



Quantification et Caractérisation des boues de vidange dans le bassin versant de Funa pour l'amélioration des solutions de gestion

[Quantification and Characterization of Faecal Sludge in the Funa Watershed to Improve Management Solutions]

Marinette Mwinja Bira^{1*}, Raphael Muamba Tshimanga^{1,2}, Roger Vumilia Kizungu³, Alain Matoto Lanasa⁴, Landry Nkaba^{1,2} & Thierry Tabou Tangou⁵

¹Ecole Régionale de l'Eau-Université de Kinshasa, P.O. Box 117, Kinshasa, République Démocratique du Congo

²Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo, Département de Gestion des Ressources Naturelles, faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Université de Kinshasa, P.O. Box 117, Kinshasa, République Démocratique du Congo

³Département de chimie Agroalimentaire, faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Université de Kinshasa, P.O. Box 117, Kinshasa, République Démocratique du Congo

⁴Laboratoire d'écotoxicologie, biotechnologie et microbiologie environnementale, Département de l'Environnement, faculté des Sciences, Université de Kinshasa, P.O. Box 117, Kinshasa, République Démocratique du Congo

⁵Département de l'Environnement, faculté des Sciences, Université de Kinshasa, P.O. Box 117, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Résumé

Le problème mondial de l'accès à l'assainissement de base est plus répandu dans les pays à revenu faible et moyen, l'assainissement étant principalement assuré par des systèmes autonomes en Afrique subsaharienne. Kinshasa, la Capitale de la République Démocratique du Congo, est confrontée au défi de la gestion durable des boues de vidange. Cette étude vise à quantifier et à caractériser les boues de vidange provenant des infrastructures d'assainissement autonome dans le bassin de la rivière Funa en vue d'une valorisation écologique. L'étude a recueilli des données SPA-DET (Démographiques Environnementales et techniques, Analysables Spatialement) auprès des ménages de notre bassin versant et a effectué des tests physico-chimiques et microbiologiques sur les boues de vidange des différents maillons existants de la filière. Pour la quantification des boues de vidange à l'échelle de notre bassin versant la méthode de production de boues et celle des boues vidangées ont été utilisées. Les résultats ont montré que 98 % des ménages du bassin versant disposent de toilettes domestiques, la majorité utilisant une chasse d'eau manuelle. La production annuelle de boues de vidange dans la rivière est estimée à 428635,307 m³, avec 34,69% des ménages utilisant la vidange. L'étude a révélé une concentration élevée de MES dans les camions ; les rapports DCO/DBO₅ sont compris entre 3 et 5 au niveau des ménages et supérieurs à 5 au niveau des camions et de la décharge. Une fluctuation du pH a également été observée. Grâce à cette étude, il est possible de déterminer la quantité et les caractéristiques des boues produites dans le bassin de Funa afin de sélectionner un traitement adéquat en fonction d'autres critères locaux.

Mots-clés : Quantification, Caractérisation, Boues de vidange, Assainissement urbain, Funa.

Abstract

The global problem of access to basic sanitation is more prevalent in low- and middle-income countries, with sanitation mainly provided by autonomous systems in sub-Saharan Africa. Kinshasa, the capital of the Democratic Republic of the Congo, faces the challenge of sustainable faecal sludge management. The aim of this study is to quantify and characterise faecal sludge from on-site sanitation facilities in the Funa River Watershed, with a view to its ecological recovery. The study collected SPA-DET (Spatially Analysable Demographic Environmental and Technical) data from households in our Watershed and carried out physico-chemical and microbiological tests on faecal sludge along the existing sanitation service chain. The sludge production method and the emptied sludge method were used to quantify faecal sludge in our Watershed. The results showed that 98% of households in the Watershed have a domestic toilet, the majority of which use a manual flush. The annual production of faecal sludge in the river is estimated at 428635.307 m³, with 34.69% of households using emptying. The study revealed a high concentration of TSS in the trucks; COD/DBO₅ ratios were between 3 and 5 at the household level and above 5 at the truck and landfill level. Variations in pH were also observed. From this study it is possible to determine the quantity and characteristics of the sludge produced in the Funa basin in order to select an appropriate treatment based on other local criteria.

Keywords: Quantification, Characterization, faecal sludge, Urban sanitation, Funa.

*Auteur correspondant: Marinette Mwinja Bira, (birammarinette@gmail.com). Tél. : (+243) 843 069 853

<https://orcid.org/0009-0002-6334-6423>; Reçu le 31/07/2026; Révisé le 26/08/2026 ; Accepté le 18/09/2026

DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i4.347>

Copyright: ©2026 Bira et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

Les Nations Unies ont d'abord établi les OMD « Objectifs du Millénaire pour le Développement » (2000–2015), dont la cible 7c visait l'accès à l'eau potable et à l'assainissement de base, puis ont adopté les ODD « Objectifs de développement durable », avec la cible 6.2 de l'ODD 6 qui ambitionne d'assurer, à l'horizon 2030, un accès équitable à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats pour tous... Il est nécessaire de relier différents services tout au long de sa chaîne de valeur : le stockage, la vidange et le transport, ainsi que le traitement et la valorisation.

Selon (Strande et al., 2018) un tiers de la population mondiale est desservie par des systèmes d'assainissement sans égouts, également connus sous le nom de gestion des boues de vidange. Si ces dispositifs d'assainissement à la parcelle sont généralement perçus comme répondant aux besoins d'assainissement dans les zones rurales, environ un milliard d'entre eux sont implantés en milieu urbain. Ces dispositifs sont beaucoup plus fréquents dans de nombreuses villes des PED que les systèmes d'assainissement à égouts. Par exemple, en Afrique subsaharienne, les zones urbaines bénéficient de plus de 80 % d'accès à l'assainissement grâce à des systèmes d'assainissement à la parcelle (Strande, 2013 ; Strauss et al., 2000).

Dans les villes à croissance rapide, comme la plupart des villes en République Démocratique du Congo ; l'informalité urbaine dans les pratiques de construction, combinée à la nature souterraine des solutions d'assainissement autonome, telles que les fosses et les fosses septiques, montre que les ménages n'ont souvent pas une compréhension claire de la manière dont ces systèmes de confinement ont été construits et entretenus au fil du temps (Devaraj et al., 2021; Englund et al., 2020; Freihardt, 2020; Strande et al., 2018). Même lorsque ces informations sont connues, les ménages n'ont pas de contrôle sur ce qu'il advient des déchets humains une fois qu'ils ont quitté la maison ou la parcelle (Berendes et al., 2018). L'élimination ou les fuites de déchets humains non traités dans les zones urbaines densément peuplées présentent des risques environnementaux importants. Les fuites provenant des égouts souterrains, des fosses septiques inefficaces et des latrines à fosse mal construites peuvent contaminer les eaux souterraines (Nyenje et al., 2013). Les latrines à fosse inondées, les

égouts à ciel ouvert et la défécation à l'air libre sont tous susceptibles de contaminer les eaux de surface, ce qui est fortement associé à la propagation de la filariose, une maladie parasitaire (Kimmelman, 2017 ; OMS, 2018). Il existe également un lien entre le rejet de déchets humains non traités dans les rivières, les ruisseaux et les lacs et l'augmentation de l'eutrophisation.

Parmi les 10 pays ayant le pire assainissement urbain, la RDC se situe au 9^e rang, avec 71,5 % des habitants des villes ne bénéficiant pas de toilettes privées sécurisées (Kumel et al., 2022). Bien que le gouvernement ait fait des efforts dans les dernières décennies pour améliorer l'accès de la population à l'assainissement, les études actuelles montrent clairement qu'il est essentiel d'améliorer considérablement cet indicateur.

En ce qui concerne Kinshasa, la capitale de la RDC, l'accès aux services essentiels demeure limité, avec une pénurie d'infrastructures sanitaires suffisantes pour traiter les déchets. Selon (Groupement EDEECOPSIS, 2018), il n'y a pas de système d'assainissement en réseau étendu en dehors des installations individuelles. Selon la planification des infrastructures urbaines d'assainissement, il est mentionné : un réseau de collecteurs d'eaux pluviales défectueux à Gombe, qui sert d'égout où toutes les eaux déversées sont dirigées vers les rivières, où elles sont finalement déversées ; Des installations d'assainissement individuelles reliées aux collecteurs d'eaux pluviales ou déversées dans la nature (Groupement EDEECOPSIS, 2018). À l'heure actuelle, Kinshasa n'a pas des stations d'épuration publiques. La capacité des entreprises de vidange est limitée pour répondre à la demande de vidange des fosses domestiques et d'autres installations sanitaires en ce qui concerne la gestion des fosses. Des camions vidangeurs ne desservissent que les quartiers proches du centre-ville (C.N.A.E.A, 2015).

Par conséquent, lors de la définition des objectifs d'assainissement et de la mise en œuvre des projets, l'ensemble du secteur de l'assainissement doit être pris en compte et ne pas se limiter à intervenir au niveau des ménages pour leur fournir des toilettes. Une approche multidisciplinaire et multi-composantes de la gestion des boues fécales doit être adoptée pour garantir que les boues fécales non traitées soient éliminées, ne soient plus retenues au niveau des ménages, mais soient traitées de manière adéquate et efficace (Strande, 2013)

En effet, la vidange des boues ménagères est une question d'intérêt privé, mais le secteur de la gestion des boues de vidange est une question d'intérêt public, ce qui signifie que les pouvoirs publics doivent formuler des réglementations appropriées et les mettre en œuvre (Strande et al., 2014). Trois composantes doivent être prises en compte : l'aspect technologique, l'aspect d'organisation de la filière, l'aspect de planification des projets.

La mise en œuvre des aspects technologiques relatifs à la collecte, au transport et au traitement et à la valorisation des boues de vidange doit tenir compte du contexte socio-économique de ces pays et des caractéristiques qualitatives et quantitatives de boues à gérer. En ce qui concerne la quantité et les caractéristiques des boues de vidange produites, il est toujours nécessaire de quantifier et de caractériser les boues de vidange de la zone étudiée afin de générer correctement des données pour le dimensionnement et la conception des stations de traitement des boues de vidange mais aussi pour une valorisation écologique de ces boues (Berteigne, 2012)

C'est dans cette optique que cette étude cherche à répondre à la préoccupation générale ci-après :

Comment contribuer à la quantification et à la caractérisation des boues de vidanges des ouvrages d'assainissement à la parcelle à l'échelle du bassin versant de la Funa en vue d'une éventuelle valorisation écologique ?

L'objectif général de cette étude est de contribuer à la quantification et la caractérisation des boues de vidanges des ouvrages d'assainissement à la parcelle à l'échelle du bassin versant de la Funa en vue d'une éventuelle valorisation écologique.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation du milieu d'étude

Situé dans le sud-ouest de la République Démocratique du Congo, le bassin de la rivière Funa est un sous-bassin du bassin du fleuve Congo. Ses affluents principaux sont Bumbu, Yolo et Kemi. La rivière Funa et quelques-uns de ses affluents prennent leur source dans le quartier Kindele, dans la commune du Mont Ngafula. La Funa a une longueur d'environ 20 kilomètres et traverse 14 communes de Kinshasa (Barumbu, Bumbu, Gombe, Kalamu, Kasa-vubu, Kinshasa, Lemba, Limete, Makala, Mont-Ngafula, Ngaba, Ngaliema, NgiriNgiri, Selembao) avant de se rejoindre dans le fleuve Congo. La superficie du sous bassin versant est d'environ 69 km². La partie basse de la rivière est plate et marécageuse. Les reliefs et les sols

du bassin versant de la Funa sont peu accidentés, avec une altitude variant de 275 à 547 mètres. La population du bassin de la Funa était de 1 437 983 habitants en 2018 (UNOCHA). En 2023, la population du bassin versant était d'environ 1,7 million d'habitants, en hausse de 3,4 %, et devrait atteindre 2 147 831 d'ici 2030 (en vertu des ODD).

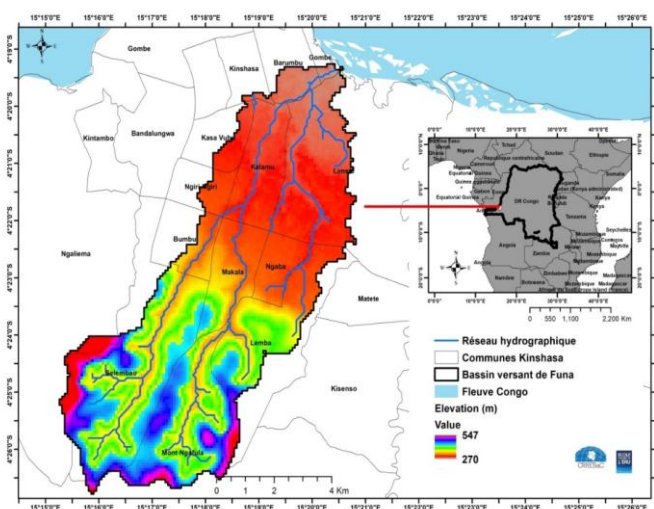


Figure 1. Présentation de la zone d'étude

2.2. Collecte des données

2.2.1. Données Enquêtes utilisées

Les informations de l'enquête vont permettre de faire un état des lieux de la gestion des boues de vidanges dans le bassin versant. L'enquête s'est faite entre Août et octobre 2023. 331 ménages ont été enquêtés mais seulement 320 questionnaires ont été bien remplis. Les questionnaires utilisés dans cette étude sont les suivantes : type d'assainissement (dans notre cas un ménage), type de fosse, Age de la fosse, Age de la boue dans la fosse, accumulation des boues, l'accès à l'eau, nombre d'utilisateurs par jour, volume de la fosse, fréquence de vidange, la gestion des déchets (eaux grises, déchets solides).

2.2.2. Echantillonnage des boues de vidange

Pour une gestion correcte des boues de vidange, la qualité doit être prise en compte en même temps que la quantité. Les boues analysées proviennent des 3 différents maillons de la filière boues de vidange dans le bassin versant. Au total 11 échantillons ont été analysés dont 5 provenant de ménages, 04 provenant des camions de vidange et 02 prélevés au niveau de la décharge. Les fosses ont été sélectionnées à la suite de discussions avec une série de vidangeurs, dans le but de collecter des échantillons à partir d'une variété de fosses provenant de différents groupes de revenus et dans les différentes communes de notre bassin versant

au moment des opérations de la vidange. Pour que l'échantillon soit représentatif des boues contenues dans la fosse, un mélange du contenu de la fosse a été fait avant le prélèvement. Un bon échantillon composite mixte, composé de trois échantillons d'un litre, provenant des camions à l'entrée de la décharge, pendant le déversement des boues de vidange. Le premier échantillon d'un litre doit être prélevé au début de la vidange, le deuxième environ au milieu de la vidange et le troisième vers la fin de la vidange.

Les prélèvements de boues ont été effectués de manière manuelle à l'aide d'un seau et d'un bâton. On a conservé les échantillons dans des bouteilles en plastique. L'ensemble des échantillons a été placé dans des glacières et conservé au frais avec des glaçons.

2.3. Analyse des données

2.3.1. Quantification des boues de vidange

La quantification des boues est un élément essentiel à la fois pour les acteurs et pour la conception des systèmes de traitement (Koanda, 2006). Différentes techniques ont été mises au point afin de mesurer la quantité de boues de vidange produites. Nous présenterons les techniques élaborées par (Koanda, 2006).

Méthode de la production spécifique

La méthode repose sur la production de boues par habitant et par jour, calculée en fonction du type d'ouvrage et du nombre d'habitants. La formule suivante permet de calculer la quantité totale de boues produites dans une zone donnée :

$$Q = 365 * \sum_i U_i \times \frac{q_i}{1000} \quad (1)$$

Q [m3/an] : Nombre total de boues générées chaque année

Pi : Nombre d'utilisateurs de la latrine de type i

qi [L/jour/habitant] : Production spécifique de boues pour la latrine de type i

i : Type d'ouvrages d'assainissement

La production spécifique correspond à la production quotidienne de matières fécales par individu. Elle est exprimée en litres par individu et par jour. Étant donné la faible quantité d'informations disponibles sur la RDC, nous avons élaboré des hypothèses en se basant sur les expériences précédentes dans la sous-région concernant la gestion des boues de vidange. Blunier et al. (2004) soulignent la production spécifique des latrines sèches, des latrines traditionnelles, des latrines à fosse avec dalle, des

toilettes à compost et VIP (0,3 l/habitant/j), ainsi que des TCM et des toilettes à chasse d'eau (1 l/habitant/j).

Méthode de la demande en vidange mécanique

Cette méthode tient compte de cette demande. Selon le nombre de tours réalisés par chaque camion par jour, le volume de vidange par tour, la fréquence moyenne de vidange des installations et la part de la population desservie par les camions. En ce qui concerne plusieurs camions, le paramètre vi est utilisé pour mesurer la moyenne des volumes utiles des camions. La quantité totale de boue évacuée de manière automatique est de :

$$Q_{mec} = \sum_i N * \frac{p_{meci}}{f_{meci}} * v_i * n_i \quad (2)$$

N : Nombre total des toilettes présentes dans la zone

Qmec [m3/an] : Volume de boues des fosses vidées mécaniquement

pmeci [%] : Pourcentage des fosses vidées mécaniquement

fmecci [an] : Fréquence de vidange des fosses vidées mécaniquement

vi [m3/rotation] : Capacité utile du camion (si plusieurs camions sont présents, prendre la moyenne des capacités utiles)

ni [rotations/ouvrage] : Le nombre de rotations requises pour vider un ouvrage d'assainissement de type i. Le calcul est effectué en comparant le volume utile du camion avec le volume moyen de la fosse concerné.

i : Typologie d'ouvrages d'assainissement

2.3.2 Analyse des boues de vidange

Les propriétés physicochimiques de nos boues de vidange ont été évaluées en analysant différents paramètres tels que la matière sèche, les matières en suspension, les matières volatiles en suspension, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO) et les nutriments... Pour analyser les paramètres microbiologiques de nos boues de vidange, nous avons examiné les éléments tels que les œufs et les kystes, les coliformes fécaux et E. coli.

2.3.3. Analyse des données

Les données démographiques ont fait l'objet de statistiques descriptives à l'aide de la version 4.1.3 du logiciel R pour Windows. En raison de la très grande variabilité et de la distribution inégale des qualités de boues de vidange, les valeurs médianes plutôt que les

valeurs moyennes ont été utilisées pour les analyses (Schmid & Huber, 2014).

3. Résultats et discussion

3.1. Etat de lieux de la gestion des boues de vidange dans le bassin versant de la Funa

Dans notre bassin versant, l'assainissement liquide repose sur des systèmes autonomes : 80,94 % des ménages utilisent une fosse ou un trou pour les excréments. Il convient de souligner que 4,3 % des personnes interrogées mentionnent être connectées à un réseau d'égout, une pratique présente quel que soit le niveau de richesse des foyers. Cela est en désaccord avec les résultats obtenus par (Groupement EDEECOPSIS, 2018) qui ont démontré qu'il n'existait pas de réseau d'égouts fonctionnel dans la ville pour la collecte des excréments de vidange.

D'après les entretiens réalisés, 98 % des ménages du bassin versant de la Funa disposent de toilettes, situées soit à l'intérieur du logement (31,8 %), soit dans la cour (67,5 %). Concernant la gestion des eaux usées, seuls 32 % des foyers les évacuent dans une fosse (avec ou sans puits perdant, dont 10 % sans). En revanche, 45,65 % les déversent dans des caniveaux, canaux ou rivières, tandis que 19,34 % les rejettent directement dans la cour ou sur un terrain à ciel ouvert. Dans notre bassin versant, il y a peu de points d'eau dans les toilettes (moins de 35%). Il convient de noter que certaines toilettes à chasse mécanique ont été converties en toilettes à chasse manuelle (avec seau) en raison de la pénurie d'eau courante dans la ville. En ce qui concerne l'ensemble des foyers interrogés, 31,1% ont déjà été confrontés à la nécessité de vidanger leur fosse.

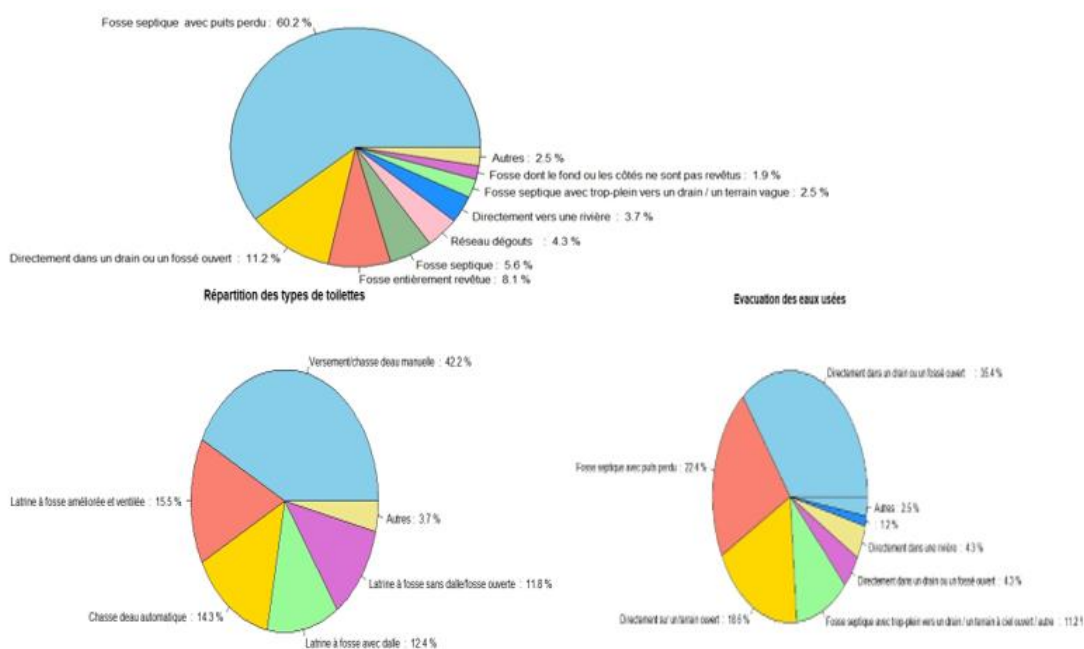


Figure 2. Aperçu sur la gestion des boues de vidange

3.2. Quantité des boues de vidange dans le bassin versant de la Funa

3.2.1. Production annuelle de boues de vidange

Les valeurs permettant d'évaluer la production annuelle des boues de vidange sont présentées dans le tableau I. Le pourcentage de répartition des ouvrages, correspondant à la proportion des différents types d'ouvrages rencontrés dans les ménages. Il en ressort que les ouvrages les plus rencontrés sont les toilettes à chasse manuelle (avec seau), ce qui est conforme aux résultats de l'état des lieux, de même qu'au taux d'équipement en ouvrages calculé. Il ressort de ce tableau que la production annuelle à l'année d'étude (2023) est alors de 428635.307 (m³/an) avec une

grande partie de boues provenant des TCM. Ce qui équivaut 1106.88 m³/j ; cette valeur est cohérente car moins élevée que celle projetée dans (Groupement EDEECOPSIS, 2018), qui va s'élever à environ 12 435 (m³/j) en 2025.

Tableau I. La production annuelle de matières fécales calculées pour chaque type d'ouvrage

Option technologique	Possession de l'ouvrage	Répartition des ouvrages (%)	Population 2023	Productions spécifique	Production Annuelle
Chasse d'eau mécanique	49	15.3125	260257	1	94993.804
Latrine VIP	39	12.1875	207143	0.3	22682.194
Latrine à fosse avec dalle	44	13.75	233700	0.3	25590.168
Latrines traditionnelles	41	12.8125	217766	0.3	23845.383
Seau	3	0.9375	15934	0	0.000
Toilettes à compostage	3	0.9375	15934	0.3	1744.784
TCM	134	41.875	711723	1	259778.974
DAL	4	1.25	21245	0	0.000
	3	0.9375	15934		0.000
Total	320	100	1699638		428635.307

3.2.2. Quantité des boues vidangées annuellement

Avec les valeurs totales de production annuelle de boues et de quantité de boues vidangées, on remarque qu'à peine 34.688% des boues produites sont vidangées, ce qui concorde avec les résultats de l'état des lieux qui montraient que la majorité des ménages

n'ont pas encore eu à vidanger leurs fosses. Grâce aux résultats du [tableau II](#) qui donnent les pourcentages de fosses vidangées selon l'option technologique et le type de vidange, on peut alors avoir les quantités vidangées en fonction de la vidange mécanique et pour chacune des options.

Tableau II. Quantité de boues vidangées en fonction de l'option technologique

Option technologique	Pourcentage de vidange	Production Annuelle	Quantité des boues vidangées	%boues vidangées mécaniquement	Quantité des boues vidangées mécaniquement
Chasse d'eau automatique	42.857	94993.804	40711.630	76.190	31018.385
Latrine VIP	41.026	22682.194	9305.515	25	2326.379
Latrine à fosse avec dalle	18.182	25590.168	4652.758	0	0.000
Latrines traditionnelles	14.634	23845.383	3489.568	0	0.000
Seau	0.000	0.000	0.000	0	0.000
Toilettes à compostage	0.000	1744.784	0.000	0	0.000
TCM	44.776	259778.974	116318.943	73.333	85300.520
DAL	0.000	0.000	0.000	0	0.000
Total	34.688	428635.307	148682.872		118645.284

3.3. Caractéristiques des boues de vidange du bassin versant de la Funa

3.3.1. Caractéristiques physicochimiques

Les valeurs moyennes du pH obtenues des boues de vidange de nos différents points de prélèvements : ménages, camions et décharge, sont respectivement de 6.82 ± 0.52 ; 7.45 ± 0.58 ; 7.45 ± 0.071 (p value 0.0649). Le pH de boues de vidange de fosses septiques est habituellement compris entre 6,5 et 8 ([Niwaigaba et al., 2014](#)), mais peut aussi varier de 1,5 à 12,6 ([USEPA, 1994](#)). Nos différents pH sont compatibles avec le développement des bactéries assurant le traitement biologique des boues. Ces dernières tolèrent des pH compris entre 5 et 9. Un pH en dehors de cette gamme est révélateur d'une perturbation du processus biologique. ([Niwaigaba et al., 2014](#)). Les conductivités moyennes obtenues dans Les boues de vidange de nos différents points de prélèvements : ménages, camions et décharge, sont respectivement de 4068 ± 4483.784 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 11765 ± 12177.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 2030 ± 71.42 $\mu\text{S}/\text{cm}$

(p value 0.307). La forte valeur de conductivité enregistrée des camions traduit une concentration élevée en sels dissouts des boues de vidange. Cette salinité élevée des boues peut compromettre la réutilisation des sous-produits. En effet, une salinité supérieure à 3 mS/Cm entraîne inéluctablement une dégradation du sol et une baisse des rendements agricoles ([FAO, 2003](#) ; [Sou, 2009](#)).

En ce qui concerne le MES, la teneur la plus élevée a été trouvée au niveau de camions avec une moyenne de 585.1 ± 248.89 mg/l. Les ménages et la décharge présentaient des valeurs plus faibles de MES avec des moyennes respectivement de 272 ± 109.08 mg/l et 366.4 ± 159.52 mg/l (p value 0.0193). Les analyses montrent des valeurs typiques de MS dont les moyennes sont de $2100+1927.683$ mg/L, $3024+895.803$ mg/L, $1766+103.945$ mg/L (p value 0.548) respectivement pour les ménages, les camions et la décharge. La matière volatile représente une grande portion de la matière sèche témoignant ainsi que les

boues ne sont pas encore stabilisées. Il subsiste encore une proportion importante de matières organiques biodégradables dans les boues. Le taux important de matière volatile serait la conséquence d'une minéralisation lente en milieu anaérobie dans les fosses (Kouawa et al., 2016).

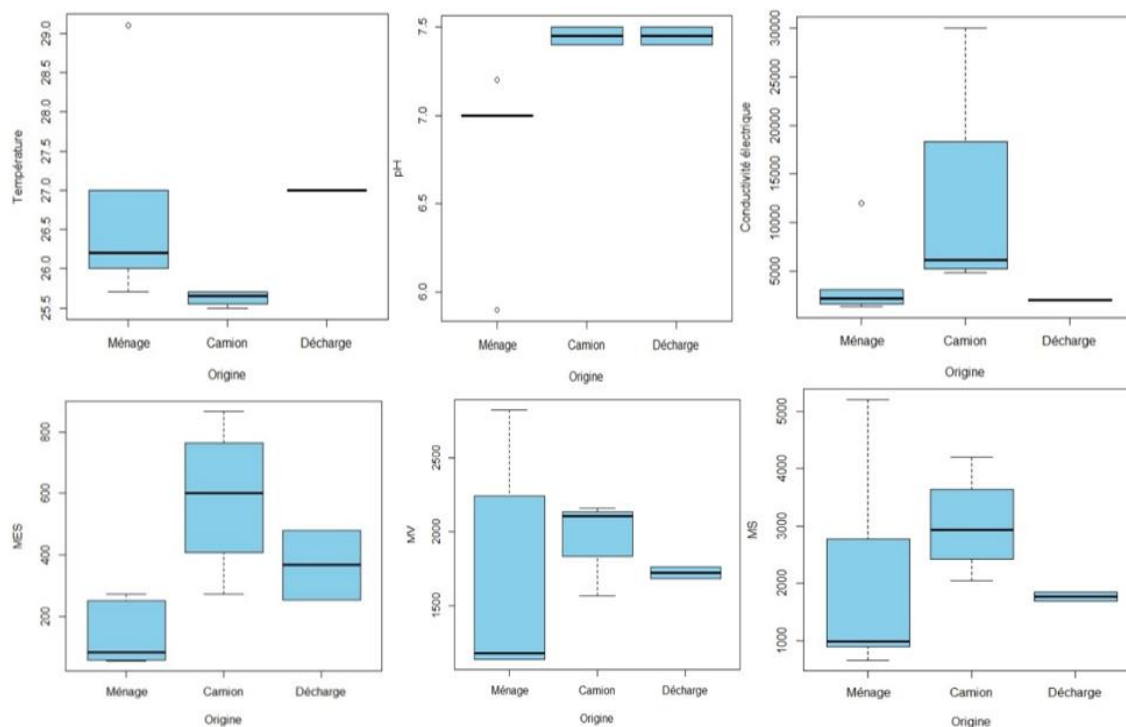
La pollution organique des boues de vidange exprimée en DBO5, a donné des concentrations moyennes de 340 mg/L ; 93.5 mg/L ; 626 mg/L (p value 0.000393) respectivement pour les ménages, les camions et la décharge. Concernant la DCO, les concentrations de boues de vidange des trois provenances respectives a donné des valeurs moyennes de 1252 mg/l ; 610 mg/l ; 7430 mg/l (p value 8.45e-06). Les valeurs de DCO et de DBO5 sont particulièrement élevées par rapport aux données de littérature.

L'évaluation de la biodégradabilité de ces boues de vidange par le ratio DCO/DBO5. Ce rapport est un élément essentiel de la caractérisation des boues car il permet de déterminer si elles peuvent être traitées biologiquement ou non. Bien qu'une large gamme de variabilité ait été notée pour le rapport DCO/DBO pour les échantillons des ménages, camions et décharge, les rapports moyens étaient supérieurs à trois pour les échantillons des ménages (3.656) et significativement supérieurs à cinq pour les échantillons des camions (16.197) et de la décharge (12.463). Il est difficile d'envisager le traitement biologique des boues car Cela

montre que les boues de vidange ont un potentiel de biodégradabilité légèrement faible. Les travaux de (Strauss et al., 2000) indiquent qu'une faible biodégradabilité caractérisée par un rapport DCO/DBO aussi élevé peut être attribuée à la présence de polluants inorganiques.

La teneur en azote total, nous donne des valeurs moyennes de 97 mg/l ; 96.25mg/l et 55 mg/l (p value 0.458) respectivement dans les boues de vidange des ménages, camions, et de la décharge. La teneur en nutriments phosphorés révèle des valeurs moyennes respectives de 115 mg/l ; 143.50 mg/l et 77.50 mg/l (p value 0.514) respectivement dans les boues de vidange des ménages, camions, et de la décharge et enfin le potassium pour compléter cette famille de nutriment donne des valeurs moyennes respectives de 431.4 mg/l ; 406.2 mg/l et 229.5 mg/l (p value 0.598) respectivement dans les boues de vidange des ménages, camions, et de la décharge. Les boues peuvent donc être valorisées en agriculture. Bien que le phosphore et l'azote soient des nutriments pouvant être mis à profit dans l'agriculture, ils ont des impacts environnementaux s'ils sont mal gérés. Il s'agit de l'eutrophisation et des proliférations d'algues dans les eaux de surface et de la contamination de l'eau potable (Strande et al., 2014).

3.3.2. Caractéristiques microbiologiques



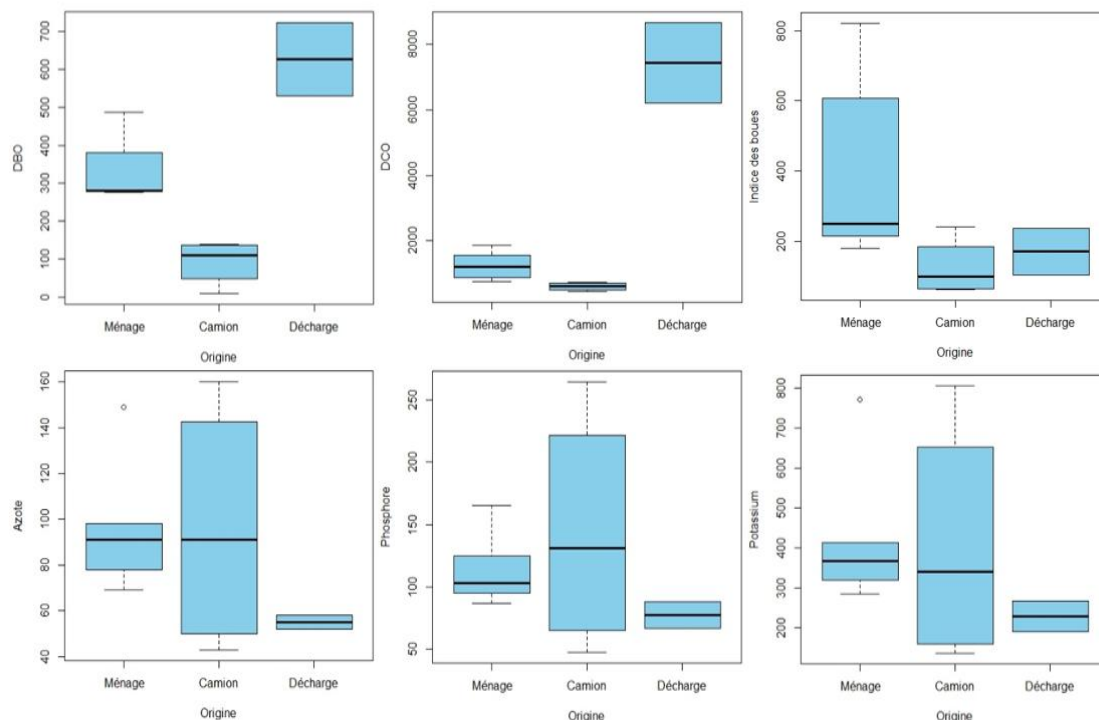


Figure 4. Variation de quelques paramètres microbiologiques en fonction de maillon de la filière

Cette étape a examiné et interprété les données en utilisant des mesures des tendances centrales et les tests de normalité. Les calculs des mesures des tendances centrales et des dispersions ainsi que l'évaluation de la normalité des données sont obtenus à l'aide de Eviews 10.

Les analyses microbiologiques révèlent des concentrations élevées en pathogènes. La pollution bactériologique est relativement plus importante dans nos boues de vidange ; en ce qui concerne les coliformes fécaux, la concentration moyenne dans les boues des ménages est de 169.4 ± 120.05 UFC/100mL, contre 146.2 ± 105.94 UFC/100mL (p value 0.678) dans celles des camions et 87 ± 60.81118 UFC/100mL dans celles de la décharge. La teneur en coliformes fécaux constitue un critère de dimensionnement des bassins de maturation destinés essentiellement à désinfecter le percolât. Ces concentrations sont supérieures à celles obtenues par (Kouawa et al., 2016) et (Baro, 2012).

L'analyse parasitologique a mis en évidence des œufs d'ascaris, trichocéphales et amibes viables. Les concentrations étaient de 0 à 2 œufs/L. Les résultats de cette étude sont dans l'intervalle à ceux rapportés par (Kouawa et al., 2016) à Ouagadougou avec des concentrations de 0 à 842 œufs/L. Selon (Stien, 1989), la grande variété des œufs d'helminthes mis en

évidence et l'importante dispersion des concentrations sont sous la dépendance de plusieurs facteurs dont le nombre d'individus infestés, le nombre d'œufs pondus quotidiennement par l'espèce helminthe et le nombre d'œufs éliminés par gramme de matière fécale humaine infestée.

4. Conclusion

Cette étude a pour objectif d'évaluer la gestion des boues de vidange par le biais de la quantification et de la caractérisation des boues de vidange produites dans le bassin versant de la Funa. Pour améliorer les solutions de gestion, il est essentiel de mesurer les boues de vidange, car aucune méthode isolée ne permet d'obtenir une image précise de ce qui se passe réellement dans une production à grande échelle. Il est possible d'obtenir une estimation plus réaliste des boues fécales produites en faisant la moyenne des différentes méthodes de quantification, ce qui permet d'éviter de sous-estimer ou de surestimer la quantité de boues à gérer en raison de biais dans la méthode de quantification. Les résultats de la caractérisation révèlent que les propriétés des boues fécales présentent une grande variabilité intrinsèque et que de nombreux facteurs ont un impact sur la teneur en boues fécales, indépendamment des biais causés par la méthode de caractérisation. C'est la raison pour laquelle il est

crucial de ne pas se limiter à fournir des moyennes des quantités et des caractéristiques des boues fécales dans le bassin, mais de les analyser en fonction du type de restriction, de l'origine des échantillons et d'autres catégories de données démographiques, environnementales et techniques. La production annuelle de boues dans le bassin est importante. Les propriétés physiques et chimiques révèlent que les boues contiennent une grande quantité de polluants organiques. Les boues de vidange présentent des niveaux élevés de bactéries fécales et d'agents pathogènes, ce qui entraîne un risque pour la santé publique et l'environnement en raison de leur déversement sans traitement. En utilisant cette étude, il est possible de saisir la quantité et les caractéristiques des boues produites dans le bassin versant de la Funa afin de choisir les technologies de traitement des boues adéquates.

Remerciements

Ce travail a été soutenu par l'école Régionale de l'Eau (ERE) de l'Université de Kinshasa (UNIKIN). Il a pu être réalisé grâce à l'accompagnement du Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo (CRREBaC) et l'entreprise AUTO SERVICE RESTAURE pendant nos descentes sur terrain. NGOYI LUMAMI Hénoch a également apporté une aide précieuse, des révisions et des commentaires.

Financement

Les auteurs remercient WaterNet/SADC et NBCBN pour leurs différents soutiens financiers.

Conflit d'Intérêt

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas d'intérêts financiers concurrents connus ou de relations personnelles qui auraient pu sembler influencer le travail présenté dans cet article.

Considérations éthiques

La recherche sur le terrain n'a impliqué aucune menace pour une communauté ou espèces protégées. Aucune organisation informelle ou légale n'a joué un rôle clé dans la conception de l'étude, la collecte et l'analyse des données afin de décider du résultat final de l'étude. La décision de préparer le manuscrit et de le publier a été prise uniquement par les auteurs.

Contribution des auteurs

M.M.B. : a conçu le projet, a effectué tous les travaux sur le terrain, rédigé le manuscrit principal

R.M.T. : a participé à l'élaboration et à la supervision du projet.

R.V.K. : a analysé les données et effectué la relecture critique du manuscrit.

A.M.L. : a été chargé d'effectuer tous les travaux et analyses de laboratoire.

L.N. : a participé à l'élaboration du projet et à la collecte des données.

T.T.T. : a supervisé le travail sur le terrain et a agi en tant que directeur académique du projet, donné l'approbation finale de la version à soumettre.

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

ORCID des Auteurs

Bira M.M. : <https://orcid.org/0009-0002-6334-6423>;

Tshimanga M.R. : <https://orcid.org/0000-0002-4726-3495>;

Kizungu V.R. : <https://orcid.org/0000-0002-1051-6890>;

Lanasa M.A. : <https://orcid.org/0009-0008-1119-007X>;

Nkaba L. : <https://orcid.org/0000-0002-7491-9349>;

Tangou T.T. : <https://orcid.org/0009-0003-6788-9684>.

Références bibliographiques

- Ahmed, S., & Bredenkamp, C. (2021). Fiscal space and health financing in Africa. *Health Policy and Planning*, 36(6), 771–782.
- Aregbeshola, B. S., & Khan, S. (2021). Public health expenditure and health outcomes in Sub-Saharan Africa. *BMC Health Services Research*, 21(1).
- Armey, R. (1995). *The freedom revolution: The new Republican House Majority Leader tells why big government failed*. Regnery Publishing.
- Balaji, M., Srinivas, G., & Rathod, A. (2021). Public investment in health and growth in LMICs. *Global Journal of Health Economics and Policy*, 4(3).
- Banque Centrale du Congo. (2022). *Rapport annuel*. BCC.
- Banque Mondiale. (2022).
- Barro, R. (1996). Health, human capital and economic growth. *Paper for the Program on*.
- Barroy, H., Dale, E., Sparkes, S., Kutzin, J., & T. (2020). Budget matters for universal health coverage: Processes and reforms to institutionalize budgetary priority for UHC. *Health Financing Working Paper*, 20(03).
- Bathily. (2023). Dépenses publiques de santé et croissance économique en Afrique subsaharienne : Une analyse de long terme par la méthode de panel VAR. *African Scientific Journal*, 3(18), 215–237.
- Chakroun, M., & Dakhlaoui, A. (2023). Threshold effects in health financing: Evidence from developing economies. *International Economics and Economic Policy*.

-
- Denton, F. (1971). Adjustment of monthly or quarterly series to annual totals: An approach based on quadratic minimization. *Journal of the American Statistical Association*, 66(333).
- Dinçer, H., & Yuksel, S. (2019). Identifying the causality relationship between health expenditure and economic growth: An application on 7 countries. *Journal of Health Systems and Policies*, 1(1), 5–23.
- Hansen, B. (2000). Sample splitting and threshold estimation. *Econometrica*, 68(3), 575–603.
- Hou, W., & Li, S. (2024). Optimal government size and growth: New evidence from a panel threshold model. *Economic Modelling*, 132, 106623.
- Kana, J. (2024). *Investissement en capital humain, inégalités de revenus et réduction de la pauvreté en RD Congo : Une approche à l'aide d'un modèle d'équilibre général calculable dynamique récursif*.
- Lee, K. (2021). Nonlinear effects of public spending in developing countries. *World Development*, 44.
- Lowenga, L., et al. (2023). Financement de la santé et protection financière des ménages en RDC : Approche économétrique de modèle VAR. *Revue Congolaise des Sciences & Technologies*.
- Vallet, G. (2020). *Économie politique du genre*. De Boeck Supérieur.
- Wang, Y., & Xie, Y. (2022). Threshold effects of health expenditure on economic growth: Evidence from emerging economies. *Health Economics Review*, 12(1), 21.
- World Health Organization. (2023). *Global Health Expenditure Database*. WHO.
- Xu, K., et al. (2022). Health financing strategies in low-income countries: A review of public-private dynamics. *Health Policy and Planning*, 37(4), 502–516.