

ÉTUDE DES REJETS HOSPITALIERS PAR L'ANALYSE CROISEE POPULATION-PERSONNEL : CAS DE L'HOPITAL GENERAL DE REFERENCE NATIONAL DE N'DJAMENA (TCHAD)

MAHAMAT ADOUM Haroun¹, ABDOULAYE ADAM Ahmat² et DJIMAKO Bongo³

¹Université de N'Djamena, Tchad : harounmahamatadoum17@gmail.com

²Université de Moncton (Canada) : abmatadamy21@gmail.com

³Université de N'Djamena, Tchad : djimako.b5@gmail.com

Résumé

La gestion des eaux usées hospitalières constitue un enjeu majeur de santé publique et de protection de l'environnement, en particulier là où les systèmes d'assainissement demeurent déficients. La présente étude porte sur le système de traitement des eaux usées de l'Hôpital Général de Référence Nationale (HGRN) de N'Djamena, dont la station à boues activées, conçue pour un débit de 132 m³/jour, est aujourd'hui dépassée par des volumes estimés entre 300 m³/jour, ce qui entraîne des rejets non contrôlés dans le fleuve Chari. À partir d'une démarche mixte associant recherche documentaire, observation de terrain, enquêtes par questionnaire (KoboCollect et Google Forms) et entretiens semi-structurés, un échantillon de 359 personnes (personnel et usagers) a permis d'analyser les pratiques, les connaissances et les perceptions relatives à ces rejets. Les résultats révèlent une population majoritairement jeune (70 % âgés de 26 à 35 ans), masculine (85 %) et instruite (95 % de niveau supérieur). Si 76 % des enquêtés estiment que le Chari est contaminé par ces effluents et 82 % perçoivent certainement un risque sanitaire, la connaissance précise des dangers environnementaux reste limitée. Le déversement d'effluents non traités dans le milieu naturel enfreint les normes en vigueur et aggrave la pollution d'un fleuve déjà fragilisé. L'étude propose des pistes techniques, sociales et financières adaptées au contexte tchadien pour améliorer la durabilité et la conformité du système d'assainissement hospitalier.

Mots clés : *eaux usées hospitalières, assainissement, risques sanitaires, fleuve Chari, N'Djamena, Tchad.*

STUDY OF HOSPITAL REJECTIONS THROUGH POPULATION-STAFF CROSS- ANALYSIS: CASE OF THE NATIONAL REFERENCE GENERAL HOSPITAL OF N'DJAMENA (CHAD)

Abstract

The management of hospital wastewater is a major public health and environmental issue, especially where sanitation systems remain deficient. This study focuses on the wastewater treatment system of the National Reference General Hospital (HGRN) of N'Djamena, whose activated-sludge plant, designed for a flow of 132 m³/day, is now exceeded by volumes estimated between 300 and 500 m³/day, leading to uncontrolled discharges into the Chari River. Using a mixed approach combining a literature review, field observation, questionnaire surveys (KoboCollect and Google Forms) and semi-structured interviews, a sample of 359 respondents (staff and users) was analyzed. The results show a mostly young (70 % aged 26–35), male (85 %) and educated (95 % with higher education) population. While 76 % of respondents believe the Chari is contaminated by these effluents and 82 % clearly perceive a health risk, accurate knowledge of environmental hazards remains limited. Discharging untreated effluents into the natural environment breaches current standards and worsens the pollution of an already fragile river. The study proposes technical, social and financial measures suited to the Chadian context to improve the sustainability and compliance of the hospital sanitation system.

Keywords: *hospital wastewater, sanitation, health risks, Chari River, N'Djamena, Chad.*

Introduction

La gestion des eaux usées demeure l'un des maillons les plus négligés des politiques d'assainissement, alors qu'elle conditionne la protection de l'environnement, de la santé publique et des ressources en eau. À l'échelle mondiale, « plus de 80 % des eaux usées sont rejetées sans traitement préalable » (OMS, 2021, p.6) ; selon des travaux récents, cette proportion atteindrait même 90 % à l'échelle planétaire, l'Afrique étant particulièrement touchée (Omohwovo, 2024). En Afrique subsaharienne, moins de 30 % des ménages urbains disposent d'un assainissement adéquat (UNICEF & OMS, 2022, p.12) et une très faible part des effluents est traitée avant rejet dans le milieu naturel (Omohwovo, 2024). Une mauvaise maîtrise de ces rejets engendre des risques importants pour les populations, les animaux et les écosystèmes aquatiques, touchant en premier lieu les groupes vulnérables dont l'accès aux soins est limité.

Parmi ces effluents, les eaux usées hospitalières présentent une dangerosité particulière : elles concentrent des résidus de médicaments, des agents pathogènes, des désinfectants, des métaux lourds ainsi que des bactéries et gènes de résistance aux antibiotiques (Jerie et al., 2024). En contexte à faibles ressources, l'absence de traitement de ces effluents contribue directement à la diffusion de l'antibiorésistance dans l'environnement, comme l'ont montré des travaux menés sur des hôpitaux du Bénin et du Burkina Faso (Markkanen et al., 2023). Or les services de gestion des déchets de soins restent déficients : en 2021, seuls 61 % des hôpitaux disposaient de services de base, cette proportion chutant à 25 % dans les contextes fragiles (OMS, 2024).

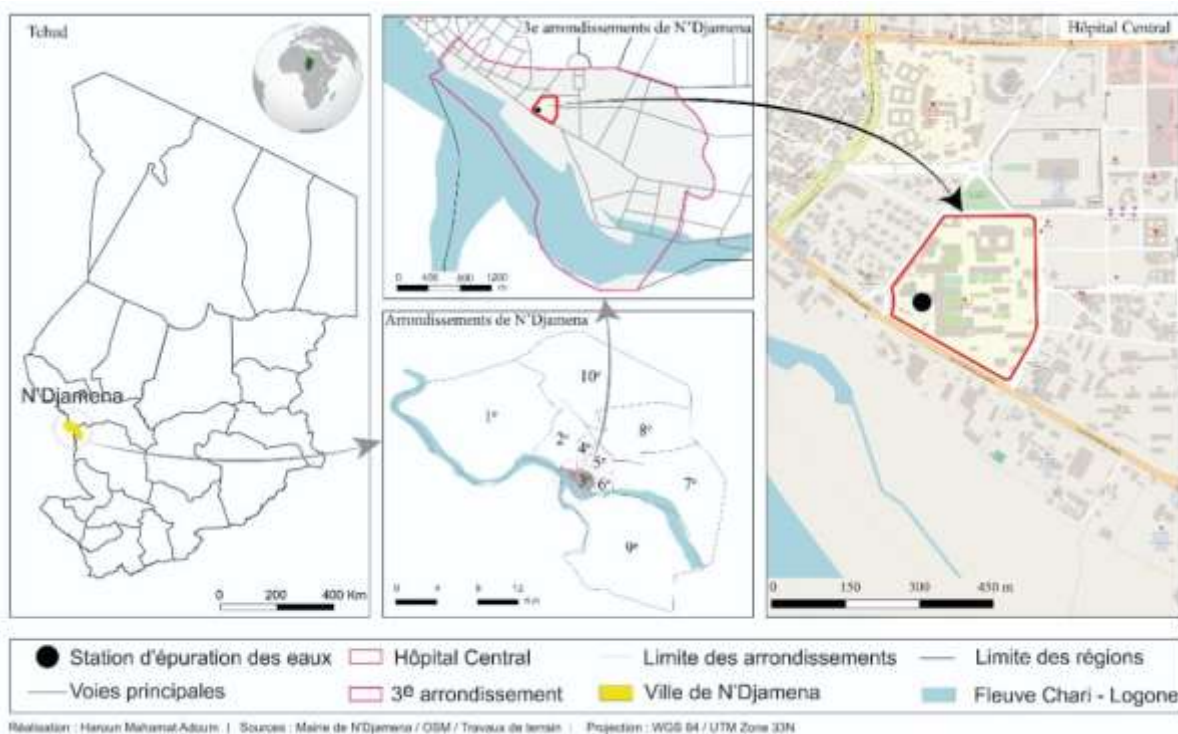
Le Tchad n'échappe pas à cette réalité. À l'échelle nationale, 64 % de la population pratique la défécation à l'air libre et 43 % des formations sanitaires sont dépourvues d'eau potable ; à N'Djamena, 25 % des ménages jettent leurs déchets dans la rue et 5 % dans les caniveaux (OCHA, 2026). Le fleuve Chari, qui traverse la capitale, présente déjà une contamination avérée par les métaux lourds lors de sa traversée urbaine (Ngaram, 2011). C'est dans ce contexte que s'inscrit le cas de l'Hôpital Général de Référence Nationale (HGRN) de N'Djamena, dont la station de traitement à boues activées, conçue pour un débit de 132 m³/jour, est aujourd'hui largement dépassée par des volumes estimés à 300 m³/jour. Ce sous-dimensionnement conduit à des rejets non contrôlés dans le Chari et accentue la pollution d'un milieu déjà fragilisé.

Eu égard à ce qui précède, la question de recherche est la suivante : la gestion des eaux usées de l'HGRN est-elle rationnelle et conforme aux normes, et comment la population et le personnel en perçoivent-ils les risques ? L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les contraintes techniques et sociales liées au traitement des eaux usées hospitalières et de proposer des pistes adaptées au contexte tchadien. Deux hypothèses sont formulées : (H1) le système de traitement de l'HGRN est sous-dimensionné et non conforme aux normes environnementales ; (H2) malgré un niveau d'instruction élevé des enquêtés, la sensibilisation aux risques sanitaires et environnementaux reste insuffisante.

1. Méthodologie

1.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude a été réalisée à l'Hôpital Général de Référence Nationale (HGRN), situé dans le quartier GARDOLE, au sein du 3^e arrondissement de N'Djamena, à proximité du fleuve Chari (figure 1). Fondé en 1961, cet établissement public de santé, placé sous la tutelle du Ministère de la Santé Publique, a été érigé en centre hospitalo-universitaire (niveau 3), ce qui lui confère un rôle national en matière de soins, d'enseignement et de recherche. Sa situation administrative et géographique est synthétisée dans le tableau I. La zone d'étude a été délimitée par des tampons de 500 m et de 1 km autour de l'emprise hospitalière, afin de prendre en compte les quartiers riverains exposés en aval.



(a) ville de N'Djamena et localisation de l'HGRN



(b) emprise de l'hôpital et tampons (500 m / 1 km)

Source : OpenStreetMap (ODbL), OCHA COD-AB, travaux de terrain, 2026 — Réalisation : Haroun Mahamat Adoum (WGS 84, UTM zone 33N)

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (a) ville de N'Djamena et localisation de l'HGRN ; (b) emprise de l'hôpital et tampons (500 m / 1 km)

La proximité immédiate du fleuve Chari explique la vulnérabilité des quartiers environnants aux rejets hospitaliers.

Tableau I : Situation administrative et géographique de l'HGRN

Paramètre	Informations
Dénomination	Hôpital Général de Référence Nationale (HGRN), érigé en CHU (niveau 3)
Quartier / arrondissement	GARDOLE, 3 ^e arrondissement
Ville / Pays	N'Djamena (capitale), République du Tchad
Coordonnées géographiques	12°06'18" N – 15°02'49" E
Altitude moyenne	295 m
Fondation	1961
Statut actuel	Établissement public de santé sous tutelle du Ministère de la Santé Publique
Missions	Soins de niveau national, enseignement et recherche

Source : Direction de l'HGRN et travaux de terrain, 2026

1.2. Type, période et population d'étude

Une étude transversale à visée analytique a été menée du 10 janvier 2025 au 26 mai 2026 auprès des professionnels de santé et des usagers de l'HGRN. La population cible regroupe l'ensemble des acteurs directement ou indirectement exposés aux rejets liquides hospitaliers, à savoir : 317 membres du personnel hospitalier (médecins, infirmiers, techniciens, agents de service), environ 683 usagers quotidiens (patients, visiteurs, garde-malades) et les ménages riverains des quartiers situés en aval du Chari. Sur la base d'une taille moyenne de ménage de 5,6 personnes (INSEED, 2022), les quatre quartiers concernés totalisent environ 2 500 habitants exposés, portant la population mère à environ 3 500 personnes.

1.3. Échantillonnage

La taille de l'échantillon a été déterminée à l'aide de la formule de Slovin, avec un niveau de précision de 5 % :

$$n = \frac{N}{1 + N \times e^2}$$

Où n est la taille de l'échantillon, N la population mère (3 500 personnes) et e le niveau de précision (0,05). L'application numérique donne $n = 3\,500 / (1 + 3\,500 \times 0,0025) \approx 359$. L'échantillon retenu est donc de 359 enquêtés, effectif minimal assurant une représentativité statistique satisfaisante de la population mère.

1.4. Collecte des données

La collecte a combiné plusieurs outils complémentaires. Les données d'enquête ont été recueillies au moyen de KoboCollect (entretiens avec le personnel de santé, les patients et les visiteurs) et de Google Forms (enquête auprès de la population). Cette phase a été complétée par des observations de terrain visant à reconstituer le parcours des effluents liquides, de leur production jusqu'à leur évacuation finale, ainsi que par des entretiens semi-structurés avec les responsables hospitaliers (administration, chefs de service, hygiène et assainissement, pharmacie) portant sur l'organisation institutionnelle, les moyens disponibles et les contraintes financières.

1.5. Traitement et analyse des données

Les données brutes ont été transférées, apurées et codées sous Microsoft Excel. Le traitement repose sur la statistique descriptive : effectif ou fréquence absolue (n_i), fréquence relative ($f_i = n_i / N$) et pourcentage ($\%_i = f_i \times 100$). Les résultats sont restitués sous forme de diagrammes en barres et en secteurs afin de faciliter la lecture et la comparaison des modalités.

$$f_i = \frac{n_i}{N}$$

$$\text{et } \%_i = \left(\frac{n_i}{N}\right) \times 100$$

2. Résultats

2.1. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés

L'analyse du profil des 359 enquêtés (figure 2 et tableau 2) met en évidence une population majoritairement jeune : 70 % appartiennent à la tranche d'âge 26-35 ans, pour un âge moyen d'environ 30 ans. Les hommes sont largement surreprésentés (85 %). Le niveau d'instruction est élevé, 95 % des enquêtés déclarant un niveau supérieur. Ce profil traduit à la fois la structure du personnel hospitalier et celle des usagers ayant participé à l'enquête en ligne.

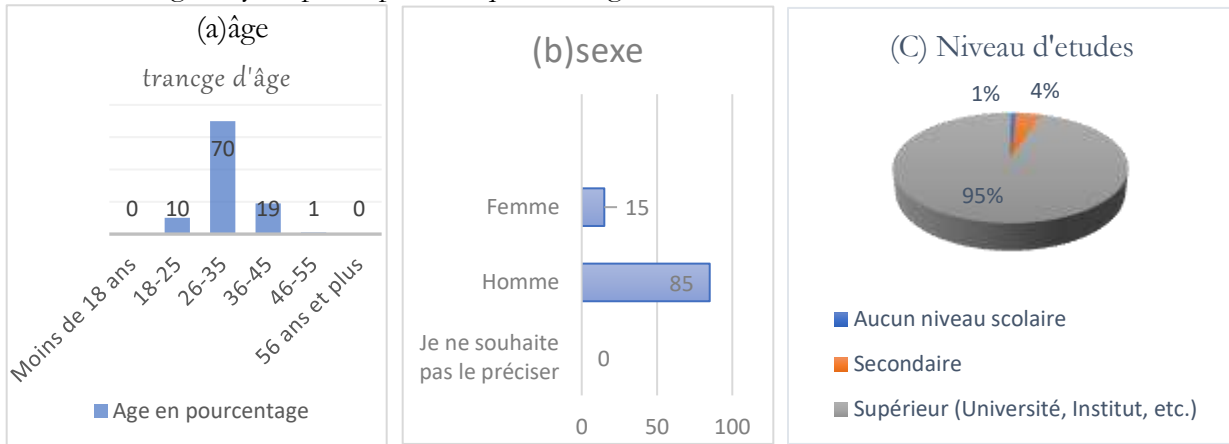


Figure 2 : Profil socio-démographique des enquêtés — (a) tranche d'âge ; (b) sexe ; (c) niveau d'études (n = 359) Source : enquêtes de terrain, 2025–2026

On observe une forte concentration de jeunes adultes instruits, ce qui confirme la représentativité du personnel hospitalier et des usagers.

Variable	Modalité	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Âge	26–35 ans (dominante)	252	70,2
Sexe	Homme	305	85,0
Sexe	Femme	54	15,0
Niveau d'étude	Supérieur	342	95,3
Niveau d'étude	Secondaire ou aucun	17	4,7

Le tableau II présente la répartition des enquêtés selon l'âge, le sexe et le niveau d'études.

Tableau II : Répartition des enquêtés selon les caractéristiques socio-démographiques (n = 359)

Source : enquêtes de terrain, 2025–2026

La majorité des répondants sont des jeunes adultes (70 %), masculins (85 %) et instruits (95 %). Ce profil favorise une perception du risque mais ne garantit pas une connaissance approfondie des mécanismes de pollution.

2.2. Fonctionnement du système de gestion des eaux usées de l'HGRN

L'HGRN est doté d'une station de traitement des eaux usées fonctionnant selon le procédé des boues activées, dimensionnée pour un débit de 132 m³/jour. Or les observations de terrain établissent que

les volumes réellement produits atteignent à 300 m³/jour, soit un dépassement de la capacité nominale d'un facteur 2,3. Cette insuffisance chronique se traduit par le rejet direct d'une partie des effluents dans le fleuve Chari, au moyen d'un ouvrage de relevage provisoire équipé d'un moteur-pompe (photo 1). Ce rejet d'effluents non traités constitue une violation manifeste des normes environnementales et sanitaires en vigueur.

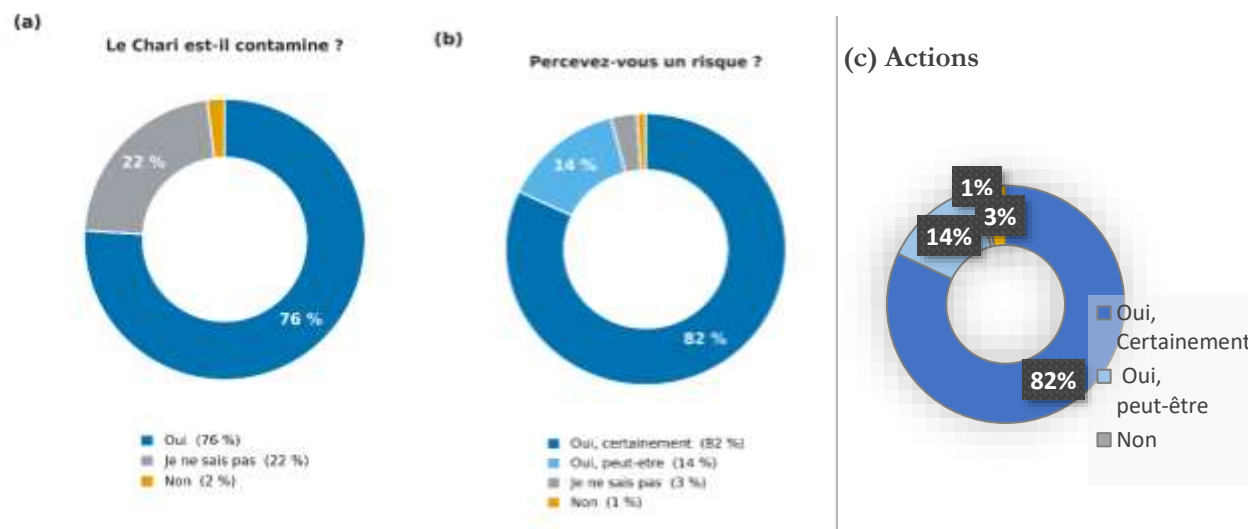


Source : cliché des auteurs, travaux de terrain, 2025-2026

Photo 1 : Ouvrage de relevage provisoire utilisé pour l'évacuation des eaux usées de l'HGRN vers le fleuve Chari

2.3. Connaissances, perceptions et risques perçus

L'enquête révèle une perception aiguë du problème par les répondants (figure 3). Concernant l'état du milieu récepteur, 76 % des enquêtés estiment que le fleuve Chari est contaminé par les rejets hospitaliers, tandis que 2 % l'écartent et 22 % se déclarent incertains. La perception du risque est encore plus marquée : 82 % des enquêtés considèrent que ces rejets présentent « certainement » un risque sanitaire et environnemental et 14 % un risque « probable », soit 96 % de perceptions à risque. Toutefois, cette conscience du danger contraste avec une connaissance précise des mécanismes en jeu (agents pathogènes, résidus médicamenteux, antibiorésistance) qui demeure limitée, révélant un déficit de sensibilisation et d'information.



Source : enquêtes de terrain, 2025-2026

Figure 3 : Connaissances et perceptions des enquêtés (a) contamination perçue du Chari ; (b) perception du risque sanitaire et environnemental (C) actions communautaires.

3. Discussion

3.1. Un public jeune et instruit mais insuffisamment sensibilisé

Le profil des enquêtés est jeune, majoritairement masculin et fortement scolarisé, constitue en principe un terrain favorable à l'adoption de bonnes pratiques environnementales. Pourtant, l'écart observé entre une perception élevée du risque (96 % des enquêtés) et une connaissance limitée de ses mécanismes confirme la seconde hypothèse (H2) : le niveau d'instruction ne suffit pas, à lui seul, à garantir une sensibilisation opérationnelle. Ce constat rejoint les analyses soulignant la nécessité d'une éducation environnementale ciblée et d'une communication des risques adaptée au public hospitalier (Omohwovo, 2024).

3.2. Une station surpassée et des rejets non conformes

Le dépassement de la capacité de la station (132 m³/jour pour 300 m³/jour produits) valide la première hypothèse (H1) et illustre une situation largement répandue en Afrique subsaharienne, où moins de 10 % des eaux usées sont traitées avant rejet (Omohwovo, 2024). L'absence quasi générale de réseau d'assainissement à N'Djamena aggrave le phénomène, conduisant au déversement direct des effluents dans le fleuve. Le recours à un ouvrage de relevage provisoire, loin de résoudre le problème, ne fait que transférer la charge polluante vers le Chari.

3.3. Enjeux sanitaires et environnementaux

Les effluents hospitaliers véhiculent des agents pathogènes, des résidus pharmaceutiques, des métaux lourds ainsi que des bactéries et gènes de résistance aux antibiotiques (Jerie et al., 2024 ; Markkanen et al., 2023). Leur rejet dans le Chari déjà marqué par une contamination aux métaux lourds lors de sa traversée de N'Djamena (Ngaram, 2011) expose les usagers situés en aval, qui y puisent l'eau de boisson, y pêchent et y pratiquent des cultures maraîchères. Au-delà du risque infectieux immédiat, la dissémination de l'antibiorésistance dans le milieu aquatique constitue une menace de santé publique de long terme, relevant d'une approche « Une seule santé » (One Health). Ce constat est d'autant plus préoccupant que, dans les contextes fragiles, seul un établissement de santé sur quatre dispose de services de gestion des déchets de soins (OMS, 2024).

3.4. Pistes d'amélioration

Sur le plan technique, la priorité est la réhabilitation et le redimensionnement de la station d'épuration (capacité portée à au moins 300 m³/jour), assortis d'un prétraitement, d'une désinfection des effluents, d'une maintenance régulière et d'un suivi périodique de la qualité physico-chimique et microbiologique des rejets. Sur le plan social, il s'agit de renforcer la sensibilisation et la formation du personnel et de la population, de promouvoir le tri à la source et d'impliquer les autorités hospitalières et municipales dans une gouvernance partagée. Sur le plan financier, la mobilisation de ressources internes et de partenariats internationaux à l'image du programme PAEPA-SURM II (BAD, 2023) et du Projet Eau et Assainissement à N'Djamena (Ministère de l'Hydraulique du Tchad, 2024) ainsi qu'une transition vers une logique d'économie circulaire (Omohwovo, 2024) apparaisse indispensable à la durabilité du dispositif.

Conclusion

Cette étude, menée auprès de 359 personnes à l'Hôpital Général de Référence Nationale de N'Djamena, met en évidence un système de gestion des eaux usées hospitalières défaillant : une station à boues activées conçue pour 132 m³/jour mais soumise à 300 m³/jour, et des effluents non traités rejetés directement dans le fleuve Chari. Si la population enquêtée, jeune et instruite, perçoit largement le risque 76 % jugeant le Chari contaminé et 82 % y voyant certainement un danger, sa connaissance

concrète des mécanismes de pollution demeure insuffisante. Les deux hypothèses de départ sont ainsi confirmées. Le rejet d'effluents hospitaliers dans un fleuve déjà fragilisé soulève des enjeux sanitaires et environnementaux majeurs, notamment en matière d'antibiorésistance. La résolution durable du problème passe par une action coordonnée articulant réhabilitation technique de la station, sensibilisation et gouvernance locale, et mobilisation de financements adaptés. À l'avenir, des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'effluent et des eaux du Chari, ainsi qu'un renforcement du cadre normatif et de son contrôle, permettraient de consolider ces résultats et d'orienter les politiques publiques d'assainissement.

Références bibliographiques

Banque Africaine de Développement (BAD). (2023). Programme d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement en milieu rural et semi-urbain (PAEPA-SURM II). Rapport de projet. Abidjan : BAD.

Bureau de la coordination des affaires humanitaires (OCHA). (2026). Plan de réponse humanitaire — Tchad 2026. N'Djamena : OCHA.

Institut National de la Statistique, des Études Économiques et Démographiques (INSEED). (2022). Annuaire statistique du Tchad. N'Djamena : INSEED.

Jerie, S., Mutekwa, T. V., Mudyazhezha, O. C., Shabani, T. & Shabani, T. (2024). « Environmental and Human Health Problems Associated with Hospital Wastewater Management in Zimbabwe ». *Current Environmental Health Reports*, 11(3). DOI : 10.1007/s40572-024-00452-9.

Markkanen, M. A., Haukka, K., Pärnänen, K. M. M., Dougnon, V. T., Bonkougou, I. J. O., Garba, Z., Tinto, H., Sarekoski, A., Karkman, A., Kantele, A. & Virta, M. P. J. (2023). « Metagenomic Analysis of the Abundance and Composition of Antibiotic Resistance Genes in Hospital Wastewater in Benin, Burkina Faso, and Finland ». *mSphere*, 8(1), e00538-22. DOI : 10.1128/msphere.00538-22.

Ministère de l'Hydraulique du Tchad. (2024). Projet Eau et Assainissement à N'Djamena (PEAN), 2019–2024. Rapport final. N'Djamena : Ministère de l'Hydraulique.

Ngaram, N. (2011). Contribution à l'étude analytique des polluants (en particulier de type métaux lourds) dans les eaux du fleuve Chari lors de sa traversée de la ville de N'Djamena. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard – Lyon I / Université de N'Djaména.

Omohwovo, E. J. (2024). « Wastewater Management in Africa: Challenges and Recommendations ». *Environmental Health Insights*, 18, 1-10. DOI : 10.1177/11786302241289681.

Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2021). Progress on wastewater treatment. Genève: OMS.

Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2024). Déchets d'activités de soins. Aide-mémoire (24 octobre 2024). Genève : OMS.

UNICEF & Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2022). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2021. New York / Genève : UNICEF & OMS.