

ANALYSE DE LA DÉCHARGE DE DÉCHETS URBAINS DE MARRAKECH RELATIVEMENT À L'ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION MAROCAINE EN MATIÈRE D'ENVIRONNEMENT

Rachid Hakkou*, Mostafa Wahbi*, Jean-Louis Pineau**
*Université de Cadi Ayyad – **Laboratoire environnement et minéralurgie

La communauté urbaine de Marrakech stocke ses déchets dans une décharge autorisée depuis 11 ans dont le site a été retenu en fonction de critères d'urbanisme et de tourisme. L'analyse de la décharge en relation avec l'évolution de la réglementation marocaine en matière d'environnement montre premièrement que le lixiviat sortant de la décharge et allant vers l'oued Tensift est fortement chargé en cuivre et chrome à cause des déchets de l'artisanat, deuxièmement que le tas de déchet dont la quantité est estimée à 0,6 Mt, sur une hauteur pouvant atteindre 6 m et qui est stocké dans une cuvette inclinée, présente à terme un risque de glissement lors d'un événement pluvieux exceptionnel.

For 11 years the city of Marrakech (Morocco) stockpiles his municipal solid wastes in an authorized landfill, the location of which was chosen from the criteria of urban planning and tourism. The analysis of the landfill according to the development of the environmental regulations in Morocco reveals two hazardous facts. The first fact is a great concentration of copper and chromium in the landfill leachate explained by the wastes of copper and leather from hand craft. The second fact is a risk that the wastes pile, estimated to a 0.6 MT weight and a 6 meter high, could slide because of the form of the landfill which is a sloped bowl and due to an exceptionnal rainy event.

INTRODUCTION

La mise en décharge est la solution retenue par l'agglomération de Marrakech pour éliminer ses déchets. Le choix du site a été fait suivant des critères économiques liés au tourisme et à l'urbanisme comme nous le montrons dans la première partie. Mais la prise de conscience de la protection de l'environnement et la maîtrise des déchets s'appuyant sur une évolution de la réglementation au Maroc obligent à avoir une autre approche. Dans la deuxième partie nous décrivons le site suivant la circulaire française du 11 mars 1987 relative aux décharges contrôlées. Dans la troisième partie, nous analysons l'exploitation de la décharge au

niveau du lixiviat rejeté vers l'oued Tensift et au niveau d'un risque de glissement des déchets stockés.

L'IMPORTANCE DE L'ÉCONOMIE DANS LE CHOIX DU SITE DE LA DÉCHARGE ACTUELLE DE MARRAKECH

Comme l'implantation et l'exploitation de l'ancienne décharge étaient en contradiction avec le développement économique touristique et urbanistique de Marrakech comme nous le montrons ci-après, la communauté urbaine a recherché un site pouvant répondre à ces contraintes économiques.

Les origines de la décharge

La communauté urbaine de Marrakech déposait ses déchets, jusqu'en 1987, dans la décharge d'Al Azzouzia, à la périphérie de Marrakech, à proximité d'une zone maraîchère. Sur le site de la décharge a été implantée en 1967 une unité de compostage qui devait réduire notablement la quantité de déchets mis en décharge en transformant la matière organique dont la part pondérale dans les ordures ménagères est de l'ordre de 60 %, en compost utilisé par les maraîchers. Malheureusement, le compost produit n'a pas répondu à l'attente des maraîchers pour deux raisons. La première tenait à son manque de maturité ayant pour conséquence l'inhibition de la croissance des plantes. La seconde était liée à la présence importante de nombreux plastiques. L'unité de compostage avait été conçue pour traiter l'intégralité des déchets produits par Marrakech, sa capacité annuelle étant de 50 000 t. Mais le tonnage réellement traité fut nettement plus faible que le tonnage prévisionnel. Il n'était plus que de 1 800 tonnes en 1984 soit 4 % de la capacité de la station (Onem, 1997). C'est ainsi qu'en 1987, l'unité de compostage fut fermée. De plus, comme elle avait été placée près de la voie d'accès de la décharge, à proximité de la voie ferrée Casablanca-Marrakech et que pour des raisons pratiques, des déchets étaient déversés à cet endroit, une partie de ces derniers était visible des voyageurs en contradiction avec le développement touristique de Marrakech. De fait, la communauté urbaine a cherché un nouveau site pour lequel elle a privilégié les critères liés au tourisme et à l'urbanisme comme nous les montrons ci-après.

Le site de la décharge actuelle

La situation géographique du site et son accessibilité résultent d'une étude économique quant à la définition du site.

La situation géographique

La figure 1 décrit la zone de la décharge. Celle-ci est située à 15 km au nord de Marrakech, non loin de l'oued Tensift, dans une zone peu habitée. Le village le plus proche est à 2 km au nord.

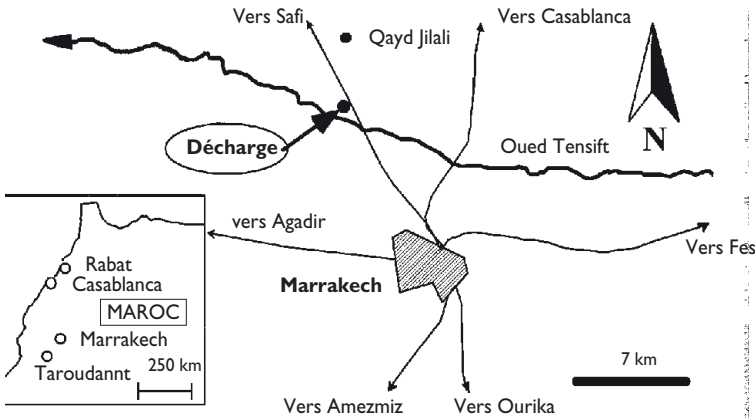


Figure 1 : La situation géographique de la décharge

Accessibilité

Elle est accessible par la route principale (RP9) la plus directe vers l'Atlantique reliant Marrakech à Safi qui est une ville portuaire à vocation industrielle. Elle est donc une liaison importante et de bonne qualité, empruntée par de nombreux camions.

L'emplacement

La décharge est située dans une cuvette légèrement pentée

vers le sud ouest, en contrebas de la route de laquelle elle est masquée par deux collines. Au pied de la décharge coule l'oued Tensift. Cette proximité peut être interprétée comme un inconvénient mais lors du choix du site, ceci ne l'était pas parce que l'oued Tensift était très pollué en amont. Il était et est encore l'exutoire de 77 000 m³/j d'eaux usées domestiques et industrielles produites par Marrakech et non traitées (Onem, 1997). Parmi ces eaux usées, nous citons celles issues des tanneries qui sont chargées en chrome.

Si nous limitons l'analyse du site aux seuls critères économiques, le choix du site est bon. Mais actuellement au Maroc, avec la prise de conscience de la protection de l'environnement et l'élaboration d'un projet de loi, il est nécessaire d'analyser autrement sa situation.

L'ANALYSE DE L'ÉTAT PHYSIQUE DU SITE EN RELATION AVEC LE PROJET DE LOI

Après avoir présenté les objectifs du projet de loi, nous décrivons l'état physique du site de la décharge.

Le projet de loi

Le projet de loi marocaine relative à la gestion des déchets solides et à leur élimination précise dans son article 2 qu'il faut prévenir la pollution et protéger la santé de l'homme. Les déchets ne pourront alors être déposés qu'en décharge contrôlée si la mise en décharge est la solution d'élimination retenue. Pour atteindre les objectifs de cet article, des textes réglementaires fixeront les prescriptions techniques pour le stockage. Comme les textes n'existent toujours pas,

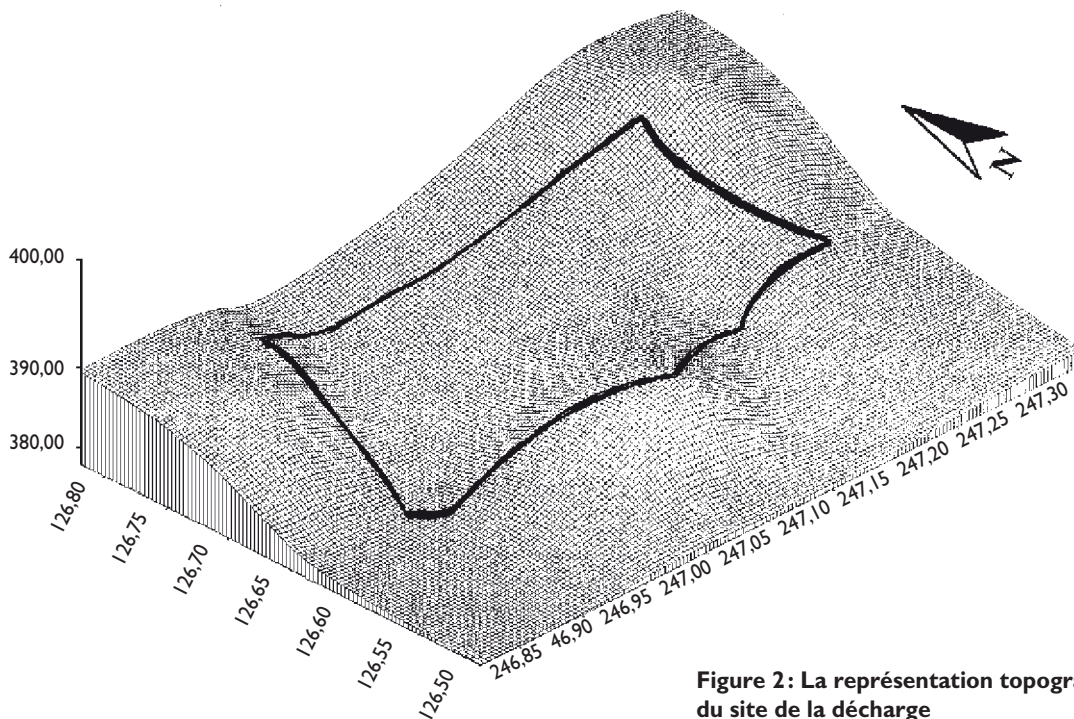


Figure 2 : La représentation topographique du site de la décharge

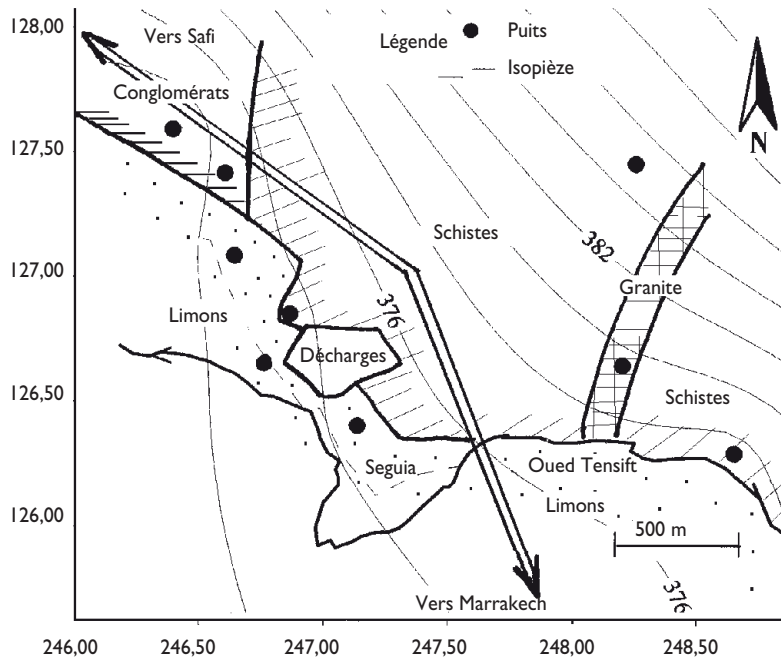


Figure 3 : La carte géologique et piézométrique

nous nous référons à la circulaire française du 11 mars 1987 relative à la mise en décharge contrôlée des déchets. Cette circulaire précise les conditions d'implantation, d'aménagement, d'exploitation et d'autosurveillance de la décharge. De plus elle fixe le cadre d'étude avec un descriptif du site suivant des notes sur la topographie du site, sur la géologie et la lithologie des terrains encaissants, sur l'hydrogéologie qui décrit l'aquifère et conclut sur la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution et enfin sur l'hydrologie et sur la climatologie avec des données météorologiques pour pouvoir établir le bilan hydrique.

La topographie du site

La représentation 3D (figure 2) que nous avons réalisée à partir de la mappe cadastrale de Marrakech au 1/5000, décrit l'état initial du site.

C'est une cuvette inclinée de pente NE/SW de 2,5 % en moyenne qui favorise le ruissellement des eaux fluviales en surface du dépôt. Mais en hiver cette faible pente et le ruissellement de l'eau posent des problèmes d'adhérence aux camions lors du déchargement des déchets. La pente maximale est de 7 %.

La géologie

La carte géologique du secteur (figure 3) montre que le site de la décharge chevauche deux formations différentes au niveau composition et aire géologique.

La formation qui constitue les 2/3 du site, à l'est, est constituée par des schistes du paléozoïque.

Ce sont les schistes de Sarhlef qui ont l'aspect de flysch à petits bancs gréseux. La schistosité est d'axe N35E, cassée par une phase tectonique tardive avec des failles d'orienta-

tion N45E à N90E.

La formation qui représente le 1/3 restant du côté ouest en direction de l'oued Tensift est constituée à la base par des conglomérats et des croûtes calcaires et à la partie supérieure par du limon appartenant au quaternaire.

L'hydrogéologie

Les schistes de Sarhlef constituent une des deux formations aquifères de la région. La nappe d'eau souterraine est relativement peu profonde. Le niveau de l'eau dans les puits varie entre 6 et 10 m. La carte piézométrique réalisée à partir des données de juin 1999 montre un écoulement de la nappe du NE vers le SW, en direction de l'ouest Tensift, indépendamment de la nature des terrains encaissants (figure 3). La perméabilité à saturation K_s mesurée par la méthode du drainage interne dans une colonne, pour un sol à côté de la décharge est de 10^{-6} m/s (Moumou, 1997). Cette valeur est semblable à celle de la perméabilité des 5 m du substratum d'une décharge de classe 2 (circulaire française du 11/03/87)

Climatologie

Le climat de la région est un climat semi-aride. Les précipitations sont faibles, 250 mm/an et irrégulières avec néanmoins une saison pluvieuse d'octobre à avril et une saison sèche de juin à septembre (Onem, 1997). L'humidité relative passe en moyenne de 73 % en janvier à 33 % en juillet et les températures moyennes de 12 °C en janvier à 29 °C en juillet. Le nombre de jours d'insolation est de 240 en moyenne avec 119 jours en continu. Les vents dominants sont faibles, ils viennent de l'ouest et nord ouest alors que deux vents desséchants, le chergui et le sirocco soufflent en juillet. Ils vien-

nent de l'est et du sud. C'est ainsi que les déchets organiques qui ont la plus forte humidité (70 %) se dessèchent très rapidement et que leur biodégradation ne peut se faire que quand ils sont enfouis.

De toutes ces remarques sur la physique du site, il ressort que ce dernier ne peut servir qu'à des déchets urbains uniquement avec une protection de la nappe pour limiter l'impact de la décharge et une stabilisation du talus pour éviter tout glissement de la décharge. Comme le site est déjà en exploitation nous avons mené une analyse de son exploitation.

L'EXPLOITATION DE LA DÉCHARGE

Dans un premier temps nous analysons les risques de pollution relatifs au lixiviat produit par la décharge, dans un deuxième temps les risques de glissement des déchets stockés dans cette cuvette inclinée.

Les risques de pollution liés au lixiviat

Les risques sont liés à la nature des déchets stockés. Les déchets sont pour l'essentiel des déchets ménagers auxquels sont rajoutés des déchets d'artisans et de commerçants. Les données les plus fiables actuellement sont celles obtenues lors d'une campagne d'étude réalisée entre mai et août 1993 (Moumou, 1997). La campagne d'échantillonnage a consisté en un prélèvement de 100 lots de 5 kg chacun, soit 1 lot total de 500 kg dont la description est la suivante (tableau 1).

De fait, puisque les déchets urbains stockés sont en majo-

rité des déchets des ménages, la composition chimique du lixiviat doit être cohérente avec la nature des déchets. Pour le vérifier, nous comparons la composition en métaux lourds du lixiviat prélevé au pied de la décharge en novembre 1999 aux compositions de différents lixiviats de déchets urbains type ménagers et de déchets industriels (tableau 2) trouvées dans la bibliographie.

Au vu de ces résultats, il est difficile de différencier le lixiviat issu de la décharge de Marrakech des autres lixiviats exceptés pour le chrome et le cuivre qui sont fortement présents. Nous l'expliquons facilement par les déchets de l'artisanat du cuivre et des peaux.

L'analyse des anions (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) et des cations (Na^+ , Ca^{++} , K^+ , Mg^{++} , NH_4^+) donne respectivement 779 meq/l d'anions avec une forte proportion de Cl^- et 614 meq/l de cations avec une forte proportion de Na^+ , nous permettant d'admettre l'équilibre ionique. Ces valeurs sont doubles de celles obtenues avec les lixiviats des déchets industriels (Maes, 1990) et 20 fois supérieures aux lixiviats des déchets urbains à dominante déchets des ménagères (AGHTM, 1985). Ces analyses sont confirmées par la comparaison des conductivités, conformément à la norme Afnor NFT 90-101, soit respectivement 62 400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour Marrakech, et 25 000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour la décharge de déchets industriels (Maes, 1990) et 3 067 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour les décharges d'ordures ménagères (AGHTM, 1985). Ce point est à relier à la remarque suivante: « la concentration en chlorures dans les eaux souterraines proches d'une décharge peut souvent être un indicateur d'une concentration relative en lixiviat de la décharge » (Cartwright in Herndon, 1990).

Une autre remarque concerne le pH et la température du lixiviat au pied de la décharge s'écoulant vers l'oued Tensift. Le pH est de 7,65 et la température de 19 °C. Ce pH et cette température sont ceux d'un lixiviat provenant d'un produit mûr (Mustin, 1987). Comme le produit mûr se situe à la base de la décharge, qu'il y a un débit de lixiviat et que les déchets organiques ont en partie perdu leur humidité en surface de la décharge suite au climat semi-aride, le lixiviat ne peut se trouver qu'à l'interface nappe, déchets urbains.

En conclusion, la décharge de Marrakech rejette des lixiviats

Tableau 1 : Composition des déchets ménagers urbains de Marrakech en 1993

Nature	Poids humide %
Matières fermentescibles	70,00
Papier	14,30
Plastiques	7,10
Textiles	4,80
Verre	1,50
Métaux	1,00
Cuir	0,13
Caoutchouc	0,06
Bois	0,20
Teneur en eau, %	56,22

Tableau 2 : Comparatif des teneurs en métaux dans des lixiviats

Conc. mét. dans lixiv. (g/l)	Décharge Marrakech	Décharge Rabat ⁽¹⁾	Décharge déchets urbains France ⁽²⁾	Décharge mixte France ⁽³⁾		Décharge déchets industriels spéciaux France ⁽⁴⁾
				val. min.	val. max.	
Zn	690	3	670	10	44 100	1 120
Cu	1570	8	180	50	340	160
Pb	0,3	455	< 100	40	1 050	120
Ni	300	91	150	160	4 500	160
As	< 700	34	< 200	-	-	-
Cd	0,1	21	< 100	0	170	10
Cr	420	65	< 100	10	110	10

(1) [Naifar et al, 1996]; (2) [AGHTM, 1985]; (3) [Mertens, 1995]; (4) [Maes, 1990]

trop fortement chargés en cuivre et chrome à cause des déchets des artisans travaillant le cuivre et les peaux. Le lixiviat est issu du déchet dont la matière organique a été biodégradée. À ce risque de pollution chimique, il faut ajouter l'autre risque inhérent aux stockages des déchets, le glissement des déchets stockés.

Analyse du stockage des déchets

Actuellement, comme l'épaisseur maximale de déchets sur la décharge est de 6 m, que la décharge est toujours en exploitation et que la forme de cette dernière s'apparente à celle d'un barrage (figure 2), l'autre question importante qui se pose concerne les risques de glissement des déchets. Ce risque dépend de la quantité stockée et des propriétés physiques des déchets dans la décharge.

La quantité de déchets stockés

La quantité de déchets stockés est égale à la différence entre la quantité déposée et les pertes liées à l'évolution de la matière organique depuis le début de mise en exploitation de la décharge. Pour l'estimation de la quantité déposée, nous disposons d'informations sur la production journalière que nous décrivons dans la figure 4.

Cette information est fragmentaire d'une part et son analyse d'autre part pose une interrogation sur la donnée de 1998 qui est égale à 1,02 kg/j/hbt soit pratiquement le double de celle de la période allant de 1991 à 1993 sans modification de mode de vie dans Marrakech, égale à 0,55 kg/j/hbt. À titre de comparaison, Taroudannt (66 000 hbt), préfecture de la Wilhaya de Taroudannt légèrement plus au sud de Marrakech, produisait 0,64 kg/j/hbt en 1998 (Harrag, 1998). Rabat, (676 000 hbt - 1994), capitale administrative du Maroc produisait 1,04 kg/j/hbt en 1994 (Naifar, 1996).

Si nous admettons que Marrakech a pris de l'importance au niveau administratif entre 1993 et 1998, nous pouvons considérer que l'augmentation importante de la production des déchets est possible et que les données sont fiables. En tenant compte du taux annuel de croissance de la population de 3 % (Pinseau, 1991), du nombre de Marrakchis actuellement de 672 500, du taux de collecte qui se situe à 85 % en moyenne nationale et du taux de récupération de verre, métaux et plastiques lors de la collecte et sur la décharge qui s'élève à 10 % environ (Naifar, 1996), nous estimons la quantité déposée à 1,14 Mt. Cette quantité a évolué dans le temps puisqu'une partie de la matière organique a disparu lors de la biodégradation et du lessivage. L'estimation de la quantité de déchets organiques détruits par la biodégradation est établie à partir des 75 % de matières fermentescibles dont le taux de biodégradation est de 50 % au minimum et des 15 % de papiers cartons dont le taux de biodégradation est de 25 % (Mustin, 1987). En considérant que les autres produits (plastique, inertes, métaux...) à hauteur de 10 % ne se biodégradent pas, la perte totale en poids est de 50 % environ. De fait la quantité cumulée de déchets après la biodégradation n'est plus que 0,57 Mt si toute la matière organique est biodégradée. Cette valeur doit

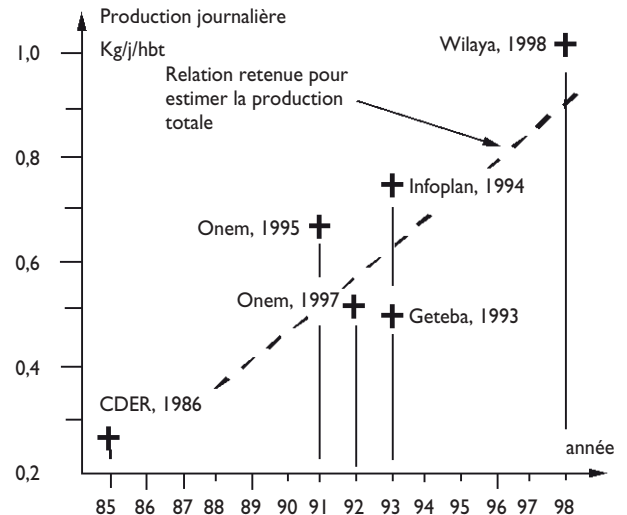


Figure 4 : La production journalière

être diminuée de la quantité de matière disparaissant lors du lessivage de la décharge par l'eau pluviale. La quantité lessivée est égale au produit des concentrations de la matière organique entraînée et des éléments solubilisés par le débit du lixiviat. En ce qui concerne la matière organique, l'analyse du lixiviat au pied de la décharge donne une concentration de 1620 mg O₂/l établie à partir d'une oxydation au permanganate de potassium, valeur approchant la DCO et correspondant à une concentration de 2500 mg/l d'acide humique de formule CHN_{0,2}O à laquelle s'ajoute la concentration en sels dissous de 40 g/l. La concentration totale lixiviée est de 42,5 g/l.

En ce qui concerne le débit annuel du lixiviat, nous retenons la limite maximum équivalente à la lame d'eau pluviale reçue par la surface de 10 hectares de la décharge, sans intervention de l'évaporation, soit 25 000 m³/an. La quantité maximum de produits évacués dans les lixiviats correspondant à une lixiviation d'origine pluviale sur les 11 ans est de 12 000 t. En conclusion la quantité estimée de déchet restant sur le site de la décharge est de 0,56 Mt.

Les propriétés physiques et les propriétés mécaniques

Les propriétés physiques retenues sont la masse volumique des déchets en place et la perméabilité.

– la masse volumique: suite à un relevé topographique de la décharge actuelle auquel nous associons la carte cadastrale du site de la décharge avant exploitation, nous en déduisons la carte des isoépaisseurs des déchets (figure 5) et estimons leur volume. Il est de l'ordre de 405 000 m³.

Comme la quantité estimée de déchets stockés est de 0,56 Mt, la masse volumique est de 1,38 soit 1,4 t/m³. Cette valeur est comparable à celles données dans la bibliographie dont la valeur moyenne ne dépasse pas les 1,4 t/m³ (Aboura, 1999) avec un accroissement avec la profondeur et le temps lié à un tassement naturel comme le montre la figure 6 (Cartier, 1983).

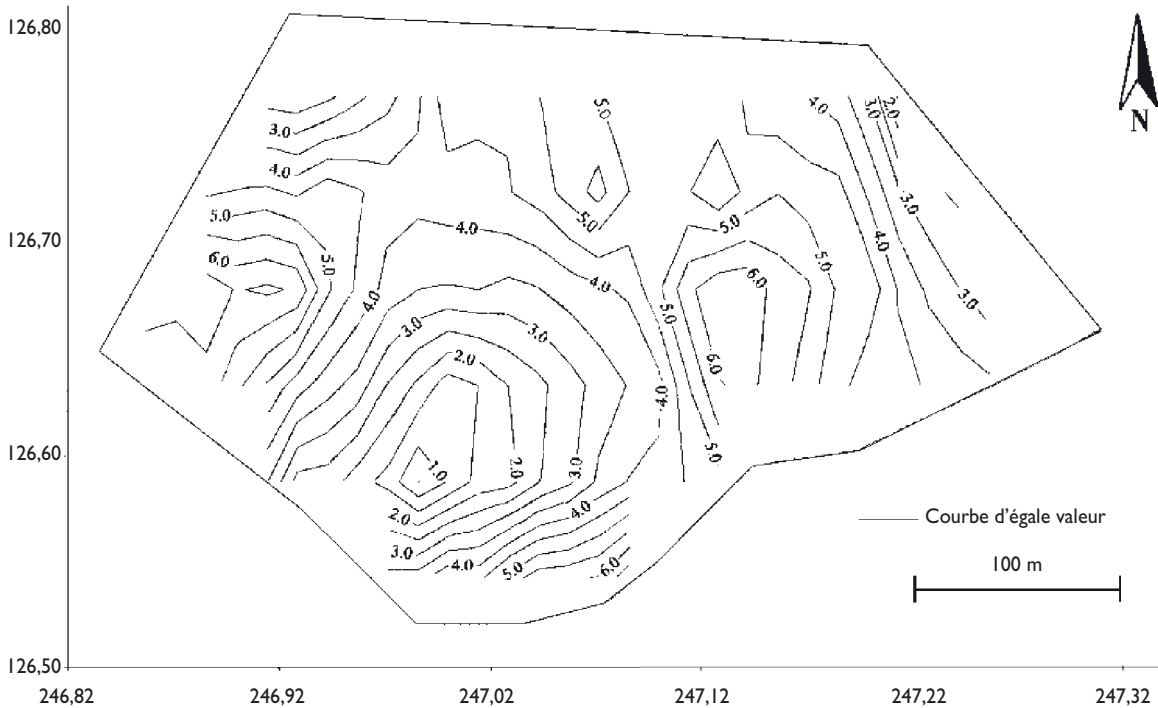


Figure 5 : La carte des iso-épaisseurs des déchets stockés

– la perméabilité: elle est de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5} m/s d'après la synthèse des travaux d'Aboura (Aboura, 1999). Elle explique la tendance à l'écoulement superficielle de l'eau de pluie sur la surface inclinée de la décharge. Les propriétés mécaniques sont celles de la masse des déchets mais aussi de l'interface déchets/schistes pour un des 2 plans de la décharge, de l'interface déchet/limons pour l'autre plan puisque les déchets sont directement déposés sur le substratum (figure 7). La stabilité de la décharge dépend de la création d'un plan de glissement apparaissant

dans le tas de déchets (plan 1 de la figure 7), ou à l'interface substratum/déchets (plan 2) si la contrainte due au poids des déchets dépasse la contrainte de cisaillement τ du plan de glissement d'une part et à la butée correspondant à un mur construit au pied de la décharge d'autre part comme le montre la figure 7.

τ est la contrainte de cisaillement due au poids des déchets. τ_1 est la résistance au cisaillement de la loupe de glissement du tas de déchet et τ_2 celle de l'interface limons-déchets.

Ne pouvant pas quantifier τ_2 , nous examinons le cas du plan τ_1 en appliquant la modélisation de Mohr Coulomb décrite par la relation:

$$\tau_1 = c + \sigma \cdot \text{tg}(\phi),$$

avec c : la cohésion, ϕ : l'angle frottement interne.

Deux analyses sont possibles. L'une a trait à la quantification des valeurs de la cohésion c et de l'angle de frottement ϕ (figure 8) (Manassero in Aboura, 1999).

Le graphe montre que plus la cohésion est faible, plus l'angle de frottement est fort et vice versa. Donc pour une cohésion nulle, la butée constituée par le mur permettrait de stabiliser la décharge à la condition que la butée soit efficace. L'autre analyse est à relier aux résultats de Jessberger et Kockel (in Aboura, 1999) pour lesquels l'angle de frottement et la cohésion diminuent avec

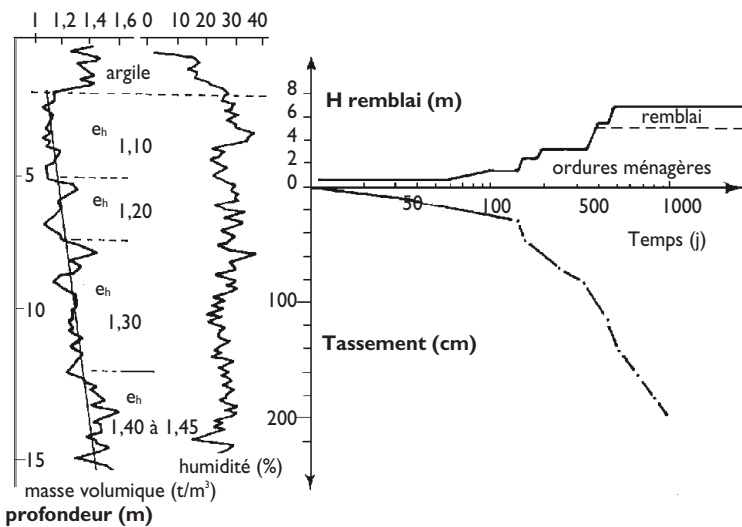


Figure 6 : La masse volumique et le tassement des déchets en décharge

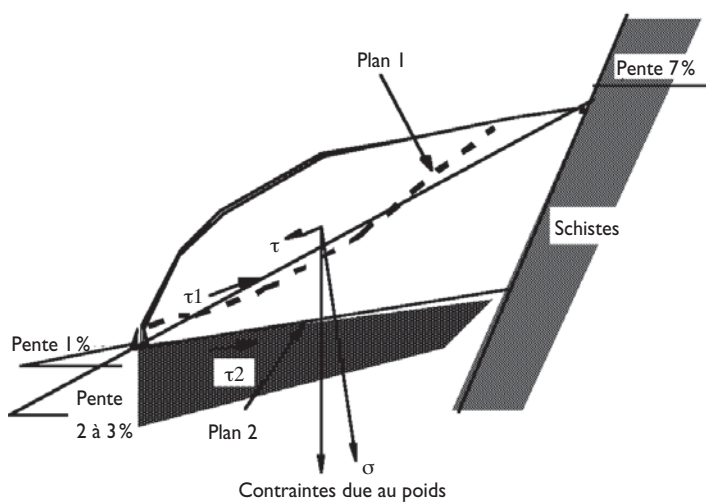


Figure 7 : Les contraintes et les plans de glissement possibles

le temps, ce qui devrait être notre cas si les déchets sont totalement biodégradés et s'il se produit un événement pluvieux exceptionnel. Il existe donc un risque non quantifiable actuellement, qu'au moins une partie des déchets glisse à cette occasion.

CONCLUSION

La décharge actuellement exploitée par la communauté urbaine de Marrakech pour éliminer ses déchets urbains répond bien à des critères économiques liés au tourisme et à l'urbanisme mais elle ne répond pas aux exigences imposées par la protection de l'environnement et la maîtrise des déchets qui se développent au Maroc. Nous constatons qu'elle rejette des lixiviats trop chargés en chrome et cuivre à cause des artisans qui mettent leurs déchets d'activité dans les déchets ménagers et qu'elle présente un risque de glissement des déchets stockés dont la quantité estimée est 0,6 Mt, lors d'un événement pluvieux exceptionnel. Ces 2 constats mettent en évidence premièrement, la nécessité d'une maîtrise des flux de déchets au niveau quantitatif et

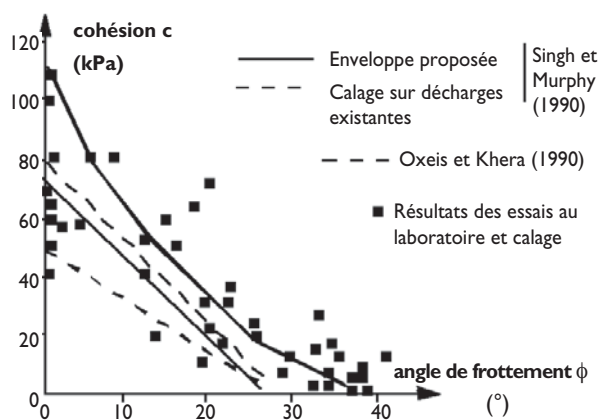


Figure 8 : La cohésion et l'angle de frottement de déchets urbains

qualitatif avec un échantillonnage parfaitement finalisé et d'une maîtrise de la relation physico-chimique déchets/lixiviat, deuxièmement, la nécessité d'une modélisation géotechnique du stock de déchets afin de quantifier le niveau du risque de glissement.

* **Rachid Hakkou, Mostafa Wahbi,**

Université de Cadi Ayyad - Faculté des sciences et techniques de Marrakech - BP 618 - Maroc

** **Jean-Louis Pineau,**

Laboratoire environnement et minéralurgie - École nationale supérieure de géologie - INPL - UMR 75 69 CNRS - Rue du Doyen Marcel Roubault - BP 40 - 54501 Vandœuvre cedex

Remerciements :

Les auteurs remercient l'Office régional de la mise en valeur agricole du Tensift pour les relevés topographiques.

Bibliographie

- Aboura A. 1999, *Étude expérimentale du comportement mécanique de matériaux granulaires non conventionnels* - thèse Université Joseph Fourier Grenoble I.
- Aghtm 1985, *Les résidus urbains, traitement et valorisation* - éd Lavoisier techniq. doc.
- Cartier G., Baldir R. 1983, *Comportement géotechnique des déchets de résidus urbains* - bull. liaison Ponts et Chaussées n° 128 nov. déc. 1983 p. 55-64.
- Cder (Centre de développement des énergies renouvelables, ministère de l'Énergie et des Mines), 1986 : *Étude de faisabilité : Production d'un combustible dérivé des ordures ménagères de Marrakech*. Vol I, Analyse Technique.
- Geteba, 1993 : *Audit des prestations d'environnement de la ville de Marrakech*.
- Harrag R., El Qassimi K. 1998 *Collecte des déchets urbains de Taroudant* Rapport ENIM.
- Herndon R.C. 1990, *Evaluation of an environmental monitoring at sanitary landfills in florida* - Report EPA n° 90-2.
- Ifoplan, février 1994 : *Étude sur l'environnement de Marrakech*. Rapport.
- Maes M. 1990, *La maîtrise des déchets industriels*, Ed. Pierre Johanet, 453 p.
- Mertens D., Richelle B., Watelet M., Wollast A. 1995, *Audit technique de caractérisation d'une ancienne décharge: composition d'un lixiviat particulier*, p. 465-470, TSM 6/95.
- Moumou A. 1997 *Contribution à l'étude de fonctionnement d'une décharge, approche de caractérisation sur volume du comportement hydraulique et physico-chimique d'un déchet type et essai de simulation* - Thèse de 3^e cycle Faculté Sc. Marrakech
- Mustin M. 1987 *Le compost* - éd Dubusc 954 p.
- Naifar E.M. 1996, *La situation actuelle de l'élimination des ordures ménagères de Rabat*, Thèse 3^e cycle Fac. Sc. Rabat
- Naifar E. M., Kitane S., Marghiche T., El Kacemi K., Pineau J.-L. 1996 - *Le rejet liquide de la décharge d'Akrach de l'agglomération de Rabat - L'eau, l'industrie, les nuisances*. n° 190 p. 45-51.
- Onem (Observatoire national de l'environnement marocain) juillet 1995 : *Gestion des déchets de la Communauté Urbaine de Marrakech*. Rapport d'expertise. Projet Pnud-Unesco: Mor/90/001 et Cités Unies Développement.
- Onem 1997, *Monographie locale de l'environnement de la ville de Marrakech*. Rapport expertise ville Marrakech.
- Pineau J.-L., Ghomari, M. Lotfi A. 1997, *Les déchets urbains de Taroudant, caractérisation et mise en décharge sur site imposé* - Rapport Ambassade France Rabat - Enim.
- Pinseau M. 1991, *Schéma Directeur de Marrakech*. Royaume du Maroc, Ministère de l'Intérieur. Rapport. Novembre.
- Wilaya de Marrakech, 1998. *Atelier régional sur les déchets solides*. Marrakech 10-12 1998. Tableau synthétique des déchets solides de la région Marrakech Tensift Haouz.