



Etude des déchets urbains déposés dans une ancienne décharge non contrôlée (Study of municipal waste filed in uncontrolled landfill)

N. Hafid^{1*} et M. El hadek¹

¹Laboratoire de Génie des Procédés, Faculté des sciences – Université IBN ZOHR – 80 000 AGADIR

Received 7 Dec 2013, Revised 16 July 2014, Accepted 17 July 2014

* Corresponding author: E-mail: hafidnaima@yahoo.fr ; Tel: (212)0667620687

Abstract

Landfilling has been widely practiced as the cheapest solution to municipal solid waste problems. However, few studies have been interested to evaluate waste disposal sites after closing. This work concerns the oldest portion of the municipal landfill in Agadir city. Samples of urban refuse were taken at different depths in landfill. The earthy fraction was analyzed. Many physico-chemical parameters including pH, salinity, total nitrogen, organic matter and some heavy metals were determined. The organic product percentage is 52% and 80% of it passed through 2mm. Volatile organic materials average is 14% and total nitrogen is 0.4% of dry matter. Nevertheless, the high concentration of some metallic elements and the greatest amount of soluble salts poses a problem to the rehabilitation of this area.

Keywords : Municipal waste - old landfill – physico-chemical analysis – rehabilitation

1. Introduction

Les problèmes de la gestion environnementale des déchets urbains deviennent de plus en plus préoccupants aussi bien dans les pays du nord que ceux du sud [1,2]. Pour les pays en développement, de nombreuses difficultés tant du point de vue technique, économique que méthodologique et organisationnel sont à résoudre [3]. Au Maroc, la production des déchets urbains est estimée à cinq millions tonnes en milieu urbain [4]. A l'état brut, ces déchets sont très humides et riches en matières putrescibles [5]. Ces dernières décennies, l'urbanisation rapide des villes a entraîné une prolifération des décharges non contrôlées [6]. Les sites sont trop souvent choisis sans étude d'impact sur l'environnement [7]. A travers le monde, la mise en décharge est la seule méthode qui absorbe tous les composants des déchets urbains [8]. Elle présente aussi l'avantage d'éliminer d'importants volumes à des coûts raisonnables [9]. Pour la ville d'Agadir, l'ancienne décharge publique est située à sept Km du centre ville [10]. La caractérisation des déchets qu'elle enferme est d'une énorme importance.

2. Matériels et Méthodes

L'intervention sur les dépôts étudiés s'est effectuée par forage et réalisation de carottage sur toute la hauteur du dépôt, ensuite, la reconstitution d'échantillons [11].

Le prélèvement élémentaire a été réalisé de façon à ne privilégier ni une fraction grossière, ni une fraction fine. Le produit est ensuite homogénéisé puis réduit pour donner l'échantillon final. Cette réduction s'est faite par la méthode de quartage [12]. Celle-ci consiste à mélanger l'ensemble des prélèvements puis les étendre en couche uniforme. Celle-ci est ensuite subdivisée en quatre quartiers égaux. Un quart subit la même opération jusqu'à avoir un échantillon d'environ 2 Kg qui est ensuite mis dans un sac en plastique pour servir d'échantillon de laboratoire sur lequel sont effectuées les différentes analyses. Les fractions terreuses sont tamisées par un tamiseur à mailles carrées AFNOR NFX 11504.



Figure 1 : Déchets urbains extraits à 1 m de profondeur des anciens dépôts de la décharge

Les matières volatiles totales sont déterminées par calcination à 550 °C et le carbone organique par la méthode de WALKLY-BLACK [13]. Les teneurs en métaux sont déterminées par spectrophotométrie d'absorption atomique type Varian Spectr AA-10/20 et le phosphore assimilable et l'azote total, respectivement, par la méthode OLSEN et la méthode KJELDAHL [14].

3. Caractérisation des dépôts de la décharge

L'ancienne décharge communale d'Agadir, mise en fonction depuis 1979, se situe sur une carrière de 20 Hectares [15]. Cette décharge contenait les déchets urbains des sept communes de l'agglomération [16]. Les dépôts étudiés occupent une superficie de 105 542 m² dans la décharge. Ils constituent l'ancienne portion de cette décharge. Ils renferment des déchets urbains bruts d'une dizaine d'années. Ces déchets ont été déversés à l'air libre dans des casiers non conçus spécifiquement pour les recevoir. Le déversement s'est effectué par simple déchargement des véhicules de collecte. Au début des années quatre-vingt-dix, cette portion de la décharge ne recevait plus de déchets. La hauteur des dépôts ne dépasse pas 2 m. La composition physique des ordures extraites des dépôts a été déterminée par tri manuel en catégories après tamisages successifs à : 31, 25, 20, 15 et 5 mm. La détermination de la composition physique et chimique des déchets dans ces dépôts est l'un des principaux critères retenus pour évaluer le potentiel risque du site en vue d'envisager un réaménagement adéquat [17].

3.1. Composition physique

Les produits sont issus des casiers différents à deux profondeurs : 0.5 et 1 m. Leur composition physique moyenne représentée sur la figure2 montre que la fraction terreuse appelée terreau de la décharge [18] constitue 48 à 57% du poids total des déchets.

Les gravats et les céramiques représentent plus de 32 % de la masse totale. Les matières plastiques représentent respectivement 2.55 et 2.08 % pour les profondeurs 0.5 et 1 m. Ces matières constituent 10.8 % du poids des ordures ménagères collectées actuellement soit quatre fois leur taux il y a une dizaine d'années. Le taux du verre varie de 5.5 à 6.5 % et ceux des autres catégories vont de 0.5 à 1.5% à l'exception des objets métalliques qui dépassent 3% dans certains échantillons.

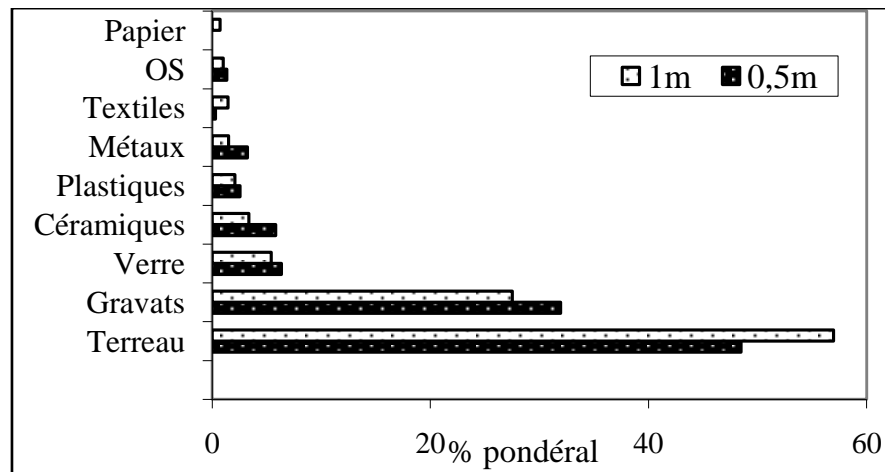


Figure 2 : Composition physique des ordures prélevées de la décharge à 0.5 et 1m de profondeur

3.2. Granulométrie

Le tamisage à différentes mailles de la fraction terreuse des ordures retirées des dépôts montre que sa granulométrie est très fine et ne varie pas énormément d'un casier à l'autre et entre les deux profondeurs au sein du même casier (figure 3). Toutefois, le terreau extrait à 1m est plus fin que celui de 0,5m. Cette finesse prouve une parfaite dégradation des matières putrescibles contenues dans ces dépôts. Leur exposition à l'air libre avant leur enfouissement et la faible hauteur des dépôts ont entraîné une forte décomposition des fractions fermentescibles.

Le sol extrait à 0,5 et 1m de profondeur de la zone non exploitée de la décharge est utilisée comme référence. Plus de 50% du poids total des deux échantillons de sol est formé de particules de diamètre inférieur à 0,25 mm. Une différence notable est observée entre la distribution granulométrique du terreau et du sol de la décharge. Cette fraction terreuse fine serait bénéfique pour une végétation du site. Toutefois, sa valeur agronomique dépend de sa composition chimique et de sa stabilité.

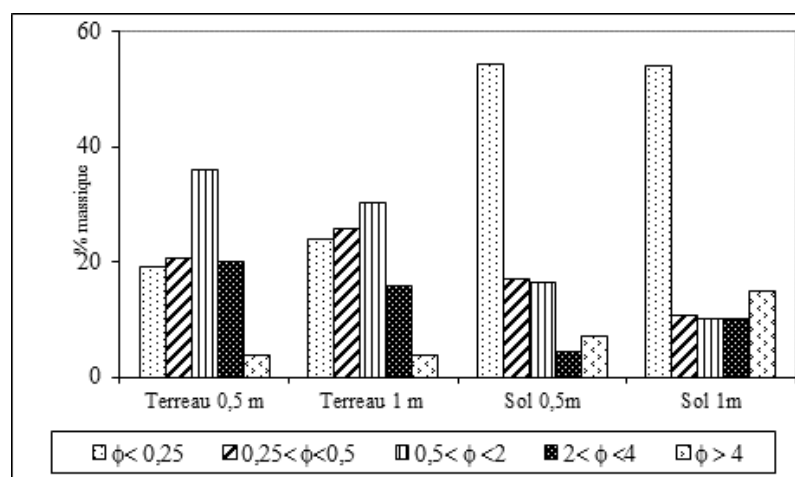


Figure 3 : Granulométrie du terreau et du sol de la décharge à différentes profondeurs

3.3. Analyses physico-chimiques

Les résultats analytiques varient d'un casier à l'autre et au sein du même casier. Leur variabilité peut être due à l'hétérogénéité des ordures qui y sont déposées, leur variabilité dans le temps et la difficulté d'obtenir des échantillons parfaitement représentatifs.

Les prélèvements ont été effectués en période de sécheresse et le taux d'humidité ne dépasse pas 11%. Les valeurs du pH vont de 7,4 à 8,9. Toutefois, la conductivité électrique est trop élevée pour les échantillons prélevés des casiers 1 et 2. Ceci peut être dû à la présence des déchets de l'industrie de poisson dans ce point de la décharge. Cette salinité excessive va manifestement nuire aux cultures envisagées pour la réhabilitation du site.

Tableau 1. Teneurs en eau et en matières organiques dans le terreau de la décharge

	Casier N°1 (46 620 m ²)		Casier N°2 (15 000 m ²)		Casier N°3 (43 922 m ²)		Sol de la décharge	
	0.5m	1m	0.5m	1m	0.5m	1m	0.5m	1m
% H ₂ O	7.29	10.21	9.53	6.79	7.50	10.15	4,36	2,78
pH	8.50	8.70	8.60	8.90	7.40	8.10	8,69	8,97
CE(mS/cm)	20.99	21.59	18.41	14.56	2.16	1.76	0,64	0,99

Comparé au sol du site de la décharge, les teneurs des matières volatiles totales sont importantes et se situent entre 9 et 15 % avec une légère augmentation en fonction de la profondeur. Cette augmentation est également observée dans d'autres anciennes décharges [11]. Toutefois, on peut s'attendre à des valeurs encore plus importantes compte tenu de la portion des matières putrescibles dans les déchets urbains frais qui peut atteindre 70% du poids total des déchets [19].

Le taux d'azote total atteint 0.45 % de la matière sèche, valeur élevée comparée à celle obtenue pour le terreau de la décharge de Villeparisis [11]. La teneur en carbone organique est importante et se situe entre 3 et 5 % de la matière sèche. Cette réserve en carbone est intéressante pour la revégétation du site. En effet, elles sont supérieures aux teneurs dans le sol de la décharge qui se chiffrent à 1.37 ; 1.00 et 0.71 % de la matière sèche pour les profondeurs 0.5, 1 et 2 m respectivement. Comparé au compost qui a été produit par l'unité de production de l'amendement organique située sur le lieu même de la décharge, le terreau est moins riche en matières organiques [20].

Tableau 2. Teneurs en éléments majeurs du terreau de la décharge en fonction de la profondeur

	Casier N° 1		Casier N° 2		Casier N° 3	
	0.5m	1m	0.5m	1m	0.5m	1m
% M.V.T	12.75	13.26	14.61	14.42	9.40	15.72
C _{org} (%MS)	3.05	4.85	4.25	4.85	3.75	3.05
NTK (%MS)	0.42	0.44	0.28	0.45	0.47	0.30
P ₂ O ₅ (%MS)	0.03	0.09	0.12	0.06	0.05	0.12
CaCO ₃ (%MS)	4,40	2,80	2,00	3,20	4,80	5,48

Les teneurs en carbone organique pour les différents points suivent pratiquement la même évolution que la matière organique avec un facteur multiplicatif allant de 3 à 5. On observe une teneur relativement faible, proche de celle d'un sol, en général de l'ordre de 2 à 3%. Le rapport carbone organique sur matière organique est d'environ 0,35. Cette valeur est très proche des résultats trouvés pour des déchets de 20 à 30 ans [9]. Toutefois, les taux du phosphore assimilable P₂O₅ sont inférieurs à 0,2 % de la matière sèche. Le calcium présent généralement sous forme d'oxydes ou de carbonates en teneurs assez élevées, alcalinise le sol. Les carbonates de calcium constituent une forme considérable du calcium dans le terreau avec un pourcentage qui va de 2 à 5,5% de la matière sèche.

La pollution métallique des déchets enfouis est un problème à long terme, qui suscite beaucoup d'inquiétudes. Les teneurs en Fe, Zn, Cu, Cd et Pb dans le terreau issu des trois casiers sont représentées en fonction de la profondeur dans la figure 4.

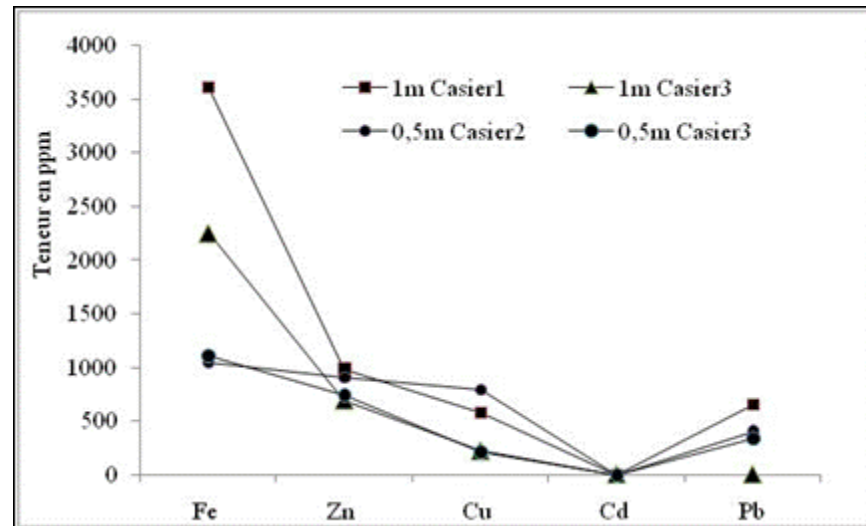


Figure 4 : Variation des teneurs de cinq métaux selon la profondeur du dépôt de la décharge

Ces résultats montrent que le terreau issu du casier 3 est moins chargé en métaux. La comparaison de ces teneurs avec celles évaluées pour le compost des déchets urbains de la ville, montre que le compost est plus riche en fer et en zinc [19]. La teneur moyenne du Zinc est de l'ordre de 880ppm soit trois fois la valeur limite dans le sol. Le cadmium n'a pas été détecté dans trois échantillons. Sa valeur maximale 11,3 ppm est obtenue à 1m dans le casier1. Le taux du plomb présente des valeurs beaucoup plus dispersées. La gamme de variation s'étend de 344 à 749 ppm. Le taux du fer augmente avec la profondeur. Il passe en moyenne de 1217 au niveau de 50 cm à 3234 mg/Kg de la matière sèche à 1 m de profondeur. Les valeurs du pH légèrement alcalines peuvent diminuer l'assimilation de ces métaux par les plantes [21].

Par comparaison aux valeurs recommandées pour les composts urbains et avec l'écolabel européen concernant les amendements du sol, les concentrations du Cd, Pb, Zn et Cu sont élevées [22, 23]. Leurs principales sources sont les matières plastiques, le verre, les piles et les papiers [24, 25]. Ces déchets et d'autres tels que les rebus électriques et électroniques doivent être collectés avant l'enfouissement des déchets [8]. Bien que les dépotoirs soient recouverts d'une couche de sol, la percolation des eaux de précipitations peut générer d'autres nuisances.

Conclusion

Les déchets urbains de la ville d'Agadir sont très humides et contiennent un taux élevé de matières putrescibles. Leur enfouissement à l'état brut constitue un gâchis de la matière organique. Les déchets contenus dans les dépotoirs étudiés ont subi une forte oxydation qui a entraîné une dégradation de la fraction fermentescible et une hygiénisation du produit résultant. Les déchets extraits de ces dépôts contiennent environ 32% de gravats et de céramiques. Bien que ces matières puissent être utilisées après concassage en tant que matériaux, ce mode de valorisation n'est pas économiquement rentable. Les autres matières valorisables sont souillées et présentent des taux faibles.

La fraction terreuse est de granulométrie très fine et constitue 48 à 58% du poids total des ordures. L'analyse physico-chimique de cette fraction montre que sa teneur en matière organique est 2 à 3 fois supérieure à celle contenue dans le sol de la décharge. Ses teneurs en éléments mineurs et majeurs sont importantes pour le reboisement du site. En revanche, sa teneur élevée en sels solubles et sa variabilité d'un casier à l'autre constituent une source de pollution et exigent des précautions pour drainer l'eau qui s'infiltré à travers ces dépôts. Les valeurs du rapport C/N situées entre 7 et 15 indiquent une stabilisation des déchets contenus dans ces dépôts.

Les résultats de notre étude opte pour un reboisement de ce type de décharge. La croissance d'une végétation locale serait facilitée par la présence d'un substrat composé de terre et de déchets organiques compostés au fil des années. Son apport fertilisant et en matière organique serait bénéfique pour la croissance des plantes. Les gravats généralement inoffensifs pour l'environnement constitueront une excellente sous couche drainante et stable. Ainsi, des opérations de lessivage sont

indispensables pour réduire la salinité ainsi que le drainage de l'eau qui s'infiltré à travers ces dépôts. Compte tenu de cette teneur en sels solubles, ce type de terrain peut être reboisé par des plantes halophytes telles que les *Atriplex* et la *Nitraria*

Références

1. Douja M.H, 2^{ème} Colloque international à Agadir : *La gestion intégrée des déchets* (2005).
2. Haouaoui L., 5^{ème} colloque international « *Energies, changements climatiques et développement* » Hammamet, Tunisie (2009).
3. John H. Skinner, *Solid Waste : Assessment, Monitoring and Remediation*, (2004) 1091.
4. Bouchareb N. & SWEEP-net, *Rapport pays sur la gestion des déchets solides au Maroc* (2010) 9.
5. Secrétariat d'état chargé de l'environnement, (2003)11.
6. El Khamlichi M.A et al, *Revue marocaine du Génie Civil*.68(1997)17.
7. Nrhira A., Rapport de fin d'études, (1998) 150.
8. Da Zhu, *Improving Municipal Solid Waste Management in India*, World Bank (2008) 127.
9. Martin Pépin AINA, Thèse doctorale, Limoges, (2006) 176.
10. Brakez A., Ministère de l'intérieur, (1997) 70.
11. Chawadichareden R., Thèse doctorale, Lyon, (1990) 158.
12. Wiart J., *ADEME*, (1997) 1.
13. Segoe S. Rd., *Methods of soil analysis, Agronomy Monograph n° 9, Part 2*. 2nd Ed. (1982).
14. De Bremner J. M., Mulvaney S. C., *Methods of soil analysis, Part Chemical and microbiological properties*, ASA, Madison, (1982) 595.
15. Secrétariat d'état chargé de l'eau et de l'environnement, GTZ&PGPE, (2008) 43.
16. GERSAR/SCP et ANRED, Dir. Gen. Coll. Loc. (1989) 52.
17. ADEME, *Guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères* (1996) 107.
18. Mustin M., *Le compost, Gestion de la matière organique*, Ed F.DUBUSC. Paris, (1987) 954.
19. Hafid N., *Revue francophone d'écologie industrielle*, N° 25 (2002) 1-5.
20. Hafid N. El Hadek M et Lguirati A., *Annales de chimie*. Vol. 26. Supp. 1. (2000).
21. Maystre L.Y., *Déchets urbains, Nature et caractérisation*, Lausanne, (1994) 219.
22. Jemali B., Thèse série D. E. S, ELJADIDA, (1996) 127.
23. Feix IADEME, (1995) 1.
24. Rousseaux P., Navarro A. et Vermande P., *Tribune de l'eau*, INSA(1990) 17.
25. Coïc Y. et Coppenet MINRA, Paris, (1989) 114.

(2014) ; <http://www.jmaterenvirosci.com>