique et peu d'entre eux utilisent les eaux de forage ainsi que les eaux des pluies. D'après Vuni *et al.* (2021), toute modification de l'occupation du sol (déboisement, construction incontrôlée, pratiques agricoles, imperméabilisation) empêchant le laminage des crues et la perméabilité du sol favorise l'augmentation du ruissellement, l'écoulement plus rapide et une concentration des eaux. Cependant, ces cours d'eaux sont en contact avec les eaux de ruissellement et du lessivage qui seraient contaminées par la matière fécale comme soulevé ci-haut.

Cependant, d'après Vuni *et al.* (2021) au-delà des coûts induits par les dysfonctionnements des écosystèmes, les conséquences peuvent être importantes en termes de confort (mauvaises odeurs, impossibilité d'évacuation des effluents, débordements,...), d'environnement et même de santé publique (dégagement de gaz toxiques ou explosifs). Il a été noté dans le cadre de cette étude que quatre types des maladies hydriques sont observées fréquemment dans la cité de Pont Kwango où la fièvre typhoïde est le plus récurrent suivie de la diarrhée puis la contamination par les vers intestinaux et le paludisme. La présence de ces pathologies serait liée à l'utilisation par la population de l'eau souillée pour des différents besoins domestiques. Nos résultats sont proches de ceux obtenus par Wanga *et al.* (2014). Ces derniers ont montré que le nombre des cas des principales maladies d'origine hydrique de la zone de santé de Boma croît pratiquement constamment d'année en année de 2000 à 2004. Ce qui indique, à part l'effet de croissance démographique, une dégradation croissante de l'environnement et de la qualité de l'eau (Wanga *et al.*, 2014). Dans leur étude, Pwema *et al.* (2020) ont signalé que certaines ressources aquatiques notamment les poissons sont infestés par des parasites dont les plathelminthes à travers des rejets des matières fécales et autres types des déchets organiques solides et liquides dans les rivières.

Les analyses physico-chimiques des eaux de la rivière Kwango ont permis de donner de la lumière sur la qualité physique et chimique de cet écosystème en rapport avec la vie aquatique. Selon les normes de l'OMS (2004), la température d'un cours d'eau doit être inférieure à 25°C c'est-à-dire que la rivière Kwango bien qu'exposée au soleil, mais n'est pas influencée. Par rapport aux directives de l'OMS (entre 6 et 8), la valeur trouvée est dans la norme et permet le bon fonctionnement de l'écosystème aquatique de la rivière Kwango. Ces observations sont en accords avec celles faites par Munganga *et al.* (2020). Selon ces derniers, les eaux des rivières de Kinshasa sont chaudes de manières générales à cause du manque du couvert végétal dans l'eau pour la plupart d'entre elles. Ce paramètre dépend essentiellement du milieu ambiant pour les eaux de surface et ne pourrait être corrélé avec une quelconque dynamique des polluants dans la rivière (Degremont, 2005). D'après Elhammoumi *et al.* (2017), la température de l'eau est fonction des variations de la température du climat de la région concernée. Le potentiel d'hydrogène dans l'eau est resté légèrement acide ($\text{pH} = 6,39 \pm 0,21$) de manière globale sauf dans certains sites où le pH était neutre. Les valeurs de pH obtenues dans cette étude sont caractéristiques des eaux de l'Afrique tropicale (Munganga *et al.*, 2020 ; Boika *et al.*, 2021) et sont proches de ceux obtenus par Boika *et al.* (2022) dans les zones marécageuses de la région du lac Tumba dans la province de l'Equateur en République Démocratique du Congo ; Pwema *et al.* (2023) dans les eaux de la rivière Kwilu dans la province du Kwilu en RD Congo. Dans leur étude sur la caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge au Burundi, Buhungu *et al.* (2018), trouvent des résultats élevés du pH (pH basique) pendant la saison

sèche et attribue cette situation à la dilution des eaux de la rivière par l'eau de pluie (De Villers *et al.*, 2015). En ce qui concerne la turbidité, la valeur moyenne globale a été de $16 \pm 1,75$ UNT. Ces valeurs moyennes approchent celles relevées par Pwema *et al.* (2023). La valeur normale doit être comprise entre 0 - 5 NTU pour un écosystème aquatique non perturbé (Munganga *et al.*, 2020). Les berges de la rivière Kwango ont perdu une bonne proportion de la végétation suite à des érosions hydriques et aussi par manque d'une bonne politique urbanistique de cette cité. Les sédiments en suspension, composés de sable très fin, de limon et d'argile, peuvent être responsables du changement de couleur et de turbidité de l'eau des rivières et des lacs (Elhammoumi *et al.*, 2017) ; ce qui est aussi observé dans la rivière Kwango où les eaux présentent une coloration qui est liée à la géomorphologie du sol et à l'érosion du sol. Les ions en solution dans les eaux de la rivière Kwango ont présenté une concentration moyenne globale plus élevée ($515,5 \pm 91,72$ $\mu\text{S/cm}$). Cette observation témoigne que les eaux de cette rivière sont trop chargées en matières organiques et inorganiques. Les valeurs moyennes de conductivité obtenue dans cette étude sont supérieures de celles obtenues par Munganga *et al.* (2020) (conductivité comprise entre = 3 et 22 $\mu\text{S/cm}$) ; Pwema *et al.* (2023) (conductivité comprise entre = $5,5 \pm 0,5$ et $5 \pm 0,5$ $\mu\text{S/cm}$). Ces valeurs élevées seraient dues à la décomposition de la matière organique en provenance de la cité et autres sources ainsi que des apports terricoles en engrais chimiques (Khalaf *et al.*, 2009).

Les valeurs moyennes des certains paramètres chimiques et microbiologiques ont permis de déceler le niveau de l'activité microbiologique dans la rivière Kwango. En ce qui concerne la demande biologique en oxygène, il a été observé de manière générale une faible demande en oxygène ($30,33 \pm 5,86$ mgO_2/L) par les organismes aquatiques de cette rivière. Ceci peut être expliqué par la consommation de l'oxygène par les microorganismes dégradant la matière organique (Khalaf *et al.*, 2009). Par contre, les micro-organismes anaérobiques ont présenté une demande chimique en oxygène plus élevée ($149,15 \pm 11,91$ mgO_2/L) dans la dégradation de la matière organique. La concentration de la DCO obtenue dans cette étude reste supérieure à la norme arrêtée ($\text{DCO} < 125$ mgO_2/L) de l'OMS. Les concentrations élevées enregistrées dans cette étude seraient dues aux activités anthropiques réalisées le long de cette rivière. En effet, des valeurs élevées de la DBO₅ sont pour la plupart de cas, dues au lessivage de la matière organique accumulée en saison sèche dans les cours d'eaux (Buhungu *et al.*, 2005). La corrélation DCO-DBO est un fait réel et a été prouvée par plusieurs auteurs parmi lesquels Buhungu (2005) ; Yangongo (2020). La DCO représente la majeure partie des composés organiques mais également des sels minéraux oxydables (sulfures, chlorures,...etc.) (Yangongo, 2020) et, confirme les concentrations des matières oxydables relevées dans cette étude. Les matières en suspension ont présenté une valeur moyenne globale de $96,28 \pm 25,37$ mg/L et témoigne de la présence des matières organiques et inorganiques en suspension dans les eaux de la rivière Kwango. Les valeurs obtenues restent supérieures à la norme de l'OMS qui est < 35 mg/L . Cette augmentation serait due à la présence de multiples activités humaines le long de la rivière et aussi l'absence d'une végétation au niveau de ses berges. Ces teneurs élevées peuvent aussi être le résultat d'une manifestation hydrologique brutale (crue), dont la charge en alluvants peut être attribuée à une intense érosion du bassin versant, suite à des pluies orageuses (Elhammoumi *et al.*, 2017), accentuées par des rejets des divers déchets et immondices dans le cours d'eau (Kakundika *et al.*, 2019). La présence du phosphore dans les rivières peuvent être due à de l'épandage direct des substances susceptibles de générer du phosphore tout comme cela peut être l'œuvre de plusieurs activités agricoles localisées dans les périmètres de protection des rivières (De Villers *et al.*, 2015 ; Khalaf *et al.*, 2007). Le pont Kwango étant une zone agricole, les populations utilisent les engrais chimiques et verts pour augmenter le rendement. Les toilettes de fortune et fosses septiques dont les matières fécales

peuvent être lessivées et entraîner dans les rivières (récepteur) sont aussi une source d'augmentation de la teneur en phosphore dans les écosystèmes aquatiques. Il est à noter que la rivière Kwango fait partie des rivières navigables dans la province du Kwango en RD Congo et, à ce jour, elle est sollicitée par plusieurs personnes qui voyagent d'un point à l'autre à bord des barges en bois appelés couramment « baleinière » en RD Congo. Cette réflexion affirme l'observation faite par les AMIS DE LA TERRE-Belgique (2007) stipulant que les fèces (ou déjection) sont constituées des matières « non digérées » : matières carbonées et composant azotées ainsi que du phosphore. En moyenne, chaque habitant rejette par an 5,6kg d'azote et 0,9 kg de phosphore par le W-C. Le milieu aquatique (étant, ruisseau, rivière, fossé) est très sensible au rejet de telles matières.

En ce qui concerne la qualité microbiologique, il a été observé que les eaux de la rivière Kwango portent des germes des coliformes totaux compris entre $5 \pm 1,2$ colonies /100 ml et $14 \pm 0,17$ colonies /100 ml. Quant aux coliformes fécaux, leur présence témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, bien que dans certains cas ces microorganismes puissent provenir des effluents industriels (Barthe *et al.*, 1998 ; OMS, 2000). Leur quantité de plus en plus croissante dans l'eau de la rivière Kwango quand elle traverse la zone habitée indique que les résidus fécaux sont déversés dans cette rivière ce qui constitue un danger pour la santé publique pour les utilisateurs de cette eau notamment pour la boisson et la vaisselle. En effet, *Escherichia coli* est une bactérie du groupe des coliformes qu'on trouve naturellement dans les intestins des humains et des animaux à sang chaud et, elle constitue habituellement 80 à 90 % des coliformes fécaux (Wanga *et al.*, 2014). Cette bactérie n'est habituellement pas présente dans d'autres environnements naturels tels que les plantes, les sols ou l'eau si cela n'a pas été souillé (Elhammoumi *et al.*, 2017). Sa présence dans une eau est un indicateur d'une récente contamination d'origine fécale (Eckner, 1998; Elmund *et al.*, 1999). La densité des coliformes fécaux notamment d'*E. coli* dans l'eau de la rivière Kwango confirme la contamination des eaux de cette rivière par la matière fécale humaine.

V. CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Cette étude a pour objectif global de recenser les types d'ouvrages sanitaires dans la gestion des matières fécales et leurs influences dans la rivière Kwango dans la cité de Pont Kwango de la Province du Kwango en République Démocratique du Congo afin de contribuer à la préservation des hydrosystèmes mais aussi la santé de population.

Les résultats obtenus ont montré que les habitants de cette cité recourent les plus souvent aux latrines de fortunes, à la brousse et aux rivières pour déféquer avec une forte utilisation des latrines de fortunes. Le manque des latrines aménagées suivant les normes à la cité de Pont Kwango affecte la rivière Kwango. Quatre types des maladies hydriques surgissent observées fréquemment dans la cité de Pont Kwango dont : la fièvre typhoïde, la diarrhée puis la contamination par les vers intestinaux et le paludisme. Les valeurs moyennes de certains paramètres physiques (turbidité et conductivité) et chimiques (demande biologique et chimique en oxygène, matière en suspension, phosphore et azote) des eaux de la rivière Kwango ont montré que cette dernière est contaminée par divers composés organiques et inorganiques suite aux activités anthropiques notamment la matière fécale qui contribuent à dégrader la qualité de ces eaux. La densité des coliformes fécaux dans l'eau de la rivière Kwango confirme la contamination des eaux de cette rivière par la matière fécale humaine. Il est donc à craindre que cette rivière devienne davantage contaminée avec l'évolution de la démographie dans cette cité si des mesures appropriées ne sont pas prises en compte.

Au regard de ces résultats nous vous proposons les pistes de solution suivantes pour pouvoir protéger cet écosystème aquatique ainsi que la vie de la population de la cité de Pont Kwango :

- La construction des latrines et fosses septiques suivant les normes urbanistiques ;
- La construction des toilettes publiques pour faciliter les passagers ;
- Le traitement des eaux usées avant tout rejets vers les écosystèmes aquatiques ;
- Le respect des périmètres de protection des zones littorales lors des constructions des maisons ;
- La mise en place d'une régie de distribution d'eau potable dans la cité ;
- L'utilisation des engrais biologiques à la place des engrais chimiques en agriculture le long des écosystèmes aquatiques.

REERCIEMENTS

Les auteurs remercient la population de la cité de Pont Kwango pour leur disponibilité et ouverture pendant la collecte des données à travers les enquêtes de terrain ainsi que les responsables du Laboratoire d'Ecotoxicologie et Microbiologie Environnemental de la Mention des Sciences et Gestion de l'Environnement de la Faculté des Sciences et Technologies de l'Université de Kinshasa pour leur accompagnement dans les analyses physico-chimiques et microbiologiques des échantillons d'eaux.

REFERENCES

- [1]. Barthe C., Perron J. & Perron J.M.R., 1998. Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable. Document de travail (version préliminaire), ministère de l'Environnement du Québec.
- [2]. Boika M.N.A., Pwema K.V., Lusasi SW., Musibono E.D. & Ifuta N.B.S., 2021. Diversité ichtyologique de la forêt marécageuse inondée du réseau hydrographique du lac Tumba sur l'axe routier Mbandaka-CREF Mabali à Bikoro, Province de l'Equateur (RD Congo). International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 25(2):156-168.
- [3]. Buhungu S., Montchowui E., Barankanira E., Sibomana C., Ntakimazi G. & Bonou C.A., 2005. Caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge, affluent du Lac Tanganyika, Burundi. Int. J. Biol. Chem. Sci., 12(1): 576-595.
- [4]. De Villers J., Squilbin M. & Yourassowsky C., 2015. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement/Observatoire des Données de l'Environnement, Bruxelles, Belgique, 64 p.
- [5]. Degremont S.A., 2005. Mémento technique de l'eau. 10ème Ed. Tome1; Paris, ISBN 978-2-7430-0717-1, 1718 p.
- [6]. Eckner K.F., 1998. Comparison of membrane filtration and multiple-tube fermentation by the Colilert and Enterolert methods for detection of waterborne coliform bacteria, Escherichia coli and Enterococci used in drinking and bathing water quality monitoring in southern Sweden. Appl. Env. Microbiol., 64: 3079-3083.

- [7]. Elhammoumi T., Elatmani A., Lakhlifi M., Hamdaoui F., Elborjy A., Sibari M., Benchikh M., Achhar A., Elbourkadi A., Ztit G., Belghyti D. & El Kharrim K., 2017. Assessment of the waters physicochemical quality of the middle Sebouriver at Kariat Bamohamed (Fez-Morocco). JOWSET, 2(2) :193-199.
- [8]. Elmund G.K., Allen M.J. & Rice E.W., 1999. Comparison of Escherichia coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. Water Environ. Res., 71: 332-339.
- [9]. GWP (Partenariat Mondial de l'Eau)., 2000. Toward water security : a framework for action to achieve the vision for water in the 21st century. Stockholm, GWP.
- [10]. Kakundika M.J., Musibono E.D., Saila I.Y. & Tangou T.T., 2019. Facteurs environnementaux dégradants des cours d'eaux urbains : Cas de la rivière N'djili à Kinshasa (RDC). International Journal of Innovation and Applied Studies, 27(3) : 818-830.
- [11]. Kapiteni W., Kivukuto J., & Mamba C., 2019. Impact des saisons sur les parasitoses intestinales chez les jeunes enfants de moins de 5 ans au Centre de Santé de Référence Afia - Sake dans la province du Nord Kivu en RD Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies, 28(1): 145-151.
- [12]. Khalaf G., Slim K., Abi-Ghanem C., Nakhlé K. & Fakhri M., 2009. Caractérisation et corrélation des paramètres biotiques et abiotiques des eaux du Nahr El Bared. Lebanese Science Journal, 10(1) : 3-21.
- [13]. Les Amis de la Terre-Belgique., 2004. Retour à la terre : Les aventures des déchets organiques. Cahier, 11.
- [14]. Les Amis de la Terre-Belgique., 2011. L'eau fait sa toilette : fuite en avant technologique ou gestion responsable. Salu Terre, Namur, 113.
- [15]. Masua T.B., Lusasi S.W., Kayembe S.J., Pwema K.V. & Musibono E.A.D., 2023. Types des macroplastiques et leurs impacts sur les activités de pêche dans la rivière N'djili, Kinshasa (R.D Congo). J. Appl. Biosci., 185 : 19484 – 19503. <https://doi.org/10.35759/JABs.185.10>.
- [16]. Mpakam H.G., Kamgang K.B.V., Kouam K.G.R., Bemmo N. & Ekedek G.E., 2006. L'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les villes des pays en développement (cas de Bafoussam au Caméroun). Vertigo, Revue en Sciences de l'Environnement, 7(2) : 1-10.
- [17]. Munganga K.C., Lusasi S.W. & Pwema K.V., 2020. Evaluation de la qualité écologique de la rivière Musolo à Kinshasa : Basée sur les macros invertébrées benthiques en République Démocratique du Congo. Editions Universitaires Européennes, Latvia, Riga, ISBN : 978-613-8-9503-1, 96 p.
- [18]. OMS., 2004. Xater sanitation and health programme. Managing water in home : accelerated health gains from improved water.

- [19]. Pwema K.V., Madianganu M.V., Manikisa I., YAGA N.C., Munganga K.C., Kavumbu M.S. & Lusasi S.W., 2023. Faune ichtyologique exploitée dans la rivière Kwilu dans la ville de Kikwit : Tronçon compris entre le port Louise et le Pont Kwilu (R.D Congo). International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT), 40(1) : 269-288.
- [20]. Pwema K.V., Nakweti K.J., Kavumbu M.S., Munganga K.C., Lusasi S.W., Tembeni M.J., Mapasi M.T. & Mbomba B.N., 2020. Endoparasites humains présents dans les tubes digestifs de deux espèces de poissons Cichlidae : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Tilapia tholloni* (Sauvage, 1884) pêchés dans le Pool Malebo (fleuve Congo), R.D Congo. Agricultural Science, 2(2) : 129-140. <https://doi.org/10.30560/as.v2n2p129>.
- [21]. Vuni S.A., Likinda B.H., Kisangala M.M., Aloni K.J. & N'zau U.-di-.M.C., 2021. Analyse du système d'évacuation des eaux usées domestiques et pluviales dans le quartier Industriel/Commune de Limete, Kinshasa. Congo Sciences, 9(1) : 71 – 78.
- [22]. Wanga B.M., Musibono D.E., Mpiana P.T., Mafuana L. & Kiza N.J.Diana., 2014. Etat microbiologique des eaux de la rivière Kalamu de Boma et son influence sur la santé de la population. Congo Sciences, 2(1) : 15-20.
- [23]. Yangongo M.T., 2020. Traitement des eaux usées domestiques par le *Pistia stratiotes* L. dans la commune da la N'sele à Kinshasa. Mémoire de DEA en Sciences Biologiques, Université de Pédagogique Nationale, Kinshasa, R.D Congo, 131 p.