Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture
http://www.rafea-congo.com
2026 ; 9(2), 524-533
ISSN (Print) : 2708-7743 **eISSN** : 2708-5422 **Dépôt légal** : JL 3.01807-57259

Évaluation de l'impact des stations d'épuration au Centre Hospitalier Mère-Enfant de Ngaba et à l'Hôpital Biamba Marie Mutombo de Kinshasa

Theddy Mbuma Mbabu[1*], André Kanjinga Ngoyi[1,3], Hervé Ngangu Buloki[1], Junior Omba[2], Crispin Mulaji Kyela[2,3], and Thierry Tangou Tabou[1,3]

[(1)]Université de Kinshasa. Faculté des Sciences et Technologies. Mention Sciences et Gestions de l'Environnement. BP 190 Kinshasa XI (RDC). E-mail : herve.ngangu@unikin.ac.cd
[(2)]Université de Kinshasa. Faculté des Sciences et Technologies. Mention Chimies et Industries. BP 190 Kinshasa XI (RDC)
[(3)]Centre d'Excellence de Chimie, Biologie, Radiologie et Nucléaire de République Démocratique du Congo (CoE-CBRN/RDC). BP 5429 Kinshasa/Gombe (RDC)

Reçu le 04 mai 2026, **accepté le** 14 juin 2026, **publié en ligne le** 27 juin 2026
DOI : https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9i2.49

RESUME

Description du sujet. Les effluents hospitaliers constituent une source majeure de pollution environnementale et de risques sanitaires, particulièrement dans les pays en développement où les infrastructures de traitement sont limitées. À Kinshasa, la gestion de ces rejets demeure insuffisamment encadrée.
Objectifs. Cette étude vise à évaluer l'efficacité des dispositifs d'épuration du Centre Mère-Enfant (CME) de Ngaba et de l'Hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) à Kinshasa, afin de mesurer leur contribution à la protection de l'environnement récepteur.
Méthodes. Des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées sur les effluents des deux établissements. L'Indice de Qualité de l'Eau (IQE) a été utilisé comme outil de synthèse pour apprécier la qualité globale des rejets et comparer l'efficacité des systèmes de traitement.
Résultats. Les effluents du CME/Ngaba présentent une qualité très dégradée (IQE compris entre 13,9 et 86,9), révélant un impact direct lié à l'absence de traitement. À l'HBMM, une amélioration notable est observée en sortie de système (IQE = 0,36), confirmant l'efficacité de la station à biodisques et de la désinfection finale.
Conclusion. L'implantation d'une station d'épuration réduit significativement la charge polluante des effluents hospitaliers, bien que les performances varient selon les technologies utilisées. La généralisation de ces infrastructures, couplée à un suivi technique et réglementaire rigoureux, est indispensable pour protéger la santé publique et l'environnement urbain de Kinshasa.

Mots-clés : Effluents hospitaliers, station d'épuration, pollution, santé environnementale, Kinshasa.

ABSTRACT

Impact Evaluation of Wastewater Treatment Plants at the Ngaba Mother-Child Hospital Center and the Biamba Marie Mutombo Hospital of Kinshasa
Description of the subject. Hospital effluents represent a major source of environmental pollution and health risks, particularly in developing countries where treatment infrastructure is limited. In Kinshasa, the management of these discharges remains insufficiently regulated.
Objectives. This study aims to evaluate the effectiveness of the wastewater treatment systems at the Ngaba Mother-Child Center (CME) and the Biamba Marie Mutombo Hospital (HBMM) in Kinshasa, in order to measure their contribution to the protection of the receiving environment.
Methods. Physico-chemical and microbiological analyses were conducted on the effluents of both establishments. The Water Quality Index (WQI) was used as a synthetic tool to assess the overall quality of the discharges and to compare the efficiency of the treatment systems.
Results. Effluents from the CME/Ngaba show highly degraded quality (WQI between 13.9 and 86.9), revealing a direct impact linked to the lack of treatment. At the HBMM, a notable improvement is observed at the system outlet (WQI = 0.36), confirming the effectiveness of the rotating biological contactor (RBC) station and the final disinfection.
Conclusion. The implementation of a wastewater treatment plant significantly reduces the pollutant load of hospital effluents, although performance varies depending on the technologies used. The widespread adoption of

such infrastructure, coupled with rigorous technical and regulatory monitoring, is essential to protect public health and the urban environment of Kinshasa.

Keywords: Hospital effluents, wastewater treatment plant, WQI, pollution, Kinshasa, environmental health.

1. INTRODUCTION

La gestion des effluents hospitaliers constitue un enjeu majeur de santé publique et de protection de l'environnement, en raison de leur composition complexe incluant agents pathogènes, substances chimiques toxiques et résidus pharmaceutiques (Verlicchi *et al.*, 2010 ; Chonova *et al.*, 2016). Plusieurs études ont montré que ces rejets présentent des concentrations en micropolluants significativement plus élevées que les eaux usées domestiques, atteignant parfois des niveaux 4 à 150 fois supérieurs (Fekadu *et al*., 2015 ; Maheshwari *et al*., 2016). Ces caractéristiques confèrent aux effluents hospitaliers un potentiel élevé de toxicité, incluant des effets mutagènes, cancérogènes et tératogènes, ainsi qu'un rôle important dans la dissémination des bactéries multi-résistantes (Akoua *et al*., 2004 ; Gessienne *et al.*, 2008 ; Leprat, 2011).

Dans les pays en développement, la gestion de ces effluents demeure insuffisamment encadrée, en raison du déficit d'infrastructures et de cadres réglementaires souvent inexistants ou peu appliqués (OMS, 2005). De nombreux travaux ont souligné que l'absence de traitement conduit à des rejets directs dans les milieux récepteurs, aggravant la pollution des ressources en eau et la propagation de maladies hydriques (Chevalier, 2002 ; Michel, 2015 ; Eugen, 2019). En Afrique subsaharienne, cette situation est exacerbée par l'urbanisation rapide et le manque d'assainissement structuré, entraînant une contamination diffuse des eaux de surface et souterraines (Darsy *et al.*, 2002 ; Lapworth *et al*., 2017 ; Tifang Amboh *et al*., 2025).

En République Démocratique du Congo, des études pionnières ont montré la gravité de cette problématique, notamment à Kinshasa où les effluents hospitaliers sont rejetés sans traitement adéquat (Kazadi, 2012 ; Mpungi, 2016 ; Kitambala Kaboka *et al.*, 2017;). Les travaux récents sur les effluents hospitaliers et stations d'épuration urbaines, tels que le projet SIPIBEL en France (Bertrand-Krajewski *et al*., 2018 ; Dagot *et al.*, 2019), ont démontré l'importance d'évaluer l'efficacité réelle des dispositifs de traitement pour réduire les risques environnementaux et sanitaires. Cependant, peu d'études comparatives ont été menées en Afrique centrale pour apprécier l'apport concret des stations d'épuration hospitalière.

Dans ce contexte, la présente étude vise à évaluer l'efficacité des dispositifs d'épuration du Centre Mère-Enfant (CME) de Ngaba et de l'Hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) à Kinshasa, afin de mesurer leur contribution à la protection de l'environnement récepteur.

Cette étude peut contribuer à l'amélioration et à la gestion durable des eaux usées hospitalières et à la protection de l'environnement récepteur face aux rejets hospitaliers. Elle renseigne aussi sur les stratégies de réduction des maladies d'origine hydrique et autres maux liés à la charge de ces eaux usées.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Sites d'étude

La présente étude a été conduite dans deux établissements hospitaliers à Kinshasa, caractérisés par des modes de gestion contrastés des effluents liquides (Figure 1). Le premier site est l'Hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM), un établissement hospitalier moderne disposant d'un système intégré de gestion des eaux usées. Les effluents issus des différents services hospitaliers (soins intensifs, blocs opératoires, laboratoires, imagerie médicale, buanderie, cuisine, etc.) sont collectés et acheminés vers une installation de traitement comprenant un prétraitement, un traitement biologique et une désinfection finale. Ce dispositif permet une réduction de la charge polluante avant rejet dans le milieu récepteur.

Le système de traitement des eaux usées de l'Hôpital Biamba Marie Mutombo repose sur une filière combinant des procédés physico-chimiques et biologiques, organisée en trois étapes principales : Le prétraitement est assuré par une fosse septique de grande capacité recevant l'ensemble des effluents hospitaliers. Cette étape permet la décantation des matières en suspension, la réduction partielle de la charge organique ainsi que l'élimination de certains solides grossiers et agents pathogènes.

Les eaux prétraitées sont ensuite transférées vers une station à biodisques (Rotating Biological Contactors, RBC), où s'effectue le traitement secondaire. Ce procédé biologique aérobie repose sur l'action de micro-organismes fixés sur des disques en rotation partiellement immergés. La rotation des disques favorise alternativement l'absorption des substrats organiques et l'oxygénation du biofilm, assurant ainsi la dégradation de la matière organique dissoute et la réduction de la demande biochimique en oxygène

(DBO_5). Enfin, le traitement tertiaire est réalisé par une désinfection chimique au chlore, visant à éliminer les micro-organismes pathogènes résiduels avant le rejet des effluents dans le milieu naturel. Les eaux traitées sont ensuite évacuées vers le réseau de drainage, puis dirigées vers le milieu récepteur, notamment la rivière Nsanga.

Le second site est le Centre Hospitalier Mère-Enfant de Ngaba (CHME), caractérisé par l'absence de station d'épuration fonctionnelle. Dans cet établissement, les effluents hospitaliers sont rejetés directement dans l'environnement sans traitement préalable, exposant ainsi les milieux récepteurs à une pollution importante d'origine organique, chimique et microbiologique.
Cette configuration contrastée entre les deux sites offre un cadre pertinent pour évaluer l'apport réel d'une station d'épuration dans la réduction de la pollution des effluents hospitaliers.

2.3. Méthodes

Échantillonnage

Les effluents ont été prélevés à différents points de rejet selon les recommandations de l'ISO 5667 (2014). Un total de six échantillons (dont quatre au Centre Hospitalier Mère-Enfant de Ngaba et deux à l'Hôpital Biamba Marie Mutombo) a été collecté au mois de juillet 2024, entre 6 h et 7h30'afin d'assurer la représentativité des données. Les échantillons ont été codés de la manière suivante :
(i) Pour le Centre hospitalier Mère et Enfant de Ngaba :
-C1 représente l'effluent brut au niveau du centre hospitalier ;
-C2 représente l'échantillon au point de rejet sur la rivière Yolo
-C3 représente l'échantillon à 100 m en amont au point de rejet
-C4 représente l'échantillon à 100 m en aval au point de rejet ;
(ii) Pour l'hôpital Biamba Marie Mutombo :
-H1 représente l'échantillon (effluent brut) au niveau du bassin de rétention avant la station d'épuration ;
-H2 représente l'échantillon (effluent) au point de rejet après la station d'épuration.

Les paramètres physico-chimiques (DBO_5, DCO, MES, azote total et phosphore total) et microbiologiques (coliformes totaux et fécaux) ont été analysés conformément aux méthodes normalisées de l'APHA (2017) et aux directives de l'OMS (2017). La figure ci-après montre la géolocalisation des points de prélèvement des échantillons au Centre Hospitalier Mère-enfant de Ngaba et Hôpital Biamba Marie Mutombo.

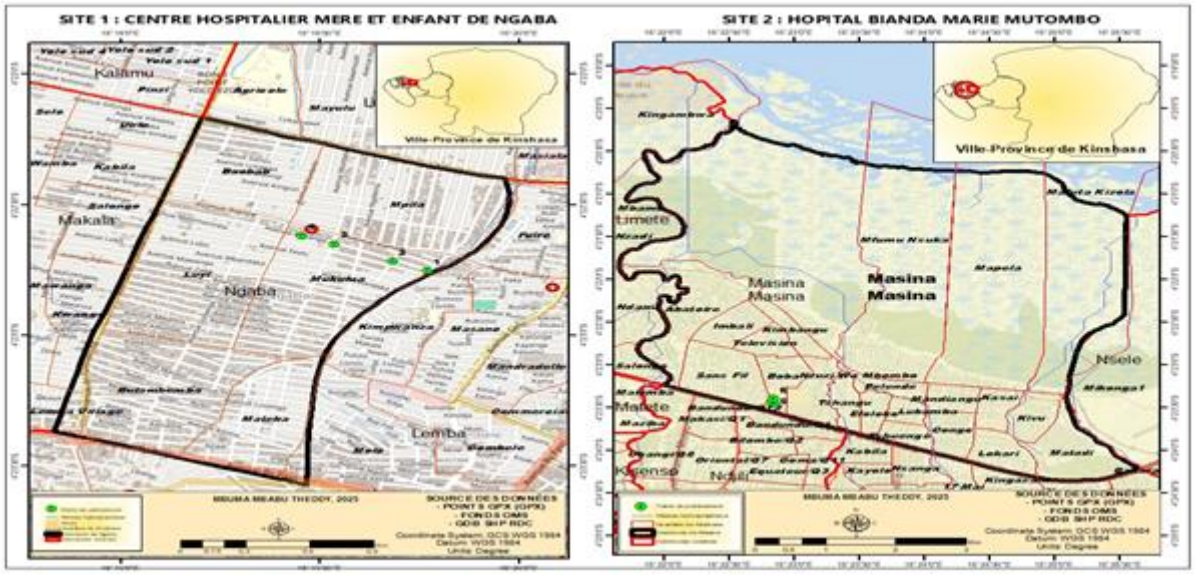

Figure 1. Sites d'étude et points de prélèvements des échantillons : Centre Hospitalier Mère et Enfant de Ngaba et Hôpital Biamba Maria Mutombo

Paramètres analysés (APHA, 2017) et directives de l'OMS (2017)

Demande biochimique en oxygène (DBO_5)

La mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) a été faite par la méthode à reflux fermé « digestion au réacteur ». Après homogénéisation des échantillons des eaux usées, 2 ml ont été prélevés et introduits dans des tubes à DCO, puis incubés en présence d'un témoin à 150 °C pendant 2 heures dans un thermo-réacteur (appareil de chauffage multitubes) de DCO préchauffé pendant 2 heures.
Après refroidissement des tubes, la valeur de la DCO de l'échantillon a été lue en mg/l, au photomètre Lovibond de marque MD/600 à la longueur d'onde 430 nm.

Demande chimique en oxygène (DCO)

La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) a été réalisée selon le protocole. Un volume de 20 ml de l'échantillon a été prélevé, auquel ont été ajoutés 0,4 g de sulfate de mercure ($HgSO_4$) pour complexer les chlorures. Après mélange, 10 ml de dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) et 30 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré ont été introduits dans la solution. Le mélange a été chauffé dans un réacteur de DCO et maintenu à une température de 150 °C pendant 2 heures. Après le refroidissement, le contenu de chaque matras a été rincé trois à quatre fois à l'eau distillée. L'ajout de 3 à 5 gouttes de ferroïne a servi d'indicateur coloré avant de procéder au titrage avec le sel de Mohr à 0,25 N. Le point d'équivalence a été identifié par le passage à une coloration brun-rouge (souvent perçue comme jaune violacée selon la concentration). Le calcul de la DCO a été effectué selon la formule suivante : DCO (mg O2/L) = (b – a) × C × 8000 / V, où b représente le volume de sel de Mohr utilisé pour le témoin (blanc), a le volume utilisé pour l'échantillon, C la concentration de la solution titrante et V le volume de l'échantillon (ISSeP, 2014).

Matieres en suspension (MES)

La détermination des matières en suspension a consisté, dans un premier temps, à humidifier des papiers filtres Whatman avec de l'eau distillée, puis à les placer à l'étuve à 105 °C pendant une heure. Après un refroidissement de 20 à 25 minutes au dessiccateur, les filtres ont été pesés à l'aide d'une balance de précision (masse initiale).
Ensuite, 50 ml de chaque échantillon ont été filtrés. Les papiers filtres contenant les résidus ont été placés de nouveau à l'étuve à 105 °C pendant une heure pour séchage. Après un dernier passage au dessiccateur, les filtres ont été pesés une seconde fois afin de déterminer la masse finale et d'en déduire la concentration en MES.

Azote total

La détermination de l'azote total a été effectuée selon le protocole d'analyse des recommandations des lignes directrices concernant l'application des contrôles de la qualité en chimie, DR-12-SCA-01, CEAEQ (2014). Un volume de 100 ml d'échantillon est d'abord prélevé dans un bécher. Pour la minéralisation de la solution organique, 3 g de catalyseur au sulfate de cuivre (CuSO4) sont ajoutés, suivis de l'ajout d'acide sulfurique concentré. Le mélange a été chauffé jusqu'à l'apparition d'une coloration blanche, signe de la fin de la digestion. Après le refroidissement, la solution a été jaugée puis introduite dans le distillateur pour une durée de huit minutes. Le distillat ainsi obtenu a été recueilli dans une solution réceptrice. Enfin, le dosage était réalisé par titrage à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique normalisé, en utilisant le sel de Mohr (sulfate de fer (II) d'ammonium hexahydraté) si la méthode spécifique de retour est employée.

Le Phosphore

La teneur en phosphore a été évaluée selon un protocole structuré en trois étapes clés (CEAEQ, 2014). La première phase consiste en une digestion complète de l'échantillon afin d'oxyder toutes les formes de phosphore en orthophosphates par l'action du persulfate de potassium en milieu acide sous pression, à l'aide d'un autoclave maintenu à environ 121 °C. Dans un deuxième temps, les orthophosphates ainsi libérés ont réagi avec les ions molybdates et antimoine pour former un complexe phosphomolybdate. Ce complexe a été ensuite réduit par l'acide ascorbique, provoquant l'apparition d'un composé coloré appelé bleu de molybdène. Enfin, l'intensité de cette coloration a été mesurée par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 660 nm, l'absorbance obtenue étant directement proportionnelle à la concentration en phosphore total de l'échantillon

La teneur en phosphore a été déterminée par une digestion complète de l'échantillon afin d'oxyder toutes les formes de phosphore en orthophosphates. Cette étape a été réalisée à l'aide de persulfate de potassium en milieu acide sous pression, dans un autoclave réglé à environ 121 °C. Par la suite, les orthophosphates ont réagi avec les ions molybdate et antimoine pour former un complexe phosphomolybdate. Ce complexe a ensuite été réduit par l'acide ascorbique afin de générer un complexe bleu de molybdène. Enfin, l'intensité de la coloration a été mesurée par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 660 nm, l'absorbance étant proportionnelle à la concentration de phosphore présente dans l'échantillon.

Analyses bactériologiques (LDAL, 2021)

Pour la détection des coliformes fécaux (CF), le milieu Tryptone Bile X-glucuronide Agar (TBX) a été utilisé. La préparation a consisté à dissoudre 18,5 g de poudre de TBX dans 500 ml d'eau distillée, puis à porter doucement le mélange à ébullition pour assurer une dissolution complète. Le milieu a ensuite été stérilisé à l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes. Après refroidissement, un volume de 15 ml a été réparti dans chaque boîte de Pétri stérile. La méthode analytique a consisté à prélever 100 µl d'échantillon pour l'ensemencement. Les boîtes ont été incubées pendant au moins 24 heures à 44 °C. Seules les colonies de couleur bleue ont été dénombrées. Concernant les streptocoques fécaux (SF), notamment *Enterococcus* sp., le milieu Slanetz

Bartley Agar (SBA) a été employé. Sa préparation a nécessité la dissolution de 20,75 g de poudre dans 500 ml d'eau distillée. Le mélange a été chauffé sous agitation jusqu'à ébullition pour une dissolution totale, sans passage à l'autoclave. Après refroidissement, 15 ml de ce milieu ont été versés dans des boîtes de Pétri stériles. Les résultats de ces analyses s'expriment en Unités Formant Colonies (UFC) par millilitre ou par 100 ml, en tenant compte du volume de l'inoculum (V) et du facteur de dilution (d) appliqués lors de l'expérimentation.

Indice de Qualité de l'Eau (IQE)

L'évaluation globale de la qualité des effluents hospitaliers a été réalisée à l'aide de l'Indice de Qualité de l'Eau (IQE), développé par Brown *et al.* (1970) et adapté aux eaux usées hospitalières (Verlicchi *et al.,* 2010). Cet outil synthétique permet d'intégrer plusieurs paramètres physico-chimiques et microbiologiques en une seule valeur représentative de l'état global de l'eau. L'utilisation de l'IQE vise à simplifier l'interprétation des données, faciliter la comparaison entre les sites étudiés et fournir un outil d'aide à la décision pour la gestion durable des eaux usées hospitalières.

Cet indice a comme formule : $IQE = \frac{\sqrt{F_1^2+F_2^2+F_3^2}}{1,732}$

Où :

F_1 (étendue) : pourcentage de variable non conforme

F_2 (fréquence) : pourcentage de tests non conforme

F_3 (amplitude) : écart des résultats par rapport aux normes

Analyse statistique

Les données ont été traitées statistiquement à l'aide du logiciel Excel**.** Les comparaisons entre les sites ont été effectuées à l'aide du test de Student, avec un seuil de significativité fixé à $p < 0,05$**.**

3. RESULTATS

3.1. Paramètres physicochimiques

Le tableau 1 présente les paramètres physico-chimiques des échantillons du CHME/ Ngaba et de l'hôpital Biamba Marie Mutombo.

Tableau 1. Paramètres physicochimiques des échantillons du CHME/ Ngaba et de l'hôpital Biamba Marie Mutombo

Institution		**DBO5 en mg/d'O2 /l**	**DCO en mgO_2/l**	**MES en mg/l**	**Azote total en mg/l**	**Phosphore en mg/l**
CHME/ Ngaba	C1	49	242	14000	1,7	43,4
	C2	44	196	3000	2,6	29,0
	C3	28	129	2000	2,9	10,0
	C4	39	134	1900	1,0	15,0
HBMM	H1	47	145	129	29,0	16,0
	H2	5	30	21	0,1	0,4
Référence OMS (2017)		≤ 30 mg d'O2/l	≤ 90 mg d'O2/l	≤ 35 mg/l	0,2 mg/l	< 2 mg/l

Les résultats du Tableau 1 mettent en évidence des contrastes marqués entre les effluents hospitaliers du Centre Hospitalier Mère-Enfant de Ngaba (CHME), dépourvu de station d'épuration, et ceux de l'Hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM), équipé d'un dispositif de traitement.

Au CHME Ngaba, les valeurs de la DBO_5 (28–49 mg O_2/l) et de la DCO (129–242 mg O_2/l) dépassent largement les normes de l'OMS (2016) (≤ 30 mg O_2/l et ≤ 90 mg O_2/l), traduisant une forte charge organique biodégradable et totale. Les matières en suspension (1 900–14 000 mg/l) excèdent de plusieurs ordres de grandeur la limite fixée à 35 mg/l, confirmant un rejet direct sans traitement. Les concentrations en nutriments (azote total 1–2,9 mg/l et phosphore 10–43,4 mg/L) dépassent également les seuils OMS, 2016, révélant un potentiel eutrophisant élevé.

À l'HBMM, les résultats montrent une amélioration significative au point de sortie du système (H2). La DBO_5 est réduite à 5 mg O_2/l, la DCO à 30 mg O_2/l et les MES à 21 mg/l, toutes conformes aux normes OMS (2016). Les nutriments sont également maîtrisés (azote total 0,1 mg/l et phosphore 0,4 mg/l), indiquant une réduction efficace du potentiel de pollution.

La Figure 2 illustre clairement ces différences : les effluents du CHME présentent des charges organiques et solides extrêmement élevées, tandis que ceux de l'HBMM, après traitement, atteignent des niveaux proches des standards internationaux.

Ces résultats confirment que l'absence de station d'épuration entraîne un rejet direct d'effluents hautement pollués, avec des risques majeurs pour la santé publique et l'environnement. À l'inverse, la présence d'un dispositif de traitement contribue à une réduction significative de la charge polluante, bien que son efficacité reste conditionnée par la maintenance et le suivi technique.

3.2. Paramètres bactériologiques des échantillons du CHME/ Ngaba et de l'hôpital Biamba Marie Mutombo

Les paramètres bactériologiques des échantillons du CHME/Ngaba et de l'hôpital Biamba Marie Mutombo sont présentés au tableau 2.

Tableau 2. Paramètres bactériologiques des échantillons du CHME/ Ngaba et de l'hôpital Biamba Marie Mutombo

Institution		**Coliforme totaux (En UFC)**	**E coli (En UFC)**	**Entérocoque (En UFC)**
CHME/ Ngaba	C1	300	300	48
	C2	300	300	29
	C3	300	300	20
	C4	300	300	16
HBMM	H1	300	300	22
	H2	-	-	-
Référence OMS (2017)		≤10 UFC/100 ml	≤10 UFC/100 ml	≤10 UFC/100 ml

Le Tableau 2 montre une contamination microbiologique très élevée dans les effluents du CHME/Ngaba : les coliformes totaux et *E. coli* dépassent systématiquement 300 UFC/100 mL, bien au-delà des normes OMS (≤ 10 UFC/100 ml), tandis que les entérocoques atteignent 16 à 48 UFC. À l'HBMM, la charge reste élevée au point H1, mais au point H2, correspondant à la sortie du système de traitement, les indicateurs microbiologiques sont totalement absents. Cela confirme l'efficacité du dispositif de biodisques et de la désinfection finale pour éliminer les microorganismes pathogènes.

3.3. Indice de qualité de l'eau

Qualité des effluents au Centre Hospitalier Mère-Enfant de Ngaba

Les résultats obtenus au niveau du Centre Hospitalier Mère-Enfant de Ngaba indiquent une forte dégradation de la qualité des effluents. Les valeurs de l'Indice de Qualité de l'Eau (IQE) varient entre 13,9 et 86,9, traduisant globalement une qualité très mauvaise selon les points de prélèvement (figure 2).

Cette dégradation importante de la qualité des eaux usées s'explique principalement par l'absence de système de traitement fonctionnel au sein de cet établissement, entraînant un rejet direct des effluents dans le milieu récepteur. Les analyses physico-chimiques révèlent une charge élevée en matières organiques, en matières en suspension ainsi qu'en nutriments, témoignant d'une pollution significative.

Par ailleurs, les résultats microbiologiques mettent en évidence une forte présence de micro-organismes pathogènes, ce qui constitue un risque sanitaire majeur pour les populations exposées. Cette situation favorise également la dégradation des écosystèmes aquatiques, notamment par des phénomènes d'eutrophisation et de contamination des ressources en eau.

La Figure 2 illustre la variation des valeurs de l'IQE au niveau du CHME, mettant en évidence l'hétérogénéité de la pollution ainsi que la prédominance d'une mauvaise qualité des effluents.

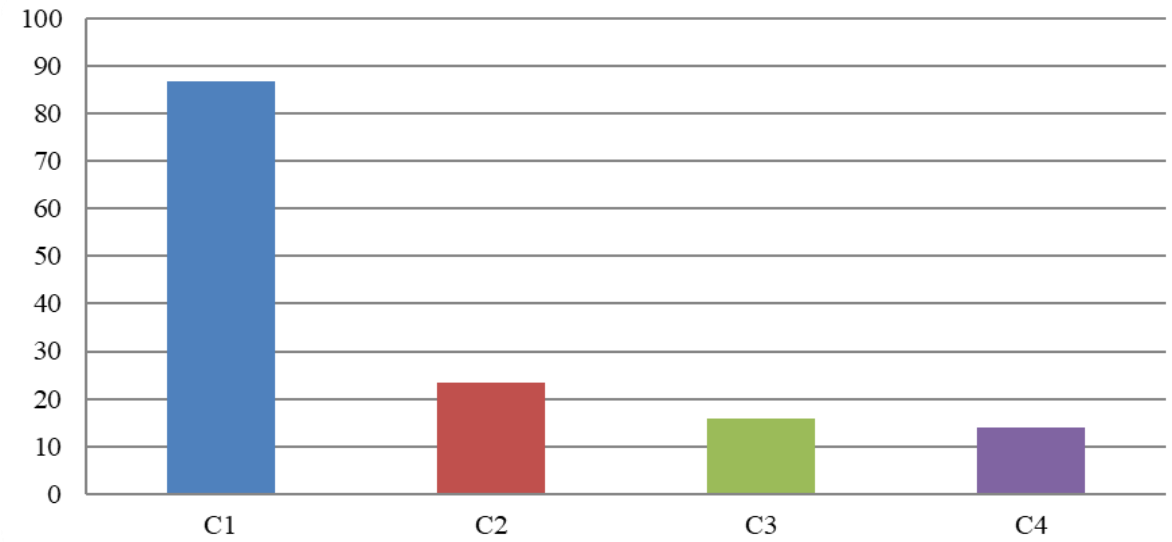

Figure 2. Variation de l'Indice de Qualité de l'Eau (IQE) au CHME

Qualité des effluents à l'Hôpital Biamba Marie Mutombo

Au niveau de l'Hôpital Biamba Marie Mutombo, les résultats montrent une amélioration relative de la qualité des effluents en comparaison avec le site non traité, bien que des disparités importantes soient observées selon les points de prélèvement.

Les valeurs de l'IQE obtenues indiquent une qualité très mauvaise au niveau du site H1 (IQE = 31,97), tandis qu'au site H2, correspondant à la sortie du système de traitement, une amélioration significative est observée avec une valeur d'IQE de 0,36, traduisant une bonne qualité des effluents.

Ces résultats mettent en évidence l'efficacité du système de traitement, notamment de la station à biodisques combinée à une désinfection finale, dans la réduction de la charge polluante des eaux usées hospitalières. Toutefois, la persistance de niveaux élevés de pollution à certains points du système indique une efficacité partielle du dispositif, probablement liée à des contraintes opérationnelles, à un entretien insuffisant ou à une surcharge hydraulique (Figure 3).

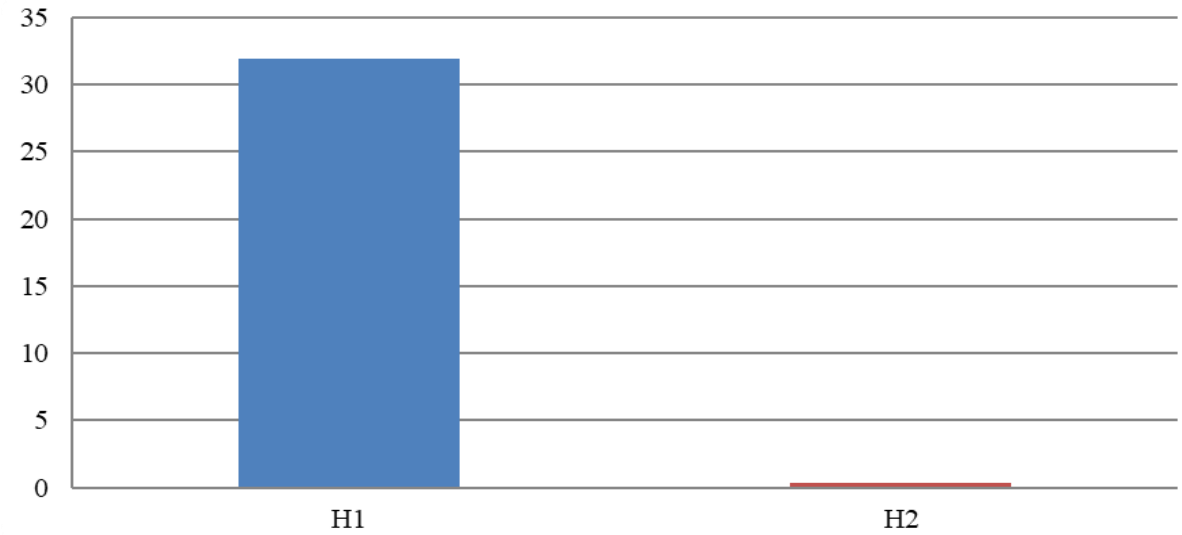

Figure 3. Variation de l'Indice de Qualité de l'Eau (IQE) à HBMM

La Figure 3 présente une comparaison des valeurs de l'IQE entre les différents points de prélèvement au sein de l'HBMM, mettant en évidence la variabilité du fonctionnement du système de traitement.

3.4. Comparaison de l'Indice de Qualité de l'Eau (IQE) des eaux usées hospitalières entre le CHME/Ngaba et l'hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) à Kinshasa

Le tableau 4 illustre la comparaison de l'Indice de Qualité de l'Eau (IQE) des eaux usées hospitalières entre le CHME/Ngaba et l'hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) à Kinshasa.

Tableau 4. Comparaison de l'Indice de Qualité de l'Eau (IQE) des eaux usées hospitalières entre le CHME/Ngaba et l'hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) à Kinshasa

Type d'hôpital	n	IQE moyen	Écart-type	Erreur standard	IC à 95 % de la moyenne	Différence moyenne (CHME − HBMM)	t de Student	p-value
CHME/NGABA	4	34,99	34,84	17,42	[-20,45 ; 90,44]	—	—	—
HBMM	2	16,17	22,35	15,81	[-184,67 ; 217,01]	—	—	—
Comparaison CHME vs HBMM	6	28,72	30,38	12,4	[-3,16 ; 60,60]	18,83	0,68	0,536

L'analyse des indices de qualité de l'eau (IQE) révèle des contrastes marqués entre les deux établissements hospitaliers étudiés. Le Centre Hospitalier Mère-Enfants de Ngaba (CHME) présente des valeurs d'IQE très faibles, témoignant d'une pollution extrême, avec des concentrations de contaminants dépassant largement les seuils recommandés. En revanche, **l'**Hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) montre une amélioration relative de la qualité de l'eau, reflétant l'impact positif de la station d'épuration mise en place.

4. DISCUSSION

Les résultats obtenus mettent en évidence des contrastes marqués entre les deux établissements étudiés. Au Centre Hospitalier Mère-Enfant de Ngaba (CHME), l'absence de station d'épuration se traduit par une dégradation extrême de la qualité des effluents, confirmée par des valeurs d'IQE très faibles et une charge élevée en matières organiques, nutriments et micro-organismes pathogènes.

Cette situation illustre les observations de Chevalier (2002) et de l'OMS (2005, 2014), selon lesquelles, le rejet direct des eaux usées hospitalières constitue une menace majeure pour la santé publique et l'environnement. Elle rejoint également les constats de Fekadu *et al.* (2015) et Chonova *et al.* (2016) sur la forte toxicité de ces rejets, liée à la présence de micropolluants, de résidus pharmaceutiques et de bactéries multirésistantes, comme souligné par les travaux d'Akoua *et al.* (2004), Gessienne *et al.* (2008) et Leprat (2011).

L'analyse des paramètres physico-chimiques présentée dans le Tableau 1 confirme cette dégradation. Les valeurs de DBO_5 et de DCO au CHME dépassent largement les seuils de l'OMS (2017), traduisant une pollution organique intense. Les matières en suspension atteignent plusieurs milliers de mg/l, rejoignant les observations de Verlicchi *et al.* (2010) sur la charge extrême des effluents hospitaliers non traités. À l'inverse, les effluents traités de l'Hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) montrent une réduction significative de ces paramètres au point de sortie du système, avec des valeurs conformes aux standards internationaux. Ce constat est cohérent avec les travaux de Maheshwari *et al.* (2016), démontrant que les stations hospitalières réduisent efficacement la charge organique et nutritive, bien qu'elles restent limitées face aux micropolluants persistants.

Les résultats bactériologiques renforcent ce constat. Au CHME Ngaba, les coliformes totaux, *E. coli* et les entérocoques dépassent largement les seuils de l'OMS, confirmant une contamination fécale élevée et un risque sanitaire majeur, en accord avec Fekadu *et al.* (2015) sur la prévalence des bactéries résistantes. À l'HBMM, si la charge demeure importante en amont du traitement (H1), elle devient nulle au point de sortie (H2), prouvant la capacité du système à éliminer les microorganismes pathogènes. Ce résultat est en cohérence avec les conclusions de Verlicchi *et al.* (2012) sur l'efficacité des procédés biologiques associés à une désinfection finale. À l'Hôpital Biamba Marie Mutombo, la présence d'une station d'épuration permet donc une amélioration notable de la qualité des effluents, notamment au point de sortie où l'IQE atteint 0,36. Ces résultats confirment l'efficacité partielle des procédés biologiques à biodisques et de la désinfection finale, rejoignant les travaux de Verlicchi *et al.* (2010, 2012) et de Maheshwari *et al.* (2016).

Cependant, l'efficacité observée demeure hétérogène, certains points de rejet intermédiaires présentant encore une pollution importante. Cette variabilité peut être attribuée à des contraintes opérationnelles, un entretien insuffisant ou une surcharge hydraulique, comme l'ont souligné Dagot *et al.* (2019) et Bertrand-Krajewski *et al.* (2018)

dans le cadre du projet SIPIBEL. Ces auteurs insistent sur la nécessité d'un suivi technique rigoureux et d'une maintenance régulière pour garantir la performance des dispositifs.

Dans le contexte africain, cette étude corrobore les observations de Lapworth *et al.* (2017) et de Tifang Amboh *et al.* (2025) sur la vulnérabilité des eaux urbaines face aux rejets hospitaliers. En République Démocratique du Congo, des travaux antérieurs menés par Kazadi (2012), Mpungi (2016) ou Kitambala *et al.* (2017) avaient déjà souligné l'absence de contrôle systématique. La présente étude apporte une contribution originale en proposant une comparaison directe entre un hôpital équipé et un hôpital dépourvu de station d'épuration à Kinshasa.

En effet, l'absence de traitement entraîne un rejet d'effluents hautement polluants aux risques sanitaires majeurs, tandis que la présence d'un dispositif améliore significativement la situation, sous réserve d'un bon fonctionnement et d'un suivi réglementaire. La généralisation des stations d'épuration hospitalières, associée à un cadre normatif strict, apparaît donc indispensable pour protéger la santé publique et les écosystèmes urbains africains. Bien que l'effet positif de la station soit observable, des actions supplémentaires restent nécessaires pour stabiliser la qualité de l'eau et atteindre une conformité totale aux standards sanitaires.

5. CONCLUSION

Cette étude comparative entre l'Hôpital Biamba Marie Mutombo (HBMM) et le Centre Hospitalier Mère-Enfant de Ngaba (CHME) démontre clairement l'impact d'une station d'épuration sur la qualité des effluents hospitaliers. Les résultats révèlent que l'absence de dispositif de traitement entraîne un rejet direct d'eaux usées fortement polluées, avec des charges organiques, nutritives et microbiologiques dépassant largement les seuils recommandés. Ce constat souligne les risques sanitaires majeurs liés aux effluents hospitaliers non traités. À l'inverse, la présence d'une station d'épuration contribue à une amélioration significative de la qualité des rejets.

Les paramètres physico-chimiques, tels que la DBO_5, la DCO, les matières en suspension et les nutriments, sont réduits à des niveaux conformes aux normes, tandis que les indicateurs microbiologiques disparaissent totalement au point de sortie du système. Ces résultats confirment que les procédés biologiques associés à une désinfection finale permettent une réduction notable de la charge polluante. Toutefois, l'efficacité observée reste partielle et hétérogène, avec des points intermédiaires encore pollués, ce qui met en évidence la nécessité d'un suivi technique rigoureux et d'une maintenance régulière pour garantir la performance constante des dispositifs.
Cette étude apporte une contribution originale en fournissant des données locales sur l'efficacité réelle d'une station hospitalière dans la ville de Kinshasa. Elle confirme que la gestion durable des effluents hospitaliers est indispensable pour protéger la santé publique et les écosystèmes urbains. En conséquence, la généralisation des stations d'épuration, associée à un cadre réglementaire strict et à une sensibilisation des acteurs, apparaît essentielle pour réduire les risques environnementaux en milieu urbain africain.

Pour améliorer durablement la situation, plusieurs recommandations s'imposent. Il convient de généraliser les stations d'épuration hospitalières en équipant progressivement les établissements de dispositifs de traitement adaptés. Parallèlement, le renforcement du cadre réglementaire est nécessaire pour établir des normes strictes. Un suivi technique régulier et une maintenance continue des installations existantes doivent être instaurés, tout en formant le personnel hospitalier à leur gestion. Une surveillance environnementale périodique, utilisant des outils comme l'Indice de Qualité de l'Eau, permettra de contrôler l'impact des rejets sur les milieux récepteurs. Il est important de mener des actions de sensibilisation auprès des décideurs et d'encourager la recherche sur les micropolluants et les bactéries multirésistantes afin d'adapter les technologies de traitement au contexte local.

Références

Akoua A. *et al.*, 2004.Étude sur la gestion des effluents hospitaliers en Côte d'Ivoire. *Revue CAMES Santé*, 2(1), 45-52.

APHA, 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 35 p.

Bertrand-Krajewski J.-L., Dagot C., Lecomte V., Bouchez A., Cournoyer B., Gonzalez-Ospina A., Labanowski J., Lévi Y., Perrodin Y. & Wiest L., 2018. SIPIBEL : un site pilote pour l'étude des effluents hospitaliers et urbains. *Environnement, Risques & Santé*, 17(Supplément 1), 59–74.

Brown R. M., McClelland N. I., Deininger R. A. & Tozer R. G., 1970. A water quality index: Do we dare? *Water and Sewage Works*, 117(10), 339–343.

Centre d'expertise en analyse environnemental du Québec, 2014. *Méthode d'analyse : Détermination de l'azote total kjeldahl et du phosphore total : digestion acide-méthode colorimétrique automatisée*. DR-12-SCA-01. 2014-12-15 (révision 2).

Chevalier P, 2002. *Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine : Entérocoques et streptocoques fécaux.* Institut national de santé publique, Québec, 5 p.

Chonova T., Keck F., Labanowski J., Montuelle B., Rimet F. & Bouchez A., 2016. Separate treatment of hospital and urban wastewaters: A real scale comparison of effluents and their effect on microbial communities. *Science of the Total Environment*, 542(A), 965-975. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.161

Dagot C., Buelow E., Rico A., Gaschet M., Lourenço J., Kennedy S., Wiest L. & Ploy M.-C., 2019. Hospital discharges in urban sanitation systems: Long-term monitoring of wastewater resistome and microbiota in relationship to their eco-exposome. *Water Research, X*(7), 100045. https://doi.org/10.1016/j.wroa.2020.100045c

Darsy C., Lescure I., Payot V. & Rouland G., 2002. *Effluents des établissements hospitaliers : teneur en microorganismes pathogènes, risques sanitaires, procédures particulières d'épuration et de gestion des boues.* Limoges: Office International de l'Eau, SNIDE, 10 p.

Eugen E., 2019. Étude sur les effluents hospitaliers et leurs impacts environnementaux. *Journal of Environmental Health Research*, 19(3), 112-120.

Fekadu S., Merid Y., Beyene H., Teshome W. & Gebre-Selassie S., 2015. Assessment of antibiotic and disinfectant resistant bacteria in hospital wastewater, South Ethiopia. *Journal of Infection in Developing Countries,* 9(2), 149-156. https://doi.org/10.3855/jidc.4808

Gessienne J. *et al.*, 2008. Effluents hospitaliers et risques microbiologiques : étude de cas en France. *Revue Francophone d'Assainissement*, 12(4), 233-240.

ISO, 2014. *ISO 5667-10:2014. Water quality – Sampling - Part 10: Guidance on sampling of waste waters.* Geneva: International Organization for Standardization. https://www.iso.org.

ISSeP, 2014. *Détermination de l'azote total-Méthode de kjeldahl modifiée-dans les terres agricoles.* Istanbul, Turkey, September 22-25, 2014. Proceeding. Lecture Notes in computer science 8730, 9 p.

Kazadi Z. A., 2012. *Contribution à l'étude de la qualité et de la gestion de l'eau de bosson dans la région de Kisangani.* Thèse de doctorat, Université de Kisangani, RDC, 217 p.

Kitambala Kaboka A., Biey Makaly E. & Kasuku Wanduma Z., 2017. Essai de traitement des eaux usées hospitalières des Cliniques Universitaires de Kinshasa par le procédé de stabilisation couplé à la biofiltration. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 19(1), 65–78.

Lapworth D. J., Nkhuwa D. C. W., Okotto-Okotto J., Pedley S., Stuart M. E., Tijani M. N. & Wright J., 2017. Urban groundwater quality in sub-Saharan Africa: Current status and implications for water security and public health. *Hydrogeology Journal*, 25(4), 1093–1116. https://doi.org/10.1007/s10040-016-1516-6

Leprat R., 2011. Les effluents hospitaliers : enjeux sanitaires et environnementaux. *Hygiène & Sécurité du Travail*, 223, 45-52.

Maheshwari M. *et al.*, 2016. Hospital wastewater: A potential reservoir of resistant bacteria and pharmaceuticals. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(9), 541. https://doi.org/10.1007/s10661-016-5411-2

Michel C., 2015. Impact des effluents hospitaliers sur les écosystèmes aquatiques. *Revue Européenne de Santé Environnementale*, 20(2), 87-95.

Mpungi A., 2016. Caractérisation biologique et chimique des effluents liquides des Cliniques Universitaires de Kinshasa. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 18(2), 353-357.

Tifang Amboh J., Tematio P., Wirmvem M. J., Yannah M., Njueya A. K. & Yaguchi M., 2025. Appraising groundwater/surface water quality and health risk assessment from nitrate contamination in the urban city of Bafoussam, Cameroon, Central Africa. *Environmental Challenges*, 21, 101367. https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101367

Verlicchi P., Al Aukidy M., Galletti A., Petrovic M. & Barceló D., 2012. Hospital effluent: Investigation of the concentrations and distribution of pharmaceuticals and environmental risk assessment. *Science of the Total Environment,* 430, 109-118. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.04.055

Verlicchi P., Galletti A., Petrovic M. & Barceló D., 2010. Hospital effluents as a source of emerging pollutants: An overview of micropollutants and sustainable treatment options. *Journal of Hydrology*, 389(3–4), 416–428. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.06.005

World Health Organization (WHO), 2002. *Safe management of wastes from health-care activities.* Geneva: WHO, 329 p.

World Health Organization (WHO), 2005. *Safe management of wastes from health-care activities.* Geneva: World Health Organization, 329pages.World Health Organization (WHO), 2014. *Safe management of wastes from health-care activities* (2nd ed.). Geneva: World Health Organization, 329 p.

World Health Organization (WHO), 2017. *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum.* Geneva: World Health Organization, 631 p.