



Quantification, caractérisation et voies de valorisation des déchets solides municipaux dans la ville de Bujumbura

¹Mizero, M., ²Ndikumana, Th., et ³Jung, G

¹Université du Burundi, Faculté des Sciences Agronomiques,

²Université du Burundi ; Faculté des Sciences, Département de Chimie,

³Université Libre de Bruxelles, Solvay Business School, Centre Emile Bernheim

Auteur correspondant: Ndikumana Théophile, **E-mail:** theo.ndikumana@gmail.com

Reçu: le 04 Mai 2015

Accepté: le 12 Décembre 2015

Publié: le 20 Décembre 2015

RESUME

Le problème des déchets solides en Mairie de Bujumbura se pose avec acuité. La quantification et la caractérisation des déchets solides municipaux permettent de connaître ce qu'il y a à gérer. L'estimation de la quantité de déchets solides municipaux (DSM) par habitant et par jour s'est basée sur le relevé des volumes des DSM déversés quotidiennement à la décharge publique de Mubone. La caractérisation a porté sur un volume de 8,8 m³ de déchets solides. Un habitant de la ville de Bujumbura produit en moyenne 0,6 kg/jour soit 217 kg/an en mai 2011 dont 57% représentent les déchets fermentescibles, contre 43% de déchets non fermentescibles. Ces derniers sont constitués principalement de verre (15%), de sachets et bouteilles en plastiques (8%), de papier et carton (6%) et 5% d'objets métalliques. Le bois et ses dérivés représentent 3% et le textile 4%. Des produits biomédicaux et autres déchets dangereux ont été également identifiés à raison de 2% de la quantité de DSM triés. Les DSM ne sont pas seulement une charge polluante mais constituent également une matière secondaire à traiter, source d'emplois générateurs de revenus, après le tri et la valorisation de la matière et de l'énergie qu'ils contiennent.

ABSTRACT

The solid wastes problem in Bujumbura Capital is acute. Quantification and characterization of municipal solid wastes allow knowing what to manage. The estimate of the amount of municipal solid wastes (MSW) per capita per day was based on the reported volume of MSW dumped daily at the Mubone public dump. The characterization was based on a volume of 8.8 m³. A resident of Bujumbura city produces an average of 0.6 kg/day or 217 kg/yr in May 2011 which represents 57% fermentable wastes and 43% of non-fermentable wastes. The latter consist mainly of glass (15%), bags and plastic bottles (8%), paper and cardboard (6%) and 5% of metal objects. Wood and its derivatives represent 3% and 4% of textiles. Biomedical products and other hazardous wastes were also identified as 2% of the amount of sorted MSW. The MSW are not only pollution load but also constitute a secondary material to be treated, source of income-generating employments, after sorting and recycling of matter and energy they contain.

1. INTRODUCTION

La ville de Bujumbura s'étend actuellement sur 87 km². Selon les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2008, la population de la Mairie de Bujumbura s'élève à 497166 habitants répartis dans 13 communes et 97 quartiers (ISTEEBU, 2008). De part ses consommations, cette population génère toutes sortes de déchets issus de diverses activités. Malheureusement, les déchets solides sont souvent abandonnés à un coin de rue, dans les canaux de drainage des eaux de pluies et sur la voie publique constituant ainsi des décharges « sauvages ».

Le risque de prolifération des maladies liées au déficit d'hygiène s'accroît, la qualité de vie se détériore suite aux nuisances visuelles et olfactives. Bujumbura croule sous le poids des déchets ménagers, commerciaux et industriels spécialement dans les quartiers de bas standing.

Le nœud du problème réside au niveau de l'aménagement inapproprié du territoire urbain en matière d'évacuation rapide et régulière des déchets. Les intervenants dans l'évacuation des déchets ne sont pas suffisamment outillés ni organisés convenablement pour assurer la qualité des services attendus.

Les données statistiques sur les déchets produits dans la ville de Bujumbura sont rares, tronquées et non actualisées (GKW-CONSULT, 1993). Une étude plus circonscrite a évalué le niveau de production des déchets à l'Hôpital Prince Régent Charles (RUGURIKA, 2008).

L'objectif de cette étude est d'apporter une contribution pour connaître la quantité et la nature des déchets solides produits dans la ville de Bujumbura afin de proposer des voies de valorisation possibles pour différents types de déchets. Signalons que la loi et la réglementation constituent un préalable à toute prise de décision pour mettre en place une stratégie de gestion des déchets municipaux.

2. APPROCHE METHODOLOGIQUE

Faute de pont bascule à l'entrée de la décharge, la quantification a été conduite en mesurant le volume utile des véhicules assurant la collecte, le transport et l'évacuation des déchets vers la décharge publique de Mubone sur une période de neuf jours. L'estimation du volume en m³ de DSM enlevés par an a été effectuée selon la formule suivante:

$$V = \left[\sum_{i=1}^n (H_i * L_i * l_i) \right] m^3 * 360 \text{ jours/an}$$

Dans cette formule n=180: Fréquence de véhicules ayant déversé les déchets au site de Mubone pendant 9 jours collectés dans 12 communes de la ville de Bujumbura.

H: Hauteur maximale du niveau des déchets dans le bac en m

L: la longueur du bac du véhicule en m

l: la largeur du bac du véhicule en m

Le tonnage a été calculé par la multiplication du volume et de la masse spécifique des déchets solides suivant la formule : $Q = V * \rho$

où :

Q : la quantité en kg de DSM évacués par an

V: le volume en m³ des DSM collectés par an calculé précédemment

ρ : la masse volumique en kg/m³ des déchets solides égal au rapport poids sur volume. Il est pris égal à **537 Kg/m³**.

Avec un taux d'enlèvement de 46% (Déchets Solides Municipaux Evacués/Déchets Solides Municipaux Produits), la quantité de DSM produits par an et par habitant a été calculée suivant la formule:

$$q = \frac{Q * 100}{46 * P_{2011}}$$

Dans cette formule:

q: la quantité de déchets produits par habitant par an en kg

Q: la quantité en kg de déchets évacués par an

P₂₀₁₁: effectif de la population urbaine de 2011 projeté à partir du Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2008 avec un taux d'accroissement annuel de 2,4%

Dans la ville de Bujumbura, la population urbaine a été évaluée à 99636 ménages avec 497166 habitants (RGPH, 2008). L'effectif de la population urbaine en 2011 a été estimé selon la formule de progression géométrique :

$$P_{2011} = P_{2008} * (1 + 0,024)^3$$

où : P₂₀₁₁ : Population urbaine en 2011

P₂₀₀₈ : Population urbaine en 2008

D'après cette formule, la population est estimée à 497166*(1+0,024)³ = 533828 habitants en 2011.

Parallèlement, une procédure de tri manuel a été engagée en vue de faire la caractérisation des déchets prélevés sur les véhicules de transport en provenance des milieux et des secteurs les plus diversifiés de la ville à savoir les ménages, les hôpitaux, les centres de santé, les marchés, les écoles, les imprimeries, les abattoirs, les industries etc. Un volume de 8,82 m³ de DSM tout venant a été trié durant 7 jours avec une main d'œuvre constituée par des personnes démunies recrutées sur site. Le matériel utilisé comprenait: une balance à crochet pour les pesées, une règle graduée de 100 cm pour relever les dimensions des bacs des véhicules, des fourches et des pelles, des paires de gants de protection, des cache-nez, une bâche de 40 m², un seau de 45 litres et des sacs en polyéthylène.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les déchets identifiés sont ceux fermentescibles d'une part et ceux non fermentescibles d'autre part constitués de sachets, de bouteilles en plastiques, de métaux, de textiles, de papiers et cartons de verre et de céramique. Des déchets dangereux dont les piles, les déchets médicaux, les produits chimiques périmés ainsi que divers déchets suspects ont été également identifiés.

3.1. Taux d'enlèvement des immondices

Au moment où les SETEMU collectaient seulement 8% des DSM avant qu'ils ne cèdent cette tâche aux opérateurs privés en 2010, il y a lieu de constater que la collecte des DSM s'est nettement améliorée (46%) comme le montre la figure numéro 1. L'efficacité de la collecte est due à l'augmentation des investisseurs privés intéressés par la filière de collecte et de traitement des déchets après le retrait progressif des SETEMU de ce secteur.

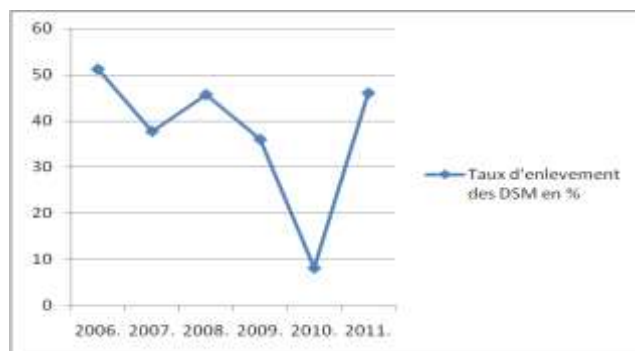


Fig. 1: Evolution du taux de collecte des DSM depuis 2006

Source : Rapports mensuels des SETEMU (2006 à 2010) complétés par les données de la présente étude.

Le tableau 1 reprend, sur base d'un taux d'enlèvement de 46%, les quantités de DSM produits en mai 2011. Durant les neuf jours, les véhicules enregistrés ont déversé 2474 m³ de DSM. Avec un taux de collecte de 46% et un poids spécifique de 537 kg/m³, on en déduit une production comprise entre 0,5 et 0,7 kg de DSM par habitant et par jour dans la ville de Bujumbura.

Tableau 1: Estimation des quantités des DSM dans la ville de Bujumbura en 2011

Paramètres	Unités	Quantités	Ecart type	Coeff. de variation	Intervalle de confiance à 95%:	
					Lim. Inf.	Lim. Sup.
Volume de DSM collectés	m ³ /jour	275	59	22	229	320
Volume de DSM produits	m ³ /jour	598	129	22	499	697
Masse de DSM collectés	t/jour	148	32	22	123	173
Masse de DSM produits	t/jour	321	69	22	268	375
Masse de DSM produits	kg/h/an	217	47	22	181	253
Masse de DSM produits	kg/h/jour	0,6	0,1	22	0,5	0,7

Lim. Inf. (Limite inférieure); Lim. Sup. (Limite supérieure); $t_{0,025}$; degré de liberté=8 (table t de Student)

Ces résultats sont cohérents avec ceux d'une étude d'envergure nationale conduite en Algérie pour l'évaluation des DSM en 2001, comparables à la production des déchets solides municipaux dans les villes moyennes d'Afrique (TABET-AOUL, 2001). Le tableau 2 montre la production des DSM dans quelques villes du monde comparativement à celle de Bujumbura.

Tableau 2: Production des DSM dans quelques villes du monde et à Bujumbura*

Ville	kg/habitant/an
Yaoundé	256 ¹
Oran	350 ²
Paris	523
Vienne	522
Québec	400
Bujumbura	217 *
Moyenne européenne	600 ³
Moyenne tiers monde	150 à 200
Moyenne américaine	700

¹

<http://www2.ulg.ac.be/cwbi/projets/atlas/pays/Cameroun/cameroun.htm> consulté le 20 juillet 2011

² <http://www.djazairss.com/fr/lefinancier/11857> Consulté le 9 août 2011

³ <http://outil-dd.fne-midipyrenees.fr/sections/dynamique-de-developpement> consulté le 20 juillet 2011

3.2. Moyens de transport

Concernant les moyens de transport, les ASBL et les particuliers intervenant dans la collecte n'ont pas les mêmes capacités opérationnelles. Ceux qui sont davantage présents sur terrain sont les mieux équipés en moyens de transport. Il s'agit de l'entreprise Bujumbura Garbage Company (BGC), l'Entreprise de Sécurité Générale (PSG) et l'Association Jeunesse Lumière (AJL).

Ceux qui ont peu de moyens de fonctionnement sont souvent confrontés aux problèmes de pannes répétitives sur terrain. Les plus fréquentes étant les crevaisons et le défaut de carburant. Du fait de ces pannes répétitives des véhicules de transport, la collecte n'est pas optimale. La figure 2 montre les proportions des types de véhicules utilisés dans la collecte.

Sur un parc automobile de 39 véhicules enregistrés, 56% sont des véhicules de type Dyna suivi par le type FUSO et de bennes ordinaires à carrosseries ouvertes. La figure 2 révèle qu'environ 8% de véhicules utilisés conviennent au transport des DSM. Il s'agit de bennes tasseuses ou de véhicules à bac fermé avec un système de déchargement automatique.

A la limite, les véhicules couverts de bâches pourraient être utilisés. Il s'avère donc nécessaire de moderniser le système de transport pour minimiser les risques d'accidents et de pollution supplémentaire. Seuls BGC et PSG possèdent quelques véhicules à bac fermé.

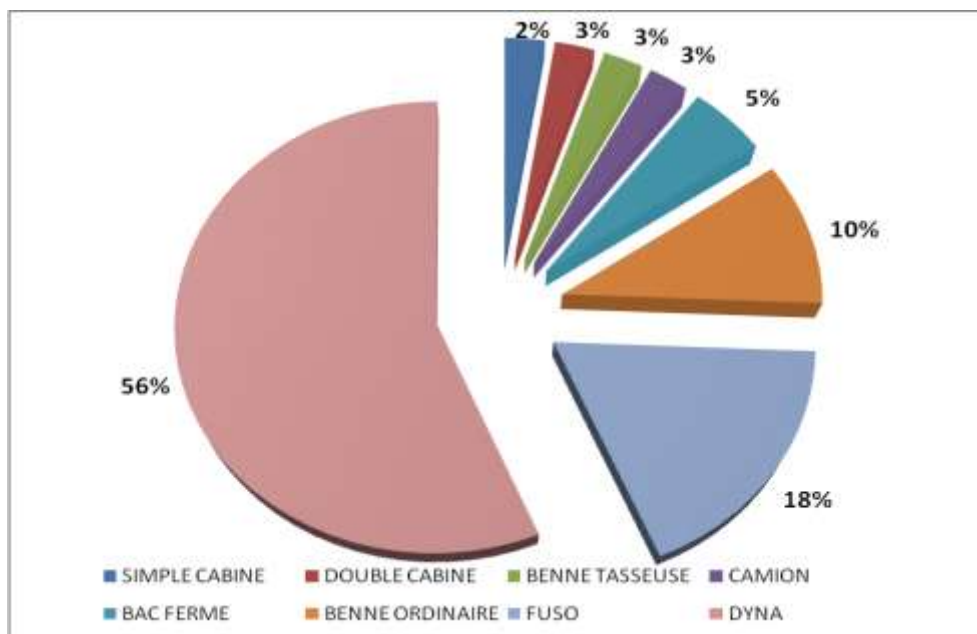


Fig. 2: Type de véhicules de transport utilisés

3.3. Fréquence de desserte

La fréquence de desserte en matière de collecte des DSM est un indicateur de la propreté relative des places et des communes de la Mairie de Bujumbura. La commune Rohero vient en tête avec plus de 100

rotations/mois suivie de la commune Kinindo desservie par les autres ASBL. La figure 3 donne une image du niveau de fréquentation pour enlever les DSM dans les différentes communes ou certains endroits de la mairie de Bujumbura.

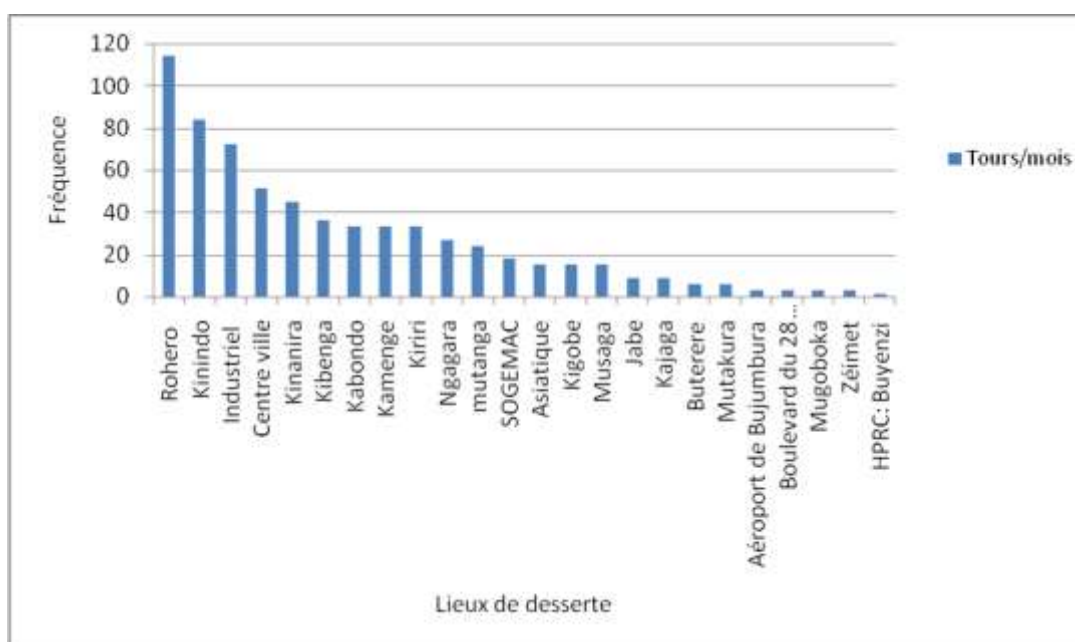


Fig. 3: Niveau de desserte des différents endroits et communes de la Mairie par les acteurs privés

Le nombre de tours/mois relevé à cet endroit précis correspond au niveau de propreté observée dans les différentes localités. Les communes non enregistrées ou celles qui sont moins fréquentées sont aussi celles qui regorgent de dépotoirs de transit non vidés ou qui alimentent les dépotoirs sauvages dispersés à travers la ville. Il s'agit notamment des quartiers de Buyenzi, Bwiza, Jabe, Buterere, Mutakura et Cibitoke.

3.4. Résultats de la caractérisation

Les déchets solides municipaux rencontrés à la décharge de Mubone se répartissent en trois grands groupes à savoir les fermentescibles (déchets organiques, papier et carton), les non fermentescibles (verres, céramiques, sachets et bouteilles en plastique, métaux, textiles, bois et charbon) et les déchets particulièrement dangereux.

Les DSM fermentescibles occupent la majeure partie de nos poubelles. Cette situation milite en faveur des voies de valorisation biologique en premier lieu pour s'occuper du reste des DSM triés dans des filières plus

appropriées. La figure 4 donne les proportions des déchets solides municipaux triés pendant sept jours au cours de cette étude.

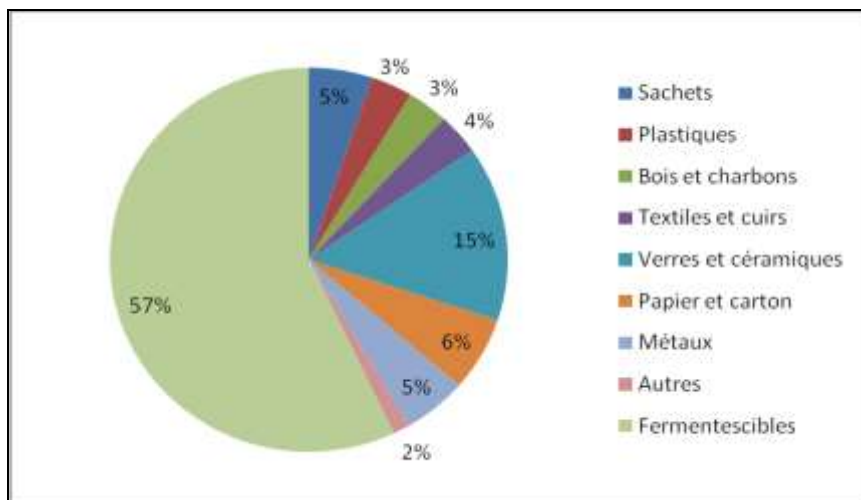


Fig. 4: Proportion de DSM triés à la décharge de Mubone

3.5. Stratégie de gestion rationnelle des DSM en mairie de Bujumbura

Le tri est une condition *sine qua none* car la valorisation des déchets en filières appropriées en dépend. La stratégie de gestion proposée repose d'abord sur le principe de réduction à la source et la séparation des DSM avant de les orienter dans des filières de traitement spécifique. Sa réussite compte sur une bonne législation mettant en application les codes de l'environnement (Bulletin Officiel du Burundi N°

6/2000) et de la santé publique (Ministère de la Santé Publique, 2000), ainsi que le concours et l'implication de tout un chacun. Un circuit de collecte et de stockage séparé doit être mis en place pour favoriser le traitement ultérieur des différentes fractions de déchets solides identifiés. Une campagne de sensibilisation de la population est nécessaire pour informer et former les producteurs de DSM sur les bonnes manières de leur gestion rationnelle. Le diagramme de la figure 5 résume les voies possibles de traitement des DSM à condition de faire le tri à la source.

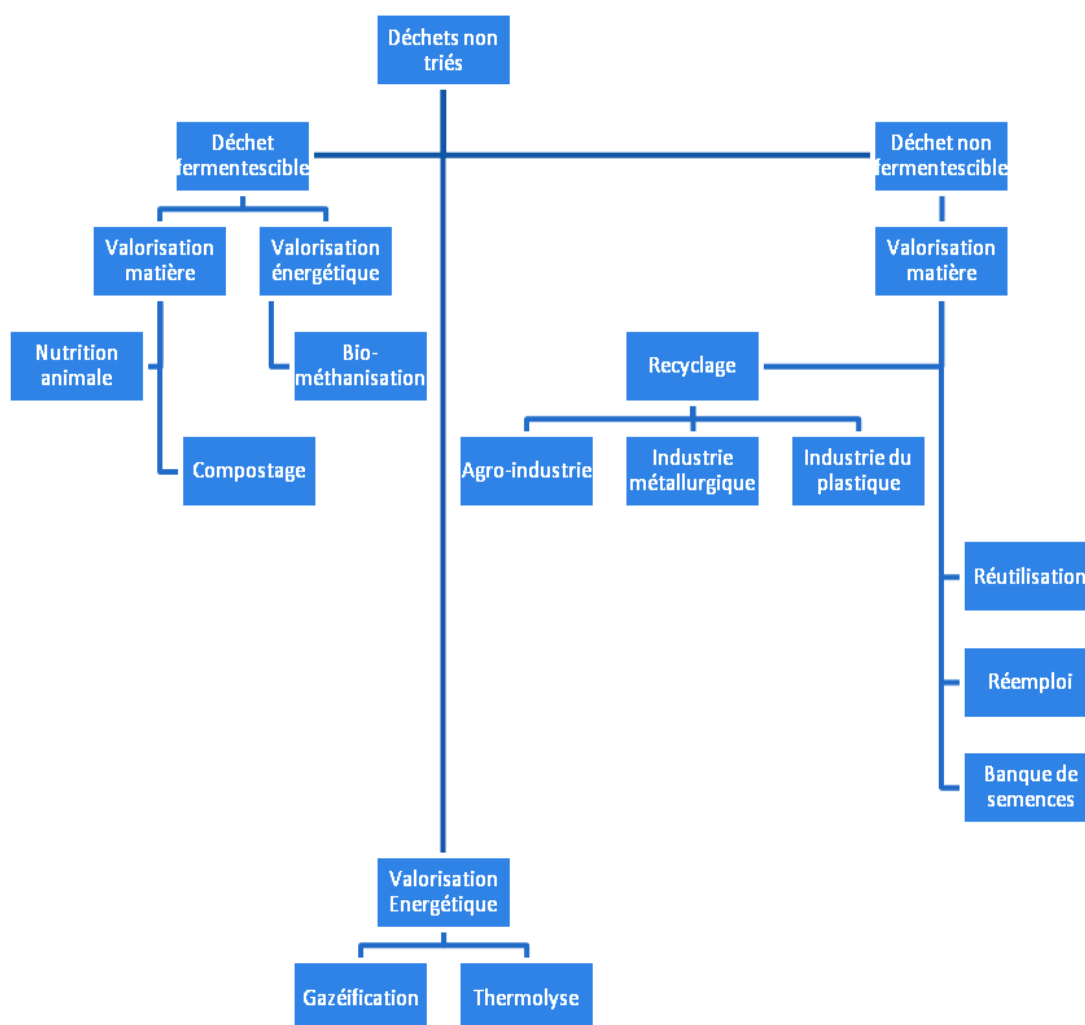


Fig. 5: Proposition d'une structure de gestion intégrée des déchets solides dans la ville de Bujumbura

4. CONCLUSION

La présente étude visait la quantification et la caractérisation des déchets produits à Bujumbura en vue de la recherche de solutions adaptées à leur gestion intégrée. Cette étude révèle qu'un habitant de Bujumbura produit en moyenne 0,6 kg de déchets solides municipaux par jour soit 217 kg/habitant/an dont 57% sont fermentescibles, le reste étant composé essentiellement de verre (15%), de plastiques (8%), de papier et carton(6%) et 5% de métaux.

Vu la diversité de ces déchets, aucune filière de traitement ne peut complètement prendre en charge à elle seule la totalité des déchets. La stratégie de gestion intégrée doit alors passer par plusieurs méthodes et techniques complémentaires qui ont été esquissées ci-haut. D'ores et déjà, la réglementation pourrait interdire un certain nombre de pratiques irresponsables que sont:

- les décharges spontanées et l'abandon des déchets sur les voies publiques;
- la mise à feu des déchets en plein air ou dans des incinérateurs hors norme;

- l'évacuation des déchets dangereux par le biais du réseau d'assainissement public tel les évacuateurs des eaux pluviales;
- le mélange des déchets de différentes catégories (Ordures Ménagères/ Déchets Industriels Dangereux / Déchets Industriels Banals / Déchets Inertes).

La réussite d'une politique de gestion des déchets municipaux impose le concours de trois acteurs-clé que sont le Gouvernement, la Mairie et les ménages. Comme l'élimination des DSM est une question de santé publique il serait intéressant que :

- *le Gouvernement*
 - Elabore les textes d'application accompagnant les lois portant codes de l'Environnement et de la Santé publique;
 - Prévoit la rubrique « Traitement des déchets » dans le budget annuel de fonctionnement et d'investissement;
 - Envisage dans les plus brefs délais l'aménagement d'une décharge contrôlée qui obéit aux normes internationales, destinée uniquement aux résidus ultimes et organisée en compartiments dédiés à chaque type de déchets pour le court terme.

- Pour ce faire, la Mairie de Bujumbura doit :
 - Vulgariser le tri des déchets à la source;
 - Equiper de poubelles colorées et étiquetées les voies publiques, les lieux de rencontres (marchés, églises, bistrots) et les milieux de travail (écoles, hôpitaux, bureaux) pour la collecte séparée des différents types de déchets afin de faciliter la tâche aux producteurs de déchets et aux collecteurs pour l'évacuation rapide et régulière;
 - Exiger aux producteurs des déchets dangereux (Hôpitaux, Industries, Pharmacies) de mettre en place des unités spécialisées de traitement de leurs déchets suivant leur composition spécifique.
- Les ménages de la mairie de Bujumbura sont appelés à:
 - Trier les déchets solides par secteur de production et par leur nature physico-chimique;

BIBLIOGRAPHIE

Ademe, Critt Bois, Fibois, Ctba, (2001). Mesure des caractéristiques des combustibles bois, *en ligne* / <http://www.gci.ulaval.ca/professeurs/rgalvez/Extra%2020539/Notes%20de%20cours%20gci-20539.pdf>, consulté le 21 juillet 2011

Bulletin Officiel du Burundi N° 6/2000: Loi n°1/010 du 30 juin 2000 portant code de l'Environnement de la République du Burundi, p 372 - 390

GKW-CONSULT, 1993 : Etude d'évacuation des déchets solides et des boues de la ville de Bujumbura, Services Techniques Municipaux, p 7-14

ISTEEBU, 2008: Recensement Général de la Population et de l'Habitat au Burundi

Jung, G., 2010 : « Gestion des déchets, Tri-recyclage, valorisation matière-énergie, élimination », cours, UB, Master Complémentaire en Sciences de l'Environnement

Ministère de la Santé Publique, 2000 : Décret-Loi n°1/16 du 17/5/1982 portant code de la santé publique, Bujumbura, Burundi, 27 P

Ndikumana, T., 1985 : Travaux pratiques de chimie physique, 1^{ère} Licence chimie, Université du Burundi, Faculté des Sciences, 75 P

Rugurika D., 2008 : Caractérisation et quantification des déchets produits par les établissements de soins : Cas de l'Hôpital Prince Régent Charles, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Etudes Supérieures Spécialisées en Gestion et Conservation de l'Environnement et des Ressources Naturelles, 55 P

Tabet-Aoul, M., 2001: Production et valorisation de biomasse, 97-102 p *en ligne* / http://www.cder.dz/download/bio_16pdf consulté le 25 mai 2011.