

Contribution à la réduction des déchets solides dans les eaux de ruissellement du quartier Matonge 3 (Kalamu)

Monsengo N'shole Roger, Apprenant au DEA

Université de Kinshasa (UNIKIN),

Faculté des Sciences et Technologies, Kinshasa, RDC

Faculté des Sciences et Technologies à l'UNIKIN, Kinshasa, RDC

Mosete Bungalasa Corneille, Enseignant-Chercheur

Université Pédagogique Nationale (UPN),

Faculté des Sciences et Technologies, Kinshasa, RDC

Nsimanda Ipey Camille, Professeur-Chercheur

Milau Empwal Fils, Professeur-Chercheur

Université de Kinshasa (UNIKIN),

Faculté des Sciences et Technologies, Kinshasa, RDC

Kakule Kasereka Roland, Professeur-Chercheur

Université Pédagogique Nationale (UPN),

Faculté des Sciences et Technologies, Kinshasa, RDC

Approved: 10 July 2026

Posted: 12 July 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Monsengo N'Shole, R., Mosete Bungalasa, C., Nsimanda Ipey, C., Milau Empwal, F., & Kakule Kasereka, R. (2026). *Contribution à la réduction des déchets solides dans les eaux de ruissellement du quartier Matonge 3 (Kalamu)*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.7.2026.p416>

Résumé

Depuis l'arrêt, en 2016, du Projet d'Appui à la Réhabilitation et à l'Assainissement Urbain (PARAU), financé par l'Union européenne, la ville de Kinshasa est confrontée à une dégradation croissante de la gestion des déchets solides. Cette situation favorise l'obstruction des caniveaux par les déchets ménagers et commerciaux, accentue les inondations urbaines, dégrade la qualité des eaux de ruissellement et accroît les risques sanitaires et environnementaux. La présente étude vise à évaluer la contribution d'une approche intégrée de collecte, de tri et de valorisation des déchets solides pour réduire la pollution des eaux de ruissellement dans le quartier Matonge 3, situé dans la commune de Kalamu. Une approche descriptive, analytique et transversale a été adoptée. Dix rues dont les caniveaux se déversent

directement dans la rivière Funa ont été sélectionnées. Les paramètres physicochimiques des eaux (pH, température, conductivité électrique, solides dissous totaux, turbidité et salinité) ont été mesurés avant et après les épisodes pluvieux. Les déchets collectés ont ensuite été triés, recyclés ou valorisés à l'aide de dispositifs expérimentaux comprenant un collecteur-trieur, un déchiqueteur, un compacteur à chaud et un système de production de blocs à boue. Les résultats montrent que les pluies modifient sensiblement les caractéristiques physicochimiques des eaux tout en favorisant le transport des déchets vers l'aval. L'avenue Djolu présente les niveaux de pollution et d'accumulation des déchets les plus élevés. La valorisation des déchets plastiques en blocs et la transformation des sédiments en matériaux de remblayage démontrent le potentiel de l'économie circulaire pour améliorer durablement l'assainissement urbain. Cette étude met en évidence l'intérêt d'une gestion intégrée des déchets solides fondée sur des solutions locales et des technologies appropriées afin de réduire la pollution des eaux de ruissellement et de renforcer la résilience environnementale des quartiers urbains de Kinshasa.

Mots-clés : Déchets solides ; eaux de ruissellement ; gestion intégrée ; économie circulaire ; qualité de l'eau ; rivière Funa ; Kinshasa

Contribution to the Reduction of Solid Waste in Stormwater Runoff in Matonge 3 Neighborhood (Kalamu)

Monsengo N'shole Roger, DEA student

University of Kinshasa (UNIKIN),

Faculty of Science and Technology, Kinshasa, DRC

Faculty of Science and Technology at UNIKIN, Kinshasa, DRC

Mosete Bungalasa Corneille, Lecturer and Researcher

National Pedagogical University (UPN),

Faculty of Science and Technology, Kinshasa, DRC

Nsimanda Ipey Camille, Lecturer and Researcher

Milau Empwal Fils, Lecturer and Researcher

University of Kinshasa (UNIKIN),

Faculty of Science and Technology, Kinshasa, DRC

Kakule Kasereka Roland, Lecturer and Researcher

National Pedagogical University (UPN),

Faculty of Science and Technology, Kinshasa, DRC

Abstract

Following the termination of the European Union-funded Urban Rehabilitation and Sanitation Support Project (PARAU) in 2016, the management of municipal solid waste in Kinshasa has deteriorated considerably. The accumulation of household and commercial waste in drainage channels has intensified urban flooding, degraded runoff water quality, and increased environmental and public health risks. This study aimed to evaluate the effectiveness of an integrated waste collection, sorting, and recovery approach for reducing solid waste transported by runoff water in Matonge 3, a neighborhood located in Kalamu Municipality, Kinshasa (Democratic Republic of the Congo). A descriptive, analytical, and cross-sectional research design combining quantitative and qualitative approaches was adopted. Ten streets draining directly into the Funa River were selected for investigation. Physicochemical parameters of runoff water, including pH, temperature, electrical conductivity, total dissolved solids (TDS), turbidity, and salinity, were measured before and after rainfall events. Collected waste was subsequently sorted, recycled, and valorized using locally developed technologies consisting of a waste collector-sorter, a shredder, a hot compactor, and a sludge-block production system. The results indicate that rainfall significantly alters the physicochemical characteristics of runoff water while promoting the downstream transport of solid waste. Djolu Avenue exhibited the highest levels of waste accumulation and water pollution among all monitored sites. Furthermore, the conversion of plastic

waste into construction blocks and the reuse of dredged sediments as filling materials demonstrate the potential of circular economy practices to improve urban sanitation and reduce environmental pollution. The findings highlight that integrating community participation with locally adapted waste recovery technologies represents a sustainable strategy for improving stormwater management and protecting the aquatic ecosystems of the Funa watershed and, ultimately, the Congo River basin.

Keywords: Municipal solid waste; stormwater runoff; integrated waste management; circular economy; water quality; Funa River; Kinshasa

I. Introduction

La croissance démographique rapide, l'urbanisation non planifiée et l'insuffisance des infrastructures d'assainissement constituent aujourd'hui des défis majeurs pour la gestion des déchets solides dans les grandes villes africaines. En République démocratique du Congo, la ville de Kinshasa est particulièrement confrontée à une accumulation croissante de déchets ménagers et commerciaux qui affecte durablement la qualité de l'environnement urbain. Cette situation se traduit notamment par l'obstruction des caniveaux, des collecteurs et des cours d'eau, favorisant les inondations, la dégradation de la qualité des eaux de ruissellement, la prolifération des maladies hydriques ainsi que la détérioration des infrastructures routières (Lelo Nzuzi, 2008 ; Lumpungu, 2023).

Pendant plusieurs années, la gestion d'une partie importante des déchets urbains de Kinshasa a bénéficié du Projet d'Appui à la Réhabilitation et à l'Assainissement Urbain (PARAU), financé par l'Union européenne. Ce projet assurait notamment la collecte, le transfert et le traitement des déchets solides produits dans plusieurs communes de la capitale. Toutefois, après la fin de ce financement en 2016, les capacités opérationnelles de gestion des déchets ont fortement diminué, entraînant une recrudescence des dépotoirs sauvages, l'obstruction des ouvrages de drainage et une dégradation progressive du cadre de vie urbain.

Face à cette situation, les autorités provinciales ont lancé plusieurs initiatives de lutte contre l'insalubrité, notamment les opérations Kin-Propre, Kin-Bopeto et, plus récemment, Kin Ezo Bonga. Malgré ces efforts, les résultats demeurent limités en raison de la faible participation communautaire, de l'insuffisance des infrastructures de collecte, du manque de valorisation des déchets et de la croissance rapide de l'urbanisation informelle.

Le quartier Matonge 3, situé dans la commune de Kalamu, illustre parfaitement cette problématique. Les caniveaux y sont fréquemment encombrés par des déchets plastiques, des matières organiques, des

sédiments et divers déchets commerciaux. Lors des épisodes pluvieux, ces déchets sont transportés vers la rivière Funa, contribuant à la pollution du bassin versant et, en aval, du fleuve Congo. Cette dynamique entraîne une augmentation des risques d'inondation, une dégradation de la qualité des eaux et une multiplication des impacts sanitaires et environnementaux.

Les études réalisées à Kinshasa ont principalement porté sur la caractérisation des déchets, leur production ou leur collecte. En revanche, peu de travaux ont proposé des solutions techniques intégrant simultanément le curage des caniveaux, le tri des déchets, leur recyclage et leur valorisation dans une logique d'économie circulaire. Cette insuffisance scientifique justifie le développement d'approches innovantes capables de réduire durablement les flux de déchets solides transportés par les eaux de ruissellement.

La présente étude s'inscrit dans cette perspective. Elle évalue une technologie locale reposant sur un système intégré de collecte, de tri, de transformation et de valorisation des déchets solides issus des caniveaux du quartier Matonge 3. Cette approche associe un collecteur-trieur, un déchiqueteur, un compacteur à chaud et un dispositif de production de blocs à boue destinés à des usages de remblayage et de stabilisation des zones érodées. Au-delà de la réduction de la pollution, cette technologie contribue à promouvoir les principes de l'économie circulaire par la réutilisation des matériaux récupérés.

La question principale de cette recherche est la suivante :

Dans quelle mesure l'intégration d'un système local de collecte, de tri et de valorisation des déchets solides permet-elle de réduire la pollution des eaux de ruissellement et d'améliorer durablement la gestion environnementale du quartier Matonge 3 ?

L'hypothèse de cette étude est que la combinaison d'un curage régulier des caniveaux, d'un tri sélectif des déchets et de leur valorisation en matériaux réutilisables réduit significativement l'accumulation des déchets solides, améliore la qualité des eaux de ruissellement et contribue à la restauration écologique du bassin versant de la rivière Funa.

L'objectif général est d'évaluer l'efficacité d'une approche intégrée de collecte, de tri et de valorisation des déchets solides pour améliorer la qualité des eaux de ruissellement dans le quartier Matonge 3.

Plus spécifiquement, il s'agit de :

- caractériser les paramètres physicochimiques des eaux de ruissellement avant et après les épisodes pluvieux ;
- quantifier les déchets solides accumulés dans les caniveaux des principales rues du quartier ;

- analyser l'influence des précipitations sur la dynamique des déchets solides ;
- évaluer les performances techniques des dispositifs de collecte, de tri et de valorisation développés dans cette étude ;
- proposer un modèle de gestion intégrée des déchets solides applicable aux quartiers urbains de Kinshasa.

II. Matériels et Méthodes

2.1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans le quartier Matonge 3, situé dans la commune de Kalamu, au centre de la ville de Kinshasa (République démocratique du Congo). Ce quartier appartient au bassin versant de la rivière Funa, principal affluent urbain du fleuve Congo. Il est caractérisé par une forte densité de population, une urbanisation ancienne, une intense activité commerciale et un réseau de drainage soumis à une accumulation importante de déchets solides.

La ville de Kinshasa est située entre 4° et 5° de latitude Sud et entre 15°13' et 15°26' de longitude Est. Elle couvre une superficie d'environ 9 965 km², dont près de 590 km² correspondent aux zones urbanisées (Lelo Nzuzi, 2008).

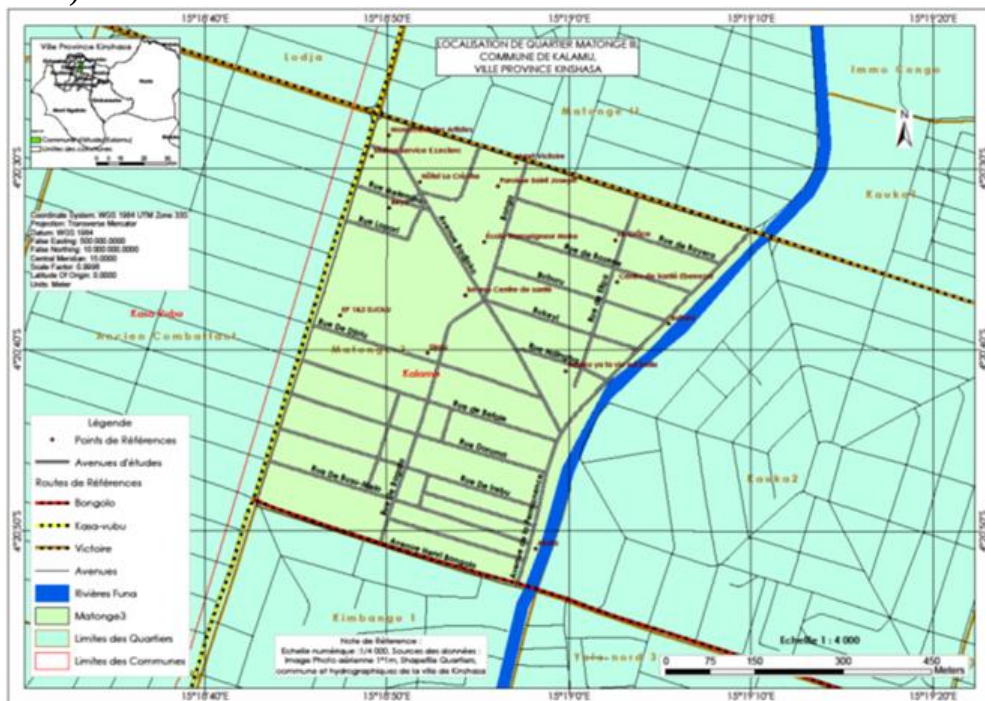


Fig. 1 : Extrait de la carte administrative de Matonge 3 avec les quartiers environnants

Le quartier Matonge 3 est limité au nord par Matonge 2, au sud par le quartier Kimbangu I, à l'est par la rivière Funa et à l'ouest par la commune de Kasa-Vubu (Figure 1).

Le climat est de type tropical humide, caractérisé par deux saisons principales : une saison pluvieuse d'environ huit mois et une saison sèche de quatre mois. Les fortes précipitations observées entre mars et mai favorisent le ruissellement, l'érosion et le transport des déchets solides vers les collecteurs et la rivière Funa.

2.2. Type d'étude

Cette étude est de nature descriptive, analytique et transversale. Elle repose sur une approche mixte combinant des méthodes quantitatives et qualitatives.

L'approche quantitative a permis de mesurer les paramètres physicochimiques des eaux de ruissellement ainsi que les quantités de déchets solides collectés dans les caniveaux. L'approche qualitative a consisté à observer les pratiques locales de gestion des déchets, les modes d'occupation du sol ainsi que le fonctionnement des dispositifs expérimentaux de collecte et de valorisation.

2.3. Échantillonnage

Le réseau de drainage du quartier comprend quatorze rues, dont douze se déversent directement dans la rivière Funa.

Parmi celles-ci, dix rues ont été retenues selon leur importance hydraulique, leur niveau d'urbanisation et leur contribution potentielle au transport des déchets solides.

Les rues étudiées sont :

- Busu Melo ;
- Irebu ;
- Doruma ;
- Djabir ;
- Djolu ;
- Dingba ;
- Bukeyi ;
- Buburu ;
- Bozene ;
- Boyera.

Tableau 1 : Catégorie et nombre des parcelles par rues de Matonge 3

N°	RUES	RESIDENTIELLE MAISONS ONL	RESIDENTIELLE AVEC IMMEUBLE	COMMERCIALE	MIXTE : résidence.+ commerciale	ECOLE	EGLISE	CENTRE MEDICAL	HOPITAL	NIGHT CLUB	CHANTIER	TOTAL PARCELLE
01	BUSU MELO	36	11	01	25	01	01	00	00	00	01	76
02	IREBU	30	06	06	31	00	04	00	00	00	04	81
03	DORUMA	36	11	01	25	01	01	00	00	00	01	76
04	DJABIR	50	04	01	18	01	02	00	00	00	00	76
05	DJOLU	31	12	01	07	03	03	00	03	03	00	63
06	DINGBA	07	05	02	01	00	01	00	01	01	02	20
07	BUKEYI	27	04	00	06	01	01	00	01	01	05	46
08	BUBURU	25	04	02	07	01	01	01	01	01	02	45
09	BOZENE	32	06	01	07	00	02	01	01	01	04	53
10	BOYERA	38	04	03	02	01	01	00	01	01	03	54
	TOTAL	312	67	17	129	10	15	02	08	08	22	590

(Source : MONSENGO, enquête sur terrain)

Au total, 590 parcelles ont été recensées, comprenant des habitations, des commerces, des établissements scolaires, des structures sanitaires, des lieux de culte et diverses activités économiques.

2.4. Collecte des données

Les investigations de terrain ont été réalisées avant et après les principaux épisodes pluvieux.

Les données collectées comprenaient :

- les paramètres physicochimiques des eaux de ruissellement ;
- les quantités de déchets solides présentes dans les caniveaux ;
- les caractéristiques des déchets collectés ;
- les observations relatives aux pratiques locales de gestion des déchets.

Les mesures ont été effectuées en trois points de chaque rue :

- en amont ;
- au point médian ;
- en aval.

Cette disposition a permis d'évaluer l'évolution spatiale de la qualité des eaux le long des caniveaux.

2.5. Mesure des paramètres physicochimiques

Les paramètres suivants ont été mesurés directement sur le terrain :

- pH ;
- température ;
- conductivité électrique ;
- solides dissous totaux (TDS) ;
- salinité ;
- turbidité.

Les mesures de pH, de conductivité, de température, de salinité et de TDS ont été réalisées à l'aide d'un appareil multiparamètre Oyster® Série 341350A (Extech Instruments). La turbidité a été déterminée au moyen d'un turbidimètre numérique Hanna Instruments. Les coordonnées géographiques des sites d'échantillonnage ont été enregistrées à l'aide d'un récepteur GPS Garmin.

2.6. Dispositifs expérimentaux de collecte et de valorisation

L'originalité de cette étude repose sur l'utilisation d'un système intégré de collecte et de valorisation des déchets solides développé localement.

Ce système comprend quatre dispositifs complémentaires :

Collecteur-trieur

Ce dispositif permet de récupérer les déchets solides contenus dans les caniveaux tout en séparant simultanément les éléments grossiers des sédiments fins grâce à un tambour métallique grillagé.

Entasseur

Les boues récupérées sont compactées afin de produire des blocs destinés au remblayage des zones dégradées.

Déchiqueteur

Les déchets plastiques sont broyés en granulés afin de faciliter leur recyclage.

Compacteur à chaud

Les granulés plastiques sont chauffés puis compactés pour produire des blocs pouvant être utilisés comme matériaux de construction ou de stabilisation des ravins. Cette chaîne de traitement constitue une solution locale fondée sur les principes de l'économie circulaire.

2.7. Analyse statistique

Les données ont été analysées à l'aide de méthodes statistiques descriptives et multivariées. La normalité des distributions a été vérifiée au moyen du test de Shapiro-Wilk.

Les différences entre les groupes ont été évaluées par une analyse de variance (ANOVA) au seuil de signification de 5 % ($p < 0,05$).

Les relations entre les variables physicochimiques ont été étudiées à l'aide :

- de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) ;
- de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ;
- des coefficients de corrélation de Pearson.

Concernant les paramètres physico-chimiques : les prélèvements ont été effectué et testé in situ avant et après les saisons pluvieuses sur chaque rue en trois endroits différents c'est à dire en amont, au point milieu et en aval. Chaque rue présente ses valeurs reprises sur le tableau synthétique. Voici ci-dessous l'illustration d'un de tableaux.

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques des eaux de Djolu

paramètre	Valeur en amont	Au point milieu	En aval
Ph	7,46	7,41	7,36
T° (°C)	30,7	30,1	29,5
EC (µs/cm)	1270	1316	1360
Turbidité	33	30	26
TDS (ppm)	710	678	645
Salinité (%)	0,038	0,035	0,035

(Source : MONSENGO, Echantillonnage sur terrain)

A propos de la quantité de déchets curée pendant les périodes pré et post-pluvieuse dans les rues de Matonge 3. Le tableau synthèse nous montre Dingba est la moins productive de déchets avec 65, 29 kg contre 1499,11 kg de Djolu, dû d'une part à la proximité des marchés pirates et pour la première à l'absence de toute activité commerciale à grande échelle.

Comme l'illustre le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Quantité de déchets bruts par segment avant les séquences pluvieuses

N°	RUES	SEGMENT COMPRIS ENTRE N° A1 à A20	SEGMENT COMPRIS ENTRE N° A21 à A40	SEGMENT COMPRIS ENTRE N° A41 à A60	SEGMENT COMPRIS ENTRE N° A61 à A76	TOTAL
01	BUSU MELO	527,58 kg	424,79 kg	255,80 kg	230,56 kg	499,03 kg
02	IREBU	464,43 kg	367,88 kg	216,54 kg	180,43 kg	448,29 kg
03	DORUMA	484,22 kg	438,05 kg	246,39 kg	197,43 kg	585,09 kg
04	DJABIR	387,68 kg	384,98 kg	284,63 kg	190,65 kg	547,94 kg
05	DJOLU	581,52 kg	472,54 kg	645,07 kg	379,98 kg	1499,11kg
06	DINGBA	165,29 kg	-	-	-	65,29 kg
07	BUKEYI	520,32 kg	207,55 kg	-	-	211,78 kg
08	BUBURU	451,39 kg	220, 11 kg	-	-	244,94 kg
09	BOZONE	481,25 kg	234,22 kg	-	-	268,24 kg
10	BOYERA	231,22 kg	358,66 kg	-	-	385,88 kg
	TOTAL	4294,9 kg	3118,78 kg	1648,43 kg	1179,05 kg	10241,16 kg

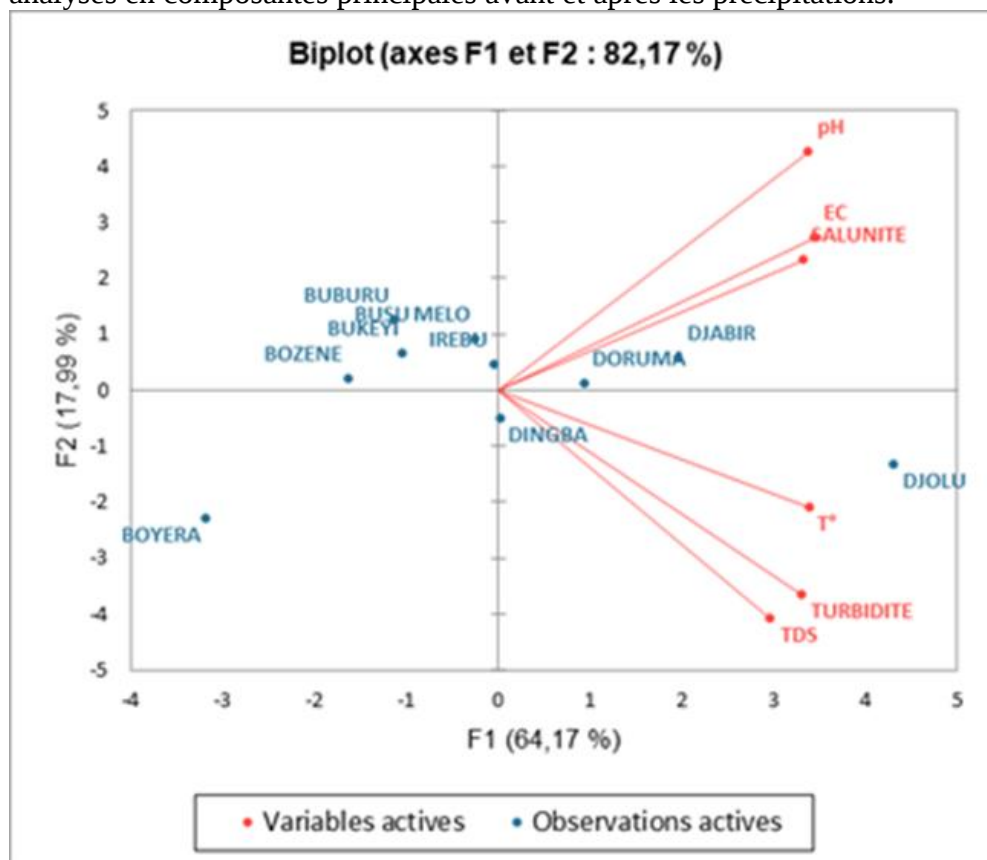
(Source : MONSENGO, Echantillonnage sur terrain)

Ces analyses ont permis d'identifier les principaux facteurs expliquant les variations spatiales et temporelles de la qualité des eaux ainsi que la dynamique des déchets solides dans les caniveaux étudiés.

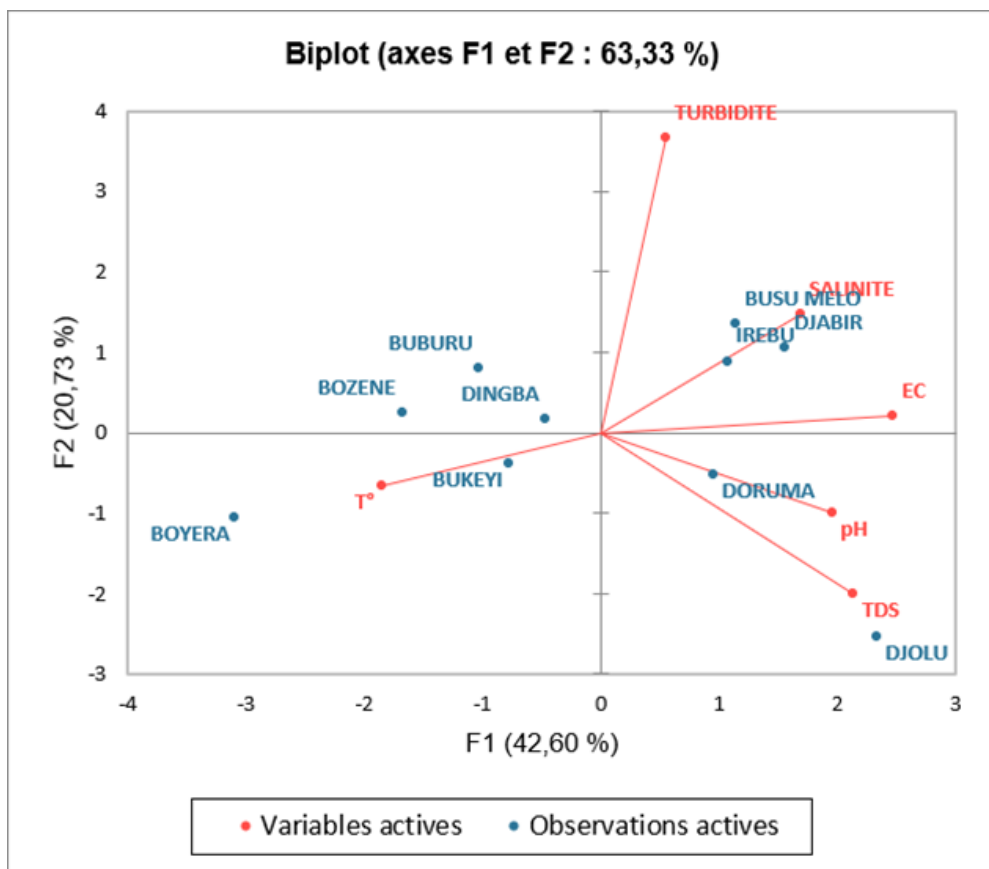
III. Resultats et Discussion

III.1. Structure des relations révélées par l'analyse en composantes principales

Les graphiques 7 et 8 présentent les plans factoriels issus des analyses en composantes principales avant et après les précipitations.



Graphique 6: ACP avant la pluie



Graphique 7: ACP après la pluie

Avant la pluie, l'axe F1 explique à lui seul 64,17 % de la variance totale est représenté par un gradient dominant de minéralisation des eaux. Les variables pH, conductivité électrique (EC) et salinité sont fortement corrélées positivement comme l'indique leur proximité et leur orientation similaire sur le cercle des corrélations. Cette association traduit une origine commune de ces paramètres, généralement liée à la dissolution des minéraux et à la concentration des ions dissous dans le milieu.

Les variables solides dissous totaux (TDS) et turbidité sont également corrélés entre elles mais se distinguent du groupe précédent par leur contribution négative à l'axe F2. Cette configuration suggère que la charge particulaire et les matières en suspension constituent une composante différente de celle associée à la minéralisation, chimique.

La distribution des stations d'échantillonnage met en évidence une opposition nette entre les sites situés à droite de l'axe F1 (Djabir, Doruma et surtout Djolu) et ceux localisés à gauche (Boyera, Bozene, Buburu, Busu-Melo et Bukeyi). Les premières stations apparaissent associées à des eaux plus minéralisées, caractérisées par des valeurs élevées de conductivité, de

salinité et de pH. A l'inverse, les stations situées du côté négatif de F1 présentent des caractéristiques traduisant une moindre concentration ionique.

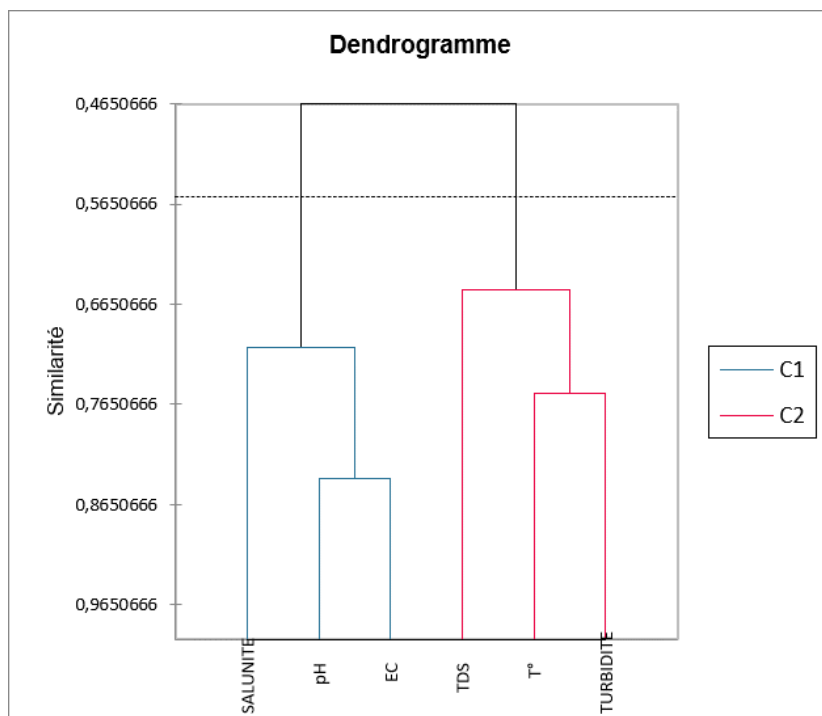
Après la pluie, l'axe F1 n'explique plus que 42, 60 % de la variance totale, tandis que l'axe F2 contribue à hauteur de 20,73 %. La conductivité électrique et la salinité demeurent fortement corrélées, confirmant que ces deux variables continuent de refléter le niveau de minéralisation des eaux. Cependant, la variable turbidité adopte une orientation presque exclusivement liée à l'axe F2, indiquant qu'elle devient un facteur indépendant et majeur de différenciation des stations après les épisodes pluvieux.

Les stations Djolu et Doruma se positionnent dans le secteur associé aux TDS et au pH, traduisant le maintien d'une charge dissoute relativement élevée malgré l'effet de dilution des pluies. A l'inverse, les stations Boyera, Bozene et Buburu demeurent éloignées des vecteurs physicochimiques dominants.

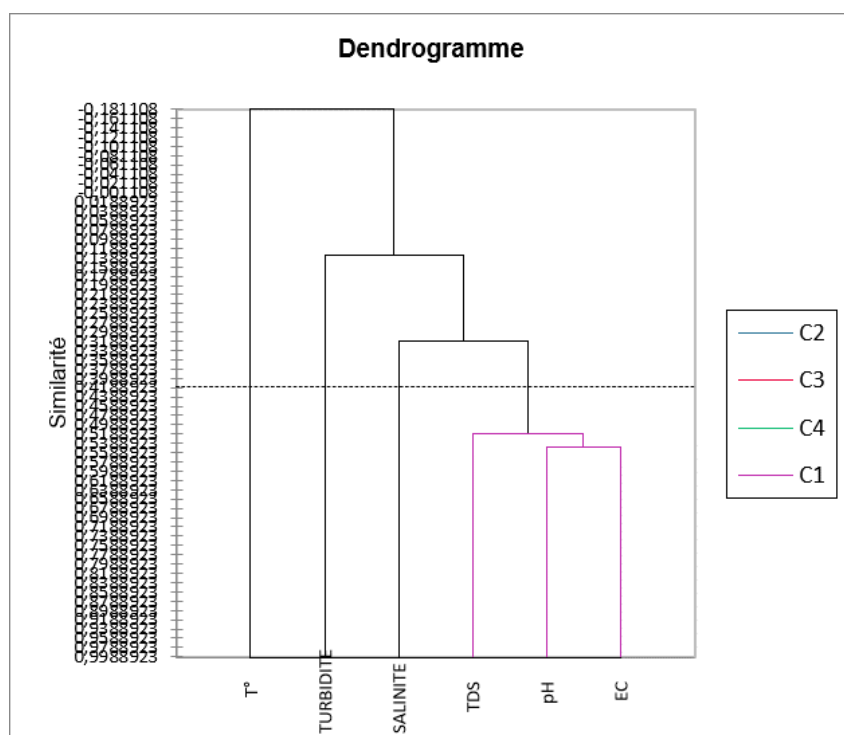
III.2. Structure des relations révélées par le Dendrogrammes issus de la classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La classification Ascendante hiérarchique (CAH) a été utilisée afin d'identifier les relations de similarité entre les paramètres physicochimiques mesurés dans les eaux de caniveaux avant et après la pluie. Cette approche permet de mettre en évidence les variables qui évoluent de manière similaire et de mieux comprendre les mécanismes contrôlant la qualité de ces eaux urbaines.

Les graphiques 1 et 2 présentent les dendrogrammes obtenus à partir de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).



Graphique 8 : CAH avant la pluie



Graphique 9 : CAH après la pluie

Le dendrogramme obtenu avant la pluie révèle l'existence de deux groupes principaux de paramètres :

Le premier groupe est constitué de % la salinité, du pH et de la conductivité électrique. La forte proximité observée entre le pH et l'EC indique que ces deux paramètres sont influencés par les facteurs communs, principalement liés à la concentration ionique de l'eau. La conductivité électrique étant directement dépendante de la quantité d'ions dissous, son association avec le pH suggère que l'équilibre acido-basique des eaux de caniveaux est fortement conditionné par la nature et la concentration ionique.

Par ailleurs, la salinité traduit également la charge minérale dissoute, se rattachant naturellement à ce groupe, témoignant d'une origine commune liée à l'accumulation progressive des sels et des résidus urbains en période sèche.

Le second groupe rassemble les solides dissous totaux (TDS), la température et la turbidité. La forte similarité observée entre la température et la turbidité suggère que ces paramètres répondent conjointement aux conditions environnementales locales. En période précédant les précipitations, les eaux stagnantes des caniveaux subissent une concentration progressive des matières en suspension sous l'effet de l'évaporation thermique plus marquée. L'association des TDS à ce groupe indique les matières dissoutes par deux mécanismes principaux : d'une part, la minéralisation de l'eau représentée par le couple salinité-conductivité-pH, et d'autre part, les processus d'accumulation de matières dissoutes et particulaires représentées par le TDS, la température et la turbidité.

Le dendrogramme obtenu après la pluie met en évidence une réorganisation notable des relations entre les paramètres physicochimiques. L'association très forte entre le pH et la conductivité électrique demeure, indiquant que les processus chimiques contrôlant l'équilibre ionique de l'eau restent actifs malgré l'apport des eaux de ruissellement. Toutefois, les TDS se rapprochent davantage de ce groupe formant un ensemble cohérent regroupant les principaux indicateurs de minéralisation de l'eau.

La salinité rejoint ensuite cet ensemble à un niveau de similarité plus faible, ce qui traduit une modification de son comportement sous l'effet des précipitations. Cette évolution peut être attribuée à la dilution des sels accumulés dans les caniveaux où à l'apport de nouvelles substances dissoutes issues du ruissellement des surfaces urbaines. Par ailleurs, une augmentation ponctuelle de la charge particulaire qui ne suit pas t_n , la turbidité apparaît relativement isolée tandis que la température constitue la variable la plus indépendante du système. Cette dissociation suggère que les phénomènes de transport particulaire induits par les pluies deviennent prépondérants. En effet, les précipitations mobilisent les dépôts présents sur les chaussées, les sols et les caniveaux, entraînant une augmentation

ponctuelle de la charge particulaire qui ne suit plus nécessairement les mêmes dynamiques que les paramètres de minéralisation.

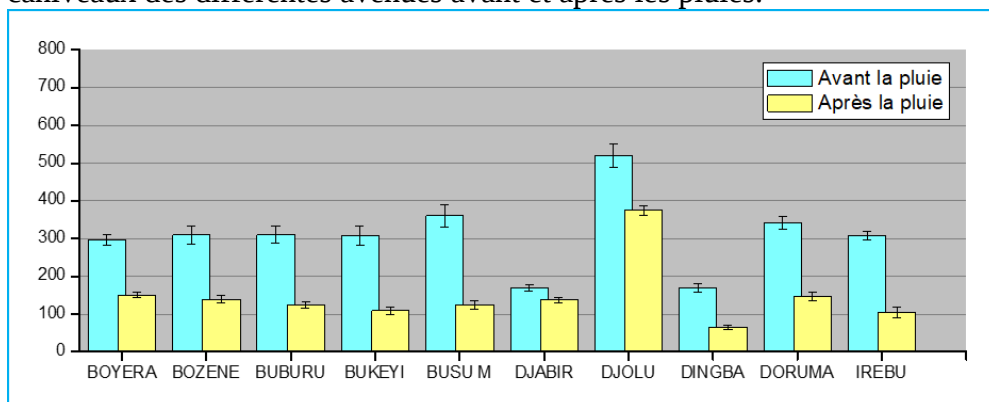
La position isolée de la température peut s'expliquer par son contrôle principalement atmosphérique. Après la pluie, les échanges thermiques avec l'environnement, la baisse de l'ensoleillement et le renouvellement des eaux modifient ce paramètre indépendamment des autres caractéristiques physicochimiques.

La comparaison des deux dendrogrammes met en évidence l'impact significatif des précipitations sur l'organisation physicochimique des eaux de caniveaux. Avant la pluie, les eaux sont caractérisées par une accumulation progressive des polluants sous l'effet de la stagnation et de l'évaporation, ce qui favorise des relations fortes entre les paramètres de concentration et de charge particulaire. Après la pluie, l'arrivée des eaux de ruissellement provoque à la fois des phénomènes de dilution et de remise en suspension des dépôts accumulés. Cette perturbation modifie les liens entre les variables et conduit à une séparation plus nette entre les paramètres liés à la minéralisation de l'eau (pH, EC, TDS, salinité) et ceux associés au transport des matières particulaires (Turbidité).

Ces résultats confirment que les épisodes pluvieux constituent un facteur majeur de contrôle de la qualité des eaux de caniveaux en milieu urbain. Ils traduisent le passage d'un système dominé par l'accumulation des polluants en période sèche à un système dominé par le lessivage et le transport des contaminants lors des événements pluvieux.

III. 3. Analyse de la quantité des déchets retrouvés dans les caniveaux avant et après la pluie

La graphique 11 présente la quantité des déchets collectés dans les caniveaux des différentes avenues avant et après les pluies.



Graphique 3 : Quantité des déchets collectés

L'analyse de la figure montre que les quantités de déchets accumulées dans les caniveaux sont systématiquement plus élevées avant la pluie qu'après la pluie dans toutes les avenues étudiées. Avant les précipitations, l'avenue Djolu présente la plus forte accumulation de déchets, tandis que Dingba et Djabir enregistrent les plus faibles quantités.

Cette situation traduit une accumulation progressive des déchets solides dans les caniveaux sous l'effet des activités anthropiques et de l'insuffisance de leur évacuation.

Après la pluie, une diminution générale des quantités déchets est observée, témoignant de l'action du ruissellement qui entraîne une partie importante des matières solides vers l'aval du réseau du drainage. Toutefois, certaines avenues notamment Djolu, conservent des quantités relativement élevées de déchets, ce qui suggère l'existence de zones de rétention ou une production élevée de déchets dans ces secteurs.

III.4. Evaluations des corrélations

Les tableaux ci-dessous présentant respectivement les matrices de corrélation de Pearson avant et après les pluies. Ils mettent en évidence des relations spatiales significatives entre les quantités de déchets observées dans les différentes avenues avant et après les précipitations.

Tableau 4 : Matrice de corrélation de Pearson pour les quantités des déchets dans les caniveaux de différentes avenues avant la pluie

Variables	BUSU MELO	IREBU	DORUMA	DJABIR	DJOLU	DINGBA	BUKEYI	BUBURU	BOZENE	BOYERA
BUSU MELO	1	0,999	0,984	0,902	0,248	-0,667	0,688	0,570	0,699	-0,297
IREBU	0,999	1	0,986	0,915	0,283	-0,684	0,683	0,571	0,691	-0,295
DORUMA	0,984	0,986	1	0,955	0,252	-0,588	0,550	0,425	0,561	-0,130
DJABIR	0,902	0,915	0,955	1	0,446	-0,596	0,387	0,299	0,378	0,011
DJOLU	0,248	0,283	0,252	0,446	1	-0,768	0,285	0,417	0,203	-0,314
DINGBA	-0,667	-0,684	-0,588	-0,596	-0,768	1	-0,826	-0,873	-0,778	0,730
BUKEYI	0,688	0,683	0,550	0,387	0,285	-0,826	1	0,978	0,996	-0,894
BUBURU	0,570	0,571	0,425	0,299	0,417	-0,873	0,978	1	0,958	-0,951
BOZENE	0,699	0,691	0,561	0,378	0,203	-0,778	0,996	0,958	1	-0,874
BOYERA	-0,297	-0,295	-0,130	0,011	-0,314	0,730	-0,894	-0,951	-0,874	1

Avant la pluie, les corrélations positives très fortes observées entre Busu Melo, Irebu, Doruma et Djabir ($r > 0,90$) indiquent que ces avenues présentent des niveaux d'accumulation de déchets similaires. Cette homogénéité suggère l'influence de facteurs communs tels que la densité des activités humaines, les habitudes de gestion des déchets ou les caractéristiques du réseau de drainage. A l'inverse, les corrélations négatives entre Dingba et plusieurs autres avenues (r variant entre -0,59 et -0,87) traduisent un comportement différent dans la dynamique des déchets, probablement lié à des conditions locales particulières.

Tableau 5 : Matrice de corrélation de Pearson pour les quantités des déchets dans les caniveaux de différentes avenues après la pluie

Variables	BUSU MELO	IREBU	DORUMA	DJABIR	DJOLU	DINGBA	BUKEYI	BUBURU	BOZENE	BOYERA
BUSU MELO	1	0,673	-0,044	0,988	0,999	-0,880	-0,691	-0,552	0,281	-0,022
IREBU	0,673	1	0,369	0,554	0,634	-0,655	-0,911	-0,788	-0,318	0,501
DORUMA	-0,044	0,369	1	-0,136	-0,084	0,386	-0,630	0,238	0,182	-0,225
DJABIR	0,988	0,554	-0,136	1	0,995	-0,864	-0,586	-0,469	0,373	-0,117
DJOLU	0,999	0,634	-0,084	0,995	1	-0,881	-0,653	-0,530	0,307	-0,048
DINGBA	-0,880	-0,655	0,386	-0,864	-0,881	1	0,473	0,821	0,124	-0,374
BUKEYI	-0,691	-0,911	-0,630	-0,586	-0,653	0,473	1	0,475	-0,048	-0,121
BUBURU	-0,552	-0,788	0,238	-0,469	-0,530	0,821	0,475	1	0,644	-0,821
BOZENE	0,281	-0,318	0,182	0,373	0,307	0,124	-0,048	0,644	1	-0,965
BOYERA	-0,022	0,501	-0,225	-0,117	-0,048	-0,374	-0,121	-0,821	-0,965	1

Après la pluie, la structure des corrélations est modifiée sous l'effet du ruissellement. Les très fortes corrélations positives entre Busu Melo, Djabir et Djolu ($r = 0,988$ à $0,999$) montrent que ces avenues réagissent de manière similaire au processus de lessivage induit par les précipitations. En revanche des corrélations négatives importantes apparaissent entre certaines avenues notamment Dingba et Djolu ($r = -0,881$) ou entre Boyera et Boyera ($r = -0,965$), révélant des différences marquées dans le transport et la rétention des déchets après les pluies.

Dans l'ensemble, ces résultats montrent que les précipitations modifient significativement la distribution spatiale des déchets dans les caniveaux. Les fortes corrélations positives observées entre certaines avenues témoignent de mécanismes communs d'accumulation ou de transfert des déchets, tandis que les corrélations négatives reflètent l'influence des conditions locales de drainage, de la topographie urbaine et de l'intensité des activités anthropiques. Ces observations confirment que le ruissellement pluvial constitue un facteur déterminant dans la dynamique des déchets solides en milieu urbain.

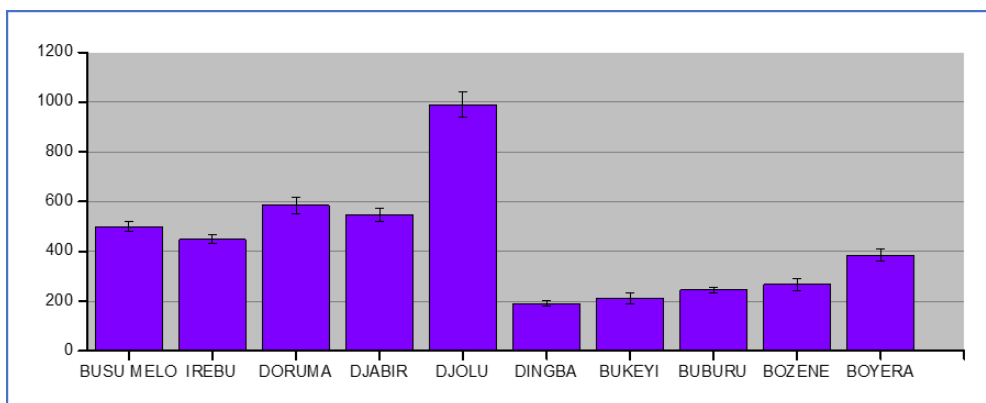
III.5. Evaluation des Dechets Recycles

III.5.1. Evaluation de Production des Blocs a Boue

En procédant au curage des caniveaux du quartier Matonge 3, non seulement la quantité des déchets solides ménagers et commerciaux est réduite mais la production des blocs à boue connaît une augmentation dans les rues où les déchets abondent, ce qui explique la nécessité de la salubrité

Quantité moyenne de déchets curés dans les caniveaux avant les précipitations selon les avenues étudiées

La graphique 12 présente les quantités moyennes de déchets solides curés dans les caniveaux avant les épisodes pluvieux au niveau des différentes avenues étudiées. Les résultats sont exprimés en Kg.

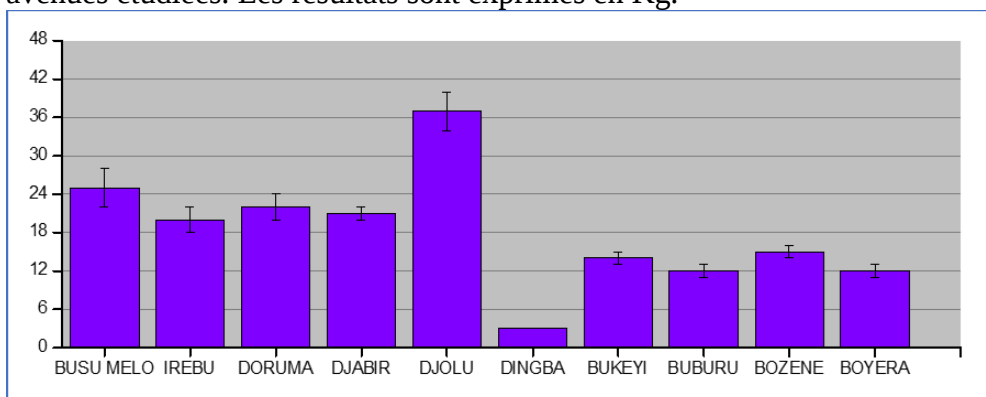


Graphique 4 Quantité moyenne de déchets solides curés dans les caniveaux avant les précipitations selon les avenues étudiées

La figure ci-haut met en évidence une variabilité spatiale importante de la quantité de déchets curés dans les caniveaux avant les précipitations. L'avenue Djolu enregistre la plus forte accumulation de déchets traduisant une pression anthropique plus élevée ou une gestion moins efficace des déchets solides. A l'inverse, les avenues Dingba, Bukeyi, Buburu et Bozene présentent des quantités relativement faibles, tandis que Boyera occupe une position intermédiaire. Globalement, cette accumulation de déchets avant la pluie constitue un facteur majeur d'obstruction des caniveaux, réduisant leur capacité d'évacuation des eaux pluviales et augmentant le risque d'inondation.

Quantité moyenne de déchets curés dans les caniveaux avant les précipitations selon les avenues étudiées

La graphique 13 présente les quantités moyennes de déchets solides curés dans les caniveaux après les précipitations au niveau des différentes avenues étudiées. Les résultats sont exprimés en Kg.



Graphique 13 : Quantité moyenne de déchets solides curés dans les caniveaux après les précipitations selon les avenues étudiées

Cette figure montre que la quantité de déchets curés après la pluie varie selon les avenues. L'avenue Djolu présente la plus forte quantité de déchets, indiquant que les précipitations ont entraîné une accumulation importante de matériaux dans les caniveaux. A l'inverse, Dingba enregistre la plus faible quantité, tandis que les autres avenues présentent des niveaux intermédiaires.

III.5.2. Discussion

3.2.1. Diagnostic statistique sur les tableaux de production des déchets solides par rues

D'après l'analyse quantitative, les totaux généraux se présentent de la manière suivante :

1. La campagne post-pluvieuse a connu un total brut de 4 725,55 kg.
2. La seconde campagne post-pluvieuse a fourni un total brut de 10 241,16 kg démontrant une forte augmentation de la période post-pluvieuse.
3. Par contre la production de blocs à boue après curage du mois de mai a produit un total de 181 blocs à boue de 45 kg/unité), ce qui correspond à $181 \times 45\text{kg}$ soit 8 145 kg de déchets transformés en blocs (les totaux en kg par rue sont bien indiqués).
4. Nous pouvons aussi signaler les rues les plus prolifiques (en masse totale) en partant par DJOLU qui est largement la plus importante : 1 499,11 kg (post-pluvieuse) et 2 079,11 kg (campagne mai), soit le plus fort gisement. C'est le principal producteur. Ensuite vient la seconde vague composée de DORUMA, DJABIR, BUSU MELO qui affichent des niveaux élevés (entre ~547 et ~1 438 kg selon la campagne de curage). En troisième place il y a le groupe de BOYERA, BOZENE, BUBURU, BUKEYI, IREBU qui ont des valeurs intermédiaires. Enfin, le dernier groupe ferme la marche avec DINGBA qui est la plus faible (65,29 kg post-période pluvieuse ; 165,29 kg avant pluies) à cause de sa petite longueur est sa faible densité

III.5.3. Concernant la corrélation position géographique vs production

Les segments compris entre A1–A20 et A21–A40 produisent le plus : cette situation est probablement due à sa position géographique car situés en zones basses ou en axes de ruissellement où les déchets sont charriés par les eaux pluviales vers ces segments.

DJOLU connu comme le plus gros producteur avec une densité d'habitation élevée, activités générant davantage de déchets (marché, décharges informelles). Il convient aussi de noter sa position en aval captant déchets des secteurs supérieurs.

DINGBA et certains segments indiquent des secteurs peu peuplés, pente ascendante où les déchets solides sont emportés rapidement vers le bas.

Notons également que les pluies multiplient les quantités observées, ce qui indique que beaucoup de déchets sont mobilisés par le ruissellement et accumulés dans les canaux, ravins et points bas. Les pluies révèlent aussi les points faibles du réseau de drainage.

III.5.4. Avantages du curage régulier — assainissement et valorisation

1. Les curages réguliers et l'assainissement

Il est impérieux que l'assainissement du quartier Matonge 3 soit quasi régulier pour des raisons qui suivent :

La réduction des accumulations : le curage régulier retire les déchets qui obstruent les caniveaux et drains, diminuant ainsi le risque d'inondation locale et stagnation d'eau (réduction des foyers de vecteurs de maladies). La meilleure évacuation des eaux de pluie : en rétablissant les sections transversales, l'écoulement est plus rapide et prévisible, réduisant l'érosion des berges et l'ensablement. La diminution des nuisances : les odeurs, le refus d'habitat, l'insalubrité ; l'amélioration de la propreté visible, la sécurité sanitaire ainsi que la qualité de vie.

2. Valorisation des déchets solides

Comme évoqué ci-haut, la transformation des déchets en blocs à boue illustré dans les tableaux ci-haut montrent que le curage permet de produire des blocs (45 kg/un). Ces blocs constituent une matière première utile pour la construction locale (petites maisons, murets, rehausse de chaussées). Il sied aussi d'épingler la stabilisation des ravins par ces blocs recyclés en matériaux compactés qui peuvent être utilisés pour créer des murs de soutènement, banquettes ou dalles légères pour limiter l'érosion. Notons également le remblaiement contrôlé des zones basses ou marécageuses ; après traitement (sélection, stabilisation), les sédiments peuvent rehausser des pistes, améliorer la portance des sols et permettre le drainage mieux contrôlé lorsqu'ils sont posés avec une couche drainante.

3. Économie circulaire locale

La production locale de matériaux réduit sensiblement les coûts d'achats d'autres matériaux de construction ou des luttes contre les risques et catastrophes naturelles ou encore d'importation et crée des emplois qui ne nécessitent pas une formation coûteuse (curage, transformation, mise en œuvre).

Conclusion et Recommandations

Nous pouvons déclarer aisément que cette recherche qui visait à réduire les déchets solides ménagers et commerciaux en suspension dans les eaux de ruissellement du quartier Matonge 3 (commune de Kalamu) en

combinant la gestion durable des déchets et une évaluation des risques écologiques afin de protéger l'écosystème de la rivière Funa, a atteint son objectif principal à travers ses indicateurs principaux :

1. D'une part l'appropriation par la population de son environnement, la lutte contre l'insalubrité n'est plus seulement le problème des autorités municipales.
2. la responsabilisation dans la gestion des déchets ; chaque habitant du quartier se veut responsable de la propreté et l'hygiène de sa parcelle jusqu'à sa devanture
3. et la valorisation des déchets dans le cadre de l'économie circulaire car les blocs de boue et de plastique produits constituent les matériaux de construction externes dans les quartiers qui peuvent éventuellement connaître des risques et catastrophes naturelles. Ces stratégies de la combinaison de collecte, triage, déchiquetage et production des blocs à boue ainsi que des blocs en matière plastique ont été effectifs. Ceci a occasionné la réutilisation pour réduire une grande quantité des charges polluantes et minimiser les impacts écologiques sur l'écosystème aquatique dans le bassin versant de la Funa. Partant de ces tableaux synthèses ci-dessous nous pouvons tirer ces conclusions.

Tableau 6 : Synthèse des Paramètres Physicochimiques Pré et post période pluvieuse

PARAMETRE	AVANT LA PLUIE	APRES LA PLUIE	VARIATION	IMPACT PRINCIPAL
pH	7,0 à 7,4	6,8 à 7,2	- 0,2 à - 0,3	Légère acidification par apport d'eau pluviale
Température	30°C à 39°C	~ 30°C	- 9°C (Djabir et Djolu)	Dilution par les eaux pluviales plus fraîche
Salinité	Elevée (Djolu, Boyera et Doruma)	Réduite (40 à 60%)	- 40% à - 60%	Dilution par apport d'eaux pluviales
Conductivité Electrique	280 à 1310 $\mu\text{s}/\text{cm}$	290 à 1350 $\mu\text{s}/\text{cm}$	+ 3% à +5%	Lessivage des surfaces urbaines (ions dissous)
TDS (solides totaux dissous)	Elevé (Djolu et Doruma)	Réduit (majorité)	- 20% à - 40%	Dilution (effet prédominant)
Turbidité	Très élevée (Djolu, Djabir et Dingba)	Réduite (70 à 80%)	- 70% à -80%	Dilution entrainement des particules

Le point critique reste l'avenue **Djolu** qui présente systématiquement les valeurs les plus élevées pour tous les paramètres (pH, température, salinité, CE, TDS, turbidité, déchets). Djolu demeure alors la **source de pollution majeure**.

Tableau 7 : Caractérisation des sources de pollution par rues

RUE	ACTIVITE ANTHROPIQUE	CHARGE POLLUANTE	STRUCTURE	IMPACT SUR QUALITE EAU
DJOLU	Marchés pirates des légumes et des produits surgelés	Maximale (Ph, T°, Salinité, CE, DTS, Déchets)	Collecteur de l'époque colonial + nouveau collecteur	Pollution critique (accumulation progressive, lessivage intensif)
DJABIR	Activités urbaines denses	Elevée (T°, CE, TBN)	Collecteur de l'époque colonial	Pollution forte (influence précipitations marquée)
DORUMA	Activités commerciales	Élevée (Salinité, TDS)	caniveau	Pollution importante (accumulation sels résidus urbains)
BOYERA	Activités urbaines	Elevée (salinité)	Caniveau	Pollution modérée élevée
BUKEYI	Faible densité	Faible (T°, salinité, TDS le plus dense)	caniveau	Qualité la meilleure (TDS augmente après la pluie = lessivage)
BOZONE	Faible densité	Faible (TBN, TDS les plus faibles)	caniveau	Qualité excellente (accumulation minime)
BUBURU	Moyenne densité	Faible (TDS, TBN faibles)	caniveau	Bonne qualité (accumulation limitée)
BUSU-MELO	Moyenne densité	Faible (TBN faible)	caniveau	Bonne qualité
DINGBA	Faible quantité déchets	Faible (débits déchets les plus faibles)	caniveau	Débits faibles avant pluie

Comme décision clé la rue Djolu doit être retenue comme site de priorité absolue pour toutes les interventions (31,7% de la production de déchets, pollution maximale sur tous paramètres)

Tableau 8 : Dynamique des Déchets Solides Avant et Après la Pluie

Rue	Déchets avant la pluie (kg)	Déchets après la pluie (kg)	Réduction %	Type de mécanisme
DJOLU	Maximale (accumulation progressive)	Elevée (conservation significative)	- 30% à - 40%	Rétention forte (zones de stockage, production élevée)
DJABIR	Faible	Faible	- 50% à -60%	Lessivage efficace (corrélation positive Busu-Melo/Djolu $r = 0,988$)
DINGBA	Faible	Très faible	- 60% à - 70%	Corrélation négative avec Djolu ($r = - 0,881$)
BOZONE	Moyenne	Faible	variable	Corrélation négative avec Boyera ($r = - 0,965$) = mécanisme différent
BUSU-MELO	Moyenne	Faible	- 50%	Corrélation positive avec Djabir/Djolu ($r=0,988-0,999$) = mécanisme commun
BOYERA	Moyenne	Moyenne	Variable	Corrélation négative avec Boyera ($r = - 0,965$) = mécanisme différent

La dynamique des déchets solides pré et post période pluvieuse demeure constante dans toutes les rues c'est-à-dire l'accumulation progressive avant la période pluvieuse ajoutée à la réduction post-période pluvieuse à travers le ruissellement qui entraîne les déchets vers l'aval.

Tableau 9 : Organisation des Relations entre Paramètres (Dendrogrammes)

Avant la pluie	Après la pluie
Groupe 1 (Minéralisation) : salinité + pH + Conductivité Electrique	Groupe 1 (Minéralisation renforcée) : pH + Conductivité Electrique + TDS + Salinité
Groupe 2 (Charge particulière) : TDS + Température + Turbidité	Groupe 2 (Transport particulière dominante) : Turbidité (isolée) + Température (variable indépendante)
Relation forte : pH + CE = influence commune concentration ionique	Relation stable : pH + CE = processus chimique actifs malgré l'apport d'eaux de ruissellement
Mécanisme dominant : Accumulation progressive (stagnation + évaporation)	Mécanisme dominant : Lessivage + transport des contaminants
Système : concentration progressive des polluants	Système : Dilution + remise en suspension des dépôts

La phase transitoire critique demeure le passage d'un système dominé par l'accumulation (période sèche) à un système dominé par le lessivage (événements pluvieux).

Tableau 10 : Indicateurs de la pression anthropique et des risques

Indicateur	Valeur critique	Rue la plus sensible	Niveau de risque	Action requise
Conductivité Electrique (CE)	280 à 1310 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (haut minéralisation avant la pluie)	Djolu (1310 $\mu\text{S}/\text{cm}$)	CRITIQUE (Minéralisation élevée)	Amélioration de la gestion eaux/déchets
Turbidité	Très élevée (Djolu, Djabir et Dingba)	Djolu (maximale)	CRITIQUE (matières en suspension)	Evacuation déchets curage caniveaux
Déchets solides	Accumulation progressive (Djolu : maximale)	Djolu (quantité maximale)	CRITIQUE (31,7 % production totale)	Evacuation systématique, réduction à la source
Température	30°C à 39°C avant les pluies	Djolu/Djabir ($\Delta = 9^\circ\text{C}$)	ELEVEE (Evaporation thermique)	Couverture caniveaux
Salinité	Elevée (Djolu, Boyera et Doruma)	Djolu maximale	ELEVEE (sels résidus urbains)	Réduction apports sels, drainage

Recommandations

Ce travail se veut d'une importance capitale pour la résolution de l'épineux problème de la gestion des déchets solides ménagers et commerciaux dans les eaux de ruissellement de la ville de Kinshasa en général et du quartier Matonge 3 en particulier. Cette recherche s'adresse non seulement aux habitants de Matonge 3 mais également aux Kinois qui sont appelés d'abord à s'approprier de leur environnement, ensuite à se responsabiliser dans la gestion des déchets et enfin à valoriser leurs déchets pour une économie circulaire.

Pour remédier à ce problème et avoir une meilleure panoplie de stratégies de réduction des déchets solides ménagers et commerciaux dans les eaux de ruissellement de Matonge 3, nous recommandons ceux qui suivent :

1. La priorisation absolue de curage de DJOLU qui détient 31,7% de la production
2. La gestion intégrée des déchets à travers ses 4 piliers qui sont :
 - **La réduction** : par la limitation des produits générateurs de déchets (papier, emballages, consommables) → 30-40% réduction
 - **La réutilisation** : en favoriser la réutilisation des matériaux et produits par la création d'emplois locaux
 - **Le recyclage** : en développant des programmes de tri et compostage → 20-30% réduction déchets organiques ainsi que la réutilisation des

déchets recyclés en matériaux de construction (colmatage des têtes d'érosion, remblayage des ravins, pavements des routes et sentiers marécageux, etc.)

3. La sensibilisation massive et l'éducation mésologique de la population de Matonge 3
4. La mise en place des dispositifs adaptés et une réglementation adéquate

La promotion de l'économie circulaire à petite échelle

Recommandations opérationnelles

Le monitoring entre en jeu pour prévenir et prendre des mesures complémentaires qui suivent :

1. La sensibilisation communautaire au dépôt contrôlé et au tri ainsi qu'à la lutte contre l'insalubrité dû à l'incivisme
2. La cartographie SIG des flux : relier à la topographie, aux pentes et à la production de déchets pour optimiser interventions.
3. Le suivi de la qualité sanitaire : les sédiments de curage peuvent contenir des polluants organiques ou pathogène en prévoyant des tests avant leur réutilisation dans l'habitat.
4. La planification environnementale pour éviter de combler les zones marécageuses naturelles indispensables à la biodiversité et privilégier les remblaiements techniques sur les pistes et surfaces anthropisées.
5. Enfin, la promotion de l'usage des dispositifs mis en place ainsi que la mise en place des micro-projets « **KIN EBONGI** » dans chaque quartier pour l'imprégnation du principe **A.RE.VA**.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Bonkougou, R.-S. (2021). Les Enjeux de la Gestion décentralisée des Déchets Solides.
2. Booz-Allen et Hamilton, *Corporate Environmental Management An Executive Survey Special Report*. 1991, 16 p.
3. ENSE - Université de Côte d'Azur, *L'environnement dans la stratégie d'entreprise : théories et outils*

4. Holenu Mangenda H., 2012. La gestion de décharges à Kinshasa et Aménagement de l'espace urbain, Mémoire de DEA en Sciences Géographiques, Faculté des Sciences/Université de Kinshasa, 162 p.
5. Holenu Mangenda H., 2014. Kinshasa, Décharges d'ordures et organisation de l'espace. Ed. Alma Master, Bacau. Roumanie, 168 p.
6. La Lucha. (2020). *Sensibilisation à la gestion des déchets ménagers* [Note d'information / Article]. La Lucha – Goma.
7. Laurent Mermet, Raphaël Bille, Maya Leroy, J-B. Narcy, X. Poux. L'analyse stratégique de la gestion environnementale : un cadre théorique pour penser l'efficacité en matière d'environnement. *Natures Sciences Sociétés*, 2005, 13
8. Laurent Omari Masudi, Bernoulli Amuri Lukamba, Henry Mata Kimbembe, Lea Masumbuko Tembea . (2025). Gestion des déchets solides ménagers au regard des risques sanitaires et environnementaux dans la zone de santé de Kindu. *Pan African Medical Journal – One Health*, 18(1), Article e18.
9. Lelo Nzuzi F., 1999. La gestion des déchets domestiques : Bilan annuel d'une expérience pilote de l'hotel de ville de Kinshasa, Mededelingen-Faculteit La ndbouwkundige En Toegepaste Biologische Wetenschappen, 64, 1, pp. 107-114.
10. Lelo Nzuzi F. 2008. Kinshasa-Ville et Environnement, Ed. Harmattan, Paris, pp. 282-384.
11. LePrince, N. M. (2025). Opportunités économiques du recyclage et de la commercialisation des déchets ménagers dans la ville-province de Kinshasa. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*
12. Lumpungu Kapata B., 2023. Salubrité, enjeux sanitaires et impacts sur le cadre de vie dans la ville e Kinshasa, Thèse de doctorat, Université de Kinshasa, 331 p.
13. Mambanzulua Ngoma P., Hiligsmann S., Sumbu Zola E., Ongena M. & Thonart P., 2015. Potentiel d'élimination des déchets végétaux (feuilles de Mangifera Indica et de Manihot Utilissima) par méthanisation à Kinshasa (République Démocratique du Congo), [VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement, 20 p.
14. Mbeba Jean Paul Mola, Simbu Alexis Vuni, Konga Moise Losembe, Makaly Emmanuel Biey. (2024). Gestion des déchets solides ménagers dans le ... *European Journal of Management and Marketing Studies*.
15. Mindele U.L., 2016. Caractérisation et test de traitement des déchets ménagers et des boues de vidange par voie anaérobie et compostage pour la ville de Kinshasa, thèse de doctorat, Département des

- sciences et gestion de l'environnement, université de liège, 2015-2016. 85 p.
16. Miti Tseta F. & Aloni Komanda, J., 2005. Les incidences de l'érosion sur le développement socio-économique et l'urbanisation future de Kinshasa. *Mouvements et enjeux sociaux*, 27 : pp. 15-28.
 17. Moraes L., 1997. Aspectos epidemiologicos relacionados aos residuos solidos domiciliarios urbanos : um estudo de caso. In : *Anais XIX Congresso da ABES, Foz de Iguaçu (Brasil)*. 8 p.
 18. Ngoran K. C., 1993. Gestion des déchets ménagers dans la ville d'Abidjan. *Bulletin du CIEH n°94*, 1993 octobre, 10 p.
 19. Ntombi M. K., Yina N., Kisangala M. & Makanzu I.F., 2004. Evolution des précipitations supérieures ou égales à 15 mm durant la période 1972-2002 à Kinshasa. *Revue Congolaise des Sciences*. Nucl 20, pp. 30-40.
 20. Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2004). Gestion des déchets d'activité de soins, Aide-mémoire N° 281.
 21. Parrot, L., & Sotamenou J., 2009. Municipal solid waste management in Africa: Strategies and livelihoods in Yaoundé. *Cameroon Waste Management* 29 : pp. 986–995.
 22. Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). (2024). *Vers une meilleure gestion des déchets au Congo* [Article de blog / Rapport]. PNUD.
 23. Revues ACAREF.
<https://revues.acaref.net/wp-content/uploads/sites/3/2021/12/roger-Sylvain-bonkougou-.pdf>
 24. Thonart, P., 2005. Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement techniques dans les pays du sud. Collection points de repère, OIF. 121 p.
 25. UN-Habitat. (2022). *Kinshasa* [Rapport urbain]. Programme des Nations Unies pour les établissements humains (UN-Habitat).