

Caractérisation physique des déchets solides urbains à Lomé au Togo, dans la perspective du compostage décentralisé dans les quartiers

KOLEDZI K. Edem^a, BABA Gnon^a, FEUILLADE Geneviève^b, et MATEJKA Guy^{b*}

^aUniversité de Lomé – FDS - Laboratoire GTVD BP : 1515 Lomé

^bUniversité de Limoges – ENSIL- Groupement de Recherche Eau, Sol et Environnement (GRESE) 87068 Limoges Cedex
*matejka@ensil.unilim.fr

Résumé :

La communauté urbaine de Lomé se trouve noyée dans des difficultés de gestion des déchets ménagers. En dépit du nouveau projet intitulé « projet PEUL », que pilote la municipalité de Lomé, on constate que le taux de collecte est rarement performant (environ 35%), si ce n'est dans certains quartiers privilégiés. Un réseau constitué de chercheurs, de membres d'ONG et d'agriculteurs tente de promouvoir le compostage décentralisé dans les quartiers en vue de maîtriser ce flux de déchets qui s'accumulent dans les dépotoirs intermédiaires.

Pour déterminer tous les éléments nécessaires aux paramétrages techniques du compostage, une première caractérisation physique des déchets a été réalisée sur deux saisons sur la décharge finale de Lomé ; elle a permis de connaître la composition du gisement, sachant qu'une telle étude n'a jamais été réalisée au Togo et plus précisément à Lomé. Dans le cadre de l'étude, l'échantillonnage a tenu compte de plusieurs paramètres : - le nombre de centres de transit, - le nombre d'habitants desservis par chaque centre de transit et - le nombre de tonnes entrant sur la décharge. Un échantillon de 500 kg a été caractérisé après quartage afin de limiter les erreurs. La loi de Bernoulli prenant en compte différents paramètres a été utilisée pour satisfaire un niveau de confiance de 95%. Le tri est effectué en trois fractions granulométriques (>100 mm, 20-100 mm, <20 mm) et en 9 catégories (putrescibles, papiers-cartons, textiles-textiles sanitaires, plastiques, combustibles non classés –CNC-, verres, métaux, incombustibles non classés –INC- et déchets spéciaux) compte tenu du niveau de dégradation avancée des déchets arrivant sur la décharge finale. L'humidité est déterminée par séchage à 105°C jusqu'à poids constant, la matière organique par calcination de la matière sèche à 550°C pendant 2 H. Les résultats de la caractérisation des deux saisons (sèche et humide) donnent un taux de 24-26% de fraction compostable, 20-26% de déchets non compostables et une forte proportion de fraction fine 46-56%. L'humidité moyenne varie de 15% en saison sèche à 44% en saison humide. La matière organique représente en moyenne 24-25% de déchets urbains avec un taux de 8-9% de matière organique dans la fraction fine, ce qui n'est pas un avantage pour le compostage des déchets bruts mais surtout un inconvénient en raison du fort pourcentage de minéral (sable, gravier).

Aussi une étude a été menée, sur deux saisons, sur les déchets directement collectés auprès des ménages. Elle a donné un taux moyen de 70-80% de matière organique.

Le traitement des déchets par compostage proche des ménages, dans les quartiers, est donc plus favorable que celui qui pourrait être réalisé sur la décharge finale.

Mots Clés : Déchets, Caractérisation, Humidité, Matière organique, compostage.

1. Introduction

Le Togo est l'une des premières régions des pays de la côte des esclaves où se pratiquèrent le commerce triangulaire entraînant une diversité de cultures. En 1884, l'explorateur allemand G. Nachtigal signa un traité de protectorat avec le chef du lac Togo. La ville de Lomé est créée par la bourgeoisie commerçante peu avant l'arrivée des colonisateurs. Elle fût fondée en tant que comptoir commercial de marchands africains, lors de la restructuration du commerce transatlantique qui vit les échanges de matières premières et de produits manufacturés européens remplacer progressivement la traite des noirs.

La superficie actuelle de la ville de Lomé est évaluée à 330km² alors que la population est estimée à près d'un million d'habitants en 2008 avec une faible couverture de services de base comme dans la plupart des pays Africains [1].

La ville de Lomé est sujette à un microclimat ; en effet elle constitue la station la moins arrosée de la région maritime avec environ 800 mm de pluie par an, ce qui reste une pluviométrie clémente. La ville est balayée par deux alizés : la mousson et l'harmattan.

Bien que la gestion des déchets soit aujourd'hui un point central de la politique urbaine qui souhaite mettre l'accent sur la diminution des ordures, leur traitement et leur valorisation, celle-ci est loin d'être performante surtout en saison pluvieuse. La forte demande des ménages pour la pré collecte est loin d'être satisfaite comme c'est le cas à Yaoundé au Cameroun [2] et à Dar Es Salam en Tanzanie [3]. Cette étude a pour sujet la caractérisation des ordures ménagères enfouies sur la décharge finale de Lomé. En effet il n'existe

pas des données formelles sur la caractérisation des déchets solides générés à Lomé, et pourtant ces informations ont une grande importance pour le compostage éventuel des déchets à forte teneur organique et, aussi pour la gestion du centre de stockage de déchets urbains de la commune de Lomé. Au préalable, le recueil d'informations sur les différentes techniques de caractérisation déjà existantes a permis d'en choisir une, et de mettre en place un protocole expérimental. Celui-ci consiste après échantillonnage, en un tri par taille puis par catégorie ; l'humidité est aussi évaluée de même que la matière organique sur les déchets triés sur la décharge finale de Lomé. La seconde étude sur la collecte sélective des déchets putrescibles auprès des ménages a été menée pour obtenir des résultats plus proches de la réalité.

2. Matériels et méthodes

2.1. Taille de l'échantillonnage

La méthode MODECOM recommande une prise d'échantillon de 500Kg après quartage afin de limiter les erreurs de mesure [4], [5]. Pour constituer cet échantillon de 500 kg, on a évalué la masse minimale d'ordures ménagères (à prélever des camions provenant des centres de transit) en fonction de la population desservie par chaque centre de transit, des tonnages entrants sur chaque station de transit et sur la décharge finale pour différents pourcentages d'erreur, ce qui nous a permis d'optimiser la taille des échantillons avec un niveau de confiance de 95%.

$$n = \frac{t^2 p(1-p)N}{[t^2 p(1-p) + (N-1)\Delta^2]} ;$$

N : population, Δ : erreur d'échantillonnage, p : 0,5 t : 1,96

2.2. Caractérisation physique

Deux types de caractérisation ont été effectués : par taille et par catégorie

- Séparation par taille : elle est effectuée à l'aide d'une table de tri de 2 m de long sur 1m de large respectant des diamètres de maille ronde 100 mm et 20 mm permettant de distinguer trois fractions de matériaux après avoir trié les hétéroclites :- gros : > 100 mm ; - moyen : $20 < X < 100$ mm ; - fins : < 20 mm, qui sont ensuite séparés en deux sous fractions : fine : $10 < X < 20$ mm et extra fine : < 10 mm [6], [7].
- Séparation par catégorie : selon les pays et les objectifs poursuivis, plusieurs types de composants (catégories) de déchets sont identifiés : la norme XP X30 – 408 d'octobre 1996 [8] en France, recommande 13 catégories. Mais dans cette étude seulement 9 catégories, putrescibles, papiers-cartons, textiles-textiles sanitaires, plastiques, CNC (combustibles non classés), verres, métaux, INC (inertes non classés) et déchets spéciaux, ont été identifiées en raison de la dégradation avancée des ordures ménagères arrivant à la décharge finale [6].

2.3. Détermination de l'humidité, H%

L'humidité est déterminée par séchage dans une étuve à 105 °C jusqu'à un poids constant [9], [10], [11]. La durée est en général de 24 heures et la masse de déchets à sécher varie de quelques grammes [12] à plusieurs kilogrammes [8]. Elle est exprimée en % par rapport à la masse humide des déchets, H%.

2.4. Matière organique, MO%

Après séchage à l'étuve, l'échantillon n'est plus constitué que de matière sèche organique et minérale qui ne se consume pas à 500°C. Un échantillon préalablement étuvé à 105°C est mis au four à 550°C pendant 2H [13-14]. La teneur en matière organique ou en solide volatil est obtenue par différence de pesée entre la masse du déchet sec (105°C) et la masse de déchet calciné. Elle est exprimée en % par rapport à la masse sèche des déchets, MO%

3. Résultats et discussion

3.1. Echantillonnage

Le tableau 1, présente les quantités minimales d'échantillon, à prélever au niveau de chaque centre de transit, pour un facteur de risque α égal à 0,05 ou un niveau de confiance de 95% de sûreté, pour un facteur de Student, $t = 1,96$ et pour différentes incertitudes.

Tableau 1: Quantité de déchets prélevés au niveau de chaque centre pour un facteur de risque : 0,05 et $t=1.96$

Centre de transit	Population N (hbts)	Incertitudes	Masse minimale à prélever (kg)	Masse prélevée (kg)	Déchets arrivant sur le site par jour (kg)	t
Bè Avéto	242513	9%	119	132	220687	1,96
CEB	114028	15%	43	62	103765	1,96
Doumasséssé	193537	10%	96	105	176119	1,96
SCOA	171818	15%	43	93	156354	1,96
Bè Kpota	101382	15%	43	55	92258	1,96
Kanyikopé	75157	16%	37	41	68393	1,96
Akodésséwa	21174	30%	11	12	19268	1,96
Total	919609	-	-	500	836844	-

Le ratio moyen utilisé (0,91 Kg /hab /j), a été obtenu par la moyenne de la production journalière estimée après une enquête entre les quartiers Résidence du Bénin (haut standing) et Tokoin Forever (bas standing) (tableau 2).

Tableau 2: Détermination du ratio dans la ville de Lomé

Quartiers	Ménages (N)	Masse de déchets (Kg)	Temps (jours)	Ratio (Kg/hab/j)	Variation Kg/hab/j	
					Min	Max
Haut Standing	61	2129	28	1.24	0.50	1.78
Bas Standing	154	3374	28	0.78	0.38	1.32
Total	215	5503	28	0.91	0.44	1.55

La population totale de la commune de Lomé estimée en 2008 est de 999594 habitants ; 919609 habitants, sont desservis par la pré-collecte assurée par les ONG, et, par conséquent 79985 habitants sont collectés par les services techniques de la ville (centre ville et résidence du Bénin) ou non collectés. En tenant compte du ratio 0,91 kg/hab/j, 72786,35 kg de déchets sont en partie directement collectés des zones administrative et commerciale du centre ville et aussi de la résidence du Bénin et transportés à la décharge finale et le reste traîne par jour dans les rues et sur les dépotoirs sauvages des quartiers non couverts. La quantité prélevée au niveau de chaque centre de transit est obtenue après quartage au niveau des camions venant des centres de transit à la décharge finale.

La figure 1 suivante présente le zonage de la précollecte, les différents centres de transit et la décharge finale positionnés sur la carte de la ville de Lomé.

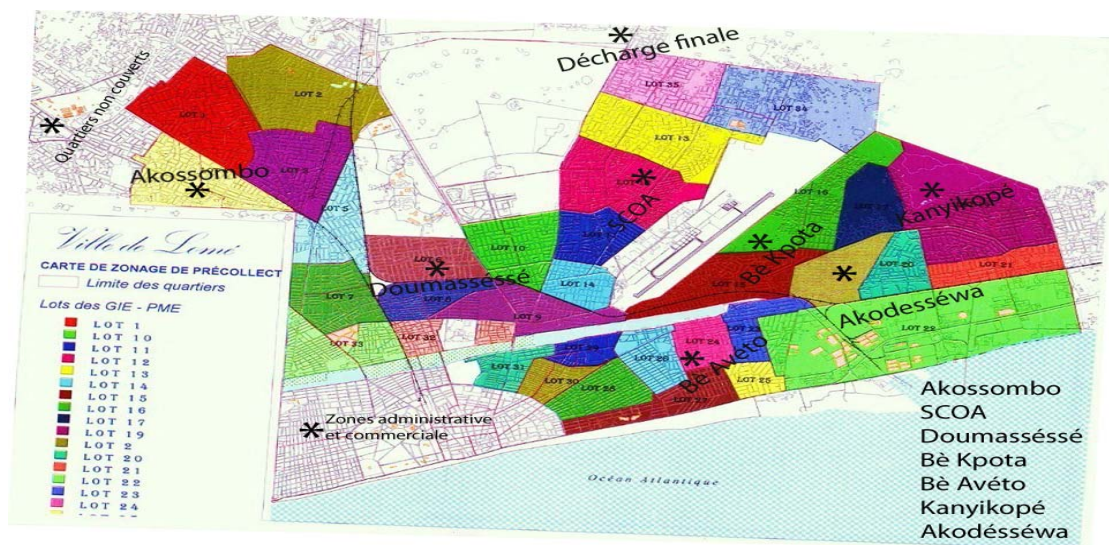


Figure 1: La carte de zonage de pré-collecte de Lomé avec les centres de transit et la décharge finale

3.2. Répartition des déchets par taille

Cette répartition des déchets par granulométrie offre d'importantes informations pouvant servir de critère de choix dans l'optique du tri de ces rejets solides. La figure 2 suivante présente la répartition des déchets par taille sur les deux saisons de l'année.

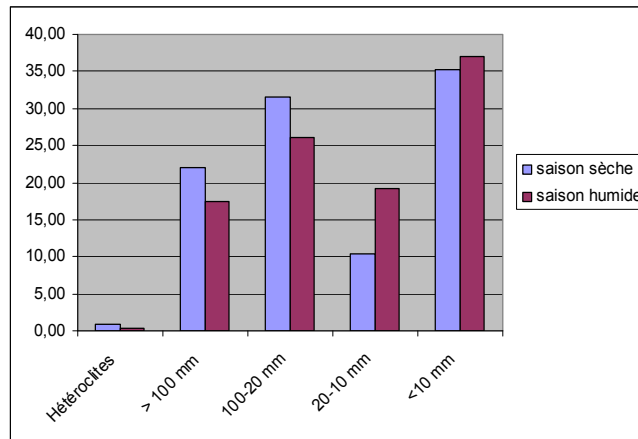


Figure 2: Répartition par taille des déchets de Lomé



Photo 1 : caractérisation physique

Le pourcentage de fines varie en fonction de l'état de dégradation des déchets et donc avec l'âge et la composition des déchets.

3.3. Répartition par catégorie

La connaissance de la composition des déchets est essentielle afin d'apprécier les possibilités de valorisation comme le compostage, la récupération de métaux ou d'autres matériaux recyclables : papier, carton, verre, plastiques, et afin de dimensionner les installations de traitement. La figure 3 suivante présente les différentes catégories de déchets dans les ordures ménagères de Lomé sur deux saisons

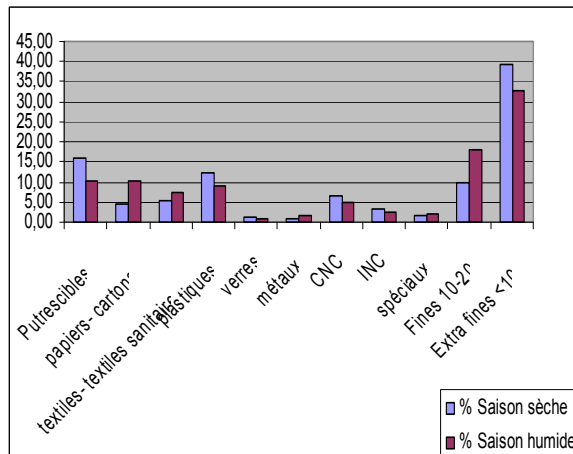


Figure 3 : Composition des déchets de Lomé



Photo 2 : Pesée des différentes catégories.

Les fractions extra fine et fine représentent en moyenne 46% en saison sèche contre 56% en saison humide. Cette forte proportion des fines <20 mm est observée aussi, à Ouagadougou (Burkina Faso) 74% [5] suivie des putrescibles, des plastiques, et des papiers-cartons. Les déchets spéciaux sont en majorité constitués de médicaments, de piles et de matériel médical.

Le taux de putrescibles a diminué en saison humide, ce qui peut être dû à un changement d'alimentation et à un début de la dégradation des déchets dans les centres de transit en éléments fins au cours de cette saison humide. La diminution des extra fines en saison pluvieuse est due au faible taux de ramassage du sable dans les ménages et surtout à un lessivage des déchets aux centres de transit avant leur transport vers la décharge finale.

3.4. Teneur en eau, H%

La figure 4 présente l'humidité globale des différentes fractions granulométriques.

Le taux d'humidité de la fraction > 100 mm est de 13,1% en saison sèche contre 30,8 % en saison pluvieuse. Dans cette fraction, l'humidité des putrescibles est de 62,1% en saison pluvieuse contre 50,7% en saison sèche. La fraction des fines a une humidité de 49,3% en saison des pluies contre 10% en saison sèche. L'humidité globale des ordures ménagères arrivant sur la décharge finale est de 15,1% en saison sèche contre 43,2 % en saison

pluvieuse. Ce faible taux est dû à la faible quantité des putrescibles malgré leur teneur en eau élevée. La décomposition de la matière organique est inhibée en saison sèche car la teneur en eau est en dessous de 20% [15] et reste dans la gamme de l'optimum en saison pluvieuse [16].

3.5. Teneur en matière organique, MO%

La figure 5 présente le taux de la matière organique des fractions susceptibles d'être valorisable. Ces résultats sont proches; ce qui montre que la composition en matière organique des catégories étudiées est constante et ne dépend pas des conditions climatiques. Malgré la forte teneur de la matière organique, en moyenne 70 %, dans les putrescibles le taux moyen global de la matière organique des déchets brutes arrivant à la décharge finale est de 24-25 % contre 59% dans les déchets selon l'Ademe [17], ce qui est dû à la faible teneur de la matière organique dans les extra fines (compris entre 8-9 %) alors qu'elle constitue la fraction la plus importante en termes de quantité. Les extra fines contiennent probablement un fort pourcentage de minéral (sable, gravier).

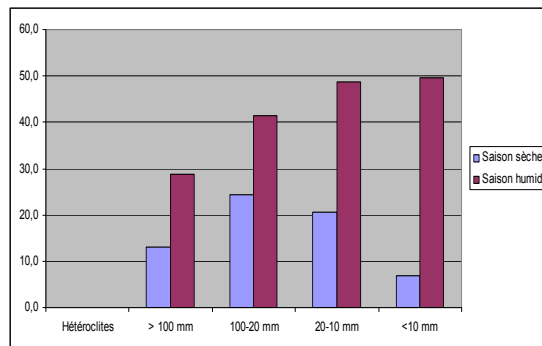


Figure 4 : Variations d'humidité dans les fractions granulométriques de déchets

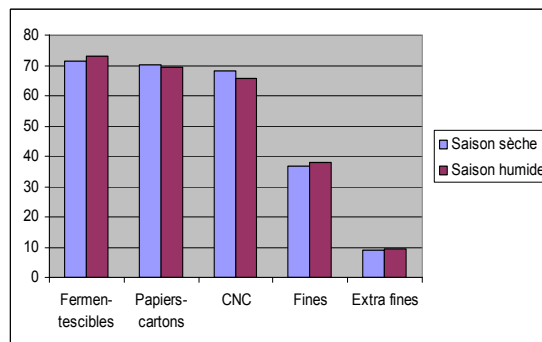


Figure 5 : Teneurs en matière organique de différentes catégories

3.5. Part des déchets valorisables après caractérisation

Le développement de la filière de valorisation des déchets bruts par compostage sur le site de la décharge finale reste un inconvénient en raison du fort pourcentage de minéral (sable, gravier). La figure 6 suivante présente la part des déchets valorisables arrivant sur le site de la décharge finale.

Les déchets compostables représentent en moyenne 25%. La part des fines est grande et reste un problème pour les PED d'autant plus que la majeure partie des routes ne sont pas bitumées et peu de maisons sont protégées contre l'érosion.

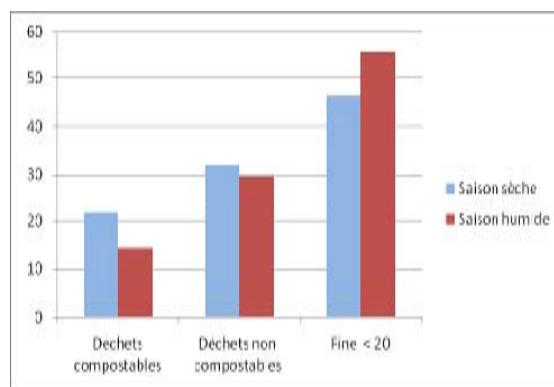


Figure 6: Répartition des déchets

3.6. Collecte des putrescibles en deux saisons

Une enquête préalable auprès des ONG en charge du ramassage dans le quartier a guidé la sélection des ménages (40 ménages) sur leur disponibilité à contribuer au ramassage, sur leur niveau de vie et sur leur connaissance du compostage. Le ramassage s'effectuant deux fois par semaine et souvent une fois surtout en saison humide, les ménages n'étaient pas disposés à stocker les putrescibles. Aussi le nombre des ménages a diminué à 33. Les résultats de cette collecte constituent un indicateur sur le mode de collecte pour le compostage décentralisé. Les résultats de la collecte des putrescibles de 33 ménages sont présentés au tableau 2 ci-dessous.

Le taux de matière organique moyenne est entre 70-80 %. Le taux d'humidité des ordures ménagères est très fort 66% en saison sèche et 74% en saison pluvieuse.

Bien que le taux de participation à la collecte des putrescibles soit très faible, le traitement des déchets à la source ou dans les quartiers éliminerait le fort taux de ramassage du minéral des centres de transit vers la décharge finale et augmenterait en plus de la qualité du compost, les revenus du recyclage informel.

Tableau 2: Résultats de la collecte sélective des putrescibles auprès des ménages

	Saison sèche			Saison humide		
	Humidité (%)	65	64	69	81	70
MO (%)	64	66	89	70	69	80
COT (%)	37	38	52	41	40	46
Densité (T/m³)	0.54	0.53	0.55	0.76	0.61	0.61
Tri	15%			<1%		

La viabilité de ce type de compostage décentralisé des ordures dans les quartiers nécessiterait nécessairement par la suite l'organisation d'un système de collecte à la source ou du moins dans les quartiers, ce qui pérenniserait la gestion des déchets et le plan de relance de l'économie informelle d'une société marginale [18].

3. Conclusion

Les résultats de la caractérisation physique montrent que la fraction des fines et extra fines représente une grande partie des déchets urbains, soit 46% en saison sèche et 56% en saison humide, des déchets arrivant sur la décharge finale. La particularité de cette étude est qu'elle reste la toute première au Togo sur toutes ces formes et qu'elle présente les inconvénients du compostage centralisé à la décharge finale de Lomé. Les données ainsi obtenues représentent la base même de toute politique de gestion. Ce sont ces données de référence à partir desquelles les projections de l'évolution des déchets arrivant à la décharge finale peuvent être établies car elles reflètent la réalité des quantités générées et potentiellement reçues. Par ailleurs, le faible coût pour la réalisation d'une campagne de caractérisation est un atout important et doit permettre à la politique de réactualiser périodiquement les résultats en fonction des changements dans le niveau de vie et le mode de consommation des populations. Les résultats de la collecte sélective de la fraction putrescible constituent un indicateur de base pour la mise en place du compostage dans les quartiers.

Références

- [1] UN-Habitat (2003) *Water and Sanitation for the world's Cities*, London: Earthscan..
- [2] Laurent Parrot, Joel Sotamenou, Bernadette Kamgnia Dia (2008) *Municipal solid waste management in Africa: strategies and livelihoods in Yaoundé, Cameroon*. *Waste management* 29 (2009) 986-995
- [3] Kassim S. M., Ali M. (2006) *Solid waste collection by the private sector: households perspective-findings from study in Dar es Salam city, Tanzania* *Habitat international* 30 (4) 769-780.
- [4] Ademe, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, France (1993) – *Méthode de caractérisation des ordures ménagères, MODECOM TM – Manuel de base –* édité par l'Ademe Centre d'Angers, Septembre 1993 - Réf 1601 - Coll., « Connaitre pour agir », 64p.
- [5] Tezanou J., Kouliadiati J., Proust M., Sougoti M. Goudeau J-C., Kafando P. et Rogaume T. (2001). *Caractérisation des déchets ménagers de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso)*. *Annales de l'Université de Ouagadougou*.
- [6] Aina M., Matejka G., Thonart P., Hillisgmann S (2006). *Caractérisation physico-chimique de l'état de dégradation de déchets stockés dans une décharge sèche (zone semi- aride): site expérimental de Saaba (Burkina Faso)*. Thèse de Doctorat N°46 page 98. Université de Limoges.
- [7] MODECOM (1993). *Méthode de Caractérisation des Ordures Ménagères/ 2^{ème} édition*, ADEME éditions, Paris, 64 pages.
- [8] AFNOR, (1996). *Déchets : Caractérisation d'un échantillon de déchets ménagers et assimilés ;* Eds AFNOR ; 24 pages.
- [9] Aloueimine S.O., Matejka G., Zurbrugg C. & Sidi Mohamed M.E.O. (2006) "Caractérisation des ordures ménagères a Nouakchott – Partie 2 : Résultats en saison sèche et en saison humide." *Déchets- Revue Francophone d'Ecologie Industrielle* N°44.
- [10] 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.
- [11] Garcia A.J., Esteban M.B., Marquez M.C., Ramos P. (2005). *Biodegradable municipal solid waste: Characterization and potential use as animal feedstuffs; Waste Management* 25 (2005) 780–787.
- [12] Mohee R. (2002). *Assessing the recovery potential of solid waste in Mauritius; Resources, conservation and Recycling* 36 (2002) 33 – 43.
- [13] Kelly E.J. (2002). *Solid Waste Biodegradation Enhancements and the Evolution of Analytical Methods Used to Predict Waste stability*, Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- [14] Kelly E.J., Novak J.T., Prillaman N., Shearer B.D., Goldsmith C.D. et Hater G. R. (2002). *Relationships between analytical methods utilised as tools in the evolution of landfill bioreactor stability*, 37 pages.
- [15] Tiquia S.M. & Tam N.F.Y. (1998). "Composting pig manure in Hong Kong." *Biocycle* 39 (02): 78-79.
- [16] Haug R.T. (1993). "The practical handbook of compost engineering." Boca Raton, Florida 717.
- [17] Ademe (1999) *Les installations de stockage de déchets ménagers et assimilés : techniques et recommandations*. ADEME Editions, Paris, 106 pages.
- [18] David C. Wilson, Costas Velis, Chris Cheeseman (2005) *Role of informal sector recycling in waste management in developing countries*. *Habitat International* 30 (2006) 797-808.