

Partie II : Résultats en saison sèche et en saison humide

Résumé

Caractérisées par une densité de 0,41 et une humidité moyenne très faible par rapport aux autres pays (9 %) [14], les ordures ménagères à évacuer sont générées à Nouakchott en moyenne à raison de 0,21 kg/hab/j, soit 0,19 ; 0,23 et 0,22 kg/hab/j respectivement chez les ménages de revenu faible, moyen et élevé. Ces taux ne mettent pas en évidence la relation entre le niveau de vie et la quantité de déchets produite, mais cette situation est due à l'apport de la fraction des fines. En effet, si l'on néglige l'apport de cette dernière dans les trois standings, on constate une nette augmentation des ratios en fonction du niveau de vie des populations (0,12 ; 0,15 et 0,18 kg/hab/j). Ces faibles taux de génération des OM sont dus en général à la valorisation des déchets fermentescibles comme aliment de bétail au niveau des ménages. Si on tient compte de cette matière organique valorisée au niveau des ménages, ces ratios atteignent respectivement 0,30 ; 0,34 et 0,40 kg/hab/j, soit une production moyenne à Nouakchott de 0,35 kg/hab/j. Les variations saisonnières montrent une augmentation relativement importante de la production journalière en saison sèche par rapport à la saison humide, particulièrement dans les ménages du bas standing (+ 47 %).

Mots-clés

déchets, ordures ménagères, Mauritanie, Nouakchott, niveau de vie, standing, répartition des déchets, matière organique.

Abstract

Characterization of the Nouakchott household solid waste stream destined for landfilling revealed a waste density of 0.41 kg/m³ and a moisture content of 9 %, which is low compared to other countries. Generation rates averaged 0.21 kg per capita day⁻¹ (0.19; 0.23 and 0.22 kg per capita day⁻¹ respectively at the low, medium and the high income level). These rates do not show a relationship between income level and quantity of waste generated, and this is likely due to the contribution of fines in the waste stream. When the fines are neglected, there is a clear increase in per capita waste generation rate with income level (0.12; 0.15 et 0.18 kg per capita day⁻¹ respectively for the low, the medium and the high income residents). The low generation rates of household waste in general in Nouakchott are due to the fact that the organic fraction of the waste stream is traditionally withheld for use as supplementary feed for domestic cattle. This practice constitutes source reduction, and when this waste stream is taken into account, the amount of household refuse produced in Nouakchott is about 0.35 kg per capita day⁻¹.

In, with generation rates of 0.30; 0.34 and 0.40 kg per capita day⁻¹ respectively at the low, medium and the high income levels. There were distinct seasonal variations, with a relatively significant increase in waste generation rates in the dry season compared to the wet one. The most important difference was obtained in the low income strata, where the dry season rates increased about +47 % above levels in the wet season.

Keywords

Wastes, household wastes, Mauritania, Nouakchott, income level, standing, repartition of wastes, organic matter.

Introduction

Cette étude évalue quantitativement et qualitativement la production des déchets générés à Nouakchott par trois types de populations différentes par leur niveau de vie (ou standing). Ainsi, 27, 28 et 27 ménages respectivement du bas, du moyen et du haut standing ont constitué les échantillons enquêtés et étudiés, soit une population totale de 503 et 511 habitants respectivement en saison humide et en saison sèche. La particularité de cette méthode consiste à étudier les déchets tels qu'ils sont produits à la source (ménages) sans subir de pertes dues à la récupération tout au long du circuit de gestion, contrairement à la majorité des études récentes qui aboutissent à une caractérisation à partir des sites de transit ou à partir des décharges finales [1]. La fraction organique valorisée comme aliment de bétail, comme dans plusieurs pays en développement [19], a été évaluée par pesée systématique et journalière dans 23, 22 et 20 ménages dans le bas, le moyen et le haut standing pendant 9 jours dont 8 successifs dans le but de couvrir toutes les journées de la semaine.

Matériels et méthode Echantillonnage

Caractérisation des OM

La caractérisation des OM de Nouakchott a été réalisée sur les déchets bruts tels qu'ils sont produits par les ménages suivant la méthodologie décrite dans la partie I de l'article. Le tri est effectué chaque fois sur des échantillons de 130 à 150 kg avec parfois le tri de la totalité des OM produites par les ménages si le temps le permet et si cette quantité ne dépasse pas 200 kg. L'échantillonnage pour les analyses physico-chimiques est effectué sur des échantillons reconstitués en respectant les proportions de chaque fraction dans les différentes granulométries.

Caractéristiques physico-chimiques des OM

Détermination de l'humidité

L'humidité est déterminée pour chacune des 14 fractions des OM. Le séchage des échantillons a été effectué aussitôt après leur collecte. Au vu des limites techniques des laboratoires et particulièrement des faibles volumes des étuves utilisées, une quantité variant de 500 g (plastique) à 2 kg (incombustibles non classés), selon le volume de la fraction en question, a été séchée dans une étuve à 105 ± 2 °C pendant 24 (NF M03-002 ; MODECOM, 1993) à 72 heures. Quelques fractions, comme le textile et le textile sanitaire, constitué en partie par les couches d'enfants très humides, ont été préalablement pesées et séchées au soleil et à l'abri de la poussière pendant 3 jours avant de compléter leur séchage à l'étuve. Le calcul du pourcentage d'humidité est déterminé par différence de poids de l'échantillon avant et après séchage jusqu'à la stabilisation de la masse.

Détermination de la teneur en matière organique (MO) ou solides volatiles

Il existe plusieurs méthodes et techniques pour mesurer la matière organique ou solides volatiles. Il a été choisi dans cette étude d'évaluer sa teneur par calcination à 550 °C de la matière sèche. Ainsi, 10 g de chaque catégorie préalablement séchée et broyée sont calcinés à 550 °C pendant 4 heures au four. La teneur en matière organique ou solides volatiles est obtenue par différence de poids entre la masse du déchet sec (m) et la masse du déchet calciné (m_0) :

$$\text{Taux de MO (\%)} = (m - m_0) * 100 / m$$

Détermination du pouvoir calorifique inférieur (PCI)

Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer le PCI. Il peut être calculé à partir du pouvoir calorifique supérieur (PCS) mesuré à l'aide d'une bombe calorimétrique [15], ou à partir de la composition élémentaire des déchets calculée sur sec [16], ou encore à partir de formules de calcul simplifiées en fonction du PCS, de l'humidité et de la composition des déchets par catégorie [17] :

$$\text{PCI (kcal/kg)} = \text{PCS} - W \times 600 / 100 = 40 (a + b + c + d) + 90e - 46w$$

Où :

W : humidité moyenne des déchets (%)

a, b, c, d, et e : teneurs en % respectivement des fractions papier, textile, déchets verts, fermentescibles et plastique.

Pour le calcul du PCI à Nouakchott, ces teneurs représentent respectivement les fractions de : (papier, carton et composites), textiles totaux, combustibles non classés, fermentescibles et (plastiques + composites).

Détermination de la teneur en métaux lourds

L'analyse des métaux a concerné 9 fractions sur 14 et a ciblé 6 métaux en période humide et 8 en période sèche. Les échantillons sont minéralisés à chaud à l'eau régale (3 volumes de HCl à 36-38 % pour un volume de HNO₃ à 69 %) afin d'éviter les interactions de la matrice organique. Pour minimiser les interférences, des masses de 0,1 g de chaque fraction ont été analysées et les essais ont été de plus doublés. La minéralisation a été réalisée dans des matras en pyrex préalablement rincés à l'acide nitrique (10 %), les échantillons sont chauffés à 200 °C jusqu'à atteindre une évaporation de l'acide. 25 mL à 50 mL d'eau ultra pure sont ensuite ajoutés aux résidus de déchets minéralisés puis les échantillons sont filtrés sur un filtre plan de porosité 0,45 µm. Les concentrations en métaux sont ensuite mesurées à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique flamme VARIAN Spectra AA 220 FS avec une limite de détection variable selon les éléments dosés.

Résultats et discussion

Production des déchets à Nouakchott

Ratios par standing

Le tableau I récapitule les résultats des 3 semaines de collecte des OM (sans fermentescibles valorisés au niveau des ménages) par standing sur les deux saisons humide et sèche. La production par habitant la plus importante est observée dans le standing moyen pour cette même saison. Il s'agit en effet de l'influence de l'habitat sur la génération des OM et particulièrement sur la fraction des fines. En effet, si l'on examine l'apport de cette fraction dans les OM, on remarque qu'elle constitue 37 et 35 % respectivement dans les déchets du bas et du moyen standing, contre seulement 19 % environ dans le haut standing où les habitations sont bien protégées contre les vents et autres aléas (voir tableau 4).

Tableau I : Ratios par niveau de vie à Nouakchott (calculés sur déchets humides)

Standing	Habitants -nombre-	Production Brute ; kg	Durée ; Jours	Ratios kg/hab/]		Variations ; Kg/hab/]	
				Min.	Max.	Min.	Max.
2003							
Bas Standing	203	637,5	21	0,15	0,11	0,18	
Moyen Standing	156	747,9		0,23	0,21	0,25	
Haut Standing	144	604,6		0,20	0,18	0,24	
Total	503	1990	21	0,19	0,17	0,22	
2004							
Bas Standing	215	1008,3	21	0,22	0,19	0,27	
Moyen Standing	149	688,4		0,22	0,18	0,25	
Haut Standing	147	740,9		0,24	0,24	0,26	
Total	511	2437,6	21	0,23	0,20	0,26	
Moyenne à Nouakchott			21	0,21	0,17	0,26	

Ainsi, pour donner une image de l'influence de la fraction des fines dans la production des OM sur les deux saisons, on néglige cette dernière dans tous les trois niveaux. Cette hypothèse donne, en moyenne, les ratios suivants :

Tableau 2 : Ratios par niveau de vie à Nouakchott sans les fines (calculés sur déchets humides)

2003		2004	
Bas Standing	0,10 kg/hab/j	Bas Standing	0,14 kg/hab/j
Moyen Standing	0,15 kg/hab/j	Moyen Standing	0,14 kg/hab/j
Haut Standing	0,16 kg/hab/j	Haut Standing	0,19 kg/hab/j

Bien qu'ils restent toujours faibles, ces ratios montrent une légère progression en fonction du standing (avec toutefois le même ratio pour le moyen et le bas standing en période sèche), ce qui semble être une tendance dans plusieurs autres pays [1], [2], [13].

Les résultats obtenus pendant la saison sèche montrent une hausse du ratio au niveau du bas standing de 47 % environ par rapport à la saison humide grâce à l'apport des plastiques, en grande partie apportés par les vents dans ces zones mal protégées.

Si l'on compare la production moyenne des OM (sans les fermentescibles valorisés) à Nouakchott (0,21 kg/hab/j) avec celles d'autres villes (plus ou moins comparables au moins du point développement économique) et d'autres pays développés, on remarque que celle-ci est relativement très faible (voir tableau ci-après).

Tableau 3 : Comparaison des ratios de Nouakchott avec d'autres capitales [1, 2, 3, 4, 5, 6, 12].

Villes/Pays	kg/hab/j
Nouakchott/Mauritanie	0,21
Rabat/Maroc	0,6
Ouagadougou/Burkina Faso	0,62
Yaoundé/ Cameroun	0,75
Paris/France	1,04
EAU/Abu Dhabi	1,4
USA ^(*)	1,76
Australie ^(*)	2,1

(*) : Moyenne pays

Une des raisons de cette grande différence est le fait qu'une grande partie des ordures ménagères à Nouakchott — et particulièrement la fraction des fermentescibles — est valorisée au niveau même des ménages comme fourrage ou aliment essentiel pour animaux (plus de 94 % des quantités générées). Cette valorisation est plus importante au niveau du bas et du moyen standing (comme le montre le tableau 4) où l'élevage d'animaux à domicile est pratique courante presque dans chaque foyer. Il en va de même pour les fractions papier et carton et une partie des déchets verts.

Matière organique

Caractérisés par une grande densité (humidité très élevée), les fermentescibles ne représentent en moyenne à Nouakchott qu'un peu moins de 5 % du poids des déchets bruts évacués

contre 30 % en France, 39 et 84 % environ respectivement à Ouagadougou et à Douala. L'évaluation de cette fraction a montré qu'il en est généré en moyenne à Nouakchott par habitant et par jour 0,14 kg avec 0,12, 0,12 et 0,18 kg par habitant et par jour respectivement dans le bas, le moyen et le haut standing. Ceci donne globalement une moyenne de production générale d'OM de 0,35 kg/hab/j avec 0,30 kg/hab/j dans le bas standing, 0,34 kg/hab/j dans le standing moyen et 0,40 dans le haut standing. On remarque une nette évolution du taux de génération en fonction du niveau de vie.

Extrapolation pour l'ensemble de Nouakchott

Afin d'extrapoler les résultats obtenus pour l'ensemble de la ville, la représentativité des différents échantillons par rapport aux populations de l'étude a été analysée. Ainsi, les erreurs d'échantillonnage ont été calculées pour un niveau de confiance de 95 % avec $t_{n-1} = 2,052$ pour le haut et le bas standing et $t_{n-1} = 2,048$ pour le moyen standing (voir partie I). Ce calcul a donné des erreurs relativement très faibles comparées au seuil de celles tolérées dans ce genre d'étude qui est de 10 % [18]. Elles sont de 3,4 % pour le bas standing ; 2,9 % pour le moyen et 2,1 % pour le haut standing. A partir des ratios du tableau I et en tenant compte de la répartition de la population par standing, la production totale des OM à Nouakchott (matières organiques valorisées non incluses) est évaluée à 53 910,5 tonnes/an, soit 81,6 kg par habitant et par an, ce qui reste relativement faible. A titre de comparaison, ce ratio est à peine égal à celui de France en milieu urbain pour la seule fraction des fermentescible et déchets verts [7].

Production spécifique des OM

La génération des déchets a été considérée sous trois aspects : production par catégorie et sous-catégorie, par classe de déchets (ou groupes pouvant être gérés de la même manière) et par fraction granulométrique.

Génération des OM par catégories

Si les déchets peuvent être caractérisés en quelques dizaines de groupes primaires et secondaires [8] et en plus de 90 types [20], les principales catégories restent celles répertoriées par MODECOM [9] en plus de la fraction des fines séparée en deux sous-catégories : les fines < 20 mm et > 8 mm, et celles < 8 mm (ou le sable). Le plastique est trié en quatre sous-catégories (films PE, PVC, PS et autres). La caractérisation des déchets à Nouakchott a montré que ces derniers sont régulièrement répartis sur les 14 catégories. Cette répartition n'a pas mis en évidence de changements significatifs de composition en fonction de la saison. Par contre, une légère variation de composition est observée en fonction du standing de l'habitat, comme le montre le tableau 4 ci-dessous, avec une variation maximale observée pour les fractions des extra-fines (le sable) et des fermentescibles, et minimale pour les spéciaux.

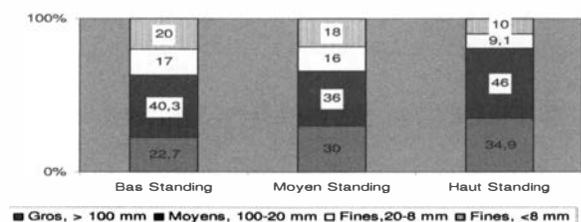
Tableau 4 : Production quotidienne des déchets ménagers à Nouakchott par catégorie et par standing en %

Catégories	Bas Standing	Moyen Standing	Haut Standing	Ecart type
fermentescibles	1,2	2,2	11,1	5,5
papers	0,1	1	2	1
cartons	5,4	5,2	8,2	1,7
composites	3,8	4,2	6	1,2
Textiles	3,6	4,2	5	0,7
textiles sanitaires	4,5	7,1	12	3,8
plastiques	24	17	19	3,6
combustibles non classés	5,6	7,3	3,3	2
verres	3,3	2,1	6,2	2,1
métaux	5,5	4	3,1	1,2
incombustibles non classés	4,4	10,2	4,2	3,4
spéciaux	0,9	1	0,5	0,3
fines 8-20 mm	17	16	9,1	4,3
fines <8 mm (sable)	20	18	10	5,3

Génération des OM par taille

Le tri par taille a permis de dégager un autre aspect des caractéristiques des déchets ménagers à Nouakchott. Il a été procédé au tri suivant les 4 granulométries décrites. Les résultats de cette caractérisation par taille montrent que la fraction dominante est celle des moyens avec les 2/5e du poids sur déchets humides bruts, suivie de la fraction des gros (constitués en majorité des plastiques et cartons d'emballage) et de celle totale des fines avec 1/3 du poids total chacune. Le sable quant à lui ne représente que 16 % contrairement à ce qui était admis en général à Nouakchott (40 %) (voir tableau 4).

Figure 1 : Répartition des déchets par taille et par standing



Génération des OM par classe de déchets (ou mode éventuel de gestion)

La répartition des OM suivant leur mode de gestion éventuel fournit un renseignement essentiel sur les approches possibles de gestion des différentes classes du gisement. Le tableau suivant donne cette répartition à Nouakchott et en fonction du standing, calculée sur poids humide.

Tableau 5 : Répartition en t/j des déchets par mode de gestion à Nouakchott

Production de Nouakchott	Combustibles	Compostables	Valorisables	Stockables
T/j	86,7	17,9	53,3	146,2
%	58,7	12,1	36,1	99

L'analyse du tableau 6 montre qu'avec 12,1 % des déchets générés chaque jour à Nouakchott et avec un cycle d'obtention du compost (fermentation et maturation) de 4 mois en moyenne [3] et une perte massique de 30 % environ, le gisement de compost (4 500 tonnes/an) peut être valorisé et jouer un rôle non négligeable comme agent fertilisant dans l'agriculture.

La valorisation matière peut, elle aussi, contribuer à la diminution des quantités à gérer de plus du tiers, bien que celle des plastiques (30 t/j) soit plus aléatoire et plus problématique compte tenu du prix des matières premières car il s'agit en majorité de films (66 %). La collecte sélective des plastiques et leur traitement dans un contexte climatique comme celui de Nouakchott, avec des vents de sable fréquents, rendent leur valorisation compliquée et aléatoire à pérenniser.

Caractéristiques physico-chimiques des OM

Détermination de l'humidité

L'analyse de l'humidité a été effectuée sur les déchets reconstitués par fraction pendant les différentes campagnes saisonnières. Les résultats n'ont pas mis en évidence de différences significatives en fonction de la saison. L'humidité moyenne des OM à Nouakchott est de 9 %.

Détermination de la teneur en matière organique (MO) ou solides volatiles

Les analyses sur des échantillons de déchets reconstitués ont montré que la MO est en moyenne de 50,2 % du poids sec des déchets.

Détermination du pouvoir calorifique inférieur (PCI)

La détermination du PCI concerne les fractions de (papers, cartons, composites), textiles totaux, combustibles non classés, fermentescibles et (plastiques et composites). Le PCI des OM à Nouakchott est de 2 774 kcal/kg. Cette valeur élevée est favorisée par la faible teneur en putrescibles (faible humidité, 9 %) et un taux relativement important de plastiques (20 %).

Détermination de la teneur en métaux lourds

Les résultats obtenus montrent l'ordre décroissant suivant des métaux les plus retrouvés dans les ordures ménagères à Nouakchott : Fe > Cr > Pb > Ni > Cu > Zn = Co > Cd. Il est toutefois important de signaler que cet ordre est établi sans les fractions des métaux, des spéciaux, du verre et des incombustibles non classés. La teneur des fermentescibles en plomb était la plus élevée avec 125 mg/kg de déchets en saison humide, mais elle n'a pas été confirmée en saison sèche car l'analyse du plomb dans la fraction organique valorisée et celle destinée à l'évacuation n'a pas montré de différence significative et donne en moyenne 1,3 mg/kg de déchets. Cette grande différence n'a pu être expliquée et le résultat doit être pris avec réserve.

Tableau 6 : Teneurs en métaux lourds dans les OM de Nouakchott par catégorie

Catégories	Métaux (mg/kg)								Total
	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Zn	
Fermentescibles	0,5	0,9	0,1	0	27	3	83,1	7,4	101,7
Papier	0,8	2	37	7,8	18	0,6	10,7	10	87,55
Carton	0,7	2,1	7,4	6,7	134	1,4	16,5	12	180,7
Complexe	0,8	0	11	5,8	47	2,4	17,1	1,1	85,15
Textile	2,5	0	152	12	15	31	19,3	8,3	240,4
Textile Sanitaire	2	12	9	5,8	142	4,8	12,1	1,3	188,5
Plastique	2,1	12	5,5	5,1	10	2,5	13,3	2,8	53,09
Combustibles N.C.	2,4	12	0	9,1	80	15	18,4	2,3	139,4
Fines <8mm (sables)	2,6	13	8,4	1,7	89	3,1	12,5	8,1	115,7
Total	14	53	228	54	543	64	183	53	1192
Gamma des valeurs rencontrées dans les OM [12]	3 - 15		21 - 428	77 - 1048		16 - 200	100 - 800	300 - 2260	

Conclusion

Sur les deux saisons, la production en OM (sans la matière organique qui est valorisée) est plus faible au bas standing (0,15 kg/hab/j en saison humide) et maximale dans le haut standing (0,24 kg/hab/j en saison sèche). Ces faibles ratios s'expliquent par la faible présence de la fraction des fermentescibles. Avec un gisement d'OM de 147,7 tonnes générées quotidiennement d'une densité moyenne de 0,41 et composé de 14 catégories, le plastique domine avec 20 % (plus de 30 tonnes/jour), suivi des deux catégories des fines (14 et 16 %). D'autre part, la faible différence entre les ratios par standing et particulièrement entre le haut standing et les autres trouve son explication dans le faible taux des fines dans le haut standing (19,1 %), où les maisons sont en général bien protégées contre les vents de sable, à l'origine des fines en grande partie. La valorisation matière (36,1 %) peut contribuer de façon significative à la réduction des quantités à évacuer par les autorités. D'autre part, les déchets de Nouakchott se caractérisent par une teneur importante en matière organique (MO) de 50,2 % du poids sec des déchets en moyenne. Associé au fait que ces OM ont un PCI élevé de 2 774 kcal/kg, favorisé par la faible humidité (9 %) et un taux relativement important de plastiques, ce taux élevé en MO est un atout pour toute gestion par incinération éventuelle (PCI > 2 000 kcal/kg [10]) et l'enfouissement des déchets ultimes de celle-ci.

Enfin, l'analyse des métaux lourds montre que le potentiel polluant reste dans la gamme des valeurs [11] avec une charge totale de 1 192 mg/kg de déchets secs. Il est toutefois important de signaler que ce potentiel est évalué sans les fractions des métaux, des spéciaux, du verre et des combustibles non classés.

Références

- [1] Abu Qdais H.A., M.F. Hamoda and J. Newham (1997), Analysis of Residential Solid Waste at Generation Sites, Waste Management & Research, Volume 15, Issue 4, Abstract.
- [2] Tezanou J., J. Kouliadiati, M. Proust, M. Sougoti, J. C. Goudeau, P. Kafanda, T. Rogarume (2001), Caractérisation des déchets ménagers de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso) ; 10 pages, Annales de l'université de Ouagadougou.
- [3] Guibert J. J., Changer d'échelle pour un changement éco social significatif, Annexes : fiche technique Compostage et gestion des ordures ménagères : 5 juin 1998. www.globenet.org/preceup/pages/fr/chapitre/refreco/reflex/autretem/e_b.htm
- [4] Anonyme : Municipal Solid Waste in the United States : Facts and figures; 183 pages; 2001 <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/facts.htm>
- [5] ADEME. Déchets municipaux : les chiffres clés (2000), <http://www.ademe.fr/Collectivites/Dechets-new/Mots-chiffres/chiffres-des/dec01.htm>
- [6] Ngnikam E., Vermande P., Tanawa M., Wethe J., Une démarche intégrée pour la maîtrise de la gestion des déchets solides urbains au Cameroun, revue Déchets Sciences et Techniques n° 5, 1er trimestre 1997.
- [7] Anonyme : La gestion des déchets ménagers et autres déchets assimilés, Une analyse rhônalpine de la question, réalisé à l'initiative et sous la direction du groupe des conseillers régionaux Verts de Rhône-Alpes, 145 pages, octobre 2001. <http://documents.verts.free.fr/rapport%20gestion%20dechet.pdf>
- [8] Anonyme : SENES Consultants Limited : Méthodologie recommandée pour la caractérisation des déchets dans le cadre des études d'analyse directe des déchets au Canada, Rapport préparé pour le sous-comité de caractérisation des déchets du CCME ; 64 pages, 1999.
- [9] MODECOM, Méthode de caractérisation des ordures ménagères/ 2e édition, ADEME éditions, Paris, 64 pages, 1993.
- [10] Prévot Henri, La récupération de l'énergie issue du traitement des déchets, ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, Conseil général des Mines, 124 pages, juillet 2000.
- [11] François V., Détermination d'indicateurs d'accélération et de stabilisation de déchets ménagers enfouis, Etude de l'impact de la recirculation de lixiviats sur colonnes de déchets, thèse de doctorat n° 8-2004, université de Limoges, 187 pages, 2004.
- [12] Dossier de presse du 10 février 2004, L'ADEME impliquée dans la prévention de la production des déchets, <http://www.ademe.fr/presse/Communique/cp2004/dossier2004-02-10prevention.htm>
- [13] Les déchets verts, Paysage actualités, n° 160, juillet-août 1993, pp. 26 à 34.
- [14] Soudi B., Gestion des déchets ménagers dans les petites et moyennes communes au Maroc, 15 pages, 2002, <http://terrevie.ovh.org/dechet.pdf>
- [15] Diop O., Contribution à l'étude de la gestion des déchets solides de Dakar : Analyse systémique et aide à la décision, thèse de doctorat, Lausanne, Suisse, 292 pages, 1988.
- [16] Cooper D., Kim B., MacDonald J., Estimating the Lower Heating Values of Hazardous and Solid Wastes, Journal of the Air & Waste Management Association, 1999.
- [17] Wilson D., Whiteman A., Torrin A., Strategic Planning Guide For Municipal Solid Wastes management, The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, Version 2, 2001.
- [18] Anonyme : Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool), User version, 58 pages, 2004.
- [19] Furedy C. and Chowdhury T., Solid Waste Reuse and Urban Agriculture - Dilemmas in Developing Countries : the Bad News and the Good News, (1996) Urban Agriculture Notes, International Congress, Ryerson Polytechnic University, Toronto, July 1996.
- [20] Interdisciplinary Modules to Teach Waste or Residue Management in the Food Chain, module 2 : Identification, Quantification and Characterization of Wastes/Residues, Waste Characterization/Assessment Methods, <http://www.oznet.ksu.edu/swrl/module2.htm>