

Problématique de la gestion des déchets ménagers solides à Kinshasa et voies de leur valorisation ou recyclage: Cas du quartier Mbuku dans la Commune de Kisenso

[Problems of solid household waste management in Kinshasa and ways of their recovery or recycling: Case of the Mbuku district in the Municipality of Kisenso]

Lokango Okintambolo Olivier¹, Samba Lokombe Christian², Binti Fataki Keziah¹, Katende Kanyinda Paul³, Kusansuka Kabanda Jérémie¹, Kalonji Wataie Kevin⁴, and Tshefu Lokangu Lambert⁵

¹Assistant de Recherche de premier Mandat, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Département de Géologie Urbaine et Environnement, B.P.898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

²Assistant de Recherche de premier Mandat, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Département d'hydrologie et d'hydrogéologie, B.P.898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

³Assistant de Recherche de premier Mandat, Institut Géographique du Congo, Département de la Cartographie, B.P. 3086 Kinshasa, Gombe, RD Congo

⁴Assistant de Recherche de premier Mandat, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Département Géologie Appliquée, B.P.898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

⁵Attaché de Recherche, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Département de Géologie Appliquée, B.P. 898 Kinshasa, Gombe, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The choice made on this subject is explained by the mismanagement of solid waste in the city of Kinshasa which constitutes a major problem for the latter. This is how we assessed the knowledge of the population of the Mbuku district in the Municipality of Kisenso on the management of solid household waste, with a view to trying to set up an integrated management system for this waste through the recovery or recycling. This led us to organize a separate collection of solid waste in 21 households in this neighborhood. The solid waste thus collected was categorized into organic and non-organic waste, then weighed separately according to the fractions. The organic waste was recycled into compost and the non-organic waste sent to the various respective recovery sectors. In this district, as the average household size is 17 people, waste production is estimated at 0.3 kg/person per day. The results of the physicochemical analyzes of the compost produced comply with standards and literature for mature, good quality compost. The compost produced played a big role in the fertility of the soil for growing amaranths which we used as a test. To remedy this situation, a diagram summarizing the systems to be implemented for integrated and sustainable management of solid household waste in the district was proposed as a project.

KEYWORDS: Solid household waste, Compost, *Amaranthus hybridus* sp.

RESUME: Le choix porté sur ce sujet s'explique par la mégestion des déchets solides dans la ville de Kinshasa qui constitue un problème majeur pour cette dernière. C'est ainsi que nous avons évalué la connaissance de la population du quartier Mbuku dans la Commune de Kisenso sur la gestion des déchets ménagers solides, en vue d'essayer de mettre en place un système de gestion intégrée de ces déchets par la valorisation ou recyclage. Ce qui nous a amené à organiser une collecte séparée des déchets solides dans 21 ménages de ce quartier. Les déchets solides ainsi collectés ont été catégorisés en déchets organiques

et non organiques, ensuite pesés séparément selon les fractions. Les déchets organiques ont été valorisés en compost et les déchets non organiques envoyés dans les différentes filières de valorisation respectives. Dans ce quartier, comme la taille moyenne de ménages est de 17 personnes, la production de déchets est évaluée à 0,3 Kg/personne et par jour. Les résultats des analyses physico-chimiques du compost produit, sont conformes aux normes et aux littératures pour un compost mur et de bonne qualité. Le compost produit, a joué un grand rôle dans la fertilité du sol pour la culture des amarantes que nous nous sommes servis comme test. Pour remédier à cette situation, un schéma résumant les système à mettre en œuvre pour une gestion intégrée et durable des déchets ménagers solides au quartier a été proposé comme étant un projet.

MOTS-CLEFS: Déchets ménagers solides, Compost, *Amaranthus hybridus sp.*

1 INTRODUCTION

Le développement économique et l'urbanisation ont généralement pour corollaire une augmentation de la consommation et de la production des déchets par habitant [35]. La République Démocratique du Congo comme la plupart des pays en développement de l'Afrique centrale n'a pas échappé à cette réalité. En 2019, la ville de Kinshasa avait produit 3 millions de tonnes des déchets solides par an soit près de 8.200 tonnes par jour. La production journalière par habitant, selon la commune de résidence, était évaluée entre 350g et 750g [15].

En 2023, L'équipe de gestion des déchets d'ONU-Habitat et de la Cellule de Développement Urbain de Kinshasa (CDUK) ont montré qu'à Kinshasa, 10 661 tonnes de déchets solides municipaux sont générées quotidiennement, mais que seulement 2 % sont collectés. Par conséquent, l'objectif de développement durable 11.6.1 à Kinshasa est de 1 %. La production de déchets solides municipaux par habitant à Kinshasa est de 0,75 kg par jour, et le taux de récupération de la ville est de 1 % [42].

Cette situation dont les effets sont visibles par tous (Figure n°1), engendre des nuisances importantes pour les habitants de Kinshasa et a des conséquences néfastes sur la santé de la population, sur l'environnement et sur les ressources. Au regard de cette situation, il est plus que nécessaire que la ville de Kinshasa se dote d'un plan de gestion durable des déchets solides et d'assainissement qui doit tenir compte des réalités du pays en général et pour la ville de Kinshasa en particulier et intégrer tous les acteurs concernés par ce secteur. Les espaces où sont concentrés les déchets sont des zones propices où pullulent des agents pathogènes qui sont les moustiques, les mouches, les rongeurs, etc. En ce qui concerne les moustiques et les mouches, ils sont vecteurs de divers maux donc le paludisme et la maladie du sommeil pour la mouche tsé-tsé qui a été identifiée à Kinshasa par les services vétérinaires [31].

Le quartier Mbuku dans la commune de Kisenso n'échappe pas à cette réalité. De ce fait, nos objectifs à atteindre sont les suivants: Evaluer la connaissance de la population du quartier Mbuku sur la problématique de la gestion des déchets ménagers solides; Organiser la collecte séparée à la base au niveau des ménages cibles en séparant les déchets organiques des déchets inorganiques; Caractériser les déchets ménagers produits au quartier Mbuku; Quantifier la production moyenne journalière des déchets ménagers solides dans ces ménages, Valoriser les déchets organiques quantifiés en produisant du compost; Déterminer les paramètres physico-chimiques du compost produit au quartier Mbuku et d'en évaluer la qualité; Expérimenter le compost produit au quartier Mbuku par les cultures d'*Amaranthus hybridus sp* en plates-bandes expérimentale et témoin; Orienter les déchets inorganiques vers les filières de recyclage; Proposer un plan de mise en place d'un système de gestion intégrée de ces déchets ménagers solides.



Fig. 1. Les différentes destinations des déchets produits à Mbuku (Rivière, Ravin ou Erosion, Décharge sauvage...).
Sources: Photographie personnelles

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

Le quartier Mbuku est borné:

- Au Nord, par l'avenue Congo Fort qui le sépare du quartier Libération;
- Au Sud, par la rivière Kwambila, qui le sépare du quartier Mandela de la commune de Mont-Ngafula;
- A l'Est, par le quartier Amba;
- A l'Ouest, par l'avenue Congo Fort qui le sépare du quartier Mbanza-Lemba, de la commune de Lemba

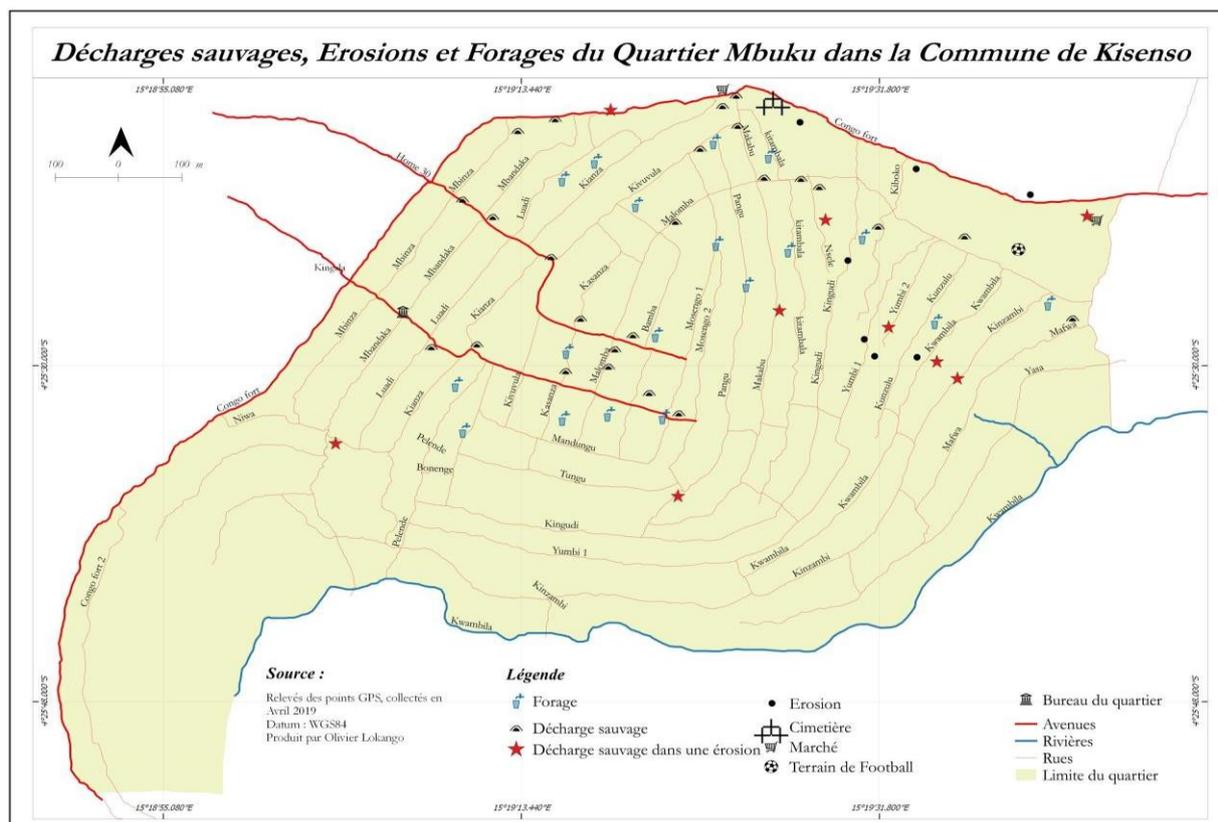


Fig. 2. La carte de décharge sauvage, forage et érosion du quartier Mbuku dans la commune de Kisenso (Source: Olivier Lokango Okintambolo, 2023)

2.2 MATERIEL

Le matériel d'étude était composé de matières suivantes: Déchets ménagers solides (Feuilles mortes ou fleur, Les restes des légumes, Fruits et épluchures, Reste de repas, Papiers et Cartons, Sachets et Bouteilles plastiques, Verre, Métaux et Boites,...etc.), *Amaranthus hybridus sp* (ses plantules ont été utilisées pour expérimenter la qualité du compost produit à partir des déchets organiques récoltés dans les ménages enquêtés) et du compost (produit par valorisation des déchets organiques). Certains outils ont également servi pour mener cette étude.

Il s'agit: GPS pour prélever les coordonnées géographiques des (décharges sauvages, forages et érosions) du quartier Mbuku; Un questionnaire d'enquête; Un stylo marqueur des différentes couleurs (pour codifier les sachets poubelles) et le carnet de terrain; Un appareil photographique pour la prise de vues dans les différents sites; Une calculatrice scientifique pour calcul; Arrosoir (pour le compostage et croissance des amarantes) et Deux bidons 25 litres; Un tamis pour tamiser toutes les substances plus grosses dans le compost; Un pousse-pousse pour la collecte des déchets dans les ménages; Un râteau, la bêche, une machette et la brouette; Les sachets poubelles pour la quantification des déchets; Des gants, un pair de botte et un cache-

nez; Deux balances électroniques de marque Saco de 25 kg et 200 kg de poids maximum; Fourches pour le tri-sélectif des déchets; Mètre ruban de 150 cm pour la mesure de la taille des amarantes et une latte de 30 cm.

2.3 MÉTHODES

Afin de collecter les données pour cette étude, nous nous sommes servis des méthodes ci-après:

- ❖ **L'observation:** a permis de palper le fait sur le terrain et déterminer le réel problème de la population. Cette observation a porté aussi sur la croissance des Amarantes, le développement de leurs tiges et feuilles sur les deux plates-bandes (sol expérimental et sol témoin);
- ❖ **La description:** a permis de décrire les résultats et le champ du travail pour mieux appréhender les différentes réalités qui s'y trouvent;
- ❖ **L'expérimentation:** a permis de peser les déchets pour connaître la quantité des déchets produits journalièrement dans les ménages du quartier Mbuku. Elle a également permis d'expérimenter la qualité du compost dans la culture d'Amarante (*Amaranthus hybridus sp*). Elle a permis en outre, de déterminer certains paramètres physico-chimiques du compost en vue d'en évaluer la qualité

A ces méthodes, il a été associé également quelques techniques que voici:

- **Documentaire:** a permis de rassembler les ouvrages, les notes de cours et d'autres publications qui ont fournis des informations nécessaires;
- **Analytique:** a permis de décomposer les données recueillies lors de notre enquête en vue de bien comprendre le problème lié à la gestion des déchets;
- **L'échantillonnage:** a permis de déterminer la taille de la population à enquêter. Ici, le ménage était considéré comme étant l'unité échantillonnale

Au niveau du quartier Mbuku, l'échantillon a été calculé à l'aide de la formule ci-après:

$$n_x = \frac{n \times n_1}{N}$$

Avec: n_x = nombre des ménages échantillons par quartier; n_1 = Nombre des ménages résidentiels par quartier (1395); n = nombre total des ménages échantillons pour toute la commune de Kisenso (10.000); N = nombre des parcelles (ménages) résidentielles dans toute la commune (26.014).

$$n_x = \frac{n \times n_1}{N} = \frac{10.000 \times 1395}{26.014} = 536 \text{ ménages}$$

Nous avons tiré les 20 % de 536, soit **107 ménages** pour augmenter la fiabilité des résultats. C'est ce nombre qui constitue la taille de notre échantillon des ménages à enquêter au niveau du quartier Mbuku. Le pas de sondage ou l'intervalle était calculé en divisant 1395 parcelles par 107, soit **13 ménages**. Ce procédé est scientifiquement autorisé dans le cadre des enquêtes prioritaires dans une population donnée [14].

- **Interview et enquête:** Une parcelle a été considérée comme un ménage qui a eu à répondre à une série de questions en rapport avec la situation de la gestion des déchets. L'enquête par questionnaire s'est effectuée de porte à porte. Nous avons posé différentes questions à la population et écouté leurs préoccupations. Elle nous a permis de collecter les données sur terrain. La présente étude a été effectuée aux cours de la période allant du janvier au juillet 2023
- **Tri- sélectif et quantification des déchets:** par tirage au sort, **21** parcelles ont été sélectionnées soit **20 % partant de l'échantillon (107 ménages)** pour permettre de travailler sur un sous-échantillon aléatoire et représentatif

Au site de valorisation, les déchets subissaient d'abord la mensuration globale et ensuite triés pour être pesés selon les catégories et fractions: verres, plastiques, métaux, textiles et les déchets biodégradables étaient enfin entassés en vue du **compostage**. Il a été procédé aux 3 pesées journalières par ménage afin de déterminer la quantité des déchets produits en moyenne par jour dans un ménage.

- **Expérimentation du compost dans la culture de l'Amarante (*Amaranthus hybridus sp*):** Nous avons mis au point un dispositif expérimental de **2 m²** dont **1 m²** pour le sol composté et l'autre **1 m²** pour le sol témoin. Il y a eu 100 pieds d'amarantes avec un écartement de **10 cm** entre 2 pieds
- **Mesure de la taille des amarantes (dans le sol témoin et dans le sol compost)** pour savoir s'il y a une différence significative entre les amarantes plantées dans les deux types des sols en vue de l'évaluation de la qualité du compost

- **Traitement et analyse des données:** L'analyse et le traitement des données a commencé par le dépouillement manuel des fiches d'enquête avec codification des réponses. Le traitement statistique a été rendu possible grâce aux logiciels: Microsoft Word, Excel et XSTAT version gratuite 2023.2.1414

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 ASPECTS RELATIFS AUX DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon leur statut d'occupation, sexe, état-civil, niveau d'études et l'existence d'autres ménagers dans leurs parcelles

Variables	Modalités	Fréquence absolue	Fréquence relative (%)
Statut d'occupation	Locataires	22	21
	Propriétaires	85	79
	Total	107	100
Sexe	Masculin	39	36
	Féminin	68	64
	Total	107	100
Etat-civil	Célibataires	31	29
	Marié(s)	58	54
	Veuf (ve)s	13	12
	Divorcé(e)s	5	5
	Total	107	100
Niveau d'études	Licence	9	8
	Graduat	12	11
	Diplômés d'Etat	33	31
	6 ans Primaires	9	9
	Autres	44	41
	Total	107	100
Existences d'autres ménages dans les parcelles enquêtées	Oui	62	58
	Non	45	42
	Total	107	100

Les résultats sociodémographiques montrent que les femmes (64%) dominent sur les hommes (36%), ceci peut s'expliquer par le fait que les femmes restent pendant la journée dans les ménages pour s'occuper des tâches de la maison alors que les hommes vont à la recherche du pain quotidien pour la famille. Ce résultat est similaire à celui [17] où les femmes représentent 63,5% des enquêtés. Concernant le statut d'occupation des maisons 79% des ménages ont eu le statut de propriétaire, 21 % étaient de locataire. Ce résultat est en accord avec celui de [5] qui a trouvé 56% des ménages ont eu le statut de propriétaire.

Les mariés (54%) sont dominants en ce qui concerne l'Etat-civil. Ce résultat est proche de celui de [16] qui a trouvé respectivement dans leur étude que les mariés étaient majoritaires (64,8%) parmi les enquêtés, ceci devait avoir une implication positive sur la gestion des déchets solides ménagers lorsqu'on sait que les mariés ont un sens de responsabilité élevé parce qu'ils prennent soin de leurs familles, ils doivent aussi avoir le même souci pour bien gérer les déchets au niveau de leurs ménages.

Le niveau d'étude des enquêtés est dominé par les diplômés d'Etat (31%) suivi des gradués (11%) et des licenciés (8%). Les intellectuels ont une perception approfondie dans la problématique de la gestion des déchets, c'est ainsi que leur comportement vis-à-vis de cette gestion doit être différent de ceux qui n'ont pas étudié mais généralement ce n'est pas toujours le cas pour les ménages du quartier Mbuku. C'est ce que confirment également [17] dans leur étude.

La plupart de ménages enquêtés (58%) ont reconnu l'existence d'autres ménages dans leurs parcelles. Cette situation peut avoir de répercussion sur la production des déchets dans ces parcelles lorsqu'on sait que la quantité de déchets produits est proportionnelle au nombre de personnes qui habitent dans une parcelle.

3.2 ASPECTS RELATIFS A LA PRODUCTION ET GESTION DES DECHETS MENAGERS SOLIDES

Tableau 2. Répartition des enquêtés selon leurs avis sur l'existence de poubelle familiale, le temps de remplissage de cette poubelle, la destination des déchets après remplissage de la poubelle et les maladies courantes liées à la mauvaise gestion de ces déchets

Variables	Modalités	Fréquence absolue	Fréquence relative (%)
Existence d'une poubelle familiale	Oui	73	68
	Non	34	32
	Total	107	100
Temps de remplissage de la poubelle	1 jour	5	7
	2 jours	11	15
	3 jours	16	22
	4 jours	17	23
	5 jours et plus	24	33
	Total	73	100
Destination des déchets après remplissage de la poubelle	Enfouissement dans la parcelle	8	11
	Brûlage dans la parcelle	5	7
	Rejet vers une rivière	4	5
	Rejet vers le ravin où l'érosion	49	67
	Rejet vers une décharge publique brute	7	10
	Total	73	100
Les maladies courantes liées à la mauvaise gestion de ces déchets	Paludisme	81	76
	Maladies des mains sales	16	15
	Verminoses	9	9
	Autres	1	1
	Total	107	100

En ce qui concerne les poubelles et leur gestion, il a été constaté que la plupart (68%) de ménages enquêtés ont des poubelles familiales; c'est ce que confirment également [37] et [25] dans leurs études respectives sur la gestion des déchets solides où 66% et 67,5 % ont des poubelles. Le temps de remplissage de cette poubelle est pour la plupart de ménages de 5 jours et plus (33%) suivie de 4 jours (23%), 3 jours (22%) et 2 jours (15%). Ce résultat s'accorde avec celui de [37] qui a trouvé de 1 à 3 jours (39,2%) suivie de 4 à 7 jours (36,4%). La destination principale des déchets après remplissage de la poubelle est le rejet vers un ravin ou érosion (67%) suivie de celui qui enfuit dans la parcelle (11%). Ce résultat est proche de celui de [32] qui a trouvé 84% de ménages qui jette leur poubelle des déchets dans l'érosion ou le ravin. La possession d'une poubelle familiale seule, ne suffit pas pour gérer les déchets solides mais c'est la destination de ces derniers après remplissage de la poubelle qui pose problème.

La mauvaise gestion de ces déchets pour la plupart des enquêtés est due au manque d'informations et formations nécessaires afin de croître leur connaissance. Pour éviter à ce que cette megestion ait des impacts sur la nature, [30] donne une hypothèse disant qu'une bonne planification d'un système de gestion des déchets ménagers exige au préalable une bonne connaissance de la qualité et des quantités produites dans le présent et une estimation correcte des prévisions dans le futur.

Tableau 3. Répartition des enquêtés selon leur mode de gestion, d'évacuation et de prise en charge des déchets ménagers solides, la séparation des déchets

Variables	Modalités	Fréquence absolue	Fréquence relative (%)
Opérateurs d'évacuation des déchets en cas de rejet vers une rivière, vers le ravin ou caniveau et vers une décharge publique brute	Vous-même	48	66
	Pousse-pousseurs	20	27
	Compagnie (ONG)	5	7
	Autres	0	0
	Total	73	100
Au coût de l'évacuation par les pousse-pousseurs et compagnies (ONG)	Moins de 1000FC	13	52
	1000FC – 5000FC	12	48
	Total	25	100
Avis des enquêtés sur la prise en charge de l'évacuation des déchets ménagers solides	Oui	86	80
	Non	21	20
	Total	107	100
Au coût mensuel de cette prise en charge	1000FC – 5000FC	76	88
	6000FC – 10.000FC	7	8
	11.000FC – 15.000FC	2	3
	Plus de 20.000FC	1	1
	Total	86	100
Habitue de séparation de différents types de déchets	Oui	10	9
	Non	97	91
	Total	107	100
Raisons de la non séparation de ces différents types de déchets	Pas de temps	23	24
	Difficile	9	9
	Inutile	30	31
	Non hygiénique	11	11
	Autres	24	25
	Total	107	100

Concernant les résultats en rapport avec le tri ou la précollecte des déchets solides, la majorité (91%) d'enquêtés ne trient jamais leurs déchets en argumentant que c'est une pratique inutile et d'autres évoquent le manque du temps pour le faire; ceci a été prouvé aussi par [16] et [32] dans leurs études respectives sur la gestion des déchets solides où 86,4% et 91% de ménages enquêtés ne trient pas leurs déchets.

Alors une fois que la poubelle est pleine, l'évacuation est faite souvent individuellement à des heures tardives ou trop tôt matin vers une des destinations citées ci-haut. Le constat similaire (évacuation clandestine des déchets) a été aussi fait par [25], [26] et [32]. La plupart d'enquêtés (80%) sont d'accord et prêts pour la prise en charge de coût d'évacuation de leurs déchets produits mais à prix réduit (entre 1000 FC et 5000 FC par mois) compte tenu de leur faible revenu. Ces résultats se marient des études précédentes menées par [3] et [32].

Pour le cas du quartier Mbuku, la solution par rapport à ce problème de gestion des déchets solides n'est rien d'autres qu'une collecte de porte à porte à coût réduit et gestion de proximité en capitalisant l'espace compris entre le Home 30 et le Marché de Mbanza-Lemba afin de créer un Centre de compostage pour valoriser les déchets organiques des quartiers de Mbuku, Mbanza-Lemba et de l'UNIKIN.

Au regard de tout ce qui précède, nous pouvons attester qu'au niveau du quartier Mbuku, les déchets ne sont pas bien gérés et pour remédier à cette situation, nous allons proposer un schéma (voir le figure n°5) résumant des mécanismes à mettre en œuvre pour une gestion intégrée et durable des déchets ménagers solides au quartier. Cette gestion ne sera possible qu'avec l'instauration de la taxe sur l'assainissement.

PROPOSITION DU SCHEMA GÉNÉRAL D'UN SYSTÈME DE GESTION INTÉGRÉE ET DURABLE DES DÉCHETS MÉNAGERS SOLIDES DANS LA COMMUNE DE KISENSO

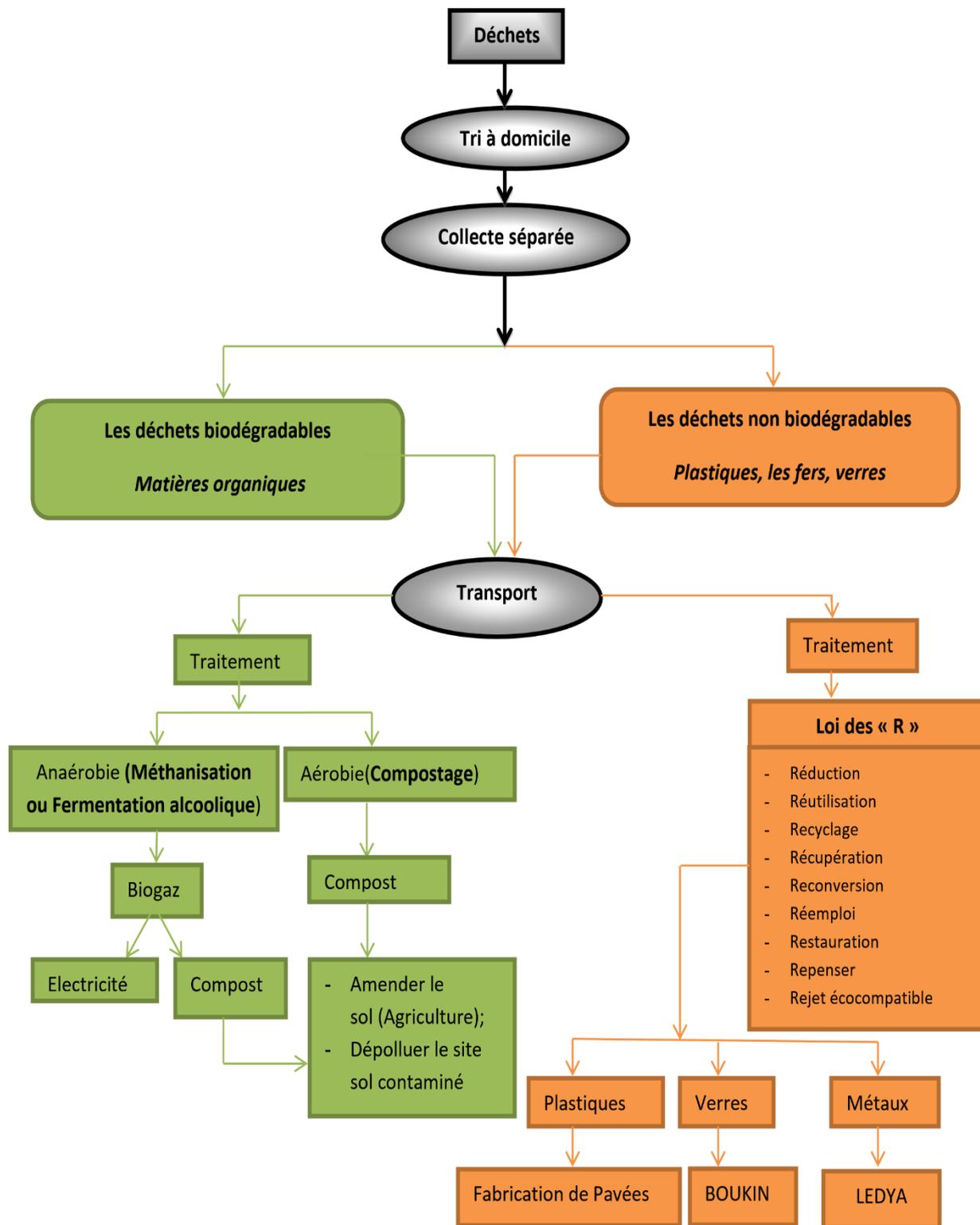


Fig. 3. Schéma proposé du système de gestion intégrée et durable des déchets ménagers solides à Kisenso

3.3 ASPECTS RELATIFS A LA QUANTIFICATION DES DECHETS SOLIDES MENAGERS

Tableau 4. Données relatives à la quantification des déchets solides ménagers

Catégories	Quantité journalière de déchets (Kg) dans les 21 ménages			Qté journ. moyenne (Kg)/21 ménages	Qté journ. moyenne (Kg)/ 1 ménage	Pourcentage (%)	
	1er Jour	2ème Jour	3ème Jour				
Biodégradables	70,200	86,805	80,355	79,12	3,767	86	
Non biodégradables	Sachets et bouteilles plastiques	7,215	9,163	11,910	9,429	0,449	10
	Verres	2,057	1,545	1,150	1,584	0,075	2
	Métaux et boîtes	1,078	0,965	1,650	1,231	0,058	1
	Textiles	1,075	1,043	0	0,706	0,034	1
	Total	11,425	12,716	14,710	12,950	0,617	14
Total général	81,625	99,521	95,065	92,07	4,384	100	

La quantité des déchets produits à Mbuku est très variable et cela est dû au niveau social qui n'est pas le même dans des ménages. Quant aux résultats relatifs à la quantification des déchets ménagers solides, la production moyenne journalière des déchets solides par ménage est de 86% (3,767 Kg) pour la fraction biodégradable et 14% (0,617 Kg) pour la fraction non-biodégradable répartie comme suite 10% de sachets et bouteilles plastiques, 2% de verres, 1% de métaux et boîtes et 1% de textiles. Ce qui fait un total de 4,384 Kg de déchets produits par jour et par ménage pour l'ensemble de ces deux fractions. Comme un ménage dans ce quartier comprend en moyenne 17 personnes, une personne produirait en moyenne 4,384 Kg/17 personnes = 0,257 Kg ≈ 0,3 Kg soit 300g/jour des déchets solides. Sachant que le nombre de la population du quartier Mbuku est 27.402 habitants, donc cette population produirait en moyenne 0,3 Kg x 27.402 habitants = 8.220,6 Kg/jour dont 7.069,7 Kg (86%) des déchets putrescibles et 1.150,9 Kg (14%) des déchets non-putrescibles.

Des conclusions similaires ont été prouvées dans le quartier de Madiata (Commune de Selembao) par [32], dans le quartier Mbanza-lemba (Commune de Lemba) par [26], dans le Groupement d'Irhambi -Katana (Sud-Kivu) par [4] où la production moyenne des déchets ménagers est de 0,3 Kg/hab./jour.

Les autres conclusions similaires des [11], [34], [3] et [29], qui ont trouvés 0,3 Kg/hab/jour et 0,38 kg/hab/jour dans leurs études. Cette étude s'est déroulée seulement pendant la saison pluvieuse.

Mais ces résultats paraissent différents de ceux trouvés par d'autres auteurs. En effet, [7] ont trouvé une production moyenne de 0,5 Kg par personne dans une étude menée sur le site l'université des Kinshasa. Et la composition de ces déchets était de 65% pour les organiques. La différence entre ces résultats peut être due aux conditions socio-économiques qui ont baissé dans le pays, les gens se retrouvent nombreux dans le ménage avec une production élevée des déchets solides.

Nous avons trouvé que 0,3 Kg est la production moyenne journalière par personne, Mbuku aurait produit au total 8.220,6 Kg/jour. Ces déchets sont mal gérés et on retrouve des déchets éparpillés partout dans le quartier. Si la RASKIN ne s'intéresse pas aux quartiers périphériques comme Mbuku, après une année, il y aura des décharges sauvages partout dans la ville. L'installation de Centres de compostage dans ce quartier serait profitable aux habitants et cela en collaboration avec l'ONG Bopeto existant déjà, qui récolte les déchets dans des ménages pour aller les jeter aux endroits non appropriés créant ainsi d'autres problèmes sur l'environnement et la santé de la population. C'est ainsi que le paludisme (76%) et les maladies des mains sales (15%) dominent dans ce quartier. Ce résultat est similaire avec celui de [26] où le paludisme represent 68% des enquêtes.

3.4 ASPECTS RELATIFS A LA VALORISATION DES DECHETS BIODEGRADABLES PAR LA TECHNIQUE DE COMPOSTAGE

Tableau 5. Données relatives à la quantité de déchets biodégradables utilisées pour le compostage

Catégorie de déchets	Quantité journalière de déchets (Kg) dans les 21 ménages			Quantité totale de déchets dans les 21 ménages (Kg)/3jours	Quantité de Composts produits (Kg)
	1er Jour	2ème Jour	3ème Jour		
Biodégradables	70,200	86,805	80,355	237,36	79

Les résultats relatifs à la valorisation des déchets putrescibles par la technique de compostage aérobie que les déchets biodégradables quantifiés (237,36 Kg) pendant les 3 jours dans les 21 ménages sélectionnés ont servi pour produire du compost et après 3 mois de compostage, la quantité du compost produit est de 79 Kg soit 33% de la quantité initiale des déchets biodégradables. Donc, les 7.069,7 Kg des déchets putrescibles que produit le quartier Mbuku donneront 7.069,7 Kg x 79 Kg/237,36 Kg = 2.352,99 Kg de compost par jour. Or 1 tonne (1000 Kg) de compost coûte 100\$; 2.352,99 Kg de compost coûteront 2.352,99 Kg x 100\$/1000 Kg = 235,299 \$ par jour soit 235,299 \$ x 30 jours = 7.058, 97 \$ par mois. Ces résultats se rapprochent des études précédentes menées par [4], [9], [3] et [40] dans leurs études.

Ces déchets organiques étant constitués plus de déchets de cuisines et parcelles (maisons, arbres), il est tout à fait normal que la réduction en poids connaisse des valeurs de plus de 50%. Ceci permet de prédire des quantités de compost qui peuvent être obtenues lors du traitement de tels déchets.

3.5 ASPECTS RELATIFS AUX TYPES, QUANTITE ET DESTINATION DES DECHETS SOLIDES MENAGERS PRODUITS AU QUARTIER MBUKU

Tableau 6. Données relatives aux types, quantité et destination des déchets solides ménagers produits au quartier Mbuku

Types	Quantité /Kg	Destinations
Biodégradables	237, 36	Production du compost sur place au quartier Mbuku
Plastiques (Sachets et bouteilles)	28,288	Vers l'unité de recyclage des Sciences de l'Environnement/Faculté des Sciences à l'UNIKIN (production des pavés, briques, caniveaux).
Verres	4,752	Vendus au prix de 200FC par Kg auprès des mamans acheteuses ambulantes de verres qui, à leur tour, les vendaient à la BOUKIN
Métaux et boites	3,693	Les métaux ont été vendus au prix de 400FC par Kg auprès des acheteurs ambulants des métaux qui, à leur tour, les vendaient à l'entreprise LEDYA ou FEMECO ou HARIMEX qui recyclent les métaux dans la commune de Limete à Kinshasa.
Textiles	2,118	Les déchets textiles collectés ont été simplement brûlés.

Ce tableau donne la quantité des différents types des déchets solides ménagers et leurs destinations dont les biodégradables (237, 36 Kg) ont servi pour la production du compost; les plastiques (28,288 Kg) étaient remis à l'unité de recyclage des Sciences de l'Environnement; les verres (3,693 Kg) étaient vendus à l'industrie de BOUKIN, les métaux (3,693 Kg) étaient vendus à l'industrie de LEDYA et autres; enfin, les textiles (2,118 Kg) étaient simplement brûlés par manque d'alternative de leur valorisation. Ces résultats se rapprochent des études précédentes qu'ont menées [9], [28], [3] et [20].

3.6 EVALUATION DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU COMPOST

Tableau 7. Paramètres physico-chimiques du compost produit à partir des déchets organiques ménagers produits au quartier Mbuku

Paramètres	Unités	Valeurs	Valeurs de référence
Ph	-	6,7	Mustin, 1987, Liassa M., 2018 et Biey, 2019
Conductivité électrique	µs/cm	277	Liassa M, 2018 et Biey, 2019
Température	°C	26,9	Mindele, 2016 et Liassa, 2018
Humidité	%	52,8	Kungana, 2013, Mindele, 2016 et FAO, 2005
Matière sèche (M.S)	%	47,23	Mulaji, 2011 et AFNOR, 2005
Mg	%	0,74	Mustin, 1987 et Castaldi et al., 2008
Pb	mg/kg MS	12,7	Mikomo K., 2014 et AFNOR, 2005
Zn	mg/kg MS	43,2	Mikomo K., 2014 et AFNOR, 2005
Cu	mg/kg MS	9,0	Norme AFNOR, 2005 et Toundou O., 2016
Mn	mg/kg MS	34,9	Luboma M., 2007 et Toundou O., 2016
Fe	mg/kg MS	11,0	Luboma M., 2007 et Alouiemine S., 2006
Cd	mg/kg MS	0,9	Biey, 2001, Mindele, 2016 et AFNOR, 2005
Na	%	0,02	Mulomba, 2014 et Normes Ontario, 2012
K	%	0,41	Mustin, 1987, Mulaji, 2011, Toundou O., 2016, AFNOR, 2005 et FAO, 2005
Ca	%	2,96	Mustin, 1987, Mulaji, 2011 et Toundou O., 2016
Ntot	%	2,02	Castaldi et al, 2008, Mindele, 2016 et Norme AFNOR, 2005
Ctot	%	37,2	Toundou, 2016, Youcai et al, 2008 et Norme AFNOR, 2001
P	%	0,98	Mustin, 1987 et Norme AFNOR, 2005
C/N		18,4	Kolwezi, 2011, Mindele, 2016, Toundou, 2016, AFNOR, 2005 et FAO, 2005

Les résultats des analyses physico-chimiques du compost produit, ont révélé un pH égal à 6,7. Cette valeur est proche de la neutralité et bon pour le processus de compostage car [6], [8] cité par [20] a signifié que le processus de compostage est relativement peu sensible au pH en grande partie, en raison de larges éventails des microorganismes impliqués et que le pH préféré varie dans la gamme allant de 6,5 à 8,0. La conductivité était à 277 µs/cm respectant la norme internationale fixée à une valeur inférieure à 500 µs/cm. Avec une température de 26,9°C, le compost produit est à la fourchette de la valeur normale acceptable (< 45°C). Ce résultat est similaire de celui de [20] qui a trouvé un pH égal à 6,8; une conductivité de 274 µs/cm et la température de 26,7°C dans le compost produit à partir des déchets organiques dans son étude sur la gestion et voies de valorisation des déchets solides au marché Mfidi dans la commune de Makala. Ce résultat s'accorde avec celui de [25] qui a trouvé la température de 29°C.

La matière sèche obtenue, lors notre expérience est 47,23 %. Ce résultat est proche de celui de [27] qui a trouvé 55,44 %. Ce résultat est conforme aux normes de [2] qui limite une valeur > 30 %. La teneur en humidité obtenue est 52 %. Ce résultat est proche avec ceux de [19] et [25] qui ont respectivement trouvés 53, 2% et 58 %. Ce résultat est conforme aux normes de [13] qui limite une valeur de 40 à 65 %.

La teneur en carbone total obtenue est 37,2%. Ce résultat se marie avec ceux de [39] et [41] qui ont respectivement trouvé 38 % et 37,4 %. Ce résultat est conforme aux normes de [1] qui limite une valeur ≥ 10 %.

La teneur en azote total de cette expérience qui est de 2,02%. Ce résultat s'accorde avec ceux de [10] et [25] qui ont respectivement trouvés 0,93-3,78 % et 2,6 %. Ce résultat est conforme aux normes [2] qui limite une valeur d'azote < 3 %. L'évolution croissante de l'azote total laisse suggérer qu'il y a nitrification progressive de la matière organique [27].

Le rapport C/N dans le processus de compostage permet d'évaluer les pertes en azote, de fixer la durée nécessaire du compostage, d'apprécier l'état de la qualité du compost et enfin de prévoir les utilisations du compost. En pratique le rapport C/N des déchets ménagers situe un compost mur entre de 15 à 20 selon la norme de [13]. Selon la norme de [2] la valeur limite est de >8. Les rapports C/N très élevés supérieurs à 40 des matières sèches influent sur la croissance des microorganismes par

carence en azote avec comme conséquence un temps de compostage très prolongé. Ensuite, des rapports C/N très faibles inférieurs à 20 ont comme conséquence la perte de du Carbone dans l'atmosphère [36].

Lors de cette expérience, nous avons obtenu la valeur de 18,4 pour le rapport C/N à la maturité, ceci est dans la limite admise et proposé par [13] et [2] pour les ordures ménagères. Ce résultat corrobore avec ceux de [39], [25] et [18] qui ont respectivement trouvé 18,3; 18,5 et 19.

L'analyse des éléments fertilisants tels que l'Azote, Phosphore, Calcium, Potassium, sodium et Magnésium a donné une valeur de Calcium (2,96 %) supérieure à celle des autres éléments. Mais la teneur de calcium (2,96 %) est supérieure à celle de Potassium (0,41 %), cette comparaison a été également prouvée par [27] qui avait trouvé 3,42 % et 0,67 % respectivement pour le calcium et le potassium. Lorsque le compost est moins riche en Potassium mais avec une teneur élevée en calcium, ceci constitue un meilleur atout pour la neutralisation des sols riches acides. C'est le cas des sols de Kinshasa. Alors que les résultats obtenus dans ce travail indiquent une teneur en Calcium de 2,96 % qui est de loin inférieure à celle proposée par [28] et par [39] qui sont respectivement 3-12 % et 2,34-3,6 la valeur faible en calcium trouvée s'explique par la forte acidité des sols de Kinshasa.

Selon [12] ont trouvé que les métaux lourds les plus toxiques pour les plantes sont le Cuivre, le Zinc, le Cadmium, le Plomb, le Nickel et le Mercure. Selon la norme de l'Association Française de Normalisation [2] ont trouvé respectivement en mg /kg de MS les valeurs limites de < 300 pour le Cuivre, < 600 pour le Zinc, < 180 pour le Plomb, < 3 pour le Cadmium, < 60 pour le Nickel et < 3 pour le Mercure. Les résultats trouvés dans ce travail présentent les concentrations en dessous de la norme. Le compost obtenu a donné respectivement en mg/kg de MS 9, 0 pour le Cuivre, 43,2 pour le Zinc, 0,9 pour le Cadmium et 12,7 pour le Plomb.

Les teneurs obtenues en oligoéléments sont de 34,9 mg/kg de MS pour le Manganèse et 11,0 mg/kg de MS pour le Fer. Ce résultat est proche de celui de [21] qui a trouvé 42, 1 mg/Kg de MS pour le Manganèse et 15,2 mg/Kg pour le fer. De tout ce qui précède, nous pouvons dire que le compost produit dans cette étude est de bonne qualité physico-chimique.

3.7 TEST DE L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DU COMPOST SUR LA CULTURE D'AMARANTE

Le test de l'évaluation de la qualité du compost issu des déchets collectés du 21 juin au 19 juillet 2023 (soit 28 jours) a été fait au moyen de la culture des *Amaranthus hybridus* par une simple observation d'abord (Il a été mis 100 pieds dans le sol composté et 100 autres pieds dans le sol témoin. Il a été procédé à une série de trois observations, à savoir: après 7 jours, après 14 jours et enfin après 28 jours de culture) et ensuite par les mesures de tailles de 20 tiges dans le sol composté et 20 tiges aussi dans le sol témoin (non composté) au moyen de test de "F" Snedecor pour vérifier si la différence de la taille des tiges d'amarantes dans les deux sols (expérimental ou composté et témoin) était significative ou non.



Fig. 4. Observation d'*Amaranthus hybridus* sp après 7 jours, 14 jours et 28 jours de croissances

Du point de vue observation directe, les Amarantes plantées dans le sol composté ont connu une croissance rapide: la verdure des feuilles est très remarquable avec une couverture du sol (Surface foliaire) évaluée à 35 % au 7^{ème} jour, 70% au 14^{ème} jour et 100% au 28^{ème} jour de culture et par rapport aux Amarantes qui ont été plantées dans le sol témoin (sol non composté)

où les pieds étaient parsemés avec une faible verdure et par conséquent une faible couverture (surface foliaire). Cette observation nous a amené à trouver des explications statistiques ci-dessus.

Du point de vue statistique, il est noté qu'après prélèvement de la longueur des tiges de 20 pieds des Amarantes plantés dans le sol composté et dans le sol témoin (non composté) pendant 28 jours, il se dégage que partant de la somme de taille de 20 tiges d'Amarantes plantées dans le sol composté et dans le sol témoin ou non composté, avec N comme nombre total des échantillons (soit 20), nous avons procédé aux calculs de Test de "F" Snédecor (la comparaison des deux variances ou deux écarts types) suivants (voir Figure n°4)

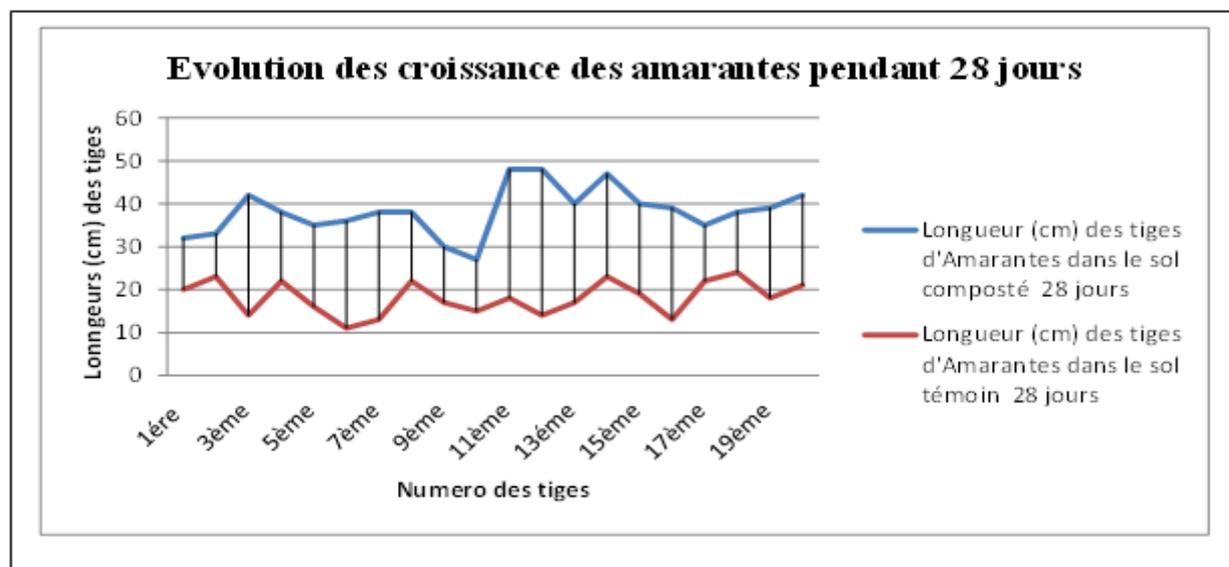


Fig. 5. Evaluation statistique de longueur des tiges de 20 pieds d'Amarantes dans le sol composté et sol non composté (témoin) pendant 28 jours

Il a été constaté que la longueur moyenne des tiges des Amarantes plantées dans le sol composté est largement grande soit 38,25 cm (67,88%) par rapport à celles plantées au sol témoin où cette moyenne est de 18,1 cm (32,12%). Ces résultats corroborent des études précédentes qu'ont menées [19], [23] et [38].

Tableau 8. Test d'égalité des variances (F-Test) au seuil de 0,05

	Sol Composté	Sol Témoin
Moyenne	38,25	18,1
Variance	31,03947368	15,46315789
Observations	20	20
Degré de liberté	19	19
F	2,007317903	
P(F<=f) unilatéral	0,068873222	
Valeur critique pour F (unilatéral)	2,168251601	

Tableau 9. Test d'égalité des variances (F-Test) au seuil de 0,01

	Sol composté	Sol Témoin
Moyenne	38,25	18,1
Variance	31,03947368	15,46315789
Observations	20	20
Degré de liberté	19	19
F	2,007317903	
P(F<=f) unilatéral	0,068873222	
Valeur critique pour F (unilatéral)	3,027357883	

Les résultats obtenus montrent que $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,01 < 2,17$) au seuil de 0,05 et $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,01 < 3,03$) au seuil de 0,01. Et donc, les variances sont homogènes, la différence est significative au seuil de 0,05 et la différence est très significative au seuil de 0,01. Le compost produit avec les déchets organiques collectés dans le quartier Mbuku, ont joué un grand rôle dans la fertilité du sol pour la culture des Amarantes que nous nous sommes servis comme test. Ces constats sont confortés par les résultats de [24] et de [27] qui rapportent que l'apport du compost est bénéfique sur l'absorption de l'eau ainsi que sur la croissance. Ces résultats sont en accords avec ceux de [22] et ceux recommandés par [13].

4 CONCLUSION ET SUGGESTION

Au terme de ce travail qui a consisté à instaurer un système intégré de gestion des déchets ménagers solides au niveau du Quartier Mbuku, les conclusions suivantes peuvent être tirées:

- La plupart d'habitants du Quartier Mbuku ont un niveau d'instruction moyen (31% de diplômés, 11% de gradués et de licenciés 9%), ceci devait jouer sur les comportements vis-à-vis de la gestion des déchets lorsqu'on sait que les intellectuels connaissent mieux les méfaits de la mauvaise gestion des déchets;
- La production de déchets solides au Quartier Mbuku est évaluée à 0,3 Kg/pers/jr dont 86% sont biodégradables;
- Il est possible d'organiser au niveau du Quartier Mbuku, une gestion intégrée des déchets ménagers solides, qui permettent de valoriser les déchets organiques, les déchets plastiques, les textiles et les verres;
- La fraction réellement considérée comme non valorisable et destinée à la décharge contrôlée représente environ 5 à 10 % de l'ensemble des déchets produits;
- Cette stratégie permettra à la ville de Kinshasa, d'assainir durablement la ville de Kinshasa;
- Les résultats obtenus ont montré que les caractéristiques physico-chimiques du compost obtenus sont conformes pour un compost mur et de bonne qualité;
- Les résultats obtenus sur la culture d'amarante ont relevé que le traitement T1 (Compost: 4 kg/m² = 40tonne/hectare) a été le plus performant par rapport au traitement T0. Ceci indique que l'application du compost à la dose de 4 kg /m² (4t/ha) a fourni un complément d'éléments minéraux aux plantules et a ainsi favorisé leur croissance. Ces résultats sont en accord avec ceux de [22] et ceux recommandés par la [13]

Ainsi donc, nous suggérons pour le Quartier Mbuku:

- Une sensibilisation et une conscientisation des ménagers par des structures intéressées à la collecte et la transformation des déchets;
- Une collecte séparée de déchets solides avec la participation des ONG/PME en vue d'organiser des Centres de compostage et des zones secondaires de tri des déchets inorganiques destinées à la valorisation;
- Une collecte de porte à porte et une gestion de proximité en capitalisant l'espace compris entre le home 30 et le Marché de Mbanza Lemba pour la création d'un Centre de compostage pour les déchets de Mbuku, de Mbanza Lemba et de l'UNIKIN;
- L'orientation des déchets plastiques vers la valorisation en pavés pour l'infrastructure routière de ce quartier qui peut changer de physionomie en deux ans;
- Les services de la ville auront ainsi la tâche d'évacuer la fraction non utilisable des déchets et les acheminer dans une décharge finale comme l'ex-CET de Mpsasa

REFERENCES

- [1] AFNOR, 2001. Caractérisation des déchets: Dosage du carbone organique total (COT) dans les déchets, boues et sédiments; NF EN 13137, X 30-404.
- [2] AFNOR., 2005. Le compost: Dénominations, spécifications et marquages. Norme française NFU 44-051.Eds AFNOR. 16p.
- [3] AYASA K.D., 2017. Mise en place d'un système de gestion intégrée de déchets ménagers solides dans les quartiers de la ville de Kinshasa, cas du quartier Foire dans la commune de Lemba. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 60p.
- [4] BAGALWA M., KARUME K., MUSHAGALUSA N.G., NDEGEYI K., BIRALI M, ZIRIRANE N., MASHEKA Z. et BAYONGWA C., 2013. Risques potentiels des déchets domestiques sur la santé des populations en milieu rural: Cas d'Irhambi-Katana (Sud-Kivu, République Démocratique du Congo). *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 13 Numéro 2 | septembre 2013, mis en ligne le 21 septembre 2013, consulté le 03 septembre 2014. URL: <http://vertigo.revues.org/14085>; DOI: 10.4000/vertigo.14085.
- [5] BERNARD A., 2022.Valorisation des déchets solides ménagers (DSM) en agriculture urbaine et péri-urbaine dans la ville de Jérémie (Haïti), TFE, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, 68p.
- [6] BIEY E.M., 2019. Introduction à la biotechnologie environnementale. Note des cours des étudiants de deuxième licence environnement. Université de Kinshasa. 253p.
- [7] BIEY E.M., PWEMA K., MBEMBA, F.T., MINDELE U.L., MAFUTAMINGI, F., et KIYE N., 1999. Essai de collecte et traitement des déchets solides à l'Université de Kinshasa Congo R.D. in Mededelingen, Faculteit landbouwkundige en toegepaste biologische wetenschappen, MFLBER 64 (1) 1-348, Belgium.
- [8] BIEY, M.E. (2001). Small-scale biotreatment of domestic refuse. Thesis doctor in applied biological sciences. Faculteit Landbouwkundje en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent.
- [9] BISIMWA K.D, KABALE A, JUNG C.G. 2013. Essai de compostage comme voie de Valorisation des déchets ménagers solides dans le ville de Bukavu au sud-kivu. *Déchets Sciences et Techniques*, 85: 31-38. DOI: <http://lodel.irevues.inist.fr/dechetsciences-techniques/>.
- [10] CASTALDI P., GARAU G., MELIS P., 2008. Maturity of compost from municipal solid waste through the study enzyme activities and water-soluble fractions. *Waste Manage.*, 28: 534-540.
- [11] CITERESTE, L., 2008. Les déchets ménagers solides de la ville de BUJUMBURA (BURUNDI): Quelles perspectives pour une gestion durable ? Mémoire de Master en Sciences et Gestion de l'environnement, Université libre de Bruxelles, Institut de Gestion de l'Environnement et l'Aménagement de Territoire (IGEAT). 78p.
- [12] DALZEL A.W., BIDLESTONE, A.J., GRAY K.R., THYRAIJAN K., 1988. Aménagement du sol: production et usages du compost en milieu tropical et subtropical. Bulletin pédologique, F.A.O, Rome, N°59.
- [13] F.A.O., 2005. Méthodes de compostages au niveau des exploitations agricoles. ROME.48p
- [14] GROITTOIR C et MARCHOUT, T., 1992. Enquête par prioritaires DSA un instrument permettant une rapidité identification et un suivi des groupes des populations cibles, Washington DC. 189p.
- [15] <https://www.7sur7.cd/2019/10/17/rdc-kinshasa-produit-3-millions-de-tonnes-des-dechets-par-soit-plus-de-8-mille-tjr> Consulté le 12 décembre 2019 à 15h30'.
- [16] KAUDU L.J. et KILEWA R.K, 2021.Evaluation du système de gestion des déchets ménagers solides (DMS) dans la commune de KASUKU, ville de Kindu, en RDC. *Revue Congo Research Papers*, Vol 02. N°1. Page 4-19 | 12/2021| Dépôt légal: SP 3.02109-57418| *ISNI*: 0000000507115318
- [17] KIDIAMBUTA M.A, BIEY M., MUSIBONO E.D, NSIMANDA I. C. et INGONDA B.S. 2022. Système de Gestion de déchets ménagers solides dans la commune de Masina à Kinshasa, RD Congo: Etat des Lieux et Perspectives International Journal of Innovation and Scientific Research. ISSN 2351-8014, Vol. 64, N°. 1, pp. 1-8.
- [18] KOLODZI K., 2011. Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo): approche méthodologique pour une production durable de compost. Thèse de doctorat, Facultés des Sciences et Techniques, Université de Limoges.224p.
- [19] KUNGANA K.M., 2013. Evaluation de la qualite de compost issus des dechets urbaines solides. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 54p.
- [20] LIASSA M.S., 2018. Gestion et voies de valorisation des déchets solides au marché Mfidi dans la commune de Makala (Kinshasa). Mémoire de licence /Département des Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN.
- [21] LUBOMA M.P., 2007. Compost des déchets solides ménagères a petit échelle et caractéristique des compost Mémoire de licence /Département des chimie / Faculté de Sciences / UNIKIN. pp. 30-33.
- [22] MEMENTO DE L'AGRONOME, 2009. Troisième Edition, éditeur QUAE p694-1578 p.
- [23] MIKOMO K.D., 2014. Co-compostage des déchets ménagers organiques et Boues de vidanges dans une colonne de lixiviation. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 56p.

- [24] MINDELE L.U., 1997. Le compostage des déchets organiques sélectionnés: Détermination des caractéristiques physico-chimiques et évolution du procédé. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. pp.59-73.
- [25] MINDELE L.U., 2016. Caractérisation et tests de traitement des déchets ménagers et boues de vidange par voie anaérobie et compostage pour la ville de Kinshasa. Thèse de doctorat, Facultés des Sciences et Gestion de l'Environnement, Unité Assainissement et Environnement. Université de Liège.313p.
- [26] MUAMBA M.V., 2017. Essai de Mise en place d'un système de gestion intégrée de déchets ménagers solides dans les quartiers de la ville de Kinshasa: cas du quartier Mbanza-Lemba dans la Commune de Lemba. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 52p.
- [27] MULAJI, K.C., 2011. Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la Province de Kinshasa (RDC). Thèse de doctorat, Université de Liège/Campus de Gembloux, Belgique 220p.
- [28] MUSTIN, M., 1987. Le compost. Gestion de la matière organique. Paris, édition François Dupuis, 954 p.
- [29] NGAHANE E.L., MINDELE L.U., BIGUMANDONDERA P., NSAVYIMANA G., VASEL J.L. 2015. Analyse comparative des résultats de caractérisation d'ordures ménagères: Cas des Communes de Bembereke (Benin), Kinama (Burundi), Gombe et Kimbanseke (RDC), *Déchets Sciences et Techniques*, n°69, p.13-22.
- [30] NGORAN K.C., 1993. Gestion des déchets ménagers dans la ville d'Abidjan. Bulletin du CIEH, N° 94, 10p.
- [31] NKITUAHANGA, Y.A., 2010. Problématique de la gestion des ordures ménagères dans la ville de Kinshasa. Cas de la commune de Masina. Mémoire de licence / Département de gestion des ressources naturelles / Faculté de Sciences agronomique / UNIKIN. 67p.
- [32] NKULA NSINDU.G, KONGOLO TSHISUAKA.B & KUDIAKUBANZA KATEMBO.A (2023). « Impact des déchets ménagers sur l'environnement et la santé dans la périphérie de Kinshasa, RDC », *African Scientific Journal* « Volume 03, Numéro 16 » pp: 148 – 172.
- [33] NORME DE QUALITE DE COMPOST DE L'ONTARIO; 2012. Ministère de l'environnement de l'Ontario (MEO). www.ontario.ca/environnement.50p
- [34] OKOT-OKUMU, J. and R. NYENJE, 2011, Municipal solid waste management under decentralization in Uganda. *Habitat International*, 35, 537 - 543.
- [35] PNA, 2004. Mécanismes de collaboration et de partenariat en matière de salubrité du milieu entre le Ministère en charge de l'Environnement (par biais du Programme National d'Assainissement « PNA » et les provinces).
- [36] SANJA R., et al. 1998. Starting expérience with separate collection of browaste in the city zaagneb. *Time-ISWA*. pp 4, 7-9.
- [37] SOMBO BAELONGANDI A. 2021.Gestion des déchets ménagers et ses conséquences socio-économico-sanitaires: Cas de la ville de Kisangani en République Démocratique du Congo. *IJRDO - Journal of Business management*, ISSN: 2455-6661, Vol.7, Issue-10, pp. 62-75.
- [38] SULLY T.N, 2015. Essai de Mise en place d'un système de gestion intégrée de déchets ménagers solides à l'université de Kinshasa, cas de la Faculté de Médecine. Mémoire de licence /Sciences de l'environnement / Faculté de Sciences / UNIKIN. 42p.
- [39] TOUNDOU O., 2016. Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude de leurs effets sur les propriétés chimiques du sol, la physiologie et le rendement du maïs (*Zea mays L. Var.Ikenne*) et de la tomate (*Lycopersicon esculentum L.Var.Tropimech*) sous deux régimes hydriques au Togo. Thèse de doctorat, Facultés des Sciences et Techniques, Université de Limoges.214p.
- [40] TSHALA U.J., KITABALA M.A., TUNDA M.J., MUFIND K.M., KALENDA M.A., KAPELE K.G., NYEMBO K.L 2017. Vers une valorisation des déchets ménagers en agriculture (péri) urbaine à Kolwezi: caractérisation et influence de la saisonnalité. *Journal of Applied Biosciences* 112: 11072-11079. ISSN 1997-5902.
- [41] YOUCAI Z., LIJIE S. ET GUOJIAN L., 2002. Chemical stabilization of MSW incinerator fly ashes; *Journal of Hazardous Materials* B.95, p.47-63.
- [42] ONU HABITAT, 2023. Bulletin d'information #18, Aout 2023, financement durable de la GDSM. Email: unhabitat-info@un.org. WasteWiseCities@un.org.13p.