

Stratégie de valorisation économique des déchets solides ménagers de Conakry en Guinée, Afrique de l'Ouest

Strategy for economic recovery of household solid waste from Conakry in Guinea, West Africa

Alain GBILIMOU, (Docteur en Sciences de l'environnement)

*Laboratoire de recherche appliquée en géoscience et environnement
Institut Supérieur des Mines et Géologie de Boké, Guinée*

Marie Rose BANGOURA, (Docteur en Géographie)

Institut Supérieur d'Architecture et d'Urbanisme (ISAU), Guinée

Facinet CONTE, (Docteur en Sciences économiques et gestion)

*Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales
Université Général Lansana CONTE de Sonfonia-Conakry, Guinée*

Adresse de correspondance :	Institut Supérieur des Mines et Géologie de Boké Pays : République de Guinée, Ville : Boké Code poste :84 Boké Téléphone : +224 629 527 770/ 622 25 39 64
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude et ils sont responsables de tout plagiat dans cet article.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	GBILIMOU, A., BANGOURA, M. R., & CONTE, F. (2024). Stratégie de valorisation économique des déchets solides ménagers de Conakry en Guinée, Afrique de l'Ouest. <i>International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics</i> , 5(7), 223-237. https://doi.org/10.5281/zenodo.12694651
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Received: Mai 15, 2024

Accepted: July 05, 2024

International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics - IJAFAME

ISSN: 2658-8455

Volume 5, Issue 7 (2024)

Stratégie de valorisation économique des déchets solides ménagers de Conakry en Guinée, Afrique de l'Ouest.

Résumé :

L'objectif de cette recherche porte sur l'évaluation des incidences économiques des stratégies de valorisation des déchets solides ménagers de la ville de Conakry sur la base des éléments tangibles et démontrés. Pour y parvenir, quatre scénarios de gestion de déchets ont servi de base aux analyses effectuées. La collecte était assurée par la société Albayrack et acheminée au lieu de notre travail. Un tri manuel et minutieux est réalisé pour la caractérisation des déchets. L'analyse des paramètres physico-chimiques (la densité, la conductivité électrique, le pH moyen, le taux d'humidité de la matière fermentescible, le pouvoir calorifique inférieur PCI, le rapport carbone /azote) a été effectuée sur des échantillons obtenus en appliquant la méthode de quartage.

La caractérisation des déchets a permis de comprendre que les déchets solides ménagers (DSM) de Conakry sont composés de 44% de déchets organiques, 20 % de plastiques, 4% de verres, 8% de papiers / cartons, 5% de métaux, 5% de bois et 14 % autres.

D'après les résultats ci-dessus de la caractérisation des DSM, nous constatons que les DSM de la ville de Conakry présentent une diversité des matières dont la majorité peuvent être valorisées ou réutilisées.

Ainsi, nous avons divisé en quatre (4) groupes les DSM susceptibles d'être valorisés ou recyclés comme suit : Les déchets valorisables par compostage, méthanisation, recyclages et stockables. Ces stratégies de valorisation permettraient de réduire de 80% des décharges des déchets solides ménagers de Conakry et pourraient contribuer à la création d'emplois et au développement socio-économique du pays.

En nous appuyant sur les résultats de nos analyses technico-économiques basées sur deux critères à savoir les coûts des investissements et les coûts de gestion, nous proposons la méthanisation qui est la stratégie de valorisation la plus économique et qui permettrait de produire une énergie de **197.1119.326 kWh/an** et desservir 166000 ménages environ à Conakry en électricité en 2024. Cette recherche a également évalué la quantité d'engrais (compost) estimée à **184.992 tonnes** à partir des DSM de Conakry et le coût de production. Cette étude a pour mérite d'établir la relation entre la quantité de déchets organiques et la quantité de compost, on note 1kg de déchets ménagers de Conakry produit 0,48 kg de compost.

Au terme de la recherche, nous avons également fait des recommandations afin de d'amélioration d'une gestion efficace et durable des déchets ménagers solides de Conakry.

Mots clés : Stratégies, déchets ménagers, caractérisation, valorisation économique et coût de production.

JEL Classification : Q42, Q53

Type du papier : Recherche Théorique

Abstract:

The objective of this research concerns the evaluation of the economic impacts of strategies for the recovery of household solid waste in the city of Conakry based on tangible and demonstrated elements. To achieve this, four waste management scenarios served as a basis for the analyzes carried out. Collection was provided by the Albayrack company and transported to our work location. Careful manual sorting is carried out to characterize the waste.

The analysis of the physico-chemical parameters (density, electrical conductivity, average pH, moisture content of the fermentable material, lower calorific value PCI, carbon/nitrogen ratio) was carried out on samples obtained in applying the quartering method.

This characterization of household solid waste has made it possible to understand that the MSW of the city of Conakry are composed of: 44% organic waste, 20% plastic, 4% glass, 8% paper / cardboard, 5% metal, 5% wood and 14% other.

According to the results of the characterization of the DMA (sorting by category presented in figure 4) acquired from this study, we note that the DMA of the city of Conakry present a diversity of materials, the majority of which can be recovered or reused and by consequently the waste of resources decreases and pushes the development of the economy. Thus, this study allowed us to divide into 4 groups the MSW capable of being recovered or recycled and are presented as follows: Waste recoverable by composting, methanization, recycling and storable. These recovery strategies would reduce household solid waste dumps by 80% in the City of Conakry (Guinea).

Key words: Strategies, household waste, characterization, economic recovery and production cost.

JEL Classification: Q42, Q53

Type of paper: Theoretical Research

1. Introduction

Avec la croissance démographique et la rigidité de l'urbanisation, la production incontrôlée des déchets est devenue si importante qu'elle pose un réel problème de gouvernance des agglomérations urbaines des pays en voie de développement (PED) (Bigou-Laré & Pigé, 2020). C'est pourquoi la question de la gestion des déchets figure parmi les préoccupations essentielles des responsables politiques, des administrateurs, des groupes de citoyens, des institutions internationales et des chercheurs. (Bertolini & Brakez, 2005) confirme cet état de fait lorsqu'il souligne que « *longtemps négligés, les déchets sont devenus une problématique primordiale des élus, des citoyens et des industriels qui les produisent ou les traitent* ».

Le continent Africain au cours des dernières années a connu un taux de croissance démographique élevé suivi d'une augmentation de la migration rurale-urbaine, de l'industrialisation et de l'urbanisation ainsi que des améliorations dans le processus de production et du mode de vie (Chimuka & Ogola, 2015). Ces changements se sont accompagnés de défis environnementaux accrus parmi lesquels la production amplifiée de Déchets Solides Ménagers (DSM).

Dans l'ensemble de l'Afrique de l'ouest, la gestion des déchets est un problème actuel et un enjeu essentiel pour notre avenir et celui de la planète au vu des quantités produites. Il est donc primordial de prendre en charge nos déchets de manière responsable et respectueuse de l'environnement (Melhyas, 2015). De ce fait, une gestion optimale des ordures est indispensable.

De tout temps et en tous lieux, la production des déchets est globalement liée aux activités humaines, qu'elles soient domestiques, agricoles, industrielles ou commerciales. Mais, en Afrique, comme partout ailleurs, ce n'est qu'avec l'exode rural qu'elle devient véritablement une problématique publique (Chalot, 2004).

La Guinée un des pays de l'Afrique de l'Ouest avec une population de 13 millions d'habitants n'échappe pas cette réalité. Elle est assurément l'un des pays les plus insalubres d'Afrique. La ville de Conakry, à la fois capitale politique et économique de la République de Guinée, est une presqu'île d'environ 308 km², avec une forme particulière de longueur estimée à plus de 36km et la largeur qui varie entre 1 et 6km.

Conakry est la ville la plus peuplée du pays avec une population estimée à 3.000.000 d'habitants en 2020. À l'instar des autres villes, la gestion des déchets ménagers est un problème de santé publique, qui préoccupe toutes les collectivités pour la qualité de vie des populations et la protection de l'environnement.

La croissance démographique de Conakry pendant ces deux décennies n'est pas sans conséquences sur la production et la gestion des déchets solides ménagers. Ainsi, de 600 tonnes en 1996, la production des déchets solides de cette ville est passée à 620 000 tonnes en 2019. Selon (BARRY, 2019), moins de 30 % de ces déchets bénéficient d'un ramassage organisé et les 70% sont entassés, déversés à travers la ville. Les principaux modes d'évacuation des ordures ménagères sont le rejet dans la nature, les espaces libres, les cours d'eau, la mer, les caniveaux, les bordures de routes, etc. Dans toutes les villes de la Guinée, les décharges ne sont pas contrôlées et les systèmes de transfert des ordures sont inappropriés.

L'amointrissement des moyens alloués à leur gestion et l'insuffisance de mécanismes efficaces de leur élimination dégradent progressivement l'image de ces villes par l'accumulation d'énormes quantités de déchets qui constituent jusque-là une source de pollution (Ben Ammar, 2006; Francou, 2003)

Nous avons choisi d'étudier les stratégies de valorisation des déchets pour comprendre la problématique de l'insalubrité publique, qui affecte dangereusement le cadre de vie des citoyens de Conakry, qui est en pleine croissance spatiale et démographique en vue d'évaluer l'incidence

économique de chaque système de traitements de déchets. Ce travail de recherche se veut d'être un outil d'aide à la décision pour les autorités compétentes de la Guinée.

Dans ce contexte, l'une des questions environnementales associées aux déchets urbains demeure le très faible taux de collecte dans de nombreuses villes africaines. D'ailleurs, on constate que dans la plupart des capitales africaines, moins de 30 % des déchets seulement sont évacués (ADEPOJU, 2001 ; BONTIANTI et al., 2008). Les 70 % non évacués constituent des dépôts sauvages qui jonchent les caniveaux et les rues. Selon (André & Hubert, 1997; Boulanger et al., 2011) Ce taux de collecte insuffisant, entraîne des conséquences sur la santé des populations et sur l'économie urbaine. C'est au regard de ce contexte que ce présent manuscrit se pose la question : Quelle stratégie de valorisation doit-on adopter pour une gestion optimale des déchets solides ménagers de la Conakry ?

Ainsi l'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'incidence économique pour chaque stratégie de valorisation des déchets ménagers de Conakry.

Pour mener à bien cette recherche, nous l'avons abordé en **4 principales sections** : La première section est classiquement consacrée à la revue de la littérature.

Dans la deuxième section, nous présentons la méthodologie adoptée.

Troisièmement, en nous appuyant sur les données obtenues à l'étape précédente, nous proposerons un ou plusieurs scénarios de traitement de déchets ménagers de la ville de Conakry.

La dernière section de ce manuscrit expose des résultats obtenus suivis des discussions. Et une conclusion vient clore ce manuscrit.

2. Revue de littérature

La première section de notre recherche fait une synthèse de la revue de littérature. Il traite le cadre théorique et conceptuel de notre étude, tout en mettant un accent particulier sur les déchets solides ménagers (DSM).

Cette section a pour objectif de cerner l'état de l'art concernant la gestion et les procédés de traitement des déchets utilisés dans le monde. Il s'agira de présenter d'abord les généralités autour de la notion de déchets afin de cibler différentes approches et définitions qui sont retenues en fonction des contextes d'analyse, notamment économique, juridique, et environnementale. Puis nous aborderons les différents modèles d'organisation de la gestion des déchets qui ont sensiblement varié selon les approches considérées au fil du temps, mais aussi des lieux d'opération. Nous nous intéresserons également aux modes de traitement des déchets en relation avec les évolutions technologiques au cours du temps et selon les pays afin de cerner les différentes stratégies et des solutions que nous proposerons au cours de nos recherches. Enfin, nous repositionnerons cette prospection dans le contexte actuel de Conakry, territoire qui constitue notre champ d'investigation.

2.1. Terminologie et classification des déchets ménagers

De tout temps et en tous lieux, la production des déchets est globalement liée aux activités humaines, qu'elles soient domestiques, agricoles, industrielles ou commerciales. Mais, en Afrique, comme partout ailleurs, ce n'est qu'avec l'exode rural qu'elle devient véritablement une problématique publique (Chalot, 2004).

Dans le cadre de cette recherche, les déchets constituent notre épice. C'est pourquoi nous avons jugé nécessaire de faire le point de connaissance sur les déchets en vue de s'en approprier de différentes classes afin notamment de cibler celles qui nous intéressent tout particulièrement. Ces généralités sont aussi l'occasion d'observer le contexte juridique, économique et environnemental dans lequel évolue la gestion des déchets de nos jours. Une fois, sur ces points précisés, nous pouvons illustrer ces propos au travers de chiffres sur les déchets, en suivant un plan entonnoir tout en passant par la gestion des déchets en Guinée (Conakry).

Il est indispensable de préciser un certain nombre de points de connaissance sur les déchets avant d'entrer dans le vif du sujet. Ces axes permettent de poser clairement le cadre dans lequel l'étude évolue tout au long de ce document.

➤ **Notion de déchets**

Qu'est-ce qu'un déchet ?

A l'origine, le mot déchet dérive du verbe déchoir. Un déchet signifierait par conséquent un bien déchu ; un bien dont on veut « se débarrasser » au sens de la notion communautaire européenne. En effet.

Le terme de déchet peut par conséquent être abordé sous différents angles ou approches. Dans la littérature, trois définitions sont proposées : une économique, une juridique, et une environnementale. Parmi celles-ci, (André & Hubert, 1997) retiennent les deux premières définitions qui mettent en exergue la valeur économique du déchet et l'enjeu juridique qui entoure sa gestion future. De toutes ces définitions, nous allons mentionner celles qui nous semblent les plus pertinentes.

a) Approche Guinéenne :

Selon la loi Guinéenne N°01-19 du 12 décembre 1996 : le déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon.

b) Approche économique

Du point de vue économique, un déchet est défini comme un objet ou une matière dont la valeur économique est nulle ou négative pour son propriétaire à un moment et dans un lieu donné (Kofoworola, 2007; Sané, 2002). Pour s'en débarrasser, le détenteur devra payer quelqu'un ou faire lui-même le travail, contrairement à un bien qui a une valeur économique positive et donc un acquéreur pour lequel on doit payer un prix.

Cette définition de la nullité de valeur reste et demeure relative, car les déchets peuvent devenir potentiellement une ressource pouvant contribuer au développement économique des villes. Ce propos peut être illustré par le l'adage bien connu « les résidus des uns font le bonheur des autres ».

c) Approche juridique

On distingue une conception subjective et une conception objective de la définition juridique du déchet. Selon la conception subjective, un bien devient un déchet lorsque son propriétaire a la volonté de s'en débarrasser (Topanou, 2012). Il demeure lui appartenir tant qu'il n'a pas quitté la propriété de cette personne ou l'espace qu'elle loue. Ce bien devient une propriété de la municipalité lorsqu'il est déposé sur la voie publique ou dans une poubelle, car par cet acte son propriétaire peut avoir clairement signifié sa volonté d'en abandonner tout droit de propriété. Selon la conception objective, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique du bien : les biens recyclables qui sont des matières premières secondaires entrent dans cette définition objective (Aina et al., 2006; Topanou, 2012). Ainsi, le détenteur d'un bien est soumis à la réglementation et il ne peut se décharger de ses responsabilités envers la gestion de ce déchet sous prétexte de sa valeur économique.

d) Approche environnementale

Le déchet constitue une menace du moment où l'on envisage son contact avec l'environnement, qu'il soit direct ou après traitement. Les interfaces peuvent être :

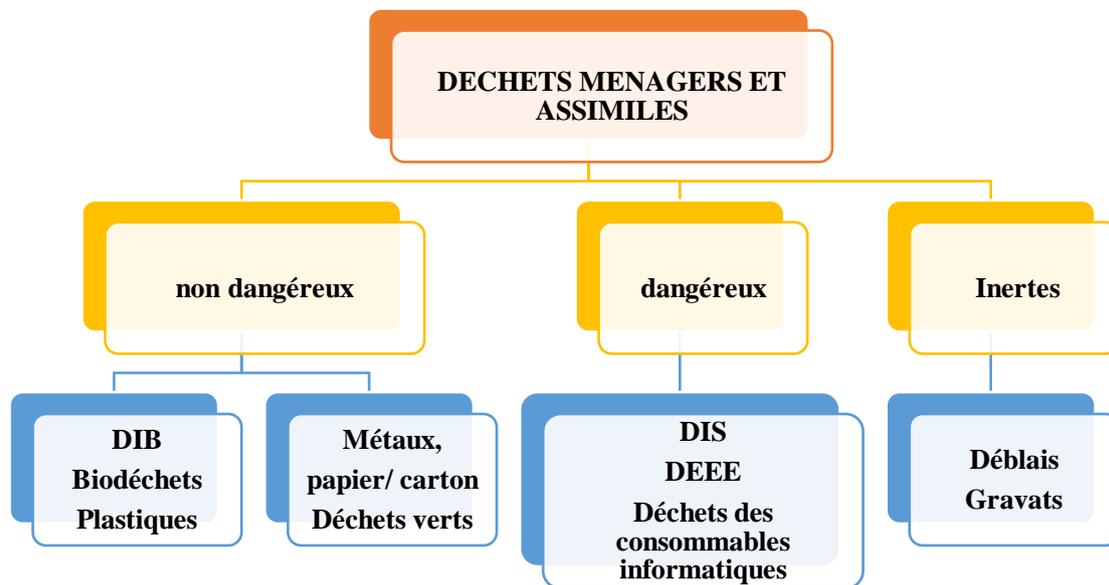
➤ **Avec le sol** : décharges contrôlées ou sauvages

- **Sur l'eau** : pollution des eaux souterraines et de surface
- **Sur l'air**: dégagement de biogaz des décharges (essentiellement du méthane), dioxines, furanes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) des usines d'incinérateurs (Asnoue, 2017).

2.2. Classification des déchets

Les déchets sont de natures, d'origines, de caractères physico-chimiques, et de toxicités très différentes. Une première approche fait la classification des déchets en s'appuyant sur la nature du danger qu'ils représentent pour l'Homme et son l'environnement : les déchets dangereux et les déchets non dangereux : déchets inertes, banals et spéciaux (Buenrostro & Bocco, 2003). Une deuxième approche faite par (Tini, 2003) permet de classer les déchets en fonction de leur nature physique : solides, liquides et gazeux et de leur origine : déchets agricoles, industriels et ménagers. Nous présentons ici, ces différentes classifications pour tous les types de déchets confondus.

Figure 1 : Classification des déchets dans ce manuscrit



Source : Auteurs

3. Méthodologie de recherche

La démarche méthodologique que nous avons adoptée comporte principalement deux aspects que sont la collecte des données et les méthodes utilisées pour leur traitement. Elle est basée sur une approche quantitative.

Approche quantitative : est une méthode de recherche que nous avons utilisée en appliquant des formules mathématiques et statistiques pour déterminer les paramètres suivants : la composition (% poids des fractions) ; la teneur en eau des déchets (%) ; le rapport C/N (sur la fraction fermentescible), etc.

Notre démarche méthodologique précise les types de données collectées, les techniques adoptées, les outils de collecte utilisés, l'organisation et la structure des travaux effectués. Elle a nécessité l'acquisition de données de sources documentaires, démographiques, climatiques, de recensement et des données socio-sanitaires. Dans le souci d'une meilleure compréhension, les données ainsi que les méthodes utilisées pour leur collecte et leur traitement ont été présentées par objectif spécifique.

3.1. Caractérisation des déchets solides ménagers de la ville de Conakry

Cette partie de l'étude porte sur la méthode de caractérisation des déchets ménagers de Conakry et ceci dans le but de proposer la filière de valorisation de déchets la plus rentable économiquement. À cet effet, l'étude a été faite par Commune et par saison. La collecte était assurée par la société Albayrack et la société Piccinni et acheminée au lieu de notre travail. Un tri manuel et minutieux est réalisé pour la caractérisation des déchets. L'analyse des paramètres physico-chimiques (la densité, la conductivité électrique, le pH moyen, le taux d'humidité de la matière fermentescible, le pouvoir calorifique inférieur PCI, le rapport carbone /azote) a été effectuée sur des échantillons obtenus en appliquant la méthode de quartage. Dans le cadre de nos travaux, il a été pris un échantillon de 100kg pour chacune des communes de la ville de Conakry : Matam, Ratoma, Kaloum, Dixinn et Matoto. Le tri par catégorie des DMA est effectué pour deux fractions seulement, les déchets gros et moyens, la fraction fine ne sont pas triés.

Les résultats de cette étape nous ont permis de comprendre les différentes compositions des déchets solides ménagers de la ville de Conakry en vue de proposer la stratégie de valorisation la plus performante économiquement.

En cas de figure ou tableau

3.2. Analyse technico-économique des scénarios proposés

La gestion des déchets ménagers est un domaine très vaste, qui ne se limite pas seulement à la collecte, le transport et à la mise en décharge, mais elle s'élargit à l'optimisation des différentes étapes de cette gestion. Les déchets ménagers posent de plus en plus de problèmes dans les communes de la capitale avec un manque de gestion caractérisée par des insuffisances à tous les niveaux, et une augmentation de la production de déchets sous l'effet économique, démographique et socioculturel. À cet effet, nous nous sommes proposés de trouver la meilleure optimisation de la gestion des déchets dans les communes investies dans le but de disposer des éléments d'appréciation et d'évaluation économique pour toute stratégie de valorisation de ces déchets.

3.3. Évaluation du coût d'investissement total du système

Pour déterminer l'optimisation des différentes techniques de traitement des déchets ménagers dans les communes étudiées, nous avons utilisé les fonctions approximatives, sur les quatre scénarios proposés. Cela nous a permis d'évaluer à l'aide des formules des fonctions approximatives, les coûts totaux pour chaque type d'installation et de dégager ainsi les bénéfices des systèmes.

Scénario S 1 : optimisation pour l'enfouissement technique (LF)

Dans ce scénario, nous avons proposé que tous les déchets à traiter doivent aller au centre d'enfouissement, ainsi que les résidus de MRF (Materials Recovery Facility) et en supposant qu'aucune autre installation de traitement ne soit utilisée dans le cadre du traitement des DSM de la ville.

Scénario S 2 : optimisation du compostage

En ce qui concerne ce scénario, il a été supposé que tous les bio-déchets (matière organique et papier-carton) soient envoyés au compostage et les autres déchets non compostables tels que : plastique, textile, etc. soient enfouis.

Scénario S 3 : optimisation de la digestion anaérobie (méthanisation),

Nous avons proposé que tous les bio déchets soient envoyés à l'installation de la méthanisation et les autres non méthanisables soient simplement enfouis.

Scénario S4 : optimisation des installations mixtes (CM, ANB, LF et MRF)

Le scénario 4 prévoit un centre de récupération (MRF) et trois installations de traitement mixtes (CM, ANB, LF), c'est-à-dire qu'après la récupération des déchets recyclables au niveau de MRF, le reste de ces déchets sera destiné aux CM, ANB et LF pour les traiter.

- **Cas de l'incinération**

Le tableau 1 montre que nous ne pouvons pas optimiser le coût de l'incinération des déchets ménagers dans les communes étudiées parce que la quantité de déchets produite est inférieure à 20 000 tonnes jour⁻¹ pour être viable (Tsilemou & Panagiotakopoulos, 2016).

D'autre part, certaines voies de valorisation ont été favorisées.

Nous avons utilisé une méthodologie simplifiée avec des données réelles des quantités de déchets produites dans chaque commune de la ville de Conakry. Les fonctions approximatives des coûts dans le tableau 1 ont été appliquées sur les quatre scénarios (S1 : enfouissement technique (LF), S2 : compostage (CM), S3 : méthanisation (ANB) et S4 : installations mixtes) pour analyser leurs faisabilités économiques. L'interprétation et discussion des résultats de ces calculs sont présentées dans la section 4.

Au regard de l'optimisation des types de traitement, nous comprenons que le choix des installations du système de traitements de déchets ménagers est fortement influencé par les coûts de ces installations, la quantité, la composition des déchets à traiter et la capacité de réduire les émissions de GES. Cette analyse nous aidera dans le choix de la stratégie de traitement de déchets ménagers de Conakry, à partir des résultats des coûts des différents scénarios proposés.

3.4. Fonctions approximatives des coûts des installations de traitement

Les fonctions de coût générées sont présentées dans le tableau 1. Chaque fonction est valable dans l'intervalle de capacité indiquée dans la quatrième colonne, ces intervalles sont variables considérablement entre les différents types d'installations.

Selon (Tsilemou & Panagiotakopoulos, 2016) pour avoir ces fonctions, des ensembles de normalisation et des chiffres sont ajustés à l'aide de méthodes statistiques appropriées, les courbes « meilleurs ajustements » sont générées pour le coût initial et le coût d'exploitation.

Tableau 1 : Fonctions approximatives des coûts des types d'installations de traitements

Type d'installation	Le coût d'investissement (GNF/tonne)	coût d'exploitation (GNF/tonne)	Range (10 ³ ton/an)	Références
I=1 (WTE)	$y = 5000 \times \beta^{0,8}$	$y = 700 \times \beta^{-0,3}$	$20 \leq \beta \leq 600$	(Tsilemou & Panagiotakopoulos, 2016).
I=2 (CM)	$y = 2000 \times \beta^{0,8}$	$y = 2000 \times \beta^{-0,5}$	$2 \leq \beta \leq 120$	
	$y = 35000 \times \beta^{0,6}$	$y = 17000 \times \beta^{-0,6}$	$2,5 \leq \beta \leq 100$	
I=3 (ANB)	$y = 6000 \times \beta^{0,6}$	$y = 100 \times \beta^{-0,3}$	$0,5 \leq \beta \leq 60$	
I=4 (LF)	$y = 3500 \times \beta^{0,7}$	$y = 150 \times \beta^{-0,3}$	$60 \leq \beta \leq 1500$	
MRF	β –la quantité de déchets à traiter. $51,515 \times \beta^{0,73}$			

GNF : Franc Guinéen.

Source : (Tsilemou & Panagiotakopoulos, 2016).

➤ **Les valeurs énergétiques :**

Tableau 2 : Taux de EEConvi (%) et de BReci (%),

Type d'installation	EEConvi (%)	BReci (%)	Références
WTE	27	0	(Minoglou & Dimitros, 2013)
CM	0	0	
ANB	33	100	
LF	33	30	

Source : (Minoglou & Dimitros, 2013)

Le tableau 2 donne les valeurs de l'efficacité de conversion en énergie électrique $EEConvi$ (%) et celles de la récupération de biogaz $BReci$ (%) dans chaque installation de traitement. Ces valeurs nous permettent d'apprécier le type d'installations de traitement à choisir et d'évaluer l'énergie récupérable.

4. Résultats et discussion

Dans cette section, nous présentons les résultats de notre travail, suivis de leurs discussions. Nous avons organisé les résultats en tableaux et figures ci-dessous afin d'expliquer les différentes relations possibles.

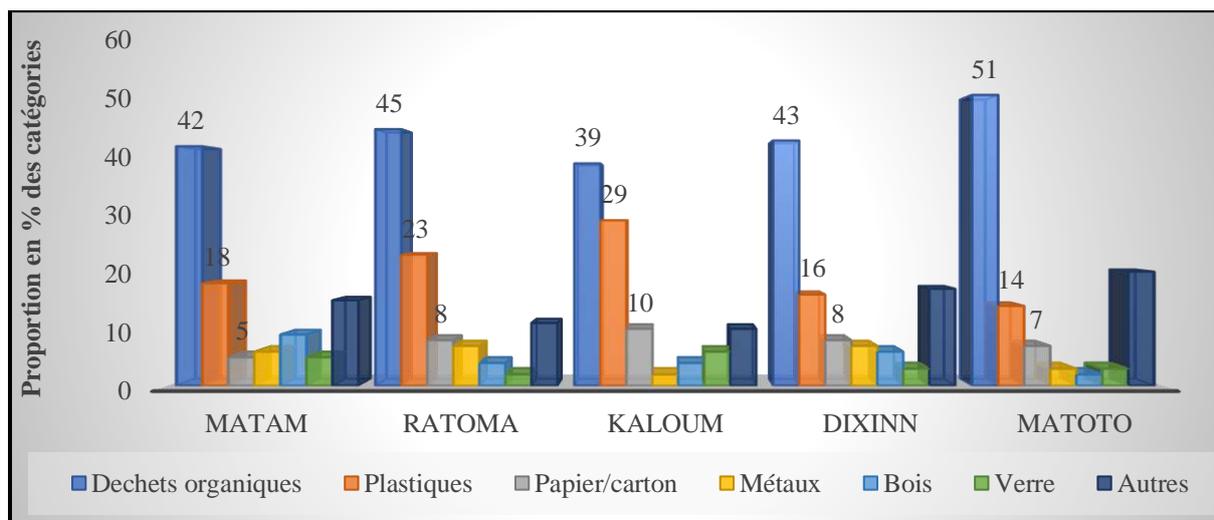
4.1. Présentation des résultats de la composition des déchets produits à Conakry.

Dans notre étude, nous avons effectué la caractérisation physique des déchets au niveau de la décharge de la minière, selon le mode de caractérisation des ordures ménagères (MODECOM), élaboré en France par l'agence pour la défense de l'environnement et la maîtrise de l'énergie (ADEME) en 1993, reprise dans la norme NF XP X 30-408 (Morvan, 2000).

- **Résultats Composition physiques des déchets par commune**

La composition des déchets ménagers varie d'une commune à une autre. Les résultats de tri par catégories des différentes communes sont représentés sur la figure.

Figure 2 : La représentation des catégories de déchets par commune



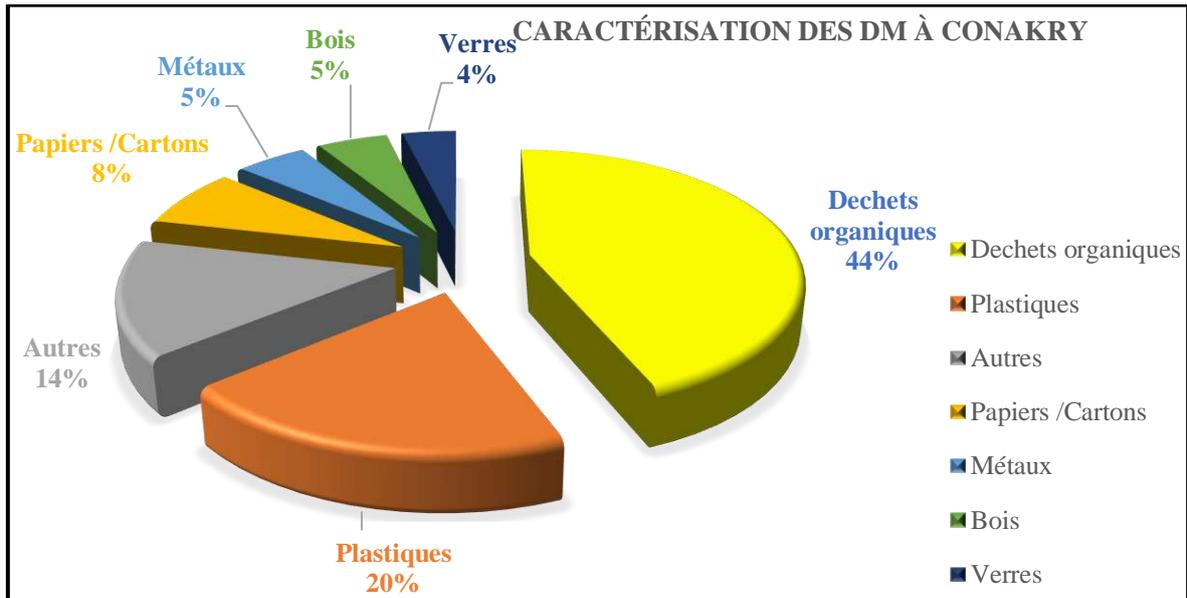
Source : Auteurs

Il ressort de l'analyse de cette caractérisation représentée sur la figure que les déchets ménagers solides de la ville de Conakry sont composés en plusieurs catégories, les principaux sont : déchets organiques, plastiques, papiers, cartons, métaux, bois, verre et autre. Dans toutes les communes de Conakry, les déchets organiques sont majoritaires, suivis des plastiques et autres. Les verres et métaux sont minoritaires dans cette représentation, du fait qu'il existe des initiatives de recyclage dans ces catégories dans la ville.

- **Composition des déchets du milieu de recherche**

Dans le cadre de notre étude, les résultats de la caractérisation des déchets solides ménagers de Conakry sont composés principalement de : 44% déchets organiques, 20% de plastiques, 14% autres, 8% Papiers/cartons, 5% de bois, 5% bois et 4% de verres et sont présentés sur la figure.

Figure 3 : Caractérisation des déchets solides ménagers de la ville de Conakry



Source : Les Auteurs

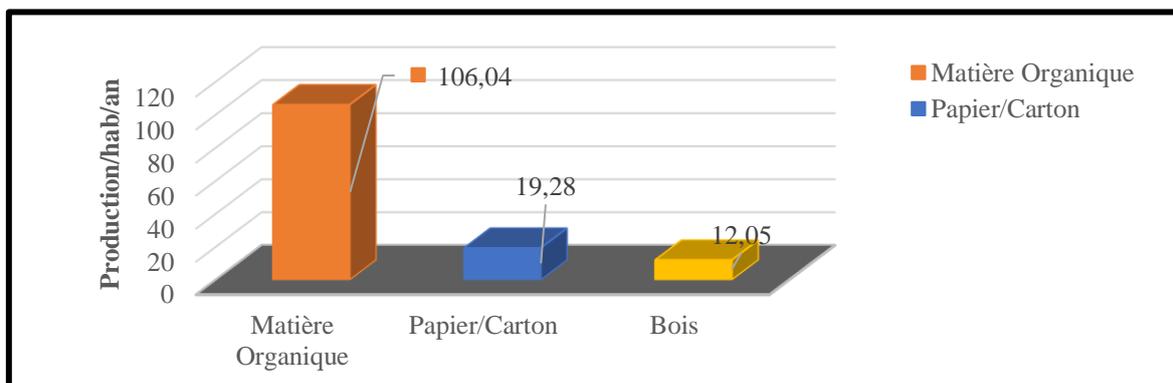
4.2. Potentialités de valorisation des déchets ménagers de Conakry

D'après les résultats de la caractérisation des DSM (tri par catégorie présenté dans la figure 18 acquis de cette étude, nous constatons que les DSM de la ville de Conakry présentent une diversité des matières dont la majorité peuvent être valorisées ou réutilisées et par conséquent le gaspillage des ressources diminue et pousse le développement de l'économie. Ainsi, nous avons divisé en 4 groupes les DSM capable d'être valorisés ou recyclés et nous présentons comme suit : Les déchets valorisables par compostage, méthanisation, recyclages et stockables

- **Déchets valorisables par compostage :**

Les déchets valorisables par compostage sont : les papiers/ carton, matière organique, ils consistent la proportion majoritaire des DSM de la ville de Conakry avec 57,41%. Ainsi, l'adaptation du procédé de compostage va réduire la quantité de déchets destinés à l'enfouissement jusqu'à 57,41% soit 412 110 tonnes/an de la masse totale des DSM de Conakry. Le compostage permet de fabriquer un engrais de qualité pouvant être utilisé dans le secteur agricole, ce qui réduit la mauvaise odeur des décharges publiques et des points de traitement des déchets (la matière organique lors de la décomposition émet de mauvaises odeurs). Le compostage des DMS aide aussi à allonger la durée de vie des centres d'enfouissements en libérant l'espace consacré ou déchets compostables.

Figure 4 : Proportion des déchets valorisables par compostage,

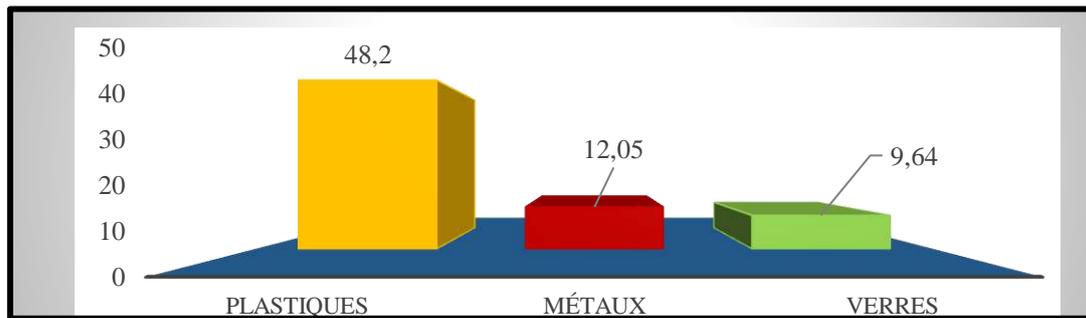


Source : Les Auteurs

- **Déchets recyclables**

L'analyse des résultats de la caractérisation des DSM de la ville de Conakry montre que les déchets recyclables : Papier/Carton, Plastique, Verre et métaux présentent une proportion considérable de la production totale des déchets ménagers avec un taux de 29%. Le recyclage de 70kg/hbt/an, soit une masse totale (210 000 tonnes/an) des DSM produits par les habitants permet de réduire le volume de déchets à enfouir et donc diminué la pollution liée à leur élimination, de donner une seconde vie à nos déchets et de faire des économies.

Figure 5 : Quantité de déchets recyclables en kg/hbt/an,

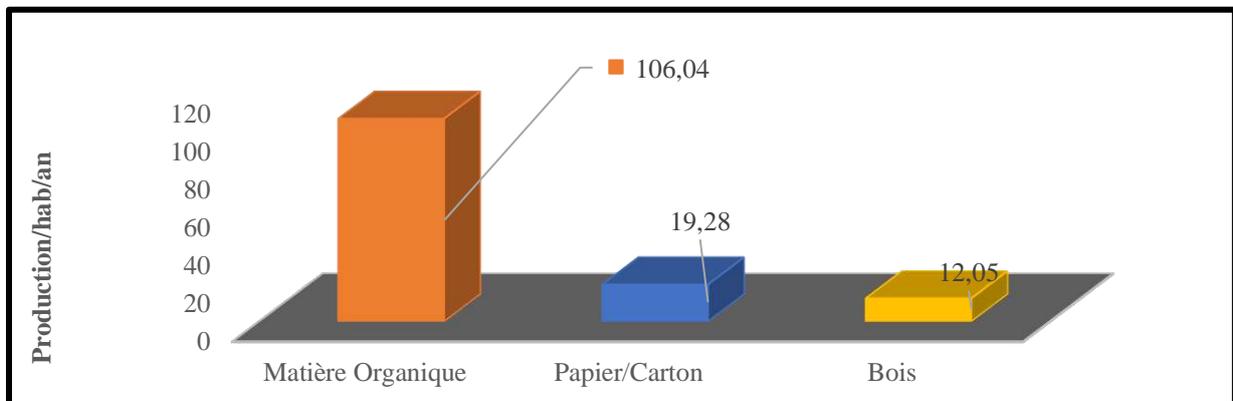


Source : Auteurs

- **Déchets valorisables par méthanisation**

Tout comme le compostage, la méthanisation s'applique à toutes les matières organiques fermentant naturellement tel que : les papiers/cartons, les déchets de jardin, le reste de cuisine, etc. Elle représente 57% des déchets de la ville de Conakry et sont représentées sur la figure ci-dessous.

Figure 6 : Déchets valorisables par méthanisation de Conakry



Source : Auteurs

- **Déchets combustibles (Incinération),**

Cette catégorie de déchets est composée essentiellement de : plastiques, papiers/cartons, bois, matières organiques et représente plus de la moitié des DSM environ 85% de la masse totale des déchets produits à Conakry. Ils constituent une réelle solution pour réduction des déchets de la décharge, mais à cause du coût élevé de production d'énergie par incinération des DSM et la production des GES cette technologie de traitement des déchets est à rejeter.

4.3. Résultats des coûts en fonction de scénarios proposés

Les résultats concernant les coûts de production d'électricité, des quantités d'électricité et d'engrais générées respectivement, par la méthanisation et le compostage sont présentés dans les tableaux.

• **Coût total optimal du système de traitement**

La détermination du coût total d'un système de gestion est l'étape primordiale de la planification. Dans notre étude, il est déterminé en faisant la somme du coût d'investissement et du coût d'exploitation du système qui sont tous les deux calculés, à l'aide des équations du tableau 1 pour chaque scénario.

Les résultats du coût total optimal du système pour les communes de Conakry sont présentés dans le tableau 3

Scenario 1 : Enfouissement Technique

Tableau 3 : Récapitulatif des coûts du scénario 1

Communes	Déchets (10 ³ t/an)	Coût investissement (GNF/tonne)	Coût d'exploitation (GNF/tonne)	Coût total (GNF/tonne)
Kaloum	62,4	7.956.045	5,46	7.956.050,46
Ratoma	245,6	20.760.026	3,62	20.760.029,62
Matoto	237,6	20.284.324	3,65	20.284.327,65
Matam	89,4	10.233.031	4,91	10.233.035,91
Dixinn	87,6	10.088.368	4,94	10.088.372,94
Total	722,6			

Source : Auteurs

Scenario 2 : Compostage,

Il convient de rappeler que ce scénario consiste à valoriser par compostage les bio déchets (papier carton et matière organique), alors que les résidus de déchets recyclables (plastique, textile et autres déchets) seront enfouis. En utilisant les proportions des catégories de déchets par commune représentée dans la figure 18, nous obtenons les résultats des coûts du scénario2 récapitulé dans le tableau 29. Exemple : La commune de Matam est composée de 42% de déchets organiques et de 5% de papier-carton, ce qui correspond à 47% de déchets compostables dans cette commune.

Tableau 4 : Les résultats des calculs des coûts sont représentés

Communes	Déchets (10 ³ ton /an)	Coût investissement (GNF/tonne)	Coût d'exploitation (GNF/tonne)	Coût total (GNF/tonne)
Kaloum	30,6	30.875	317	31.192
Ratoma	130,2	98.337	175	98.337
Matoto	137,8	102.903	170	103.073
Matam	42	39.776	309	40.085
Dixinn	44,8	41.884	299	42183

Source : Auteurs

Scenario 3 : Méthanisation

Pour ce scénario de la digestion anaérobie, nous avons maintenu les propositions du scénario2 en remplaçant le compostage par l'installation de la méthanisation et les résultats des calculs sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Récapitulatif des coûts des installations de la méthanisation

Communes	Déchets (10 ³ ton /an)	Coût investissement (GNF/tonne)	Coût d'exploitation (GNF/tonne)	Coût total (GNF/tonne)
Kaloum	30,6	272.584	2183	274.767
Ratoma	130,2	649.882	913	650.882
Matoto	137,8	672.384	885	673.269
Matam	42	329.623	1805	331.428
Dixinn	44,8	342.637	1737	334.374
Total	385,4			

Scenario 4 : Installations mixtes

Pour ce scénario, il a été supposé qu'un centre de récupération des déchets recyclables au niveau de MRF soit installé et le reste des déchets soit destiné, à la méthanisation (ANB) et à l'enfouissement technique (LF) pour le traitement.

- **Calcul de la quantité du méthane et de l'électricité générée par le scénario 3**

Sachant que 1 tonne de déchets correspond à 176 m³ de biogaz et 1m³ de biogaz produit 2,91 kWh d'électricité (Asnoue, 2017).

En tenant compte du taux de croissance démographique, nous pouvons faire des projections de la production de la quantité de déchets et évaluer ainsi dans 5, 10 ans, la quantité d'électricité et d'engrais susceptibles d'être produits et les bénéfiques y afférents.

Tableau 6 : la quantité du méthane et de l'électricité générée par le scénario 3

Communes	Déchets (10 ³ ton /an)	Biogaz en m ³	Electricité en kWh
Kaloum	30,6	5293800	15404958
Ratoma	130,2	22915200	66683232
Matoto	137,8	24252800	70575648
Matam	42	7392000	21510720
Dixinn	44,8	7884800	22944768
Total	385,4		197119326

Source : Auteurs

Il ressort de l'analyse du tableau 6 que le coût de production d'électricité générée par la méthanisation des déchets ménagers de Conakry est évalué à **545 GNF /kWh**, est nettement inférieur au coût de production du mix énergétique guinéen qui est de **1400 GNF/kWh**. L'analyse comparative des deux coûts de production nous permet de choisir économiquement et de proposer la méthanisation comme une des stratégies de valorisation des déchets solides ménagers de Conakry.

Du point énergétique dans un rapport de la Banque Africaine de Développement sur la consommation d'électricité par habitant en Afrique subsaharienne en 2023, il est indiqué qu'un habitant excepté les habitants de l'Afrique du Sud, consomme en moyenne **180kWh/an**. Ainsi, on peut déduire qu'environ **un (1) million** d'habitant de Conakry pourrait être alimenté à partir de cette énergie (**197.1119.326 kWh**).

5. Conclusion

La présente recherche théorique nous a permis, pour la première fois, de contribuer à l'étude sur la valorisation économique des déchets ménagers dans les communes de Conakry (Ratoma, Kaloum, Dixinn, Matoto, Matam). Elle a mis en évidence certains facteurs et modèles de gestion indispensables pour le traitement des déchets.

Cette recherche a essayé de répondre à la question suivante : Quelle stratégie de valorisation économique doit-on adopter dans la gestion de déchets ménagers de Conakry ?

Cette étude a le mérite également de démontrer les avantages économiques dans les différentes filières de valorisation (récupération, compostage, méthanisation et enfouissement technique) et d'établir la relation entre la quantité de déchets et la quantité du compost, on note **1kg** de déchets organique produit **0,48 kg** de compost à Conakry.

Les résultats ont permis de comprendre que les déchets ménagers dans les communes de Matoto et de Ratoma sont principalement constitués de matière organique avec une proportion de 69,2%. Cette valeur oriente la stratégie de valorisation vers la méthanisation et le compostage. Ainsi, cette recherche a le mérite d'évaluer la quantité d'énergie que pourrait produire les

déchets ménagers de Conakry, estimée **197.1119.326 kWh** et la quantité de compost à **184992 tonnes**.

Cette étude a permis de déterminer le coût de production d'électricité générée par la stratégie de valorisation (méthanisation) des déchets ménagers de Conakry est évalué à **545 GNF / kWh**, est nettement inférieur au coût de production du mix énergétique guinéen qui est de **1400 GNF/kWh**. L'analyse comparative des deux coûts de production nous permet de choisir économiquement et de proposer la méthanisation comme une des stratégies de valorisation des déchets solides ménagers de Conakry.

Cette recherche a permis également de relever également quelques difficultés majeures de la gestion des déchets au niveau des communes investies que constituent le tri sélectif et la collecte qui résultent au premier lieu au manque de moyens humains et matériels, aux pratiques mal maîtrisées et aux manques d'expérience au niveau du personnel technique et administratif. Cependant, la création d'un dispositif de tri sélectif exige toute une chaîne de mesures, commençant par la compétence des acteurs qui doit être bien établie, des poubelles spécifiques pour la pré-collecte (plastique, papier-carton, verres, métaux, etc...), et des équipements de collecte à des installations de traitement par type de matière récupérée.

Au terme de cette recherche, nous recommandons au gouvernement de mettre en place des campagnes de sensibilisation et d'information qui doivent devenir une action répétitive des services chargés au sein des ménages pour accepter d'effectuer un effort de tri et parvenir à long terme à une gestion plus efficace des déchets. Dans le but d'améliorer la situation de la région de la ville de Conakry en termes de déchets ménagers, et assurer la politique de la loi 01-19, on a tenté de proposer une optimisation de la gestion de ces déchets basée sur le principe de 3R-VE (**R**éduction à la source, **R**écupération ou réemploi, **R**ecyclage, **V**alorisation et **E**limination) afin de concevoir un système optimal, ce qui a fait l'autre part de notre étude.

Références :

- (1). Aina, M., Tonard, P., & Matgeka, G. (2006). Caractérisation physico-chimique de l'état de dégradation des déchets stockés dans une décharge sèche (zone semi-aride) site expérimental de saaba au Burkina Faso [Thèse de doctorat]. Université de Limoges.
- (2). André, & Hubert. (1997). Assimilation de l'azote chez les plantes: Aspect physiologique, biochimique et moléculaire. 1-424.
- (3). Asnune, M. (2017). Optimisation de la gestion des déchets ménagers dans quelques villes de l'Ouest algérien. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- (4). BARRY, M. M. (2018). INFORMATIONS SUR LA GESTION DES ORDURES MENAGERES A CONAKRY (p. 5) [Atelier]. Service Public de Transfert des Déchets.
- (5). Ben Ammar, S. (2006). Les enjeux de la caractérisation des déchets ménagers pour le choix des traitements adaptés dans les pays en développement: Résultats de la caractérisation dans le grand Tunis : Mise au point d'une méthode adaptée. Vandoeuvre-Nancy, INPL.
- (6). Bertolini, G., & Brakez, M. (2005). Gestion de déchets, innovations et territoires.
- (7). Bigou-Laré, N., & Pigé, B. (2020). Chapitre 18. La gestion des ordures ménagères à Lomé.
- (8). Boulanger, K., Jonathan, R. R., Jeffrey, H., & Anand, P. (2011). Biodegradation of polyester polyurethane by endophytic fungi. applied and environmental microbiology, 77(17), 6076-6084.
- (9). Buenrostro, O., & Bocco, G. (2003). Solid waste management in municipalities in Mexico: Goals and perspectives. Resources, conservation and recycling, 39(3), 251-263.

- (10). Chalot, F. (2004). De l'amont vers l'aval : L'émergence d'une filière de gestion des déchets adaptée aux villes africaines. Synthèse et analyse des actions relatives aux déchets in «Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain», Ministère des Affaires Etrangères, Paris, France.
- (11). Chimuka, L., & Ogola, J. (2015). Leading the way : Directions of municipal solid waste management in South Africa. Africa Institute of South Africa Pretoria, South Africa.
- (12). Francou, C. (2003). Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage- Recherche d'indicateurs pertinents. INAPG (AdroParisTech),.
- (13). Kofoworola, O. F. (2007). Recovery and recycling practices in municipal solid waste management in Lagos, Nigeria. *Waste management*, 27(9), 1139-1143.
- (14). Melhyas, K. (2015). Étude des voies de valorisation des déchets ménagers au Bénin : Cas de la ville d'Abomey-Calavi. Université de Lorraine.
- (15). Minoglou, M., & Dimitros, K. (2013). Optimizing the treatment and disposal of municipal solid wastes using mathematical programming- a case study in Greek region. *Resources, conservation and recycling*, 80, 46-57.
- (16). Morvan, B. (2000). Méthode de caractérisation des déchets ménagers : Analyse sur produit sec. *Déchets Sciences et Techniques*, 20, 9-11.
- (17). Sané, Y. (2002). La gestion des déchets à Abidjan : Un problème récurrent et apparemment sans solution. *AJEAM/RAGÉE*, 4(1), 13-22.
- (18). Tini, A. (2003). La gestion des déchets solides ménagers à Niamey au Niger : Essai pour une stratégie de gestion durable. Lyon, INSA.
- (19). Topanou, A. (2012). Gestion des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey-Calavi (Bénin) : Caractérisation et essais de valorisation par compostage [Thèse de doctorat]. Aix-Marseille.
- (20). Tsilemou, K., & Panagiotakopoulos, D. (2016). Approximate cost functions for solid waste treatment facilities. *journals.sagepub.com*, 24(4).