



**Optimisation de la gestion des déchets solides
ménagers en milieu urbain : cas de la ville de Dapaong
au Togo**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : EAU ET ASSAINISSEMENT

Présenté et soutenu publiquement le 28 juin 2017 par
Affoladé Landry Serge OGOU

Travaux dirigés par :
Dr Seyram SOSSOU
Enseignant-Chercheur / 2ie

&
Dr Lydie YIOUGO
Expert Assainissement / Projet PEAT 1 – Togo

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Dr. Yacouba KONATE**

Membres et correcteurs : **Prof. Edmond HIEN**
Dr. Seyram SOSSOU

Promotion 2015 - 2016

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

- Dieu, le créateur de toute chose, pour tous ses bienfaits dans ma vie et pour m'avoir comblé de toute sa grâce durant mon cursus académique.
- mes parents, mon père Athanase OGOU et ma mère Odette AGAÏ, pour tout le soutien que vous m'accordez. Puisse l'Eternel vous accorder une meilleure santé et une longévité, afin que vous jouissez pleinement des fruits de toutes ces années d'investissement et de sacrifice.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements à IGIP Afrique, par l'intermédiaire de son Directeur Général Monsieur Edmond NASSALA, qui m'a permis d'effectuer ce stage dans le cadre du PEAT 1.

Je remercie aussi profondément mon maître de mémoire, Docteur Seyram SOSSOU, enseignant chercheur à la Fondation 2iE, pour avoir accepté d'encadrer ce travail malgré ses multiples occupations

J'exprime ma profonde reconnaissance au Docteur Lydie YIOUGO, expert en Assainissement sur le projet PEAT-1, pour son encadrement, sa disponibilité et ses orientations qui ont permis l'atteinte des différents objectifs assignés.

Mes remerciements vont également :

- à l'ensemble du personnel et corps professoral de la fondation 2iE, particulièrement aux enseignants du département Eau et Assainissement pour toutes les compétences qu'ils ont eu à fournir à leurs étudiants.
- à tous les camarades d'amphi, pour tous les moments de convivialité et d'entraide partagés ensemble, dans le respect mutuel et dans une parfaite harmonie.
- à l'ensemble du personnel de la mairie de Dapaong, particulièrement à son secrétaire général Monsieur Joseph KAI, et au chef division hygiène, eau et assainissement, Monsieur Matiéyendou TCHAMBE.
- aux ingénieurs Gilbert CHABI, Emile OKOUNDE et Aimé SEDEGAN de IGIP Afrique pour leurs disponibilité, conseils et soutien pendant tout le temps qu'a duré mon stage.
- à Laureline BETHOT de Expert Solidaire, Rodrigue KANKOU de l'ONG CDD et Monsieur Abel BIAM pour tout le soutien et les moments passés ensemble.
- à Monsieur Giraud ADEOSSI, pour tout son soutien et ses divers conseils
- à Natacha AMADOU pour la patience et le soutien qu'elle m'a apporté durant ces années
- à toute ma famille, mes frères et sœurs, mes oncles Michel OGOU, Eloge OGOU et Roger AGAÏ pour tous les encouragements et soutiens reçus

AVANT PROPOS

Le présent stage intervient dans le cadre de la première phase du Projet Eau et Assainissement au Togo, dénommé PEAT 1. Cette phase concerne deux villes, Atakpamè (chef-lieu de la région des plateaux) dans le centre et Dapaong (chef-lieu de la région des savanes) dans le nord. Les différentes études techniques du projet sont réalisées par la représentation béninoise du bureau d'études IGIP Afrique, spécialisé dans le domaine de l'Eau, de l'Assainissement, du BTP et de l'Environnement. Entièrement financé par l'Union Européenne (UE), ce projet s'inscrit dans le secteur de concentration « Eau et Assainissement » du programme indicatif national (PIN) du Togo (2014-2020). Il participe au troisième des cinq objectifs stratégiques de l'Union Européenne avec le Togo, à savoir : de soutenir le gouvernement dans la mise en œuvre de la Stratégie de Croissance Accélérée et de Promotion de l'Emploi (SCAPE 2013-2017) et des stratégies de réduction de la pauvreté.

Le projet comporte deux grands volets que sont : le volet Eau potable et le volet Assainissement. Le volet assainissement est subdivisé en assainissement domestique ou familial et en assainissement solide. L'assainissement domestique concerne la construction des latrines au profit des populations ainsi que la mise en place d'une filière de gestion et de traitement des boues de vidange. Quant à l'assainissement solide, il concerne la gestion des déchets ménagers, et comprend la construction d'une décharge finale, l'aménagement de points de regroupement des ordures à l'intérieur des quartiers, l'équipement des structures de pré-collecte, et la mise en place de filières de traitement et de valorisation.

RESUME

La gestion des déchets solides ménagers constitue un véritable défi pour les pays en voie de développement tel que le Togo. C'est dans cette optique qu'intervient la présente étude dont l'objectif principal est de proposer un plan d'optimisation de la gestion des déchets solides ménagers à Dapaong. Pour ce faire, un diagnostic de la gestion actuelle a été effectué grâce à des enquêtes. Une caractérisation des déchets a été réalisée par la méthode MODECOM et un plan d'optimisation a été proposé par identification des forces et faiblesses de la gestion actuelle. L'inexistence d'une filière bien établie de gestion des déchets est la cause de plusieurs problèmes d'ordre environnemental et sanitaire. Pour un ratio de 0,2 kg. Hbt⁻¹. J⁻¹, la production journalière de déchets ménagers de la ville est de 14,63 tonnes. Ils sont constitués majoritairement de matières inertes (54,33 %), de putrescibles (31,03 %) et de plastiques (7,89 %). L'optimisation de la gestion comprend des zones de pré-collecte, la construction de décharges intermédiaires et d'une décharge finale, l'acquisition du matériel de transport et la mise en place de filières de valorisation dont le recyclage et le compostage. Une tonne de déchets collectés et transportés jusqu'à la décharge finale va coûter environ 12.416 FCFA. Mais les revenus issus de la valorisation et des frais d'abonnement des ménages sont assez importants, et peuvent couvrir une bonne partie des charges de la filière. Le système à mettre en place, pendant son fonctionnement, va plus impacter l'effet de serre que les autres dimensions environnementales. Il va générer un certain nombre de risques sanitaires pour les travailleurs et consommer assez de ressources énergétiques.

Mots Clés :

- 1. Déchets solides ménagers**
- 2. Gestion**
- 3. Optimisation**
- 4. Dapaong**
- 5. Impacts environnementaux**

ABSTRAT

The management of solid household waste is a real challenge for developing countries like Togo. In this perspective, the current study aims at proposing a plan to optimize the management of solid household waste in Dapaong. To this end, a management diagnosis was made through surveys. A characterization of the waste was carried out by the MODECOM method and an optimization plan was proposed through the identification of the strengths and weaknesses of the current management. The lack of a well-established waste management sector is the cause of several environmental and health problems. At a ratio of 0.2 kg. person⁻¹ . day⁻¹, the city's daily household waste production is 14.63 tons. Most of them are inert materials (54.33%), putrescible (31.03 %) and plastic (7.89%). Management optimization includes pre-collection areas, construction of intermediate landfills and a final landfill, transportation equipment purchase and the establishment of recovery procedures including recycling and composting. One ton of waste collected and transported to the final landfill will cost about 12,416 FCFA. But the revenues from the valorization and households subscription fees are quite enough, and can cover a large part of the entire chain expenses. The system to be set up, during its operation, will more influence the greenhouse effect than other environmental dimensions. It will also generate a number of health risks for workers and consume enough energy resources.

Mots Clés :

- 1. Solid household waste**
- 2. Management**
- 3. Optimizing**
- 4. Dapaong**
- 5. Environmental impact**

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|------|
| DEDICACES | i |
| REMERCIEMENTS | ii |
| AVANT PROPOS..... | iii |
| RESUME..... | iv |
| ABSTRAT..... | v |
| LISTE DES ABREVIATIONS | viii |
| LISTE DES TABLEAUX..... | ix |
| LISTE DES FIGURES | x |
| INTRODUCTION..... | 1 |
| I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE..... | 3 |
| 1. Définition de quelques mots et concepts..... | 3 |
| 1.1. Déchets..... | 3 |
| 1.2. Déchet ménager..... | 3 |
| 2. Gestion des déchets solides ménagers (DSM) | 4 |
| 3. Production de déchets ménagers en Afrique Sub saharienne et dans le monde..... | 4 |
| 4. Difficultés rencontrées par les municipalités dans la gestion des déchets ménagers | 5 |
| 5. Impacts liés à l'absence ou à l'inefficacité de système de gestion des déchets | 6 |
| 6. Cadre politique, législatif et institutionnel des déchets au Togo..... | 7 |
| 7. Caractérisation des déchets ménagers | 8 |
| 8. Traitement et valorisation des déchets | 9 |
| 9. Typologie des déchets | 10 |
| 10. Aspects économiques de la gestion des déchets solides ménagers | 13 |
| 11. Aspects environnementaux liés à la gestion des déchets..... | 13 |
| 12. Présentation du milieu d'étude | 14 |
| II. MATERIEL ET METHODES..... | 15 |
| 1. Localisation du site d'étude..... | 15 |
| 2. Diagnostic de la gestion des déchets solides ménagers..... | 15 |
| 3. Caractérisation des déchets ménagers de Dapaong..... | 16 |
| 3.1. Echantillonnage..... | 16 |
| 3.2. Méthode de caractérisation | 17 |
| 4. Optimisation de la gestion des déchets solides ménagers | 18 |
| 4.1. Cartographie des zones de pré collecte et de collecte..... | 18 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.2. | Etablissement de filières de traitement et de valorisation des déchets | 18 |
| 5. | Analyse des aspects économiques et environnementaux de la gestion | 19 |
| 5.1. | Etablissement du flux financier..... | 19 |
| 5.2. | Evaluation des aspects environnementaux et sanitaires..... | 19 |
| III. | RESULTATS ET DISCUSSION | 21 |
| 1. | Diagnostic de la gestion des déchets solides à Dapaong..... | 21 |
| 1.1. | Acteurs de la gestion des déchets..... | 21 |
| 1.2. | Mode de gestion des déchets ménagers | 21 |
| 1.3. | Matériel et équipements de la gestion des déchets | 22 |
| 1.4. | Impacts de la gestion des déchets ménagers sur l'environnement..... | 23 |
| 2. | Caractérisation des déchets solides ménagers | 25 |
| 2.1. | Production quantitative de déchets ménagers | 25 |
| 2.2. | Typologie des déchets solides ménagers de Dapaong | 26 |
| 3. | Proposition d'un plan d'optimisation de la gestion..... | 29 |
| 3.1. | Identification et cartographie des sites de décharges intermédiaires | 29 |
| 3.2. | Proposition d'un cheminement global des déchets solides ménagers | 30 |
| 3.3. | Proposition du mode de pré-collecte, de collecte et de transport des déchets | 32 |
| 3.4. | Proposition de filières adaptées à la valorisation des déchets ménagers | 33 |
| 3.5. | Proposition d'un schéma optimisé de la gestion des déchets ménagers | 36 |
| 3.6. | Affectation de rôle aux différents acteurs de la gestion..... | 38 |
| 4. | Aspect économique et environnemental de la gestion des déchets solides ménagers... 38 | |
| 4.1. | Analyse financière de la filière (pré collecte, collecte/transport, valorisation) | 38 |
| 4.2. | Impacts environnementaux et sanitaires associés à la gestion des déchets..... | 40 |
| | CONCLUSION | 43 |
| | RECOMMANDATIONS..... | 44 |
| | REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 45 |
| | ANNEXES | 47 |

LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|-----------------|--|
| ADEME | Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie |
| AFPHy | Association Féminine de Promotion de l'Hygiène |
| ACV | Analyse de Cycle de Vie |
| ANADEB | Agence Nationale de Développement de Base |
| ANASAP | Agence Nationale de Salubrité Publique |
| CDQ | Comité de Développement de Quartier |
| COGETRAD | Compagnie de Gestion et de Traitement des Déchets industriel |
| DSM | Déchets Solides Ménagers |
| EIES | Etude d'Impact Environnemental et Social |
| EPA | Environmental Protection Agency |
| GES | Gaz à Effet de Serre |
| GIE | Groupement d'Intérêt Economique |
| IBGE | Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement |
| IGIP | Ingenieur Gesellschaft für Internationale Planungsaufgaben |
| MODECOM | Mode de Caractérisation des Ordures Ménagères |
| OM | Ordures Ménagères |
| OMS | Organisation Mondiale de la Santé |
| ONG | Organisation Non Gouvernementale |
| PDA | Plan Directeur d'Assainissement |
| PEAT | Projet Eau et Assainissement au Togo |
| PED | Pays en Développement |
| PNUD | Programme des Nations Unies pour le Développement |
| PNHAT | Politique Nationale d'Hygiène et d'Assainissement au Togo |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau I. Production de déchets par habitant et par jour de quelques pays..... | 5 |
| Tableau II. Typologie des déchets..... | 11 |
| Tableau III. Quantité de déchets triés par jour | 18 |
| Tableau IV. Pondération des impacts environnementaux | 20 |
| Tableau V. Impacts environnementaux liés à la gestion actuelle des DSM à Dapaong | 24 |
| Tableau VI. Evaluation de la production de déchets entre 2016 et 2020..... | 25 |
| Tableau VII. Analyse sommaire de filières de traitement et de valorisation des DSM | 35 |
| Tableau VIII. Coût annuel de la gestion des déchets ménagers de la ville de Dapaong..... | 39 |
| Tableau IX. Recettes issues de la valorisation des DSM | 40 |
| Tableau X. Notation et classification des aspects environnementaux et sanitaires | 41 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1. Taux de collecte des DSM par région en 2012 | 6 |
| Figure 2. Composition des DSM par région en 2012..... | 12 |
| Figure 3. Situation géographique de la ville de Dapaong | 15 |
| Figure 4. Schéma du mode de gestion des déchets solides à Dapaong | 22 |
| Figure 5. Types de poubelles utilisées par les ménages | 23 |
| Figure 6. Moyens de transport des DSM..... | 23 |
| Figure 7. Bouchage d'un canal d'évacuation des eaux par les déchets solides à Zongo. | 23 |
| Figure 8. Opération de tri et de pesée des DSM..... | 25 |
| Figure 9 (a, b, c, d, e et f). Quelques catégories de DSM issues de la caractérisation | 27 |
| Figure 10. Proportion des différentes catégories contenues dans les DSM de la ville..... | 28 |
| Figure 11. Répartition spatiale des décharges intermédiaires. | 29 |
| Figure 12. Zonage optimisé de la pré collecte à Dapaong | 30 |
| Figure 13. Scénario avec création du centre de tri hors de la décharge finale | 31 |
| Figure 14. Scénario avec création du centre de tri à l'intérieur de la décharge finale | 31 |
| Figure 15. Illustration du mode de collecte et de transport des DSM | 33 |
| Figure 16. Traitement du terreau par les AFHPys | 34 |
| Figure 17. Identification de filières de valorisation des DSM de Dapaong | 36 |
| Figure 18. Schéma optimisé de la gestion des DSM de la ville | 37 |
| Figure 19. Graphique illustrant la classification des impacts en fonction des scores | 42 |

INTRODUCTION

Les pays en développement font face à une urbanisation galopante depuis plusieurs décennies. Cette densification des villes s'accompagne notamment d'une augmentation importante de la production des déchets alors que les infrastructures et les services sociaux nécessaires à une vie urbaine saine n'évoluent pas au même rythme (Thonart et al., 2005 ; IEPF, 2011). Selon la banque mondiale (2012), à l'heure actuelle, plus de la moitié de la population mondiale n'a pas accès à un service d'enlèvement des déchets ménagers et environ 4 milliards de personnes utilisent des décharges illégales ou non réglementées, qui accueillent plus de 40 % des détritiques produits dans le monde. Ceci indique l'existence d'un vrai défi à relever par les gouvernements, surtout ceux des pays du sud, au cours des années à venir. D'ailleurs, l'un des objectifs du développement durable (ODD), fixé dans le cadre de l'agenda 2030, est de garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et d'assurer une gestion durable des ressources en eau.

La gestion des déchets solides ménagers n'est pas seulement une affaire de l'Etat. Selon Koledzi (2011), cinq types d'acteurs se répartissent la lourde tâche de la gestion des déchets. Il s'agit du secteur public représenté par les autorités locales, du secteur privé, du secteur informel, de la population ainsi que des organisations non gouvernementales (ONG) et des associations. Un partage clair des rôles, responsabilités et ressources entre les acteurs des trois (03) niveaux, central, régional et municipal, est essentiel (IEPF, 2011). A Niamey par exemple, Tini (2003) a identifié deux systèmes de gestion ; l'un « moderne » (formel), à l'identique des pays industriellement développés ; - et l'autre « communautaire » qui se définit comme un système pris en charge par les usagers. Au Togo comme un peu partout en Afrique, les modes de gestion varient beaucoup d'une ville à l'autre: gestion publique totale, partenariat public privé, implication du tissu associatif dans la chaîne de collecte, etc. Mais les modèles réussis sont très rares pour le moment. Excepté la capitale, Lomé, la quasi-totalité des villes togolaises connaissent les mêmes difficultés pour la gestion de leurs déchets municipaux.

Dapaong, ville située au nord du Togo, chef-lieu de la région des Savanes est confrontée aux problèmes d'assainissement. La gestion des déchets ménagers se fait soit à travers l'autogestion par laquelle les ménages s'occupent eux-mêmes de l'évacuation de leurs déchets qui sont rejetés dans la nature ou incinérés d'une manière anarchique et la pré-collecte porte-à-porte par des associations, qui ramassent les déchets auprès d'une faible proportion des ménages. Ces déchets sont acheminés vers des dépôts intermédiaires à l'intérieur des

quartiers où ils sont triés et les refus sont incinérés, car la collecte n'est pas assurée par la mairie. En matière de tri et de valorisation des déchets, très peu de déchets organiques sont récupérés et artisanalement compostés. Les ménages abonnés à une pré-collecte sont très peu et le paiement des frais d'abonnement n'est pas régulier.

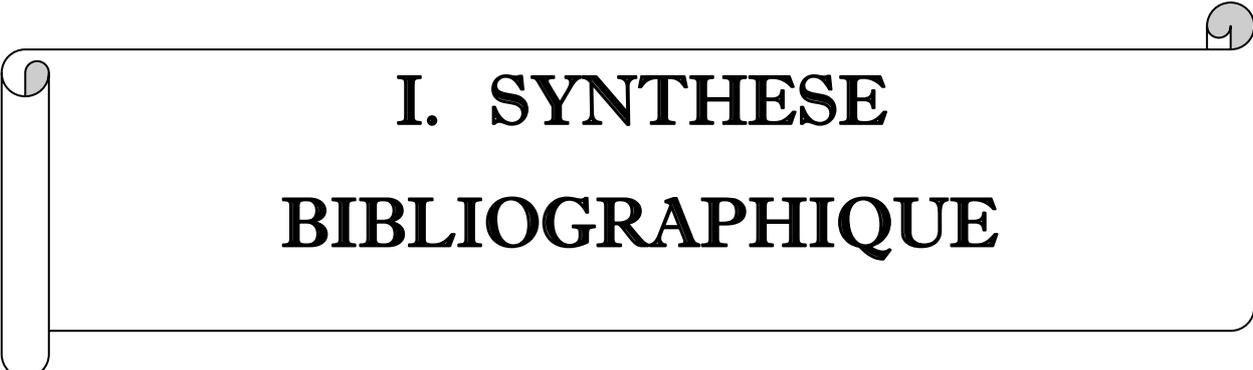
Par le passé, des études ont été menées au Togo sur la gestion des déchets solides ménagers, mais aucune d'elles ne s'est penchée sur la situation de la ville de Dapaong. La plupart de ces études aborde juste un aspect de la grande chaîne que constitue la gestion des déchets au niveau d'une municipalité. C'est le cas de Koledzi et al., (2011) qui ont travaillé sur la caractérisation physique des déchets solides urbains à Lomé, dans la perspective du compostage décentralisé dans les quartiers. Koledzi (2011) quant à lui, a réalisé une étude sur l'approche méthodologique pour une production durable de compost dans le but de la valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé. Une autre étude aussi est celle de Segbeaya (2012) qui, a mené ses recherches sur l'évaluation de l'impact des déchets ménagers de la ville de Kara sur la qualité de la rivière Kara. L'une des limites de toutes ces études réside dans le fait qu'elles ne proposent pas un plan concret de gestion des déchets ménagers qui pourrait être adapté aux autres villes de taille moyenne telle que Dapaong.

C'est dans ce contexte qu'intervient la présente étude dont l'objectif principal est de proposer un plan d'optimisation de la gestion des déchets solides ménagers de la ville de Dapaong. De façon spécifique il s'agit de :

- ✓ Faire une étude diagnostic de la gestion des déchets solides ménagers ;
- ✓ Faire une caractérisation des déchets ménagers;
- ✓ Proposer un plan d'optimisation de la gestion des déchets ménagers;
- ✓ Evaluer l'aspect économique et environnemental de la gestion des déchets.

Ce document s'articulera essentiellement autour de trois (03) parties que sont :

- la synthèse bibliographique ;
- le matériel et les méthodes utilisés ;
- les résultats et la discussion.



I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Définition de quelques mots et concepts

1.1. Déchets

Étymologiquement, il dérive du bas latin *déchié*, forme régulière du participe passé du verbe *déchoir* (*cadere* en latin, c'est-à-dire ce qui tombe) qui traduit la réduction de valeur d'une matière, d'un objet, jusqu'au point où il devient inutilisable en un temps et en un lieu donné (Ngambi, 2015). Le déchet se définit selon plusieurs approches. Dans la littérature, quatre définitions sont proposées : une économique, une juridique, une matérielle et une environnementale (Sané, 2002).

Selon l'article 1 de la loi du 15 juillet 1975, modifiée par la loi n°92-646 du 13 juillet 1992 (France), « est un déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit etc. que son détenteur destine à l'abandon ». Cette définition s'inscrit dans la même logique que celle fournie par la directive européenne du 18 mars 1991 pour qui, le déchet est « toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire ». Pour Alouéimine (2006), un déchet est tout résidu du processus de la production, de la transformation ou de l'utilisation, abandonné par le détenteur et qui, par sa nature, produit des effets nocifs sur les écosystèmes naturels.

1.2. Déchet ménager

Les déchets ménagers constituent une production qui émane des ménages. Il s'agit de sous-produits issus du processus de consommation. Ils représentent une part inévitable de processus de consommation des ménages et se traduisent par la détérioration de la qualité de l'environnement naturel et de la santé publique. (Gbinlo, 2010)

Pour Thonart et al. (2005), on entend par déchets ménagers tous les détritiques générés dans les ménages, tels que les déchets de nourriture ou de préparation des repas, balayures, objets ménagers, journaux et papiers divers, emballages métalliques de petites dimensions, bouteilles, emballages papier ou plastique, chiffons et autres résidus textiles, etc. On y inclut également les déchets végétaux provenant de l'entretien des jardins, des cours, etc. Bien souvent, on assimile aussi aux déchets ménagers d'autres détritiques dans la mesure où ils sont de nature similaire aux déchets des ménages et produits par des individus dans des proportions relativement proches. On citera par exemple les déchets de bureaux, des commerces, de l'artisanat, des administrations, des halles, des foires, des marchés, des collectivités telles que les cantines, de l'entretien des espaces verts et des voiries ainsi que

tous les objets et cadavres de petits animaux abandonnés sur la voie publique. Cette énumération exclut formellement les déchets de chantiers de construction et de travaux publics (déblais, gravats, décombres, débris, etc.) ; les déchets industriels (notamment les encombrants métalliques, les produits toxiques ou dangereux) et commerciaux ne satisfaisant pas aux critères ci-dessus ; les déchets hospitaliers et autres objets susceptibles de véhiculer des pollutions bactériologiques ou médicamenteuses ; tous les déchets qui, en raison de leur encombrement, de leur poids ou de leur nature, ne pourraient être chargés dans les véhicules de collecte.

2. Gestion des déchets solides ménagers (DSM)

D'après le dictionnaire « Environnement », la gestion des déchets regroupe la collecte, le transport, la valorisation et l'élimination des déchets et, plus largement, toute activité participant de l'organisation de la prise en charge des déchets depuis leur production jusqu'à leur traitement final, y compris les activités de négoce ou de courtage et la supervision de l'ensemble de ces opérations. Cette définition n'est pas loin de celle retrouvée dans la plupart des documents régissant la gestion de l'environnement et des déchets. Au Cameroun, la loi cadre de l'environnement définit la « Gestion des déchets » comme étant l'ensemble des opérations comprenant la collecte, le transport, le stockage et le traitement nécessaires à la récupération des matériaux utiles ou de l'énergie, à leur recyclage, ou tout dépôt ou rejet sur les endroits appropriés de tout autre produit dans des conditions à éviter les nuisances et la dégradation de l'environnement.

La gestion des déchets ménagers constitue donc un processus continu qui nécessite un certain nombre d'étapes et auxquelles des ressources (humaines, matérielles et financières) sont affectées. Son objectif ultime est de réduire le volume des matériaux destinés à la décharge finale pour minimiser les risques de pollution qu'ils peuvent causer pour la santé et l'environnement (Koledzi, 2011). Dans la plupart des pays, le schéma classique de gestion des DSM comprend trois étapes: la collecte, le transfert et le traitement (Topanou, 2012 ; Mas et Vogler, 2006).

3. Production de déchets ménagers en Afrique Sub saharienne et dans le monde

La production mondiale de déchets représente de 3,4 à 4 milliards de tonnes par an selon les estimations de la Banque Mondiale (2012). Selon la même source, la production des villes du monde est d'environ 1,3 milliard tonnes de déchets solides par an. Cette quantité

devrait augmenter et passer à 2,2 milliards de tonnes en 2025. Le taux de production de ces déchets va plus que doubler au cours des vingt prochaines années dans les pays à faible revenu. En Afrique sub-saharienne, la production de déchets est d'environ 62 millions de tonnes par an. Au Togo, les données sur les déchets ne sont basées que sur les statistiques et des estimations. Aucune étude réelle n'a jamais été effectuée. On estime à près de 800 tonnes les déchets produits tous les jours dans la commune de Lomé sur la base d'une production journalière de 0,91 kg. Hab⁻¹ (Koledzi et al. 2011).

Tableau I. Production de déchets par habitant et par jour de quelques pays

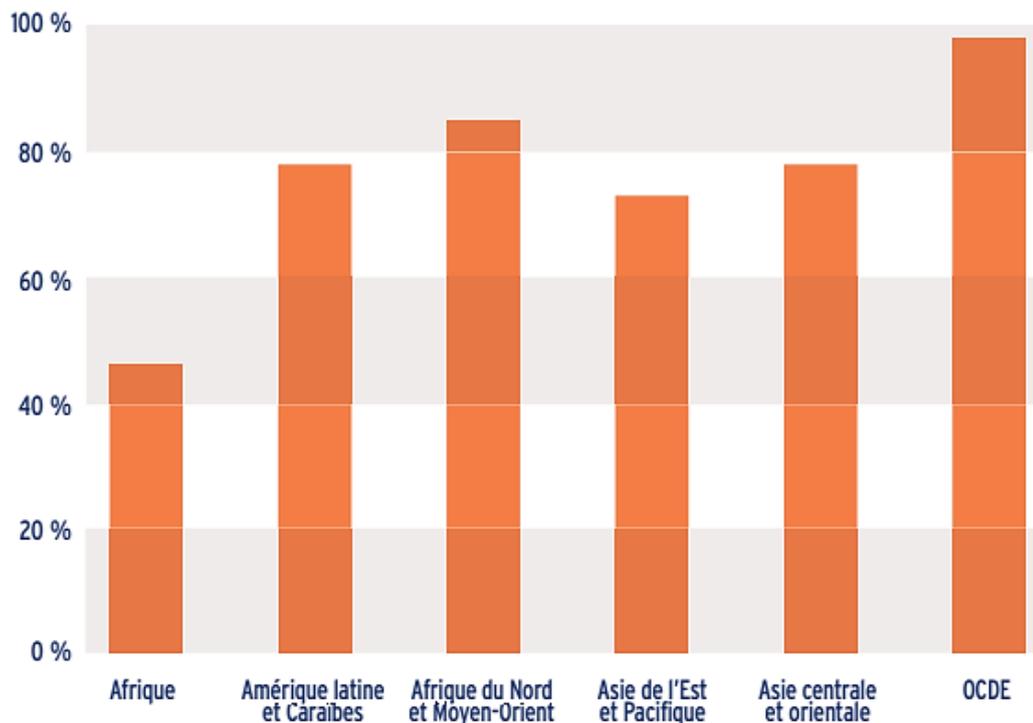
| Pays | Ville | Référence | Production déchets Kg. Hab ⁻¹ . J ⁻¹ |
|------------|-------------------|-------------------------------|---|
| Brésil | Uberlândia | Fehr et al. (2000) | 0,51 |
| Cameroun | Yaoundé | Ngnikam (2000) | 0,85 |
| Cameroun | Bafoussam | Ngnikam (2000) | 0,37 |
| Chine | Hong-Kong | Chung & Pool (1998) | 0,7 |
| Chine | Guangzhou | Chung & Pool (1998) | 0,4 |
| Etats-Unis | Moyenne nationale | O.N.E.M (2001) | 1,8 |
| France | Paris | www.ordif.com (2002) | 1,37 |
| Malaisie | Kuala Lumpur | Kathirvale et al. (2003) | 1,7 |
| Malaisie | Moyenne nationale | Kathirvale et al. (2003) | 0,5-0,8 |
| Maroc | Moyenne nationale | O.N.E.M (2001) | 0,75 |
| Mauritanie | Nouakchott | Aloueimine et al (2005 a & b) | 0,21 |
| Mexique | Mexicali | Ojeda-Benitz et al. (2003) | 0,59 |

Source : Koledzi, (2011)

4. Difficultés rencontrées par les municipalités dans la gestion des déchets ménagers

Dans la majorité des villes africaines, la gestion des déchets se heurte à plusieurs obstacles. Le financement des infrastructures de base et des coûts récurrents de la collecte et du traitement est l'un des problèmes les plus criards dans la gestion des ordures ménagères dans les pays en développement. On note également la suppression des subventions par l'Etat, l'insuffisance des moyens matériels et financiers mis à la disposition des municipalités, la précarité de la voirie, le faible taux de recouvrement des taxes par les communes, l'absence de normes locales ou une réglementation inadaptée à la gestion des ordures ménagères, etc.

(Ngambi, 2015). De même, les municipalités ne disposent pas des services administratifs assortis des ressources humaines nécessaires à une prise en charge des questions environnementales. Elles manquent d'expertise dans des domaines tels que la gestion technique des décharges publiques et des sites d'enfouissement, l'organisation des filières de valorisation, les techniques et outils de sensibilisation, la recherche de technologies simples, moins onéreuses et adaptées au contexte local (IEPF, 2011). Aussi, faut-il souligner que même les systèmes mis en place dans les capitales de la plupart des pays en développement ne couvrent pas totalement les besoins tel que l'indique le taux de collecte de la figure 1. Que ce soit à Cotonou, Douala, Yaoundé, Accra ou Conakry, le rapport entre la quantité des ordures ménagères produites et la quantité ramassée ne dépasse pas 60% (Ngambi, 2015). Ces difficultés auxquelles sont confrontées les municipalités impactent les conditions de vie des populations.



Source : Banque mondiale, 2012

Figure 1. Taux de collecte des DSM par région en 2012

5. Impacts liés à l'absence ou à l'inefficacité de système de gestion des déchets

Les déchets solides municipaux génèrent des externalités négatives considérables. Non collectés, ces déchets solides sont une source importante de méthane et, d'autres gaz à effet de serre (GES) puissant (Gbinlo, 2010). Localement, les déchets solides non perçus

contribuent aux inondations, à la pollution de l'air et à des impacts sur la santé publique tels que les maladies respiratoires, la diarrhée et la dengue (Hoornweg et Bhada-Tata, 2012). A Abidjan (Côte d'Ivoire), Soro et al. (2010) ont montré que dans les communes où les taux de ramassage des ordures ménagères sont généralement inférieurs à 50% de la production locale, on note des répercussions sur la qualité des eaux de surface mais aussi sur celles souterraines. L'évaluation de l'état de pollution de la nappe d'Abidjan a ainsi permis de relever des teneurs anormalement élevées (au-dessus de la norme OMS) en composés azotés (NO_3 , NO_2 , NH_4), phosphatés (PO_4) et en élément métallique (Al). Ceci serait dû, entre autres, aux apports superficiels issus de la décomposition de la matière organique fermentescible mais également aux eaux putrides provenant de la surface du sol et entraînant avec elles des polluants vers la nappe. Sur la décharge d'Agoè (Lomé- Togo) on a les teneurs moyennes des métaux lourds dans l'ordre de 66,91 mg. kg^{-1} pour le plomb ; 2,51 mg. kg^{-1} pour le cadmium ; 6,10 mg. kg^{-1} pour le nickel; 70,24 mg. kg^{-1} pour le cuivre et 401,13 mg. kg^{-1} pour le zinc. Le cadmium et le zinc ont des teneurs supérieures à la norme AFNOR NF U 44-041 (Bodjona et al., 2012) ; toute chose qui représente un danger pour l'environnement et pour la santé des personnes qui y travaillent.

La réduction des déchets joue alors un rôle capital dans la diminution de la pollution, la conservation des ressources naturelles et souvent l'économie d'énergie. Elle peut aussi modifier le changement global du climat causé par les émissions des gaz à effet de serre et le réchauffement progressif de la terre qui entraînerait un déséquilibre global des écosystèmes (fonte des glaces, extinction d'espèces, etc.) (EPA, 2000).

6. Cadre politique, législatif et institutionnel des déchets au Togo

Divers outils juridiques et institutionnels de gestion des déchets ont vu le jour sur la scène internationale. Ces consensus internationaux donnant le pas, bon nombre de pays se sont dotés d'un cadre réglementaire pour mettre en œuvre les engagements pris. Bien que le champ de compétences en matière de gestion des déchets au Togo soit restreint, il l'intègre à travers divers outils légaux et institutionnels.

La protection de l'environnement est consacrée par la constitution du 14 octobre 1992 qui dispose que « Toute personne a droit à un environnement sain. L'Etat veille à la protection de l'environnement ». Cette préoccupation s'est traduite à travers l'élaboration de deux documents de politique à savoir la politique nationale de l'environnement et la Politique Nationale d'Hygiène et d'Assainissement au Togo (PNHAT). Adoptée en 2010, le PNHAT est un document qui couvre quatre sous-secteurs, dont la gestion des déchets solides urbains.

Aussi, la législation abondante en la matière marquée par l'élaboration de la loi n° 2008-005 du 30 mai 2008 portant loi-cadre sur l'environnement, du code de la santé publique et l'inscription de la thématique d'assainissement dans le DSRP-C témoigne-t-elle de la priorisation de l'enjeu. Par ailleurs, le Togo a ratifié depuis le 22 juillet 2004, la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs) et la Convention de Bâle sur les mouvements transfrontières des déchets dangereux. Le Togo a également adopté un plan national de mise en œuvre de la Convention de Stockholm depuis février 2006. Sur le plan national, les institutions dont les attributions ont rapport avec la thématique de l'assainissement sont: le ministère de la santé, le ministère de l'environnement, le ministère de l'urbanisme et du cadre de vie et l'Agence nationale de salubrité publique (ANASAP). Au niveau décentralisé, on retrouve les services régionaux de l'assainissement et de l'hygiène, les mairies, les populations et leurs organisations (CDQ) et les organisations non gouvernementales (ONG).

La gestion des déchets est donc devenue un enjeu collectif et transversal impliquant plusieurs acteurs aussi bien publics que privés. Cependant, bien que hissée au rang des priorités, la question relative à la gestion des déchets reste toujours un des défis majeur à relever au Togo.

7. Caractérisation des déchets ménagers

La caractérisation des déchets fait suite à une première évaluation d'abord quantitative. Les informations qui y sont issues constituent une base fiable utilisées par les autorités locales pour mettre en place des programmes efficaces de gestion (valorisation, récupération, etc.) et optimiser le choix des techniques de traitement des déchets. De la composition qualitative et quantitative du gisement dépendra par exemple l'organisation des différentes collectes. Mais il existe plusieurs méthodes de caractérisation des déchets (Nikiema, 2012; Aloueimine, 2006). Elles sont toutes élaborées dans des pays industrialisés et procèdent d'une manière avoisinante, à savoir échantillonnage et classement des différents types de déchets contenus dans l'échantillon en fractions. Parmi les méthodes de caractérisation des déchets ménagers les plus connues, on peut citer le protocole ARGUS (Allemagne), le protocole IBGE (Belgique), le protocole EPA (Irlande) et le MODECOM (France) (Nghane, 2015).

Toutes ces méthodes sont difficilement applicables dans le contexte africain. La multiplicité des tissus urbains dans les villes, l'irrégularité voire l'inexistence de la collecte et le faible taux de couverture du service de ramassage des ordures ménagères

font que l'échantillon qui sera prélevé risque de ne pas être assez représentatif. En plus, l'inconvénient majeur de certaines de ces méthodes est la difficulté de distinction des lots, lorsque l'échantillon est prélevé d'une benne ou d'une décharge, et la difficulté d'attribuer les quantités triées à une population de taille donnée (Aloueimine, 2006). De même, dans les pays africains, la composition des déchets est modifiée à toutes les étapes du circuit de leur gestion, depuis les ménages jusqu'à la décharge. En effet, la valorisation matière dans ces pays commence déjà à la source. Pendant le dépôt des déchets dans les décharges publiques, on voit intervenir d'autres acteurs de la filière et, par conséquent, les caractéristiques des déchets vont encore changer. Les coûts très élevés de la mise en œuvre de ces méthodes représentent aussi une grande contrainte pour leur applicabilité pèle mèle dans les pays en voie de développement.

8. Traitement et valorisation des déchets

A la fin des années 1980, la production accrue des déchets symbolise le gaspillage des matières, des énergies et des ressources naturelles. La prise de conscience de ce phénomène a permis l'apparition de la collecte sélective, du tri et du recyclage dans la plupart des pays industrialisés. Une 2^e et une 3^e vie sont données aux déchets. Dans les PED, ces techniques parties des Pays Industrialisés s'implantent progressivement (Ngambi, 2015). En fonction de la composition d'un gisement de déchets, après tri préalable, chaque fraction peut être orientée vers des filières de traitement appropriées. Sur la base de la caractérisation, différentes filières de traitement de déchets telles que le compostage, la bio-méthanisation ou les traitements thermiques, etc. peuvent alors être examinées sur les plans de récupération matières et de valorisation énergétique (Jung, 2013).

Tous les déchets sont potentiellement valorisables et ce en fonction de leur nature chimique, de leurs propriétés mécaniques, physico-chimiques ou de leur pouvoir calorifique (PCI). Dans le cas des déchets solides, lorsqu'ils sont hétérogènes, chaque catégorie de déchets, voire chaque fraction au sein d'une catégorie, doit être envisagée pour effectuer le choix d'une voie de traitement (Jung, 2013). Valoriser c'est donner de la valeur à un objet, à une matière, à quelque chose. Le terme de valorisation apparaît pour la première fois en 1984. La définition de la valorisation des déchets par l'ADEME, (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), est la suivante : « le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ». La valorisation apporte une nouvelle valeur aux déchets, en les sortants du circuit de collecte et de traitement. Elle s'oppose à l'élimination. Elle permet de faire des économies

de matières premières et contribue au respect de la planète et à son développement durable.

On distingue trois types de valorisation (Cogetrad, 2016) :

- ✓ la valorisation matière : c'est, utiliser une partie ou la totalité de la matière du déchet dans un nouveau processus de production. La valorisation de matière peut être assimilée au recyclage et au réemploi ;
- ✓ la valorisation organique : la valorisation organique repose sur le compostage et la méthanisation. Le compost créé à l'issue du compostage sert à la régénération des sols. Tout comme le compostage, la méthanisation est un procédé de fermentation qui crée du méthane. L'utilisation du méthane est la même que le gaz naturel, il s'utilise dans les mêmes applications ;
- ✓ la valorisation énergétique : la valorisation énergétique se fait via l'incinération des déchets, à l'aide de fours spécifiques. L'incinération des déchets permet de créer de la chaleur qui permet d'alimenter les systèmes d'électricité et de chauffage.

Il existe un nouveau système de traitement appelé : pyrolyse. Les déchets sont chauffés entre 400 à 600°C, les déchets sont alors soumis à une réaction thermique et se décomposent. Les déchets sont alors utilisés en tant que combustible liquide, solide ou gazeux.

9. Typologie des déchets

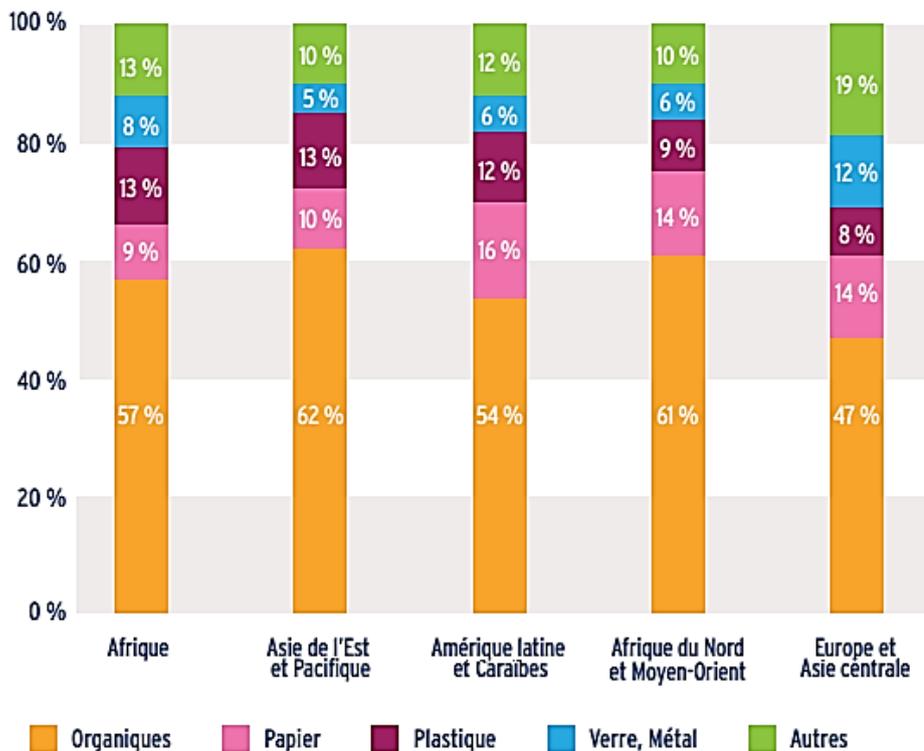
Dans la stratégie de gestion des déchets, il faut considérer l'ensemble des déchets produits sur un territoire municipal. Le tableau II présente la typologie des déchets qu'on peut rencontrer sur un territoire municipal, cette typologie est inspirée de la définition de la loi du 15 juillet 1975 en France.

Tableau II. Typologie des déchets

| Catégories de déchets | Sous-catégories | Description sommaire |
|--|---------------------------------|---|
| Déchets ménagers | Déchets ménagers | Déchets produits par les ménages |
| | Ordures ménagères (OM) | Déchets de l'activité domestique des ménages pris en compte par la collecte régulière |
| | Encombrants des ménages | Déchets liés à une activité occasionnelle qui, en raison de leur volume et de leur poids, ne peuvent être pris en compte par la collecte régulière des ordures ménagères |
| | Déchets ménagers Spéciaux (DMS) | Déchets présentant un ou plusieurs caractères dommageables pour l'environnement et/ou qui ne peuvent pas être éliminés par les mêmes voies que les ordures ménagères sans créer des risques lors de la collecte |
| Déchets de la Collectivité | Idem | Déchets produits par les services de la collectivité |
| | Déchets du nettoyage | Déchets liés au nettoyage des rues, des marchés, des plages,.... |
| | Déchets des espaces verts | Déchets liés à l'entretien des espaces verts: tontes de gazon, tailles, élagages, feuilles mortes, etc. |
| | Déchets de l'assainissement | Déchets résultant du fonctionnement des dispositifs publics d'épuration et de l'entretien des réseaux d'évacuation des eaux usées, pluviales ou cours d'eau (boues, graisses, déchets de dégrillage, sables de curage, ...) |
| Déchets des artisans et commerçants, déchets banals des activités économiques et des administrations | Idem | Ces producteurs peuvent confier leurs déchets aux services communaux « à condition qu'ils n'entraînent pas, eu égard à leurs caractéristiques, de sujétions techniques particulières lors de leur élimination ». Les communes acceptent ménagères du fait leur nature similaire |
| Déchets industriels | Déchets banals | Déchets assimilables, à travers leur nature (ou Dangerosité), aux ordures ménagères. Dépassant les volumes et quantités limites fixées par la commune ou regroupement dans le contrat de collecte, leur élimination est alors à la charge du producteur |
| | Déchets spéciaux | Déchets dont la destination nécessite des précautions particulières vis-à-vis de la protection de l'environnement. Exemple : déchets d'activité de soins, produits phytosanitaires, déchets industriels spéciaux |

Source :Ngnikam et Tanawa, 2006

Les déchets des PED en général et en Afrique subsaharienne en particulier se caractérisent par une fraction fermentescible dépassant 45 % contre une valeur moyenne de 35% dans les PI à l'exception de la Grèce (42 %) (Charnay, 2005). A l'inverse, la part de papiers, de verres et de matières plastiques est plus élevée dans les pays industrialisés, reflétant ainsi les modes de vie de la population (voir figure 2). Si la proportion de verre varie de 1 à 5 % environ dans les PED, elle peut atteindre 13 % en France et au Japon et ce, malgré la politique de récupération à la source dans ces pays, ceci est la preuve qu'elle n'est que partiellement efficace (Topanou, 2012). De manière générale, les statistiques officielles en matière de production et de composition des déchets ménagers sont difficiles à obtenir et restent approximatives. Dans la composition des DSM des pays du sud, on observe en fait peu de différences par rapport aux proportions rencontrées dans les pays industrialisés si ce n'est la présence d'une fraction importante d'inertes (Thonart et al., 2005). Au Bénin par exemple, Soclo et al., (1999) rapportent que la teneur en fractions fines $\phi < 20$ mm est proche de 50%. Cette fraction comprend les fines particules de sable, gravier, etc., qui proviennent du nettoyage des légumes et du balayage des maisons.



Source : banque mondiale, 2012

Figure 2. Composition des DSM par région en 2012

10. Aspects économiques de la gestion des déchets solides ménagers

Qu'elle soit bien menée ou non, la gestion des déchets a un coût. Le coût pour la collecte, le coût pour le traitement, le coût de gestion du déchet ultime lorsqu'une stratégie de gestion des déchets est bien conçue et mise en œuvre. Les pays en développement dépensent chaque année environ 46 milliards de dollars pour la gestion de leurs déchets solides municipaux. Selon les prévisions, les besoins de financement pourraient dépasser d'ici à 2025 les 150 milliards de dollars annuels (Hoornweg et Bhada-Tata, 2012). La gestion des déchets peut représenter jusqu'à la moitié du budget d'une municipalité dans bon nombre de pays à faible revenu. Pour permettre de réduire un tant soit peu l'ensemble de ces coûts, il est nécessaire d'exploiter au maximum, à la fois, les possibilités d'action du producteur de déchets lui-même et les processus appropriés de valorisation de la matière.

La gestion des déchets n'est pas un simple service public, elle représente également un gisement d'activités et des opportunités d'investissement pour le secteur privé. L'économie des déchets représente un marché potentiel mondial de 100 milliards d'euros par année et ce chiffre tendra vers 8 850 milliards d'euros à l'horizon 2050, selon l'IEPF (2011). Le marché du recyclage représente à lui seul 160 milliards de dollars américains à l'échelle mondiale (IEPF, 2011). La gestion des déchets est donc une source potentielle de création d'emplois et de richesse à travers la valorisation des filières de réutilisation et de recyclage et à travers la production de biogaz.

11. Aspects environnementaux liés à la gestion des déchets

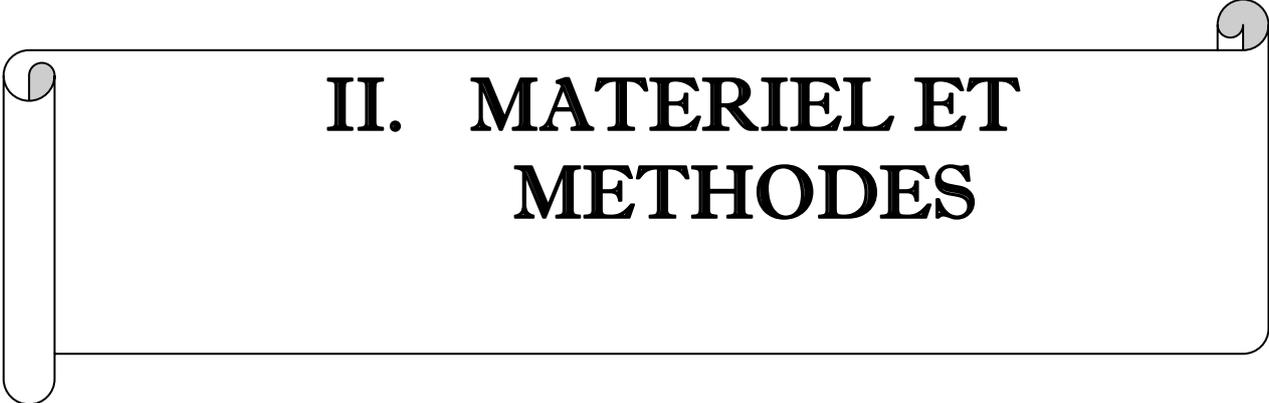
Les déchets constituent des rejets de diverses activités industrielles, commerciales et domestiques. Leur gestion, bien que répondant à un objectif de limitation des effets sur l'environnement, est susceptible également de générer des impacts environnementaux dont l'importance varie en fonction des modes de gestion retenus et de leur mise en œuvre. Selon l'ADEME (2006), les différentes étapes de la gestion des déchets (collecte, transport et traitement) auront des impacts sur le milieu naturel, les paysages et les espaces, mais de façon variable selon les moyens mis en œuvre et leurs performances techniques. Par ailleurs, en cas de valorisation (recyclage, valorisation énergétique, valorisation organique), les économies de matières premières et un moindre recours à certains processus industriels (industrie de première transformation) méritent d'être pris en compte. Les plans d'élimination des déchets doivent donc faire l'objet d'une évaluation environnementale lors de leur élaboration ou lors de leur révision. Pour ce faire, des outils tels que l'étude d'impacts environnemental et social

(EIES), l'analyse du cycle de vie (ACV) permettent d'avoir une vue large et approfondie sur les différents impacts environnementaux dus à l'implantation et au fonctionnement d'un système de gestion de déchet.

12. Présentation du milieu d'étude

La ville de Dapaong est située dans la région des Savanes et est le chef-lieu de la région et de la préfecture de Tône. Elle est à 650 km au Nord de Lomé et à 35 km de la frontière avec le Burkina. La ville se trouve dans la zone séparant la vaste plaine continue, entrecoupée de ravins, au Nord, des hauts plateaux de grès ondulés caractérisés par des pentes abruptes et des affleurements rocheux dénudés, au Sud. A l'Ouest de la ville, se dresse la plus haute colline de la région (361 m). Les pentes y varient en moyenne de 1 à 4 % et les altitudes entre 300 et 361 m. Le climat de Dapaong est de type tropical contrasté marqué par deux saisons : une saison sèche d'octobre à avril et une saison des pluies de mai à septembre. La saison sèche est marquée par un vent froid et sec appelé Harmattan, qui souffle à une vitesse allant de 3 à 7 m.s⁻¹ et est généralement accompagné de poussière. Le cumul pluviométrique annuel varie entre 900 à 1200 mm et la température moyenne mensuelle varie entre 25°C et 30°C.

Lors du recensement de 1981, la population de la ville de Dapaong était 17 475 personnes et de 58 071 en 2010. Le taux de croissance annuel intercensitaire est de 4,22%. La population de la ville est estimée à 73 163 en 2015. La ville présente des densités très variables selon la localisation et l'étape dans la dynamique d'urbanisation et de mise en valeur des sols. En effet les anciens quartiers présentent des densités très fortes, pouvant aller à 300 habitants à l'hectare dans certains îlots à Napieng, tandis que les quartiers le long de la voie de contournement ont des densités relativement plus faibles.

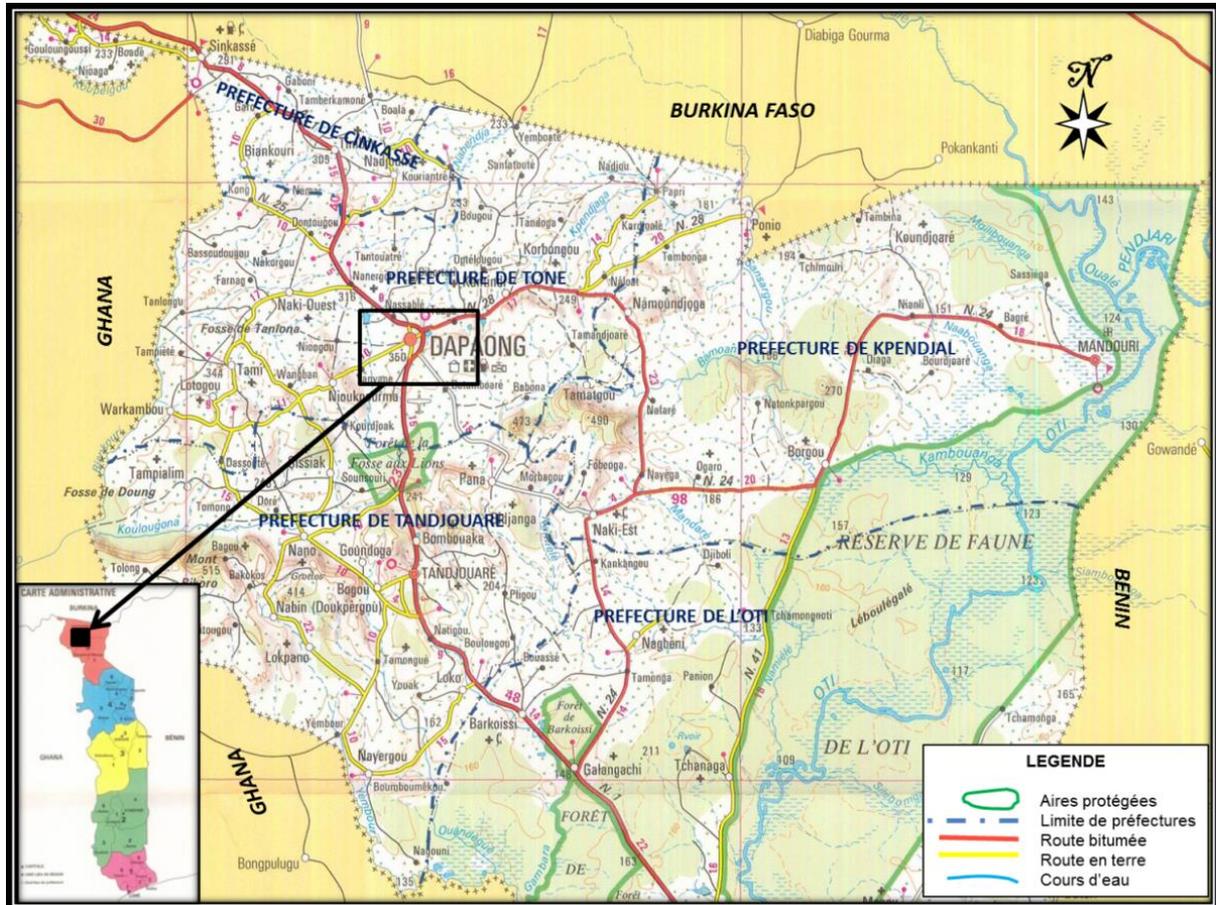


II. MATERIEL ET METHODES

II. MATERIEL ET METHODES

1. Localisation du site d'étude

La ville de Dapaong est localisée à 0° 12' de longitude Est et à 10° 52' de latitude Nord.



Source : PDA, Dapaong

Figure 3. Situation géographique de la ville de Dapaong

La loi ne prévoit aucune subdivision administrative pour la ville de Dapaong, comme c'est le cas de toutes les villes togolaises. Néanmoins, la ville comporte 02 cantons ; Toaga et Dapaong. En tenant compte des réalités sociales et de la topographie, les autorités municipales ont entrepris depuis 2012 un découpage de la ville en secteurs. Chaque secteur est un regroupement d'anciens quartiers et est doté d'un Comité de Développement de Quartier (CDQ). Actuellement, la ville compte aujourd'hui 19 CDQ pour autant de secteur.

2. Diagnostic de la gestion des déchets solides ménagers

La démarche adoptée pour faire le diagnostic de la gestion des déchets solides ménagers a consisté à mener :

- une enquête documentaire : cette phase a permis de prendre connaissance des différents documents et rapports de projets portant sur l'assainissement et la gestion des déchets ménagers de la ville de Dapaong ;
- une enquête ménages : elle a concerné 1 635 ménages répartis dans 17 quartiers secteurs de la ville de Dapaong, et a permis de déterminer le cheminement global des déchets solides ménagers de la ville d'une part. D'autre part, elle a permis d'identifier les différents modes de gestion (traitement et/ou élimination) adoptées par les ménages vis-à-vis des déchets qu'ils produisent ;
- des visites de terrains : notamment pour le constat et prendre des photos de comment la gestion est faite à travers les interventions des différents acteurs de la filière.

3. Caractérisation des déchets ménagers de Dapaong

3.1.Echantillonnage

Il existe plusieurs techniques d'échantillonnage dans le cadre de la quantification et de la caractérisation des déchets ménagers. Celle adoptée dans le cadre de ce travail a tenu compte des aspects tels que : le zonage, la durée ou la fréquence de la collecte de l'échantillon (production hebdomadaire, journalière etc.) et la source de l'échantillon collecté. La méthode utilisée est le sondage par choix raisonné ou sondage non probabiliste. Elle consiste à prélever dans la population cible les individus composant l'échantillon suivant un ou plusieurs critères fixés à priori. Dans notre cas, le critère est l'appartenance à un standing, abonné à un service de pré collecte. La démarche adoptée est la suivante :

- identification des quartiers de la ville bénéficiant d'un service de pré collecte. C'est une étape importante, car elle sous-entend d'une part, l'existence de circuits de pré collecte avec des abonnés. D'autre part, elle révèle la disponibilité de points de regroupement des ordures ménagères ou de décharges intermédiaires qui peuvent servir de centres de tri.
- choix de deux (02) secteurs (sur 19 que compte la ville) pour la quantification des déchets ainsi que pour la caractérisation. Il s'agit de Kombonloaga et de Nassablé. Kombonloaga est un regroupement de quartiers mixtes avec un faible taux d'urbanisation, comme c'est le cas de la majorité des quartiers de la ville de Dapaong. Par contre, Nassablé est un secteur résidentiel pour les fonctionnaires et abrite aussi la plupart des services et institutions de la ville. La limitation des ressources affectées à cette opération est un facteur qui a influencé la restriction du choix à ces deux quartiers.

- élaboration d'une fiche de suivi (voir annexe I) de la pré-collecte pour chacune des tournées effectuées par le tricycle. Cette fiche a permis de recueillir des informations telles que le standing des habitats, le nombre de ménages pré collecté, le nombre de personne par ménage ainsi que le type de poubelle utilisé pour le ramassage des ordures.
- sélection aléatoire de 160 ménages pour le suivi, dont 104 à kombonloaga et 56 à Nassablé. Ces ménages comprennent aussi bien les hauts standings, les moyens standings que les bas standings.

3.2.Méthode de caractérisation

A ce jour, plusieurs méthodes de caractérisation des déchets ont été mises en place dans différents pays. Le MODECOM est la méthode choisie dans le cadre de cette étude pour la caractérisation des déchets solides ménagers. Il n'est pas appliqué à la lettre, mais a servi d'orientation pour la conduite des opérations de caractérisation. Le choix du nombre de catégories suivant lesquelles les déchets sont triés, dépend des objectifs de l'étude et des moyens disponibles pour réaliser celle-ci. Les principales composantes des déchets urbains sont celles qu'on trouve dans une poubelle ménagère répertoriée par l'ADEME dans le MODECOM en 1993 et reprise dans la norme XP X 30 – 408 (AFNOR, 1996). Le MODECOM préconise la caractérisation des ordures ménagères en 13 catégories, puis en 39 sous-catégories.

Pour la fiabilité des données issues de la campagne de caractérisation, certaines dispositions sont prises. Il s'agit de:

- la réalisation d'un suivi de la pré-collecte dans les quartiers de Kombonloaga et de Nassablé. Ce suivi permet d'éviter tout prélèvement intermédiaire avant l'entrée sur les sites de tri des AFPHy, avec identification des paramètres pouvant influencer les données ;
- l'identification de chaque tournée (pas de mélange avec les anciens flux). Cette disposition a pour but d'éviter tout mélange et obtenir les quantités réelles collectées.

L'ensemble des flux provenant de la collecte, ramené au centre de tri, est séparé. C'est-à-dire tous les déchets contenus dans le tricycle sont triés, permettant ainsi de dégager des catégories et sous catégories. Ils sont ensuite mis en tas sur une bâche pour être pesés. En l'absence de tables de tri, les opérations de tri se sont déroulées sur une bâche plastique. Celle-ci permet la conservation des matières fines pour la pesée. Toute personne participant au tri est équipée de matériel de protection composé d'une paire de gants, une paire de bottes et un cache-nez. A la fin du tri, chaque composante ou catégorie est pesée à l'aide d'une balance. La somme des différentes pesées est alors faite jusqu'à l'atteinte des 500 kg

(minimum) de déchets tel que recommandé par le MODECOM. Les pesées sont immédiatement enregistrées sur les tableaux de bord (voir annexe II) au fur et à mesure pour éviter toute confusion.

Tableau III. Quantité de déchets triés par jour

| | Jour N°1 | Jour N°2 | Jour N°3 | Jour N°4 |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kombonloaga (kg) | 834,9 | 776,5 | 772 | 574,55 |
| Nassablé (kg) | 2004 | 610 | 875,5 | 523,4 |
| Moyenne (kg) | 1419,45 | 693,25 | 823,75 | 548,975 |

4. Optimisation de la gestion des déchets solides ménagers

4.1. Cartographie des zones de pré collecte et de collecte

La méthodologie utilisée pour cette phase a consisté à effectuer des sorties guidées, régulières, sur le terrain avec les agents de la mairie. Au cours de ces différentes sorties, une description des sites pressentis pour abriter les décharges intermédiaires ainsi que leur milieu environnant est faite afin de trouver quelques critères d'éligibilité et/ou d'exclusion. Ces sites sont en réalité des réserves administratives que les autorités municipales ont mises à la disposition du projet pour être choisis comme point de regroupement des déchets. L'usage du GPS a permis d'enregistrer les coordonnées géographiques des différents sites de décharges intermédiaires. L'exploitation des cartes topographique et cadastrale de Dapaong a contribué au choix définitif des sites. Ainsi, grâce aux logiciels Arcview et Google Earth, une cartographie montrant la répartition spatiale des différents points de regroupement et de leurs zones d'influences respectives a été réalisée.

4.2. Etablissement de filières de traitement et de valorisation des déchets

Il s'est agi ici d'identifier dans un premier temps, les activités menées sur place et qui concourent à la valorisation des déchets ménagers produits dans la ville (fiche d'enquête, annexe III). Dans un second temps, il a été procédé à l'identification suivi d'une analyse des forces et faiblesses des différents modes de traitement et de valorisation existant. Enfin, une proposition de filières répondant au contexte local (économique, environnemental, composition des déchets, débouchés des produits de valorisation etc.) a été faite.

5. Analyse des aspects économiques et environnementaux de la gestion

5.1. Etablissement du flux financier

Un recensement des Groupements d'Intérêt Economique (GIE) et associations intervenant dans la gestion des ordures ménagères de la ville est faite. Cette opération vise à faire un inventaire des ressources disponibles d'une part, et une estimation des ressources nécessaires par zone de pré collecte et de collecte d'autre part. Suite à cette étape, un listing des principaux postes d'intervention dans la gestion des déchets est établi. Egalement, il a été procédé au calcul du coût de la pré-collecte et au calcul du coût de la collecte/transport. Enfin, les recettes liées à la gestion des déchets ménagers ont été identifiées et calculées (cf. annexe IV).

5.2. Evaluation des aspects environnementaux et sanitaires

L'analyse environnementale évalue les contributions de la filière de gestion des déchets à différents impacts sur l'environnement, comme la consommation de ressources naturelles et d'énergie, l'effet de serre, l'acidification de l'air et autres rejets atmosphériques, la pollution des eaux.

La méthode utilisée dans le cadre de ce travail est la méthode « multicritère » qui consiste à affecter un score (scoring) à chaque unité en fonction des critères retenus et à procéder à un classement (ranking). Elle a été combinée avec une pondération. Il s'agit d'affecter à chaque impact une valeur. Cette valeur traduit l'importance qu'accorde un individu, un organisme ou une société, aux différents impacts : toxicité, effet de serre, acidification etc. (Marchand, 2013). L'échelle de notation retenue est 1 : très faible ; 2 : faible ; 3 : moyen(ne) ; 4 : fort ; 5 : très fort. La pondération à attribuer varie de 01 à 05 en fonction du contexte et de l'importance de l'impact considéré (voir tableau IV).

Tableau IV. Pondération des impacts environnementaux

| Catégorie d'impact | Pondération ou coefficient | Justification |
|-------------------------------|----------------------------|--|
| Effet de serre | 5 | Contexte mondial marqué par les changements climatiques, avec toutes ses conséquences |
| Pollution de l'air | 3 | Interaction directe et/ou indirecte avec les autres « sphères de l'environnement » |
| Pollution de l'eau | 4 | Raréfaction des ressources en eau, surtout continentale, pour la consommation |
| Pollution et qualité des sols | 4 | Les sols sont primordiaux pour toute activité agricole, garante d'une sécurité alimentaire |
| Matières premières | 2 | Utilisation rationnelle de la matière première |
| Ressources énergétiques | 3 | Epuisement des ressources non renouvelable |
| Ressources naturelles locales | 3 | Menace pesante sur la biodiversité à l'échelle locale et mondiale |
| Nuisances | 2 | Caractéristiques désagréables |
| Risques sanitaires | 4 | La gestion des déchets doit contribuer à l'amélioration du cadre de vie des populations |



III. RESULTATS & DISCUSSION

III. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Diagnostic de la gestion des déchets solides à Dapaong

1.1. Acteurs de la gestion des déchets

L'identification des parties prenantes dans l'espace communal de Dapaong a permis de distinguer l'existence de trois (03) principaux acteurs qui interviennent dans la gestion des déchets. Il s'agit de la mairie, d'un secteur non structuré et des ménages. La mairie de Dapaong est actuellement, tout comme les autres mairies, dirigée par une délégation spéciale composée de onze (11) personnes dont un Président et un vice-Président, nommée par l'Etat central et non élue au suffrage universel. On note alors un dysfonctionnement dû à l'absence de certains services techniques. Pour la gestion des déchets ménagers, elle organise des opérations ponctuelles à l'image de celle dite « ville propre » qui se font chaque premier samedi du mois sur toute l'étendue du territoire togolais, et dont l'objectif est de nettoyer les principales voies et les lieux publics de la ville. La mairie octroie également une subvention annuelle aux structures de base installées dans les quartiers, pour leur contribution à la salubrité de la ville. A un second niveau, on retrouve un secteur non structuré composé essentiellement de récupérateurs de métaux et des femmes AFPHy qui passent collecter les déchets dans des maisons abonnées à leur service. Les derniers acteurs de la gestion sont les ménages, producteurs de DSM, dont le seul souci est de se débarrasser des déchets par tous les moyens jugés nécessaires.

1.2. Mode de gestion des déchets ménagers

Chaque acteur de la gestion des DSM adopte à sa manière une pratique pour l'élimination des déchets. Ceci donne lieu à plusieurs circuits empruntés par ces déchets après leur production, comme le montre la figure 4. La collecte des déchets ménagers qui devrait être faite par la mairie est faite par les AFPHys, qui se chargent de la pré-collecte dans sept (07) quartiers de la ville (Nanolgue, Didagou, Nassablé, Worgou, Kombonloaga, Zongo, Toumone.). Il n'existe aucun système de zonage de collecte des déchets ménagers de la ville de Dapaong. La pré-collecte, assurée par les femmes de AFPHy, se fait de porte-à-porte avec une fréquence de 1 à 2 fois par semaine et par concession. Sur le terrain les femmes travaillent individuellement pour 4 à 5 heures de temps de travail par jour.

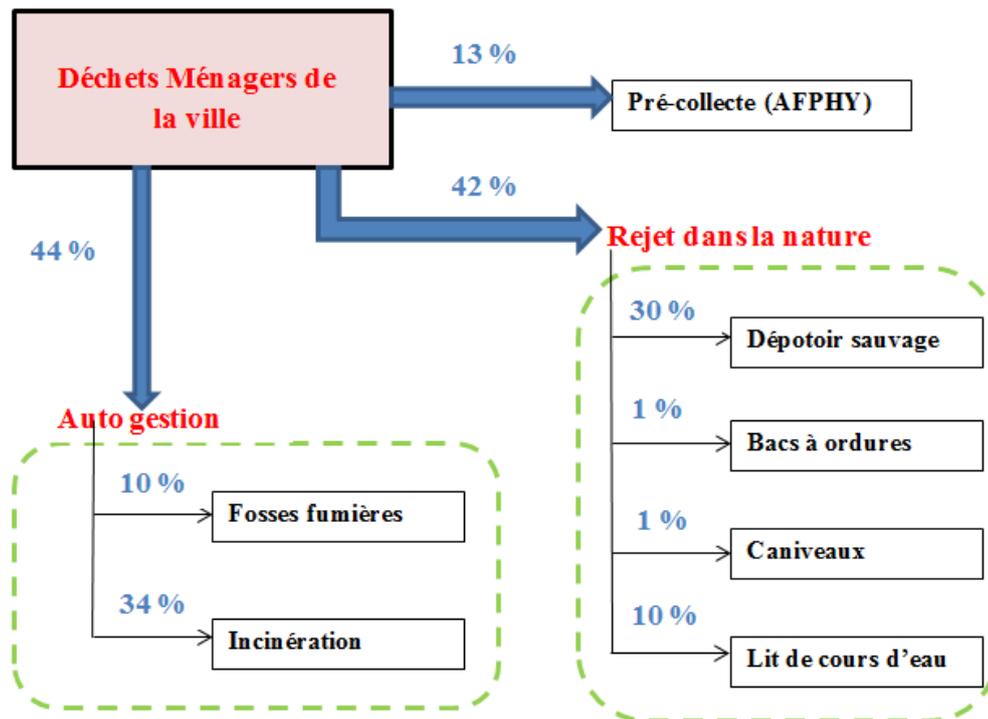


Figure 4. Schéma du mode de gestion des déchets solides à Dapaong

L'enquête menée sur le mode de gestion des déchets ménagers de la ville a révélé que près de 34 % des ménages enquêtés incinèrent les déchets, 30 % abandonnent les déchets dans la rue ou en pleine nature sur des dépotoirs sauvages et 10 % jettent leurs déchets dans le lit du cours d'eau traversant la ville (la rivière Didagou). Cette situation a pour conséquence la prolifération de dépotoirs sauvages qui jonchent les rues de la ville et le lit du Didagou. Près de 13 % des logements enquêtés sont abonnés à la pré-collecte. Il n'existe pas de centre de traitement spécifique des déchets solides ménagers à Dapaong.

1.3. Matériel et équipements de la gestion des déchets

En dehors de trois (03) groupements AFPHY disposant de tricycles, mis à leur disposition par les CDQ ayant bénéficiés eux-mêmes desdits équipements de l'ANADEB, le reste des AFPHY assure le transport des déchets ménagers par la motricité humaine, ce qui rend difficile cette opération. A cela vient s'ajouter la variété des types de poubelles qu'utilisent les ménages (voir figure 7), ce qui ne facilite pas le transfert des déchets surtout en période de pluies, et de même en cas de dispersion des poussières et des cendres au temps sec. Les femmes sont obligées de transférer les déchets dans leur bassine et les transporter sur leur tête vers les décharges intermédiaires. Le nombre des agents de pré-collecte est de 12 à 15 femmes dans chaque AFPHY.



Figure 5. Types de poubelles utilisées par les ménages



Figure 6. Moyens de transport des DSM

1.4. Impacts de la gestion des déchets ménagers sur l'environnement

Les déchets ménagers, tels qu'ils sont gérés actuellement à Dapaong, présentent d'importantes conséquences pour l'environnement et la santé des populations. Les principales conséquences observées sont rapportées sur la figure 7 et dans le tableau V.



Figure 7. Bouchage d'un canal d'évacuation des eaux par les déchets solides à Zongo.

Tableau V. Impacts environnementaux liés à la gestion actuelle des DSM à Dapaong

| Dimensions | Intitulé de l'impact | Localisation des enjeux |
|----------------------------------|--|-------------------------|
| Pollution et qualité des milieux | <ul style="list-style-type: none"> – Pollution des eaux superficielles et souterraines ; – Encombrement de cours d'eau par les déchets ; – Eutrophisation (N, P, K) ; – Pollution de l'air par les particules et autres sous-produits de l'incinération sauvage ; – Emission de gaz à effet de serre ; – Inondations liées au bouchage des caniveaux par les déchets; – Pollution des sols par des substances toxiques et des métaux lourds – Très grande fragilité de l'écosystème aux pressions extérieures (feux, pollution). | Global et local |
| Ressources naturelles | <ul style="list-style-type: none"> – Détérioration des ressources en eau ; – Dégradation des sols ; – Contribution à l'effet de serre par les gaz issus de l'incinération sauvage | Global et local |
| Risques sanitaires | <ul style="list-style-type: none"> – Prolifération des moustiques vecteurs de nombreuses maladies ; – Prolifération de rongeurs et de mouches aux abords des dépotoirs sauvages ; – Risque accru de maladies hydriques ; – Problèmes respiratoires | Local |
| Nuisances | <ul style="list-style-type: none"> – Problèmes d'odeurs dus à la décomposition des déchets au niveau des décharges sauvages ; – Nuisances visuelles | Local |

Les impacts environnementaux associés à la gestion actuelle des déchets ménagers à Dapaong, présentent aussi bien des enjeux à l'échelle locale que globale. Pour atténuer lesdits impacts, plusieurs projets interviennent dans la localité afin de contribuer à l'amélioration du cadre de vie des populations. Ces projets sont pilotés soit par le gouvernement, soit par les partenaires techniques et financiers, soit par la mairie ou par les ONGs présentes dans la ville. Certains de ces projets nécessitent des coûts d'investissement assez importants qui pourraient être évités si un système de gestion des déchets ménagers était opérationnel.

2. Caractérisation des déchets solides ménagers

2.1. Production quantitative de déchets ménagers

A l'issue de la caractérisation des DSM (voir figure 8), la production journalière moyenne de déchet par habitant a été estimée à 0,2 kg. En tenant compte de la taille de la population et sur la base de la masse volumique des déchets bruts non triés, non compactés, qui est de 300 kg.m⁻³ environ, la production des DSM à l'échelle communale est déterminée (tableau VI).



(Cliché Ogou serge, 2016)

Figure 8. Opération de tri et de pesée des DSM

Tableau VI. Evaluation de la production de déchets entre 2016 et 2020

| | Année 2016 | Année 2020 |
|------------------------------------|------------|------------|
| Population | 73.162 | 83.955 |
| Production de déchets/jour (tonne) | 14,63 | 16,79 |
| Production de déchets/an (tonne) | 5.340,80 | 6.128,69 |
| Taux de collecte | – | 70% |
| Déchets collectés/an (Tonne) | – | 4.290,08 |

A Dapaong, on note une production journalière actuelle de 14,63 tonnes de DSM, correspondant à un volume de 48,78 m³. Mais avec un taux d'accroissement de la population estimé à 3,5 % entre 2016 et 2020, aussi bien le nombre d'habitant que la production journalière de déchets connaîtrons une augmentation. En 2020, la production de déchets ménagers sera d'environ 16,79 tonnes par jours, soit un total de 6.128, 69 tonnes.an⁻¹. Avec un taux de collecte global prévu à 70 % à l'horizon 2020, la quantité de déchets à gérer annuellement est de 4.290,08 tonnes.

Le ratio de 0,2 kg. Hbt⁻¹. J⁻¹, trouvé après calcul, concorde avec les résultats de Hoornweg et Bhada-Tata (2012) qui trouvent la production de déchets par habitant généralement faible en Afrique ; comprenant une large gamme, et varie de 0,09 à 3,0 kg par personne et par jour, avec une moyenne de 0,65 kg. Hbt⁻¹. J⁻¹. A contrario, cette production est nettement inférieure au ratio moyen de 0,91 kg. Hbt⁻¹. J⁻¹ obtenu par Koledzi et al. (2011) à Lomé.

2.2. Typologie des déchets solides ménagers de Dapaong

En moyenne, sur l'ensemble des deux (02) semaines de caractérisation, une moyenne de 871,36 kg de déchets a été triée par jour. A l'issue du tri séparatif des DSM, dix (10) principales catégories ont été obtenues. Il s'agit des putrescibles, des plastiques, des papiers, des cartons, des combustibles, des verres, des métaux, des textiles, des inertes et des déchets spéciaux (cf. figure 9).



Figure a. Papiers & carton



Figure b. Plastiques



Figure c. Métaux non ferreux



Figure d. Putrescibles



Figure e. Verres



Figure f. Textiles

Figure g. Inertes



Figure 9 (a, b, c, d, e et f). Quelques catégories de DSM issues de la caractérisation

Sur les deux (02) sites de tri exploités pour la caractérisation, les tendances semblent être les mêmes pour les différentes catégories triées. La moyenne des proportions des différentes catégories recueillies au niveau des centres de tri donne la composition des DSM de la ville (figure 10).

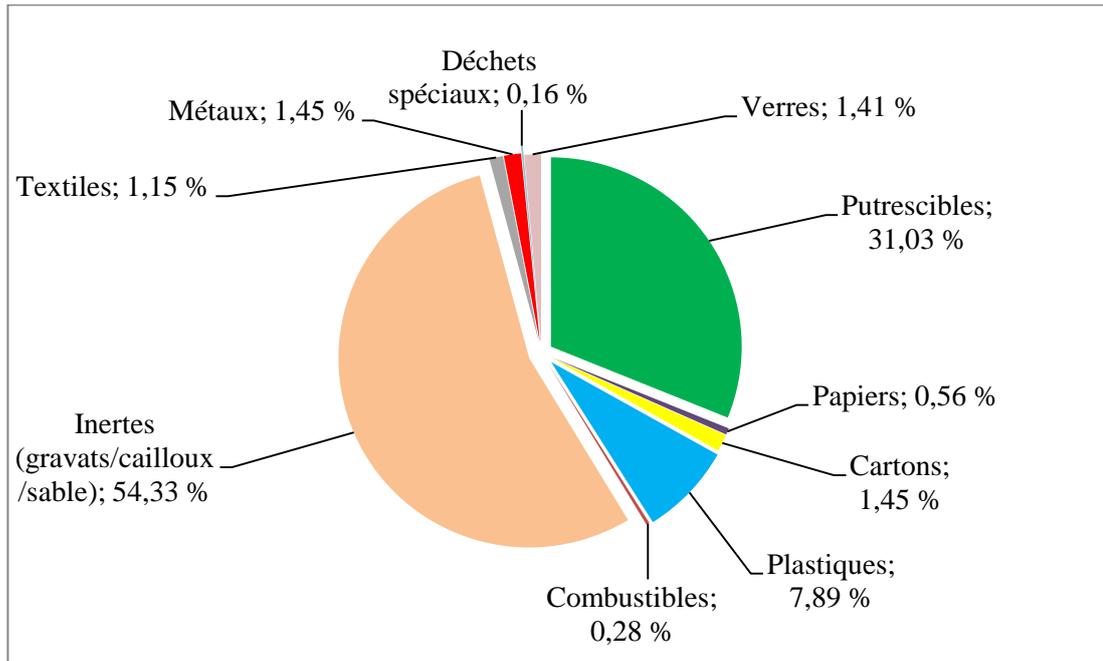


Figure 10. Proportion des différentes catégories contenues dans les DSM de la ville

Les DSM de la ville sont constitués en grande partie de matières inertes (54,33 %) à savoir le sable, les cailloux et les gravats. Ensuite, viennent les putrescibles (31,03 %) et les plastiques (7,89 %). Les verres, les métaux et les cartons occupent respectivement des proportions avoisinant 1, 50 %. Enfin, les catégories qui ont les plus faibles proportions sont les textiles (1,15 %), les papiers (0,56 %), les combustibles (0,28 %) et les déchets spéciaux (0,16 %). Mais on retrouve également sous forme de traces, des déchets issus de soins médicaux tels que les seringues et les compresses.

Les matières inertes retrouvées dans les DSM, et qui représentent plus de la moitié de la masse totale des déchets collectés, posent un véritable problème de gestion. Les valeurs trouvées ici corroborent les travaux de Soclo et al., (1999) qui rapportent que la teneur en fractions fines est proche de 50% au Bénin. De même, cette valeur confirme celle trouvée à Lomé, où les fines dominent dans les déchets arrivant à la décharge finale ; soit 46 - 56 % du poids total humide (Koledzi, 2011). La présence de ces matières inertes est due, d'une part aux modes de balayage et de ramassage des ordures dans les pays d'Afrique sub-saharienne. D'autre part, dans les villes des pays en développement comme le Togo, le sol des habitations est généralement non revêtu.

3. Proposition d'un plan d'optimisation de la gestion

3.1. Identification et cartographie des sites de décharges intermédiaires

La gestion efficace des déchets ménagers d'une municipalité passe par la mise en place d'un certain nombre d'infrastructures et d'équipements, dont les décharges intermédiaires encore appelées points de regroupement contrôlés. En fonction des critères pré définis, tels que l'accessibilité, le type de zone (inondable ou pas), la densité des habitations et la proximité d'un cours d'eau, certains sites ont été exclus. Sur dix (10) sites identifiés au départ, six (06) sont finalement retenus. Il s'agit des sites de Kombonloaga, Worgou, Dapankpèrgou, Tantigou, Kountong-Bong et Nassablé. La figure 11 montre la répartition spatiale des différents sites choisis pour servir de point de regroupement.

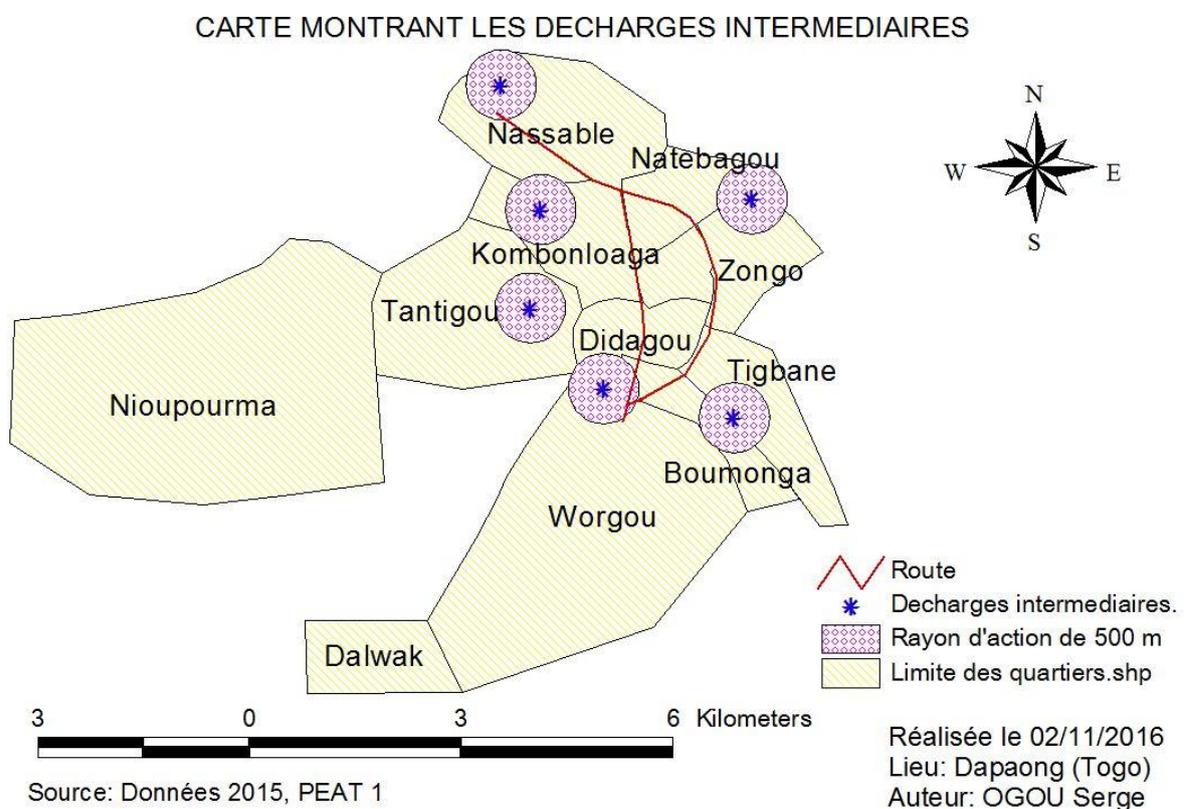
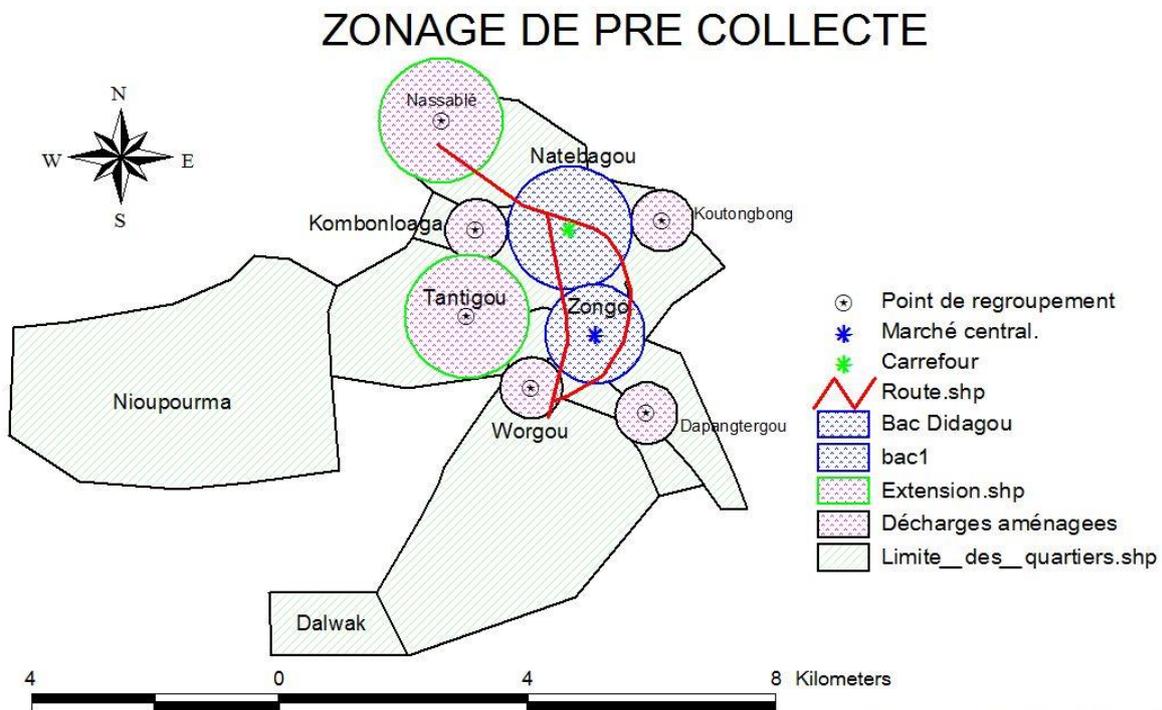


Figure 11. Répartition spatiale des décharges intermédiaires.

En définissant un rayon de pré collecte de 500 m autour de chaque point de regroupement identifié, on constate qu'il existe des endroits de la ville qui ne sont pas couverts par la pré-collecte. Ce rayon constitue la distance maximale à parcourir dans un cas où la pré-collecte est effectuée au moyen de matériel non motorisé. D'après la figure 11, le déficit en point de regroupement est plus remarqué de part et d'autre du réseau routier qui traverse le centre-ville, notamment le tronçon Didagou - Nassablé. Cette situation s'explique

par l'absence de réserves administratives le long de cet axe. L'une des alternatives qui permettent de pallier ce problème et de prendre en compte ces zones dans les circuits de pré-collecte est l'installation de bacs à ordures. Notamment, une, à proximité du marché et une autre vers le grand carrefour à Natebagou. Cette alternative est d'autant plus nécessaire qu'à Didagou, où se trouve le grand marché de la ville, aucune décharge intermédiaire n'existe pour recueillir les déchets qui y sont produits au quotidien. La seconde alternative est l'élargissement du rayon de pré-collecte jusqu'à 1.000 m dans les zones facilement accessibles aux tricycles, telles que Nassablé et Tantigou. Ces deux solutions contribueront à une large couverture des zones de pré collecte et par conséquent à une optimisation des sites de décharges intermédiaires retenus (figure 12).



Source: Données PEAT 1, 2015

Réalisée le 16/03/2017
Auteur: OGOU serge

Figure 12. Zonage optimisé de la pré-collecte à Dapaong

3.2. Proposition d'un cheminement global des déchets solides ménagers

Le nouveau système de gestion des DSM articule trois (03) phases principales, qui font intervenir des acteurs différents. Il y a la pré-collecte, la collecte/transport et le traitement. Sur la base de ces trois phases et des infrastructures à réaliser, plusieurs configurations peuvent être obtenues. Les différents scénarii plausibles sont illustrés par les figures 13 et 14.

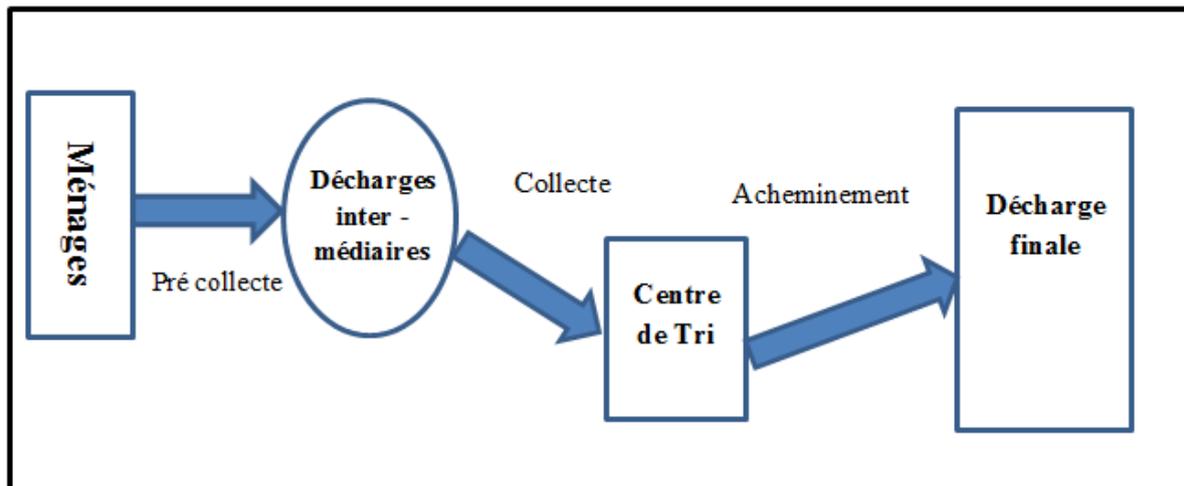


Figure 13. Scénario avec création du centre de tri hors de la décharge finale

Dans le scénario 1, décrit par la figure 13, l'on retrouve toutes les étapes classiques qui caractérisent un système de gestion des DSM. La particularité de ce scénario est la création d'un centre de tri pour les déchets collectés, qui se trouve hors du site de la décharge finale. Ainsi, la main d'œuvre pour le tri et le traitement peut être mobilisée plus facilement et la disponibilité des services de fourniture d'eau potable et d'électricité pourraient faciliter le travail. Mais ce type de scénario n'est pas sans risque. En cas de dysfonctionnement, de non acheminement régulier des refus vers la décharge finale et/ou du non compostage de la fraction putrescibles, ledit centre de tri va devenir une source de nuisance pour la population environnante et pour l'environnement. Toute chose qui influera négativement sur le maintien du site et du maillon « Tri » à long terme.

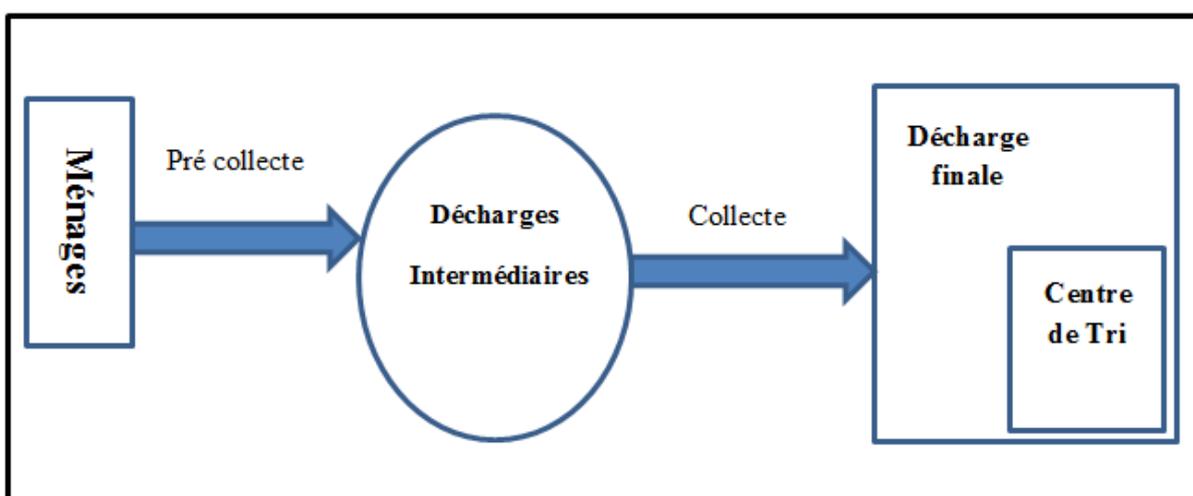


Figure 14. Scénario avec création du centre de tri à l'intérieur de la décharge finale

Le scénario 2, tel qu'illustré sur la figure 14, quant à lui est aussi composé des mêmes éléments que le scénario 1. Ce qui le différencie est la création du centre de tri à l'intérieur du

périmètre de la décharge finale. Dans ce cas, des coûts supplémentaires doivent être prévus pour le transport du personnel nécessaire au tri vers la décharge finale qui se trouve à 12 km de la sortie Nord de la ville. De même, une extension des réseaux d'électricité et d'eau jusqu'au site doit être prévue. Il existe un troisième scénario qui s'inspire du modèle retrouvé dans les pays développés et qui sont en avance sur les systèmes de gestion des ordures ménagères. Ce genre de scénario sous-entend l'existence d'un système antérieur, fonctionnel, de gestion des déchets et une bonne voirie à travers la ville afin de faciliter la circulation des bennes et autres engins devant assurer la collecte des déchets.

De l'analyse des différents scénarii, le scénario 2 se présente comme la solution la plus appropriée à la gestion des DSM de la ville de Dapaong. En effet, ce scénario s'apparente au système mis en place dans la plupart des villes africaines comme Lomé et Ouagadougou. De plus, au vue de l'emplacement du centre de tri et de valorisation dans ce type d'organisation, des coûts liés à l'acquisition de terrain, au gardiennage, et à la construction de murs de protection peuvent être évités. Ce scénario va donc servir de base pour l'élaboration d'un schéma directeur optimisé de la gestion des déchets solides de la ville.

3.3.Proposition du mode de pré-collecte, de collecte et de transport des déchets

Dans le système proposé, la pré-collecte des déchets va se faire de porte à porte par des personnes recrutées à cet effet. Mais le relief de Dapaong, accidentel par endroit, ne permet pas l'accès à tous les ménages par tricycle. Pour améliorer le taux de collecte des DSM, la pré-collecte va se faire dans ces zones difficiles d'accès au moyen de matériel tel que les pousse-pousse et les brouettes. Dans les zones facilement accessibles, la pré-collecte sera assurée au moyen de tricycles. L'ensemble des déchets collecté à cette étape doit ensuite être acheminé vers les différents points de regroupement identifiés et aménagés. En effet, les décharges intermédiaires doivent recevoir les déchets issus de la pré-collecte auprès des ménages situés respectivement dans les quartiers concernés. Des camions passeront ensuite au niveau de ces différents points de regroupement pour collecter et acheminer les déchets vers la décharge finale.



Figure 15. Illustration du mode de collecte et de transport des DSM

3.4. Proposition de filières adaptées à la valorisation des déchets ménagers

Pour un meilleur choix des filières de valorisation des DSM de la ville de Dapaong, une enquête a été réalisée auprès des associations chargées de la pré-collecte. Ainsi, la pré-collecte, exclusivement assurée par les AFPHys, s'effectue dans sept (07) quartiers de la ville dont 06 ont été enquêtés. Au niveau des sites AFPHy enquêtés, une fois collectés, les DSM sont systématiquement triés, et ceci dans le seul objectif de produire du terreau.



Figure 16. Traitement du terreau par les AFHPys

Les textiles, les plastiques, les boîtes de conserves, les papiers et les cartons sont incinérés in situ. Par contre les verres sont mis en tas dans l'espoir de trouver une source de valorisation. Avec une production annuelle comprise entre 30 et 40 m³ en fonction des sites, le terreau est revendu aux agriculteurs à un coût allant de 10.000 FCFA à 20.000 FCFA par camion. Cette situation traduit bien le besoin des producteurs agricoles de la ville en fertilisant pour l'amendement de leurs champs. Il s'agit donc d'un point essentiel à prendre en compte pour la mise en place de filières de valorisation dans le cadre du nouveau système de gestion des DSM.

La quantité assez importante de matières inertes (54 %) dans les DSM, la composition des déchets ménagers, l'absence de tri à la base, le nombre d'abonnés au service de pré-collecte, la disponibilité ou non de compétences au niveau local aussi bien pour l'installation que pour l'entretien des équipements et le coût de la technologie à utiliser sont autant de facteurs qui influencent le choix des filières de valorisation. Le tableau VI présente les filières de traitement/valorisation les plus connues ainsi que leurs avantages et les contraintes liées à leur fonctionnement.

Tableau VII. Analyse sommaire de filières de traitement et de valorisation des DSM

| Types de traitement | Catégories concernées | Avantages | Contraintes |
|---------------------|--|---|--|
| Recyclage | Plastiques Métaux Verres Inertes | <ul style="list-style-type: none"> - Vecteur de création d'emplois - Impact positif sur la gestion des déchets, - Impact positif sur l'environnement urbain - Economie de ressources non renouvelable. | Existence préalable de filières de pré collecte et de collecte des DSM. |
| Compostage | Putrescibles Papiers Cartons | <ul style="list-style-type: none"> - Réduction du volume d'ordures ménagères - Procédé naturel et écologique - Peu d'entretien - Amélioration de la structure du sol - Disponibilité du marché d'écoulement - Disponibilité de compétences au niveau local - Moins coûteux | <ul style="list-style-type: none"> - Problème de mauvaise odeur - Broyage de certains éléments - Processus assez long - Nécessité d'avoir de l'espace - Disponibilité de point d'eau. |
| Incinération | Putrescibles Papiers Cartons Plastiques Textiles Combustibles | <ul style="list-style-type: none"> - Valorisation énergétique des déchets - Réduction de 90 % le volume et de 70 % la masse des déchets. - Valorisation matière des mâchefers | <ul style="list-style-type: none"> - Trop coûteux - Pas adaptée au contexte africain - Absence de compétence au niveau local - Polluante et nocive pour la santé |
| Bio méthanisation | Putrescibles | <ul style="list-style-type: none"> - Production de fertilisant (potentiel agronomique) - Production de combustible (méthane) - Valorisation énergétique | <ul style="list-style-type: none"> - Coût d'installation élevé - Absence de compétence au niveau local |

Pour la ville de Dapaong, les filières de valorisation de déchets les plus adéquates sont le recyclage matière et le compostage. La mise en place des deux (02) types de filières proposées va permettre d'augmenter la durée d'exploitation de la décharge finale. De plus, elles ne nécessitent pas de grands investissements, aussi bien pour l'installation que pour le fonctionnement. La valorisation va donc consister dans un premier temps en la récupération de certaines fractions (bouteilles plastiques, verres etc.) pour être commercialisées à des fins de réemploi et/ou de réutilisation. Ensuite, va suivre le tri séparatif au niveau du centre de tri

pour l'orientation de chaque catégorie vers la filière de valorisation propice comme l'indique la figure 17.

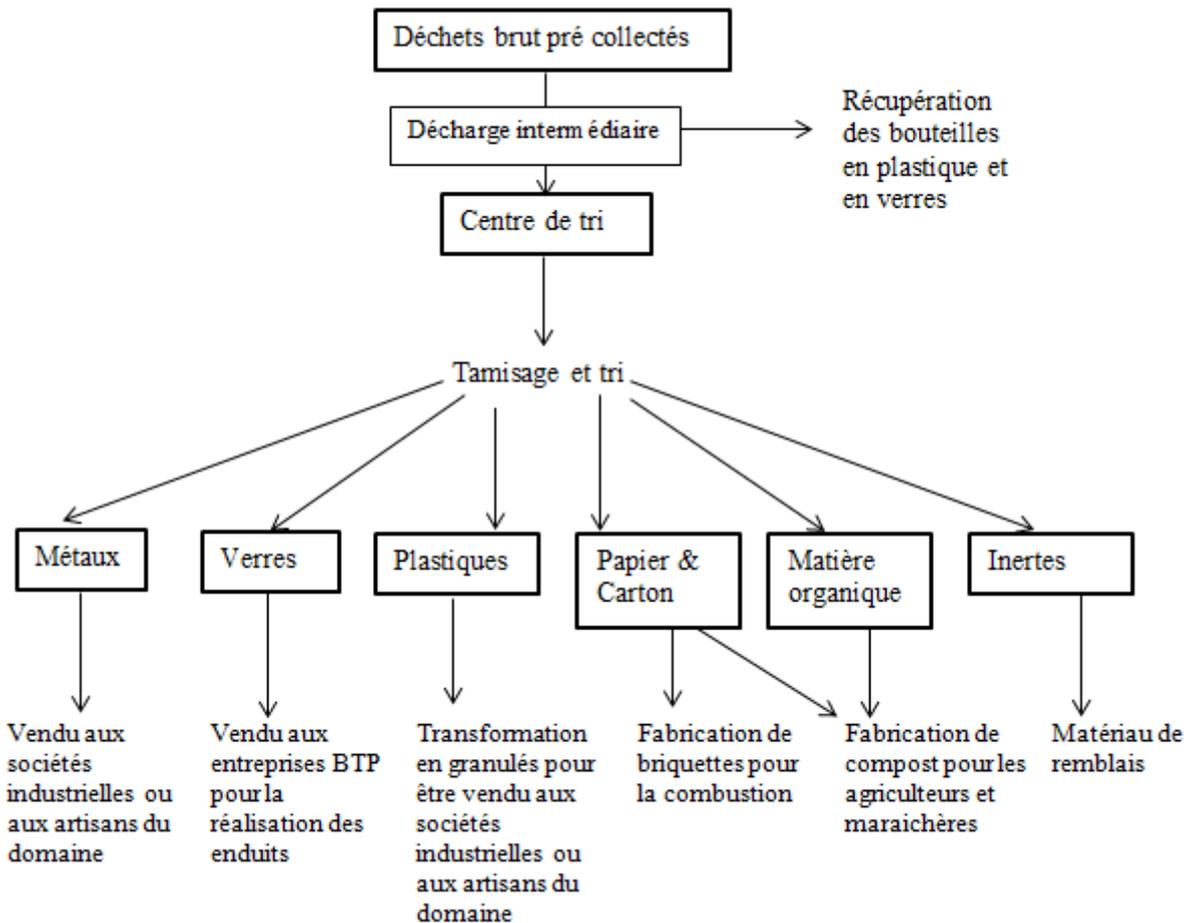


Figure 17. Identification de filières de valorisation des DSM de Dapaong

L'avantage des modes de traitement et de valorisation qui sont proposés, est la disponibilité de compétences au niveau national (à Lomé et à Kara) et sous régional (Ouagadougou, Cotonou) pour les questions liées au renforcement de capacité et à l'accompagnement technique.

3.5. Proposition d'un schéma optimisé de la gestion des déchets ménagers

La figure 18 montre l'organisation de la gestion des DSM dans la ville. La mise en place de cette organisation va permettre d'optimiser la gestion. Le schéma optimisé de la gestion comprend des centres de regroupement intermédiaire pour les déchets, un centre de tri pour tous les déchets collectés, des filières de traitement et de valorisation et un site de stockage définitif (ou décharge définitive). A chaque niveau, on retrouve un certain nombre d'intervenants ou d'acteurs ainsi que l'usage d'un minimum de matériel.

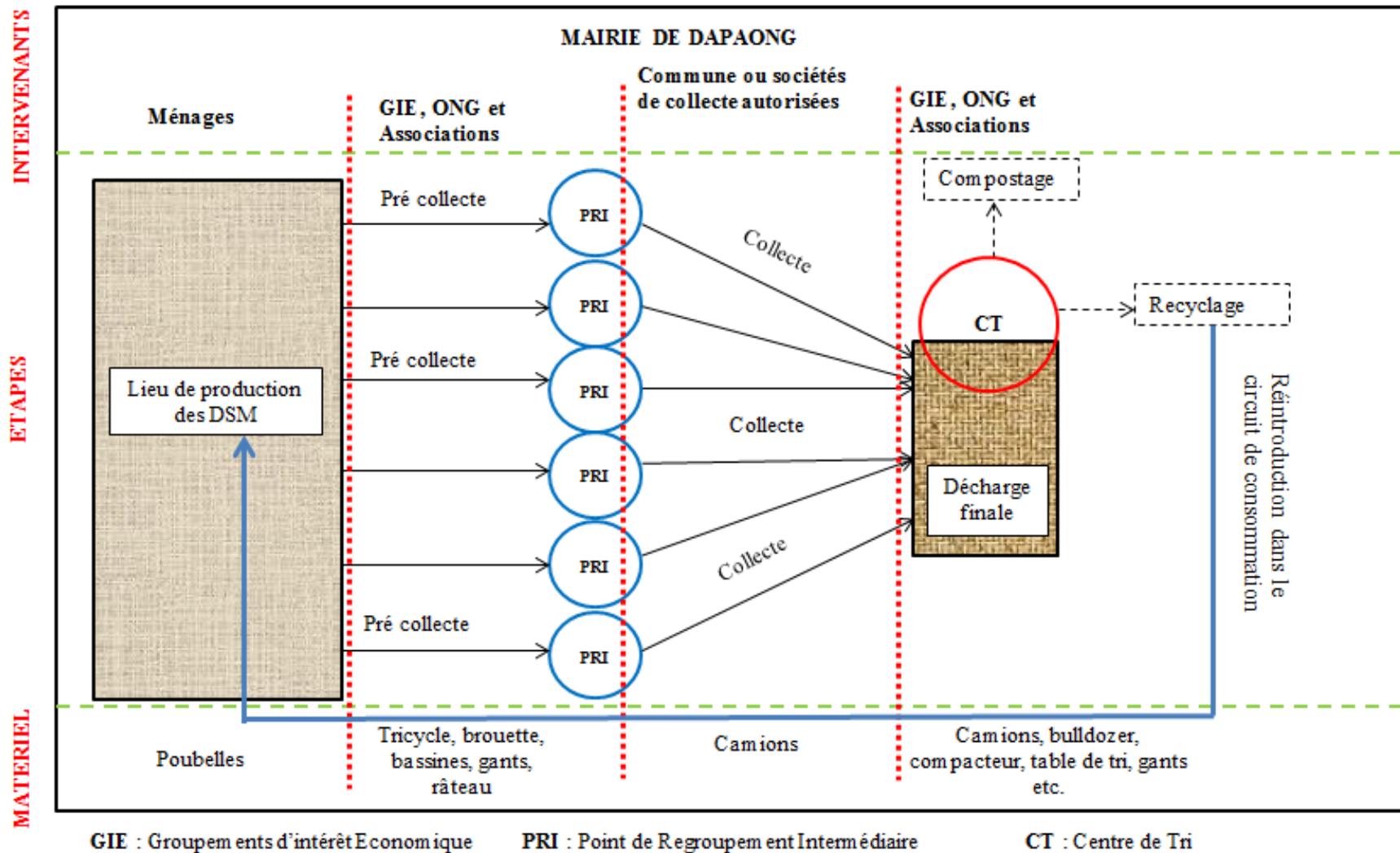


Figure 18. Schéma optimisé de la gestion des DSM de la ville

Dans ce schéma, les femmes AFPHy, autrefois chargées de la pré-collecte porte à porte des DSM, seront orientées vers les opérations de tri, de récupération de la fraction réutilisable au niveau des décharges intermédiaires et du traitement des déchets. Le reste du travail se fera par des jeunes dotés du matériel nécessaire pour une certaine dynamisation du système.

3.6. Affectation de rôle aux différents acteurs de la gestion

Les acteurs intervenant dans le nouveau système de gestion des déchets sont : la mairie, une société de collecte et de transport, les ménages, les associations, ONG et GIE. Afin d'atteindre une optimisation de la gestion des DSM, il est capital de définir le rôle à jouer par ces différents acteurs, qui assurent le fonctionnement du système. Ainsi, La mairie, en tant qu'autorité locale, doit élaborer et vulgariser des textes réglementaires concernant la gestion des déchets ménagers au niveau local. Elle effectue aussi le lancement des différents appels d'offre pour la construction des infrastructures et la concession des lots de pré collecte, de collecte et de transport. La participation au financement de la filière ainsi que la signature et le suivi du respect des contrats doivent aussi faire partir de ses attributions. Par contre, les Association, ONG et GIE doivent mener les démarches nécessaires pour obtenir une autorisation auprès de la mairie, tout en signant un contrat avec ce dernier. Ils assurent la pré-collecte porte à porte des ordures ménagères et la collecte des frais d'abonnement (redevances) auprès des ménages. De même, ils se doivent d'exploiter convenablement les sites de décharges intermédiaires mis à leur disposition par la mairie. Ces groupes peuvent également se retrouver au niveau des filières de valorisation des déchets. La société de collecte et de transport, quant à elle, est déléguée par la mairie. Elle assure le transport des déchets des points de regroupement intermédiaires vers la décharge finale. Enfin, en ce qui concerne les ménages, ils se doivent d'adopter des comportements plus favorables à la propreté de la ville. Ils participent également aux coûts de la filière à travers l'abonnement aux services de pré-collecte et le paiement effectif des redevances aux prestataires privés opérant la pré-collecte des déchets ménagers produit à leur niveau.

4. Aspect économique et environnemental de la gestion des déchets solides ménagers

4.1. Analyse financière de la filière (pré collecte, collecte/transport, valorisation)

Pour une meilleure prise en charge de la pré-collecte, de la collecte et du transport des déchets solides ménagers au niveau de la ville, deux postes de dépense s'avèrent indispensables. Ce sont les ressources matérielles et humaines. Les dépenses sont regroupées

en fonction des frais fixes et des frais proportionnels. Les frais fixes comprennent, outre l'amortissement des véhicules, les frais de prise en charge du personnel (dont les salaires) et les dépenses de consommables, accessoires et autres. Les frais proportionnels sont surtout ceux liés au fonctionnement du parc roulant dédié à la collecte (carburant, entretien, etc.). Le calcul des différents coûts est rapporté dans le tableau VIII.

Tableau VIII. Coût annuel de la gestion des déchets ménagers de la ville de Dapaong

| Désignation | Montant annuel (FCFA/année) |
|--|-----------------------------|
| Amortissement du matériel de transport | 8.533.333 |
| Consommables, accessoires et autres | 5.421.857 |
| Frais de personnels et salaires | 18.720.000 |
| Carburant | 17.472.000 |
| Frais d'entretien | 3.120.000 |
| Total | 53.267.190 |

Les calculs sont faits sur la base d'une estimation de la durée d'amortissement du matériel et des équipements, et une évaluation du nombre du personnel utile ainsi que la consommation journalière en carburant (voir annexe IV). L'analyse du tableau VIII révèle que le coût nécessaire à la pré-collecte, à la collecte et au transport des DSM à Dapaong s'élève à cinquante-trois million deux cent soixante-sept mille cent quatre-vingt-dix (53.267.190) francs CFA. Par contre, les frais de personnels et les salaires constituent le poste de dépense le plus important. Sur base d'estimation, le salaire annuel du personnel utile est de dix-huit million sept cent vingt mille (18.720.000) francs CFA. Par jour, la pré-collecte, la collecte et le transport des DSM va coûter cent quarante-cinq mille neuf cent trente-huit (145.938) francs CFA. A cette étape, une tonne de déchets collectés et transportés jusqu'à la décharge finale coûte douze mille quatre cent seize (12.416) francs CFA soit environ 23 dollars/tonne. Cette valeur concorde avec celles fournies par Hoornweg et Bhada-Tata (2012), qui ont estimé le coût de collecte et d'élimination des déchets dans les pays à faible revenus à 20 – 50 dollars par tonne. Le problème qui se pose alors est la détermination d'un mécanisme de financement de ces différents coûts.

Outre les dépenses nécessaires à sa bonne marche, la gestion des DSM génère également des recettes. On distingue principalement 02 sources de revenu, les directes et les

indirectes. Les sources directes comprennent essentiellement les frais d'abonnement à la pré-collecte, imputables aux ménages, ainsi que les frais générés par la valorisation des différentes fractions triées et récupérées. La recette engrangée annuellement sur la gestion des DSM est calculée dans le tableau IX.

Tableau IX. Recettes issues de la valorisation des DSM

| Sources directes | Recette/an (FCFA) |
|------------------------------|-------------------|
| Abonnement à la pré-collecte | 34.233.921 |
| Valorisation | 35.342.115 |
| | |
| Charges du Personnel de tri | - 3.600.000 |
| TOTAL | 65.976.036 |

Les sources directes génèrent des recettes de l'ordre de cinq millions cent quatre-vingt-dix-huit mille trois (5.498.003) francs CFA par mois. Quant aux sources indirectes, elles émanent d'une volonté politique et d'un consensus entre les opérateurs économiques et les autorités municipales. Elles prennent en compte la taxe spéciale de séjour touristique et d'hôtellerie, une partie du budget de la mairie consacré à l'assainissement, la taxe d'enlèvement des ordures ménagères (TEOM) et/ou toute autre subvention de l'Etat central sans oublier les aides provenant des partenaires techniques et financiers. La mise en commun de ses différents apports financiers va permettre de couvrir les frais liés à la pré-collecte et à la collecte des déchets ainsi qu'une partie des charges de fonctionnement de la décharge finale de Dapaong.

4.2.Impacts environnementaux et sanitaires associés à la gestion des déchets

Le système de gestion des déchets qui sera mis en place, comme tout autre système, va consommer des ressources et générer des sous-produits. Ceux-ci peuvent avoir des impacts directs ou indirects, négatifs ou positifs sur l'environnement et le cadre de vie. De même, ces impacts peuvent être perceptibles à court, à moyen ou à long terme. Le tableau X fait une évaluation et une classification des impacts environnementaux et sanitaires susceptibles de survenir, en tenant compte d'un certain nombre d'aspects. Il s'agit de l'effet de serre, de la pollution de l'air, de la pollution de l'eau, de la pollution et qualité des sols, de la consommation de matières premières, des ressources énergétiques etc.

Tableau X. Notation et classification des aspects environnementaux et sanitaires

| Type d'impact | Composante/Eléments | Coefficient | Note | Note pondéré | Total | Score | Rang |
|-------------------------------|--|-------------|------|--------------|-------|-------|------|
| Effet de serre | CH ₄ | 5 | 3 | 15 | 50 | 1,67 | 1er |
| | CO ₂ | 5 | 4 | 20 | | | |
| | N ₂ O | 5 | 2 | 10 | | | |
| | CFC, HFC et HCFC | 5 | 1 | 5 | | | |
| Pollution de l'air | Particules | 3 | 2 | 6 | 24 | 0,8 | 4è |
| | Gaz précurseurs d'acidification | 3 | 2 | 6 | | | |
| | Composés Organiques Volatiles | 3 | 2 | 6 | | | |
| | Bio-aérosol | 3 | 1 | 3 | | | |
| | Dioxines | 3 | 1 | 3 | | | |
| Pollution de l'eau | lixiviats | 4 | 3 | 12 | 20 | 0,67 | 6è |
| | Déchets solides brutes | 4 | 2 | 8 | | | |
| Pollution et qualité des sols | Dégradation des sols | 4 | 3 | 12 | 12 | 0,4 | 7è |
| Matières premières | Eau | 2 | 3 | 6 | 6 | 0,2 | 9è |
| Ressources énergétiques | Carburants | 3 | 4 | 12 | 24 | 0,8 | 3è |
| | Electricité | 3 | 4 | 12 | | | |
| Ressources naturelles locales | Espace | 3 | 3 | 9 | 21 | 0,7 | 5è |
| | Biodiversité et milieux naturels | 3 | 2 | 6 | | | |
| | Sols agricoles | 3 | 2 | 6 | | | |
| Nuisances | Bruits | 2 | 3 | 6 | 12 | 0,4 | 8è |
| | Odeurs | 2 | 3 | 6 | | | |
| Risques sanitaires | Expositions à des substances dangereuses | 4 | 3 | 12 | 40 | 1,33 | 2è |
| | Accidents | 4 | 2 | 8 | | | |
| | Troubles respiratoires | 4 | 2 | 8 | | | |
| | Infections microbiennes | 4 | 3 | 12 | | | |

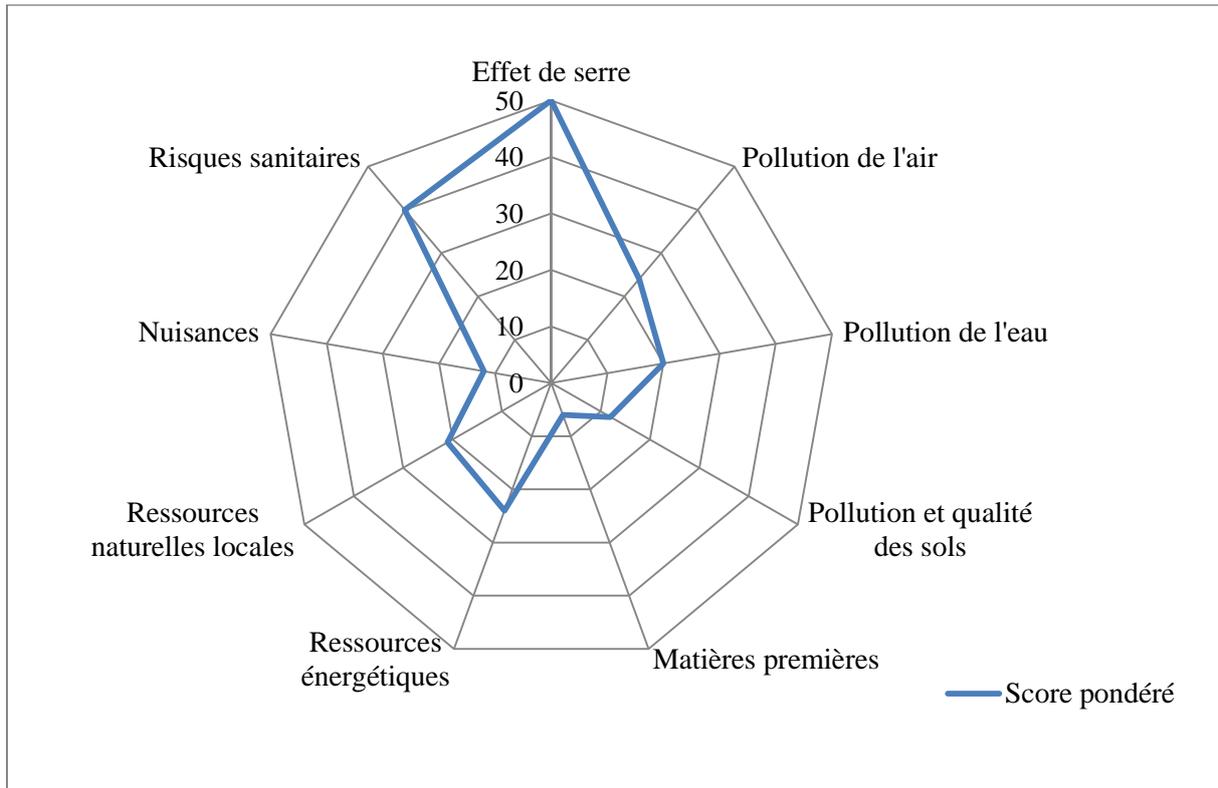


Figure 19. Graphique illustrant la classification des impacts en fonction des scores

De l'analyse du tableau X et de la figure 19, il en ressort que le nouveau système influence plusieurs aspects environnementaux et sanitaires; mais à des degrés différents. Dans tous les cas de figure (avec ou sans pondération), l'effet de serre est l'aspect le plus impacté, suivi des risques sanitaires et de la consommation des ressources énergétiques. Différentes étapes de la gestion des déchets concourent à cette influence. Il s'agit du transport (pré-collecte et collecte), de la valorisation (tri et compostage surtout) et de la mise en décharge. Le transport, en consommant du carburant, rejette des gaz tel que le dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère. Les véhicules de transports émettent des bruits par leur moteur et peuvent également provoquer des accidents de circulation dans la ville. Par ailleurs, le ramassage des déchets et leur valorisation amènent les agents de tri et du traitement à être en contact permanent avec les déchets qui, peuvent contenir des substances dangereuses pour la santé. Aussi, faut-il ajouter que le processus du compostage produit du gaz carbonique et du méthane (CH_4), qui contribuent tous à l'effet de serre. La mise en décharge, quant à elle, va produire un certain nombre de gaz dont le CH_4 , suite à la décomposition des déchets par les microorganismes. Elle produira également du lixiviat qui, mal géré, va altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines.

CONCLUSION

La gestion actuelle des déchets ménagers à Dapaong pose des problèmes aigus. L'inexistence d'une filière bien établie en est la principale cause. La présente étude a eu pour principal objectif de proposer un plan d'optimisation de la gestion des déchets solides ménagers de la ville.

Le diagnostic de la gestion des déchets a permis de se rendre compte que seule une petite partie des déchets ménagers est gérée de façon artisanale et par un secteur non structuré. La grande partie de ces déchets se retrouve dans la nature, notamment dans les caniveaux, sur des dépotoirs sauvages et dans le lit du cours d'eau principal de la ville. La gestion efficace des déchets ne peut s'inscrire dans une vision durable que par la connaissance précise de l'évolution des flux de ces rejets et surtout de leur composition. La connaissance des quantités et de la composition des déchets permet d'optimiser le mode de gestion et de promouvoir la création de filières de valorisation matières. A l'issue des opérations de caractérisation, on note que le ratio journalier moyen de DSM produits déterminé est de $0,20 \text{ kg. Hbt}^{-1} \cdot \text{J}^{-1}$. Avec une production journalière de la ville estimée à 14,63 tonnes, les déchets sont constitués exclusivement de putrescibles, de plastiques, de papiers, de cartons, de combustibles, de verres, de métaux, de textiles, d'inertes et de déchets spéciaux. Mais ils sont dominés par les inertes qui représentent 54,63 % de la masse totale.

La filière proposée dans la présente étude comprend une pré-collecte porte à porte, une collecte/transport à partir de points de regroupement, un traitement suivi d'une valorisation et enfin une mise en décharge des refus. La délimitation des zones de pré collecte est faite tout en tenant compte de l'accessibilité aux quartiers et de la densité des habitations. Les points de regroupement intermédiaires seront construits, aménagés et mis à la disposition des structures de pré collecte. La collecte et le transport des déchets vont être assurés par la mairie ou par une société recrutée à cet effet. La valorisation, quant à elle, comprend le compostage et le recyclage matière. Mais, la gestion des déchets solides ménagers, bien qu'étant une source importante de dépenses à la municipalité, va générer aussi des recettes qui permettront de financer en partie son fonctionnement. Celles-ci proviendront principalement des frais d'abonnement à la pré-collecte et de la valorisation de différentes fractions triées et récupérées. Il faut noter également que le système de gestion des déchets aura sa part d'impact sur l'environnement et le cadre de vie. Il contribuera notamment à l'effet de serre, à la consommation de ressources énergétiques et à générer un certain nombre de risques sanitaires pour les agents de collecte et de traitement.

RECOMMANDATIONS

Aux termes de cette étude, nous recommandons :

- ✓ à la mairie de Dapaong et au Service Régional d'Hygiène et de l'Assainissement (SRHA) de procéder à une campagne de sensibilisation de la population via les chaînes de radios émettant sur la ville sur les risques sanitaires et environnementaux d'une mauvaise gestion des DSM et de la nécessité de s'abonner aux services de pré collecte des déchets
- ✓ à la mairie de Dapaong de prendre et de vulgariser un arrêté municipal contraignant les ménages à s'abonner (dans un délai raisonnable) aux services de pré collecte des déchets. Ceci permettra de remédier au rejet systématique desdits déchets dans la nature avec ses nombreuses conséquences.
- ✓ à la mairie de Dapaong, aux structures de pré-collecte et aux ONGs de sensibiliser les ménages sur le contenu des déchets à envoyer dans les poubelles afin d'éviter la présence de matières fécales et de déchets de soins médicaux.
- ✓ à la mairie :
 - d'organiser périodiquement des formations de renforcement de capacités au profit des différents acteurs intervenant dans la filière de gestion des déchets.
 - de planter des arbres autour des différents points de regroupement intermédiaire et de la décharge finale afin de limiter au maximum les nuisances dues aux odeurs.
 - de prévoir la réalisation d'une étude environnementale plus approfondie sur le système de gestion des déchets mis en place, à moyen et/ou long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADEME (2006). Evaluation environnementale des plans d'élimination des déchets. 74p.

ADEME et AMORCE (2005). Comment évaluer les impacts environnementaux au moyen de l'analyse du cycle de vie (ACV)? 58p.

ADEME (1993). Méthode de caractérisation des ordures ménagères, MODECOM TM – Manuel de base – édité par l'Ademe Centre d'Angers, Septembre 1993 - Réf 1601 - Coll., « Connaître pour agir », 64p.

AFNOR (1996). Déchets : Caractérisation d'un échantillon de déchets ménagers et assimilés ; Eds AFNOR ; 24 pages.

Aloueimine S.O. (2006). Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers a Nouakchott (Mauritanie) : Contribution à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision. Sciences et Techniques. Thèse de doctorat de l'Université de Limoges. 195p.

Bodjona M.B., Kili K.A., Tchegueni S., Kennou B., Tchangbedji G. et Meray M.E.I. (2012). Evaluation de la quantité des métaux lourds dans la décharge d'Agoè (Lomé- Togo): Cas du plomb, cadmium, cuivre, nickel et zinc. Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(N°3).

Charnay F. (2005). Compostage des déchets urbains dans les PED : Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de Doctorat N° 56. Université de Limoges, 277p.

EPA (2000). Reducing Waste Can Make a World of Difference: The Link Between Solid Waste and Global Climate Change, Reusable News, EPA 530-N-00-06 Fall 2000, Environmental Protection Agency, Emergency Response (5305W), 12p.
<http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/recycle/reuse/rn8-00fn.pdf>

Gbinlo R. (2010). Organisation et financement de la gestion des déchets ménagers dans les villes de l'Afrique Subsaharienne : le cas de la ville de Cotonou au Bénin. Thèse de doctorat de l'Université d'Orléans. 238p.

Hoornweg D., et Bhada-Tata P. (2012). What a waste? A Global Review of Solid Waste Management (Washington, DC 20433 USA: Banque Mondiale). Rapport N°15. 116p.

Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF) (2011). Gestion des déchets ménagers : regards croisés. Liaison Énergie-Francophonie. N°90, 4^e semestre. 80p.

Jung C.G. (2013). Voies de traitements de déchets solides: Valorisation matière et énergie. Bull. Sci. Inst. Natl. Pour Environ. Conserv. Nat. N° 12. 5p.

Koledzi K.E. (2011). Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo): Approche méthodologique pour une production durable de compost. Thèse de doctorat de l'Université de Lomé & Université de Limoges. 224p.

Koledzi K.E., Baba G., Feuillade G. et Matejka, G. (2011). Caractérisation physique des déchets solides urbains à Lomé au Togo, dans la perspective du compostage décentralisé dans les quartiers. 09p.

Koledzi K.E., Kpabou Y, Baba G, Tchangbedji G, Kili KA. 2011a. Composition of municipal solid waste and perspective of decentralized composting in the districts of Lome, Togo. Waste Management, 31, pp: 603- 609.

Koledzi K.E., Baba G, Tchangbedji G, Agbeko K, Matejka G, FEUILLADE G, BOWEN J. 2011b. Experimental study of urban waste composting and evaluation of its agricultural valorization in Lome (Togo). Asian J. Applied Sci., 4, pp : 378-391.

Marchand M. (2013). Considération de la différenciation spatiale dans l'évaluation des impacts environnementaux locaux au moyen de l'analyse du cycle de vie (ACV) – application a la gestion des déchets ménagers. Thèse de l'Université de Rennes 1. 292p

Mas S. et Vogler C. (2006). La gestion des déchets solides à Ouagadougou (Burkina Faso: CREPA). Rapport de stage. 119p.

Ngahane E.I. (2015). Gestion technique de l'environnement d'une ville (Bembéréké au Bénin): Caractérisation et quantification des déchets solides émis; connaissance des ressources en eau et approche technique. Thèse de doctorat de l'Université de Liège. 254p.

Ngambi J.R. (2015). Déchets solides ménagers de la ville de Yaoundé (Cameroun): de la gestion linéaire vers une économie circulaire. Thèse de doctorat de l'Université Nantes Angers Le Mans. 492p.

Nikiema B.C.A. (2012). Déchets plastiques à Ouagadougou : Caractérisation et analyse de la perception des populations (Burkina Faso). Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE). Mémoire de Master. 62p.

Sané Y. (2002). La gestion des déchets à Abidjan : un problème récurrent et apparemment sans solution ; AJEAM/RAGEE 2002 ; Vol.4 N°1 ; 13-22

Sefouhi, L., Kalla, M., et Aouragh, L. (2010). Etude pour une gestion durable des déchets ménagers de la ville de Batna (Algérie). Revue francophone d'écologie industrielle. N° 58. 2eme trimestre 2010, pp.11–15.

Segbeaya K.N. (2012). Evaluation de l'impact des déchets ménagers de la ville de Kara (Togo) sur la qualité de la rivière Kara. Thèse de doctorat. 204p

Soclo H. H., Aguewe M., Adjahossou B.C. et Houngue T. (1999). Recherche de compost type et toxicité résiduelle au Bénin, TSM N° 9, 94 ème année, 9 pages.

Soro N., Ouattara L., Dongo K., Kouadio E.K., Ahoussi E.K., Soro G., Oga M.S., Savane I., et Biemi J. (2010). Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines. Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(6).

Thonart P., Diabaté S.I., Hiligsmann S., et Lardinois M. (2005). Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement technique dans les pays du sud (Québec G1K 4A1 Canada). Communications Science-Impact. 146p.

Tini A. (2003). La gestion des déchets solides ménagers à Niamey au Niger : Essai pour une stratégie de gestion durable. Thèse de doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. 302p.

Topanou K.A.N. (2012). Gestion des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey-Calavi (Bénin): Caractérisation et essais de valorisation par compostage. Thèse de doctorat. Université d'Abomey-Calavi & Université d'Aix Marseille. 194p.

<http://cogetrad.com/valorisation-des-dechets/> consulté le 18/10/16 à 15h 05min

http://www.sinoe.org/contrib/ademe/carademe/pages/ressources_guides.php consulté le 11/11/2016 à 15h 30min



ANNEXES

Annexe II : Fiche de caractérisation des déchets de Dapaong

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Date : | | |
| Centre de tri : | | |
| Quartier de provenance des déchets : | | |
| Nombre de trieurs : | | |
| Durée du tri : | Heure début : | Heure fin : |
| Saison : | Humide <input type="checkbox"/> | Sèche <input type="checkbox"/> |

| Catégories | Sous catégories | Ménages | | Boutiques | | Services | | Observations |
|--------------|----------------------------------|---------------|--|-----------|---|----------|---|--------------|
| | | Masse Brute = | | MB = | | MB = | | |
| | | kg | | kg | % | kg | % | |
| Putrescibles | Déchets de jardins | | | | | | | |
| | Restes de cuisine | | | | | | | |
| | Autres | | | | | | | |
| Papiers | Emballages | | | | | | | |
| | Journaux | | | | | | | |
| | Magazines | | | | | | | |
| | Imprimés | | | | | | | |
| Cartons | Autres | | | | | | | |
| | Emballages plat | | | | | | | |
| | Ondulés gros cartons | | | | | | | |
| Plastiques | Creux et plats durs | | | | | | | |
| | Souples : sachets, sacs et films | | | | | | | |
| | Autres plastiques | | | | | | | |

| Catégories | Sous catégories | Ménages | | Boutiques | | Services | | Observations |
|---------------------------|--------------------|---------|---|-----------|---|----------|---|--------------|
| | | MB = | | MB = | | MB = | | |
| | | kg | % | kg | % | kg | % | |
| Combustibles | Bois | | | | | | | |
| | Cuir | | | | | | | |
| | Charbon de bois | | | | | | | |
| | Autres | | | | | | | |
| Inertes | Gravats/cailloux | | | | | | | |
| | Autres | | | | | | | |
| Textiles | | | | | | | | |
| Métaux | Ferreux | | | | | | | |
| | Non ferreux | | | | | | | |
| Déchets spéciaux | Piles | | | | | | | |
| | Produits chimiques | | | | | | | |
| | Autres | | | | | | | |
| Fines < 8mm | | | | | | | | |
| Part destinée au stockage | | | | | | | | |

Annexe III : Fiche d'enquête pour la valorisation des déchets solides ménagers

Date :

Numéro de la fiche :

| Identification de l'enquêté | |
|-----------------------------|--|
| Nom | |
| Adresse | |
| Secteur d'activité | |

1. Faites-vous le tri des déchets récupérés ? Oui Non

– Si oui, quelles sont les catégories triées ?

.....

2. Quels objectifs visez-vous en faisant le tri des déchets ?

.....

3. Traitez-vous une partie des déchets collectés ? Oui Non

– Si non, pourquoi ?

.....

– Si oui, comment ? Recyclage Compostage Incinération

4. Quelles sont les catégories de déchets traités ?

– Plastiques ; Putrescibles ; Verres ; Métaux

– Papier/Carton ; Autres

5. Que faites-vous des déchets traités ? Usage personnel Vente

– Qui sont les principaux acheteurs des déchets traités ?

.....

6. A combien s'élève la quantité vendue ?

.....
.....
7. Quel est le prix de vente ?

.....
8. Combien investissez-vous dans le traitement ?

.....
9. La valorisation que vous faites, est-elle rentable ?

Oui Non

10. Existe-t-il une/des structures qui vous appuient ?

Oui Non

– Si oui, lesquelles ?

.....
.....
11. Quelles sont les difficultés que vous rencontrez en menant cette activité ?

.....
.....
12. Quelles sont les suggestions que vous aimeriez faire pour une amélioration de votre activité ?

.....
.....
13. Connaissez-vous d'autres structures ou personnes qui récupèrent les déchets ?

Oui Non

– Si oui communiquer leurs adresses

Annexe IV : Estimation des coûts attribuable à la gestion des DSM**Tableau 1.** Evaluation du coût de matériel nécessaire à la pré-collecte et à la collecte

| Étapes | Ressources Matérielles | Quantité | Prix unitaire (FCFA) | Montant (FCFA) | Année | Amortissement (FCFA) |
|--------------|--------------------------------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------------|
| Pré collecte | Tricycle | 8 | 1 200 000 | 9 600 000 | 3 | 3 200 000 |
| | Brouette | 12 | 22 000 | 264 000 | 2 | 132 000 |
| | Trident ou râteau | 12 | 2 000 | 24 000 | 2 | 12 000 |
| | Kit de protection | 42 | 10 000 | 420 000 | 1 | 420 000 |
| | Sous total pré collecte | | | 10 308 000 | | 3 764 000 |
| Collecte | Décharge intermédiaire | 6 | 15 000 000 | 90 000 000 | 20 | 4 500 000 |
| | Bac à ordure | 4 | 600 000 | 2 400 000 | 7 | 342 857 |
| | Camion benne | 4 | 20 000 000 | 80 000 000 | 15 | 5 333 333 |
| | Bâche de couverture | 6 | 5 000 | 30 000 | 2 | 15 000 |
| | Sous total collecte | | | 172 430 000 | | 10 191 190 |
| Total | | | | 182 738 000 | | 13 955 190 |

Tableau 2. Evaluation des ressources humaines nécessaire à la pré-collecte et la collecte des DSM

| Étapes | Ressource humaine | Nombre | Salaire mensuel (FCFA) | Montant annuel (FCFA) |
|--------------|--|--------|------------------------|-----------------------|
| Pré collecte | Agents de pré collecte à pied | 36 | 15 000 | 6 480 000 |
| | Conducteur de tricycle | 8 | 40 000 | 3 840 000 |
| | Agents de pré collecte du tricycle | 8 | 25 000 | 2 400 000 |
| | Sous total pré collecte | | | 12 720 000 |
| Collecte | Conducteur de camion | 4 | 50 000 | 2 400 000 |
| | Aide conducteur de camion | 4 | 25 000 | 1 200 000 |
| | Sous total collecte | | | 3 600 000 |
| | Responsable Administratif et Financier | 1 | 200 000 | 2 400 000 |
| | Total | | | 18 720 000 |

Annexe V : Evaluation des postes de recette liés à la gestion des DSM et évaluation de leur coût

Avec un taux de collecte des déchets estimé à 70 % à l'horizon 2020, la quantité de déchet à gérer s'élève à 4290,08 tonnes annuellement. Cette production équivaut à un nombre d'abonnement de 5.706 concessions.

| | Collecté/an | Plastique | Métaux et verre | Putrescibles | Inertes |
|-------------------|-------------|-----------|-----------------|--------------|---------|
| Proportion en % | | 4,67 | 3 | 31,03 | 54,33 |
| Quantité en tonne | 4290,08 | 338,49 | 128,70 | 1331,21 | 2330,80 |

En se basant sur un rendement du compost affiné à 40 % et une estimation des coûts de vente par kilogramme de composante valorisée, on obtient un coût global dû à la valorisation qui est exprimé dans le tableau ci-dessous.

| Composante à valoriser | Quantité/an | Unité | Prix unitaire (FCFA) | Montant (FCFA) |
|------------------------|-------------|-------|----------------------|----------------|
| Plastique | 338 487 | kg | 30 | 10 154 621 |
| Métaux & Verres | 128 702 | kg | 100 | 12 870 243 |
| Compostage | 532 | tonne | 10 000 | 5 324 848 |
| Matériaux de remblais | 2 331 | tonne | 3 000 | 6 992 403 |
| TOTAL Valorisation | | | | 35 342 115 |

Avec 500 FCFA comme coût moyen d'abonnement à la pré-collecte par concession, on peut estimer les recettes globales de la pré-collecte tel que présenter dans le tableau ci-contre.

| | Abonnés | Coût/Mois (FCFA) | Montant/an (FCFA) |
|----------------------------|---------|------------------|-------------------|
| Abonnement de pré collecte | 5 706 | 500 | 34 233 921 |

Les frais de tri seront soustraits des différentes recettes. Un total de 15 personnes sont employées pour les opérations de tri et sont rémunérées à 15.000 FCFA le mois. Les calculs se font à partir de l'hypothèse du recouvrement de 100 % des frais d'abonnement.