

APPORT DES GÉOMEMBRANES DANS L'ÉTANCHÉIFICATION DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DÉCHETS (I.S.D) EN ALGÉRIE

CONTRIBUTION OF THE GEOMEMBRANES IN THE ETANCHEIFICATION OF THE CONTROLLED LANDFILLS IN ALGERIA

Y. KEHILA¹, G. MATEJKA², Jean-Pierre GOURC³

¹ LAE, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, El Harrach, Algérie.

² LSEE, Université de Limoges, France.

³ LIRIGM -LTHE, Université Joseph Fourier, Grenoble, France

RÉSUMÉ - La production des déchets des ménages en Algérie est en croissance continue. Elle est estimée actuellement à plus de 10 millions de tonnes par an. Ces déchets, qui dégradent la propreté des villes et la beauté des paysages, sont aussi des facteurs de risques pour le sol, l'eau, l'air et la santé. En effet, lors de la décomposition des déchets, l'eau en s'infiltrant et l'humidité des déchets produisent un lixiviat chargé de substances organiques et minérales, générant ainsi une pollution de type organique, azotée ou métallique. Cette communication présente la gestion des déchets urbains en Algérie et les effets de percolation des lixiviats issus des déchets stockés sur le sol et la nappe aquifère. Un diagnostic de l'Installation de Stockage de Déchets (ISD) de Ouled Fayet (Alger), en exploitation depuis trois ans, est dressé.

Mots clés : déchets ménagers, ISD, lixiviats, matériaux géosynthétiques, géomembranes.

ABSTRACT- Waste production in Algeria is in continuous growth. Currently, it's estimated to more than 10 million tons per year. These wastes which decrease the cleanliness of the city and the beauty of the landscapes are also factors of risks for the ground, water, air and health. During the decomposition of the wastes, humidity percolates and produces leachates charged of organic and mineral substances. This paper presents the management of urban wastes in Algeria and the effects of leachates resulting from wastes stored on the ground and the water level. A diagnosis of the controlled public landfill of Ouled Fayet in exploitation since three years is drawn up.

Keywords: domestic wastes, controlled landfill, leachate, geosynthetics material, geomembrane.

1. Introduction

En Algérie comme dans d'autres pays en développement, l'utilisation souvent irrationnelle des ressources naturelles pour l'expansion géographique des zones urbaines a entraîné non seulement un gel important de sols arables très riches, au profit d'une urbanisation effrénée, mais parfois même un gaspillage et, par conséquent, une diminution des ressources encore disponibles. Des tentatives de maîtriser, dans la période d'expansion économique de l'après-guerre, les problèmes dus à la croissance urbaine galopante par la planification urbaine ont néanmoins été menées. Ils consistaient en l'étude de schémas directeurs qui devaient anticiper et orienter le développement urbain selon des préoccupations d'ordre économique, physique et social. Malheureusement devant la déficience des voiries urbaines et l'inadaptation des solutions apportées par les différentes études effectuées, la situation n'a guère connu d'amélioration, et on assiste à la dégradation du milieu caractérisé par la pollution des eaux et de l'air, le rétrécissement de l'espace vert et la création de dépotoirs sauvages.

2. État des lieux de la gestion des déchets municipaux en Algérie

La quantité de déchets municipaux produite en Algérie est estimée à 10 millions de tonnes/an, dont plus de 1,5 millions de tonnes de déchets industriels assimilables à des déchets ménagers. Un algérien produit quotidiennement en moyenne 0,75 kg de déchets solides par jour. Au niveau d'Alger, la capitale, cette production avoisine 1 kg/j par habitant.

2.1. Situation actuelle de la gestion des déchets solides

La méthode la plus privilégiée pour l'élimination des déchets reste la mise en décharge. Les décharges sont dans un état d'insalubrité très prononcée et constituent, de ce fait, un danger permanent pour l'environnement et pour la santé publique. L'enquête réalisée par les services du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) fait ressortir plus de 3200 décharges sauvages implantées à travers le territoire national, occupant une superficie de plus de 150 000 hectares et situées le plus souvent sur des terres agricoles ou d'élevage ou le long des oueds.

2.2. Composition des déchets

La composition des déchets est variable selon les régions, en raison de la structure de la population, du niveau de vie, de l'offre de marchandises, du degré d'urbanisation et des conditions climatiques. Néanmoins, on constate que, dans l'ensemble, la part des putrescibles (nourriture, déchets de jardin...) est dominante (figure 1). Ainsi, le choix du mode d'élimination ou de traitement des déchets est conditionné par une bonne connaissance de leur composition afin d'en distinguer :

- les parts pouvant être recyclées ;
- les parts appropriées au compostage ;
- les types et quantités appropriés à une valorisation énergétique ;
- les quantités de déchets destinées à l'incinération ou à la décharge.

Il faut noter aussi que la composition des déchets ménagers évolue sous l'influence des nouvelles conditions de vie, à savoir :

- une diminution relative des matières putrescibles et végétales.
- une augmentation des emballages, des papiers, cartons, des métaux et des matières plastiques.

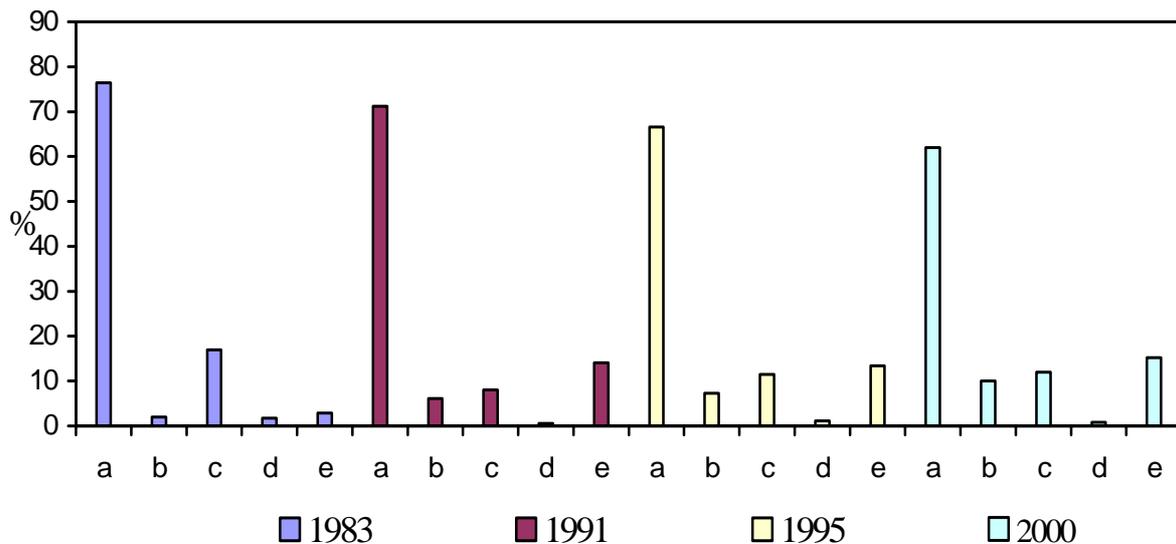


Figure 1. Evolution de la composition des déchets ménagers (cas de la ville d'Alger)
a : matières organiques, **b** : matières plastiques, **c** : papiers et cartons, **d** : métaux, **e** : autres

3. Gestion des déchets urbains dans l'agglomération Algéroise

Alger est la capitale politique et économique du pays. Cette agglomération représente un territoire de 810 km², 57 communes et plus de 3 000 000 d'habitants. Dans ce vaste territoire sururbanisé, les déchets urbains sont en constante progression. Les autorités locales sont confrontées à une situation délicate quant à leur prise en charge. Leur élimination se fait par le moyen le plus classique et le moins cher qui est la mise en décharge.

En effet, la quantité de déchets produite entre 1962 et 1985 a augmenté de près de 300%. Elle a doublé entre 1985 et 2000. En 2005, cette quantité est estimée à environ 3.000.000 tonnes (figure 2). Cette augmentation a entraîné, sous la double pression de la croissance démographique et de la saturation des infrastructures urbaines, un dysfonctionnement du mode d'organisation des services chargés de la gestion des déchets.

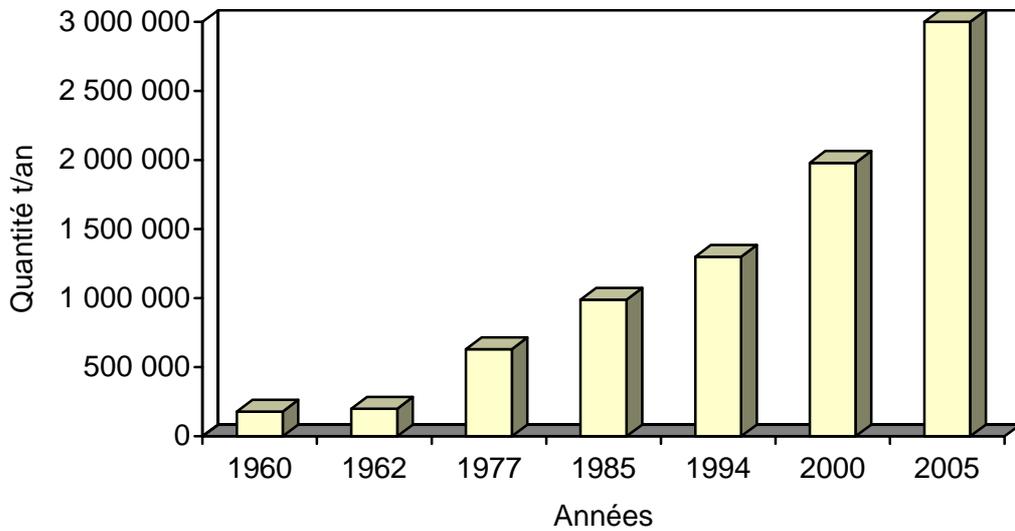


Figure 2. Évolution de la production des déchets solides urbains dans l'agglomération algéroise.

4. Impact d'une décharge brute sur l'environnement

L'image d'une décharge brute et non contrôlée est caractérisée par l'entreposage de déchets de toute nature n'obéissant à aucun schéma d'aménagement précis. Des réactions biologiques et chimiques entre les constituants des déchets et le sol en présence de l'air génèrent des nuisances de plusieurs ordres. Parmi ces nuisances, on peut citer :

- l'émanation d'odeurs nauséabondes et le dégagement de poussières et d'aérosols,
- l'envol des éléments légers : papiers, matières plastiques,
- la prolifération des insectes, rongeurs et agents propagateurs de maladies,
- des incendies,
- des maladies respiratoires et le développement d'allergies,
- la présence de récupérateurs (chiffonniers).

5. Installation de Stockage de Déchets de Ouled Fayet

Le site de cette installation a été retenu par le schéma général d'assainissement du grand Alger. Il est situé à 15 km au sud-ouest d'Alger et 3 km au sud de la localité de Ouled Fayet et il est ceinturé par deux voies : la route nationale N°36 , Alger – Boufarik à l'est et le chemin de wilaya N°142 à l'ouest.

La localisation du site a été facilitée du fait de son isolement, de la topographie du terrain, de la faible perméabilité du sol et de son accès facile sans traverser l'agglomération grâce aux voies existantes. Le lieu d'implantation de l'ISD s'étend sur un large plateau légèrement vallonné du côté sud, où se trouvent bon nombre de vallées composées essentiellement de cuvettes. Le site s'étend sur 40 hectares. Le sens de l'écoulement des dépressions s'oriente en général vers les pentes : le bassin versant du terrain s'écoule dans l'oued El Kerma.

Les études réalisées confirment l'absence d'écoulement continu des eaux sur le lieu d'implantation de l'ISD et aucune source n'est présente. La topographie, la morphologie et l'hydrographie des lieux offrent de bonnes garanties contre la pollution des eaux de surface. Les vents dominants sont de direction sud – ouest, ouest en automne et en hiver et peuvent atteindre plus de 40 km/h. Au printemps et en été, les vents ont la même direction mais quelque fois orientée nord, nord – est.

5.1. Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du terrain

Dans le but de vérifier la nature du substratum et mieux connaître les conditions géologiques locales de la zone de l'ISD, 76 sondages carottés ont été effectués à 10 mètres de profondeur de manière à quadriller le terrain ainsi que trois (03) forages réalisés afin de suivre le niveau d'eau souterrain. Les sondages carottés ont mis en évidence l'existence d'argiles compactes reposant sur un substratum marneux compact d'âge plaisancien. Ces matériaux sont peu ou non perméables, d'où la conclusion de la non existence de ressources en eau souterraines.

5.2. Aménagement du site d'Installation de Stockage de déchets

Le site de Ouled Fayet a été dimensionné pour recevoir les déchets ménagers de l'agglomération Algéroise sur une superficie de 40 hectares (Figure 3), les déchets hospitaliers et industriels ne sont pas admis. 12 casiers d'un volume total de 10000000 m³ seront aménagés et exploités sur une période de 10 ans selon la technique d'une ISD contrôlée compactée. Le compactage des déchets est réalisé par des bouteurs et compacteurs-épandeurs.

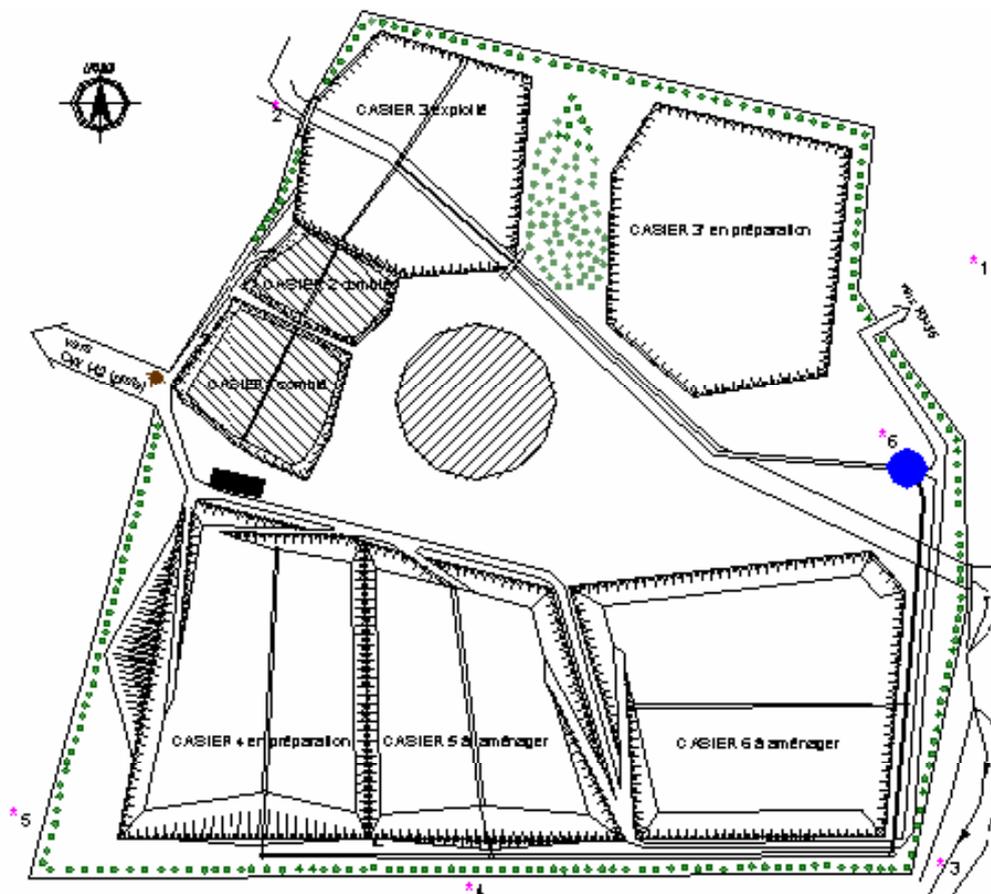


Figure 3. Schéma d'aménagement de l'ISD de Ouled Fayet

5.3. Conception d'un ISD type

Le confinement des déchets dans des ISD a été établi en réponse à certaines préoccupations liées à l'expérience du passé sur les décharges. Parmi les matériaux utilisés dans la confection de barrières d'étanchéité, les géomembranes occupent une place de choix. En effet, si on les compare aux couches d'argiles compactées, elles offrent, pour un volume plus restreint, des garanties d'étanchéité comparables, voire supérieures (sous condition qu'elles s'intègrent dans un ouvrage conçu et réalisé dans les règles de l'art). Les géomembranes sont des produits plans, souples, continus, composés de polymères, dont l'épaisseur varie entre un et quelques millimètres. Ces matériaux sont homogènes, non poreux et ne présentent donc pas a priori de perméabilité aux liquides. Elles représentent aujourd'hui

une alternative aux matériaux naturels (argile, béton, bentonite) pour assurer l'imperméabilisation des parois des bassins et cellules utilisés pour contenir des liquides et des déchets.

Les polymères utilisés dans la fabrication des géomembranes sont le polyéthylène haute densité (PEHD), le chlorure de polyvinyle (PVC), les polyéthylènes chlorés (CPE) et sulfuro-chlorés (CSPE) et autres. ...

Cependant, l'ennemi numéro un pour le stockage des déchets est l'eau. Les géomembranes et produits associés sont destinés à éviter tout contact ou échange entre les déchets et l'eau souterraine.

Dans le cadre du stockage des déchets, il est primordial de ne pas dissocier drainage et étanchéité. La géomembrane telle qu'elle est définie aujourd'hui dans la réglementation par les concepteurs, les utilisateurs et les contrôleurs, est un produit qui favorise un bon drainage. Sur le terrain, la réalisation d'une ISD se traduit comme suit :

- en bas, la sécurité passive constituée d'un terrain naturel argileux ;
- au-dessus, la géomembrane que l'on va, autant que faire se peut, placer directement sur la couche d'argile ;
- puis un géotextile qui va protéger le système d'étanchéité du poinçonnement que pourrait exercer le massif drainant se situant au dessus. Dans celui-ci, un drain est inséré pour collecter les eaux polluées (les lixiviats) qui percolent à travers la masse des déchets.

Remarque : Il s'agit bien entendu dans ce cas, d'un système de base. Il peut être compliqué suivant le cas.

En couverture on retrouve la même philosophie, à la différence que les déchets ne sont plus au-dessus mais en dessous. Du bas vers le haut :

- une première couche sert à collecter les biogaz dans le cas de déchets fermentescibles ;
- un géotextile sépare cette couche de la couche d'argile qui est rapportée (1 m d'épaisseur) ;
- puis une géomembrane éventuellement accompagnée d'un autre géotextile anti-poinçonnement. ;
- puis le massif drainant qui ne sert pas à collecter les eaux polluées mais à empêcher l'infiltration des eaux de pluie dans la masse des déchets ;
- enfin, une couverture de terre végétale.

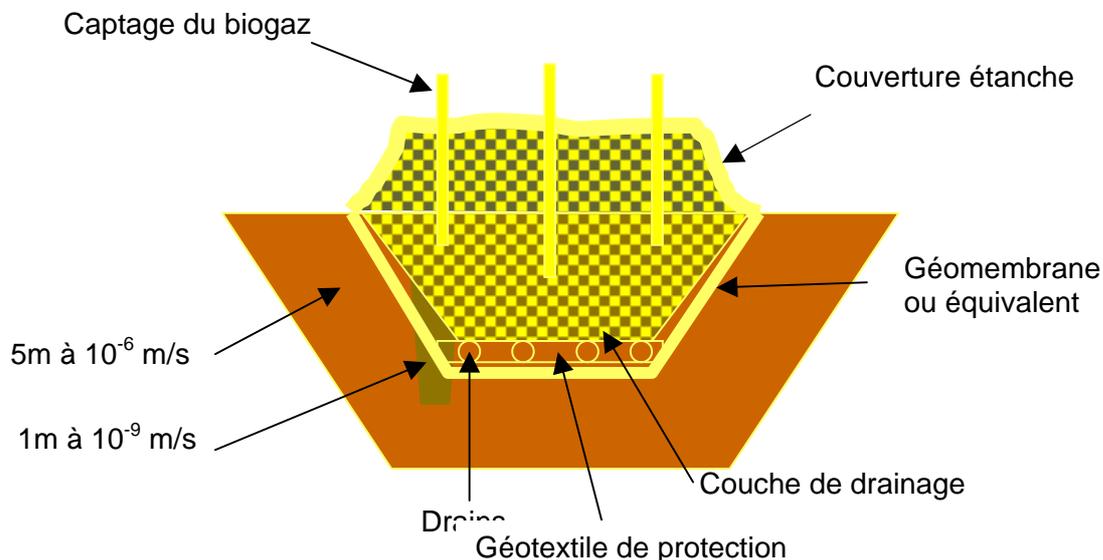


Figure 4. ISD pour déchets non dangereux

La géomembrane utilisée dans les premiers casiers est du type polyéthylène haute densité (PEHD), livrée en rouleaux de 130 m de longueur, 1,5 mm d'épaisseur et 975 m² de surface. Ce matériau présente les caractéristiques suivantes :

- résistance à la rupture : 30 N/mm²,
- résistance à la déchirure : 215 N,
- comportement dans l'eau : perte d'environ 0,1 %,
- coefficient de perméabilité $K = 10^{-14}\text{ m/s}$.

La réalisation de l'ISD de Ouled Fayet (fig. 5) se présente comme suit :

- en bas, la sécurité passive est constituée d'un terrain naturel argileux,
- au-dessus, la géomembrane placée directement sur la couche d'argile,
- puis une couche terre argileuse au dessus de la géomembrane,
- un drain en PVC est placé ensuite pour collecter les lixiviats qui percolent à travers la masse des déchets.
- gravier,
- masse de déchets,
- en couverture, on retrouve une seule couche de terre végétale d'environ 1 m d'épaisseur.

5.4. Connaissance des déchets entrants dans les casiers de l'ISD d'Ouled fayet

Afin de déterminer la composition des déchets solides urbains entreposés dans cette ISD, on a procédé à une enquête de terrain sur une période d'un mois (juin 2004), un échantillon représentatif de 100 kg a été prélevé au moment du déversement dans le troisième casier en cours d'exploitation, ensuite un tri manuel et une pesée de chaque matière ont été effectués.

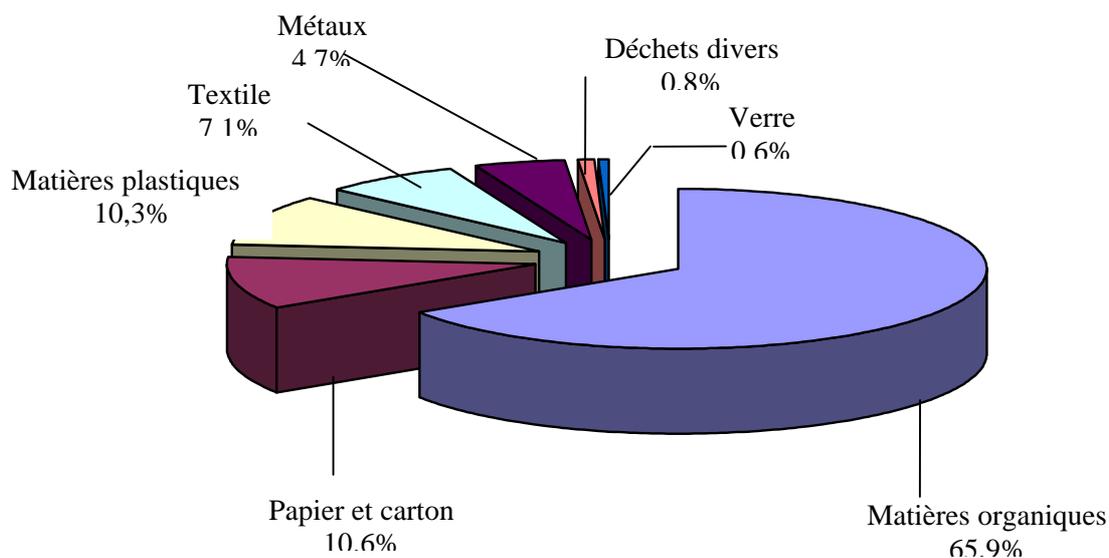


Figure 5. Composition des déchets entrant dans l'ISD d'Ouled Fayet

Les résultats de ce tri en pourcentage de l'année 2004, en comparaison avec les résultats de Robert Gillet de 1983 et de l'ECC-EDIL de 1997 sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau I. Comparaison des déchets ménagers dans l'agglomération algéroise

	Déchets produits 1983 (R. Gillet, 1983)	Déchets produits 1997 (ECC-EDIL, 1997)	Déchets entrants 2004
Matières organiques	80	79,05	65,9
Matières plastiques	3,1	8,2	10,3
Papiers et cartons	7,5	5,72	10,6
Métaux	4,9	0,84	4,7
Textiles	2,2	3,93	7,1
Verre	0,6	0,89	0,6
Déchets divers	1,7	1,37	0,8

On constate ainsi, que les matières organiques ont tendance à diminuer mais prédominent toujours par rapport aux autres matières. Elles représentent environ 2/3 des déchets générés. À l'inverse des matières plastiques, le carton et les papiers ont tendance à augmenter.

4.4. Fonctionnement de l'ISD de Ouled Fayet

Les déchets sont contrôlés à l'entrée de la décharge avant d'être transportés jusqu'au casier en cours d'exploitation. Ils sont ensuite déversés sur une aire de tri, puis poussés à l'aide d'un engin à chenilles jusqu'à atteindre l'emplacement indiqué et enfin étalés par couches fines. Le remplissage s'effectue par une succession de couches de 40 cm compactées jusqu'à atteindre la hauteur de 1,4 m. Elles sont ensuite recouvertes par une couche de terre inerte compactée d'environ 10 cm. La dernière couche de terre après le remplissage final des casiers devrait être légèrement bombée et avoir 2 mètres d'épaisseur. Les eaux pluviales sont récupérées par un système de drainage périphérique autour de chaque casier.

Le site a été ouvert en octobre 2002. Sa capacité totale de stockage est estimée à 5 millions de tonnes, réparties sur 12 casiers. La durée d'exploitation fixée à 10 ans. Les casiers 1 et 2 sont déjà fermés après saturation, les travaux de plantation d'arbres sont en cours. Le troisième casier, de volume environ 1 million de mètres cubes (500000 tonnes), est en cours d'exploitation.

4.4.1. Gestion des lixiviats

Lors de l'aménagement de l'ISD de Ouled Fayet, la collecte des lixiviats a été prévue en installant un réseau de drainage-captage. À l'intérieur de chaque casier, les lixiviats sont entraînés vers le point bas, ils sont ensuite captés par des drains en PVC de 250 mm de diamètre et évacués gravitairement jusqu'au bassin de traitement. Ce bassin, d'une surface de 124 m² et une profondeur de 3 mètres, est subdivisé en trois segments, bassin de décantation, bassin de séparation et bassin de filtration (filtre bactériologique). Actuellement, dans ce bassin de rétention, le traitement n'est pas fonctionnel. Le débit des lixiviats est évalué à 100 m³/j (mars 2006). Il faut noter qu'un problème de colmatage du système de drainage a nécessité un aménagement de la digue du casier 3.

Pour que les lixiviats après traitement soient rejetés dans le milieu naturel, ils devraient respecter des normes généralement admises (qui n'existent pas encore dans la réglementation algérienne), qui sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Tableau II. Valeurs limites du rejet des lixiviats dans le milieu naturel
[Selon Arrêté du 9/9/97 modifié 2001, 2002: annexe III (France)]

Paramètres	Abrv.	Unité	Valeurs Limites
pH	pH	/	5,5 – 8,5
Hydrocarbures totaux		mg/l	< 10
Demande Chimique en Oxygène	DCO	mgO ₂ /l	< 300
Demande Biochimique en Oxygène	DBO ₅	mgO ₂ /l	< 100
Carbone Organique Total	COT	mg/l	< 70
Indice phénol	Phen.	mg/l	< 0,1
Composés organiques halogénés.		mg/l	< 1
Phosphore Total		mg/l	< 10
Chrome (VI)	Cr	mg/l	< 0,1
Cd	Cd	mg/l	< 0,2
Mercurure	Hg	mg/l	< 0,05
Fluorure		mg/l	< 15
CN libre		mg/l	< 0,1
Plomb	Pb	mg/l	< 0,5
Matières en suspension totales	MES	mg/l	< 100
Métaux totaux. [Pb+Cu+Cr+Ni+Zn+Mn+Sn+Cd+Hg+Fe+Al]			< 15 mg/l

Les lixiviats drainés au bassin de traitement dégagent une odeur âcre et pénétrante provoquant de fortes nausées. Des prélèvements d'échantillons de lixiviats ont été effectués à plusieurs endroits (en amont du bassin, dans le bassin, à la sortie du bassin et dans l'oued). Ce liquide est comparable à une encre noire. Parmi les analyses utilisées pour mesurer la pollution des lixiviats, 4 sont couramment

effectuées : la DCO, la DBO₅, le pH et les MES. Les résultats des analyses de ces paramètres sont présentés dans le tableau III.

Tableau III. Résultats des analyses du lixiviat du CET d'Ouled Fayet
[Prélèvement du 11/12/2004 dans le bassin]

Paramètres (Échantillon N°6)	Abréviation	Unité	Résultats
PH	pH	/	7,31
Teneur en Hydrocarbures		mg/ l	2,1
Nickel	Ni	mg/ l	< 0,063
Ammonium		mg/ l	1230
Cadmium		mg/ l	< 0,03
Demande Chimique en Oxygène	DCO	mg O ₂ /l	2100
Demande Biochimique en Oxygène	DBO ₅	mg O ₂ /l	900
Fer	Fe	mg/l	46,1
Chrome Cr ⁺³	Cr ⁺³	mg/l	0,068
Chrome Cr ⁺⁶	Cr(VI+)	mg/l	Traces
Chlorures		mg/l	5325
Cuivre		mg/l	< 0,018
Plomb	Pb	mg/l	0,1
Matières en suspension totales	MES	mg/l	1308

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) s'exprime en milligramme par litre (mg O₂/l) d'oxygène et correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder, dans des conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné. Il s'agit d'un des paramètres spécifiques que l'on utilise pour déterminer la concentration des polluants principaux. C'est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale), à la différence de la DBO₅, qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables. La valeur de la DCO se situe à environ 2100 mg O₂/l. La valeur maximum autorisée doit être < 300 mg O₂/l.

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) s'exprime en mg O₂/l d'oxygène consommé pendant 5 jours à 20°C. La DBO₅ est la quantité d'oxygène consommée dans des conditions d'essai spécifiques par les micro-organismes présents dans le lixiviat, pour assurer la dégradation de la matière organique par voie biologique. La DBO₅ représente plus particulièrement une mesure de la charge polluante d'origine carbonée (pollution organique biodégradable). Elle fournit donc une indication importante permettant de vérifier la qualité d'un lixiviat et son degré de pollution. La valeur de la DBO₅ qui est de l'ordre de 900 mgO₂/l est difficilement acceptable. La valeur limite doit être inférieure à 100 mg O₂/l.

Le rapport (DBO₅ / DCO) permet d'apprécier la biodégradabilité du lixiviat. La littérature nous informe qu'un rapport supérieur à 0,3 signifie une bonne dégradabilité. La valeur de l'échantillon est située dans cette fourchette.

Le Potentiel d'Hydrogène (pH) : cette mesure physico-chimique permet de savoir si l'échantillon de lixiviat est acide, basique ou neutre. Le pH d'un lixiviat pouvant être rejeté en milieu naturel varie entre 5,5 et 8,5. Les valeurs du pH des échantillons des lixiviats analysés correspondent à cette valeur limite.

Les Matières en Suspension (MES) : la teneur et la composition minérale ou organique des matières en suspension dans les lixiviats sont très variables. Cependant, des teneurs élevées en MES peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et créer des déséquilibres entre diverses espèces. Elles peuvent aussi interférer sur la qualité d'une eau par des phénomènes d'adsorption notamment de certains éléments toxiques et, de ce fait, être une voie de pénétration de toxiques plus ou moins concentrés dans l'organisme.

Les analyses des MES permettent donc de connaître la quantité des matières non dissoutes, quelles soient organiques ou minérales présentes dans un échantillon. Dans le cas du CET de Ouled Fayet, les valeurs des MES obtenus sont supérieures à la valeur maximale autorisée qui doit être < 100 mg/l. Cet écart nécessite en principe un traitement des lixiviats avant leur rejet dans le milieu naturel.

Concernant les métaux lourds, les analyses effectuées le 11 décembre 2004 ont donné des résultats inférieurs aux valeurs limites autorisées, sauf pour le fer dont le résultat obtenu est beaucoup plus important que la limite de la norme.

6. Conclusion

L'Algérie fait face à des problèmes sérieux de dégradation de l'environnement et de perte de ressources naturelles. Parmi les principales causes recensées, la mauvaise prise en charge des déchets urbains et leur élimination. L'image d'une décharge brute et non contrôlée caractérisée par l'entreposage des déchets de toutes natures génère des nuisances de plusieurs ordres et posent de graves problèmes d'hygiène et de salubrité.

L'ouverture en octobre 2002 du centre de l'Installation de Stockage de Déchets d'Ouled Fayet (Alger) marque la prise de conscience des pouvoirs publics. Actuellement, cette ISD reçoit les déchets ménagers de plus d'un million d'habitants. Les matières organiques sont prédominantes par rapport aux autres matières (plastique, papier, carton, métaux...). La méthode d'exploitation est celle d'une décharge contrôlée compactée dans des casiers adaptés à la configuration du site et au volume de déchets à déposer quotidiennement. Ce dernier, entraîne cependant un certain nombre d'impacts négatifs sur les usagers du site, sur le site lui-même et sur son environnement qui se résume comme suit :

- quantité de déchets déversée dans les casiers non maîtrisée à cause de l'absence du pont bascule;
- déchets peu ou pas triés;
- couverture finale des casiers constituée d'une seule couche de terre au lieu d'un multicouches,
- lixiviats mal drainés et points de captage des biogaz non fonctionnels. Ces derniers sont entièrement remplis de lixiviats,
- couverture finale des deux premiers casiers constituée d'une seule couche de terre au lieu d'un multicouche.

7. Références bibliographiques

- Aliouche S. (2006). Gestion des déchets urbains et diagnostic d'une décharge contrôlée : cas du CET de Ouled Fayet, Alger. *Mémoire de Magister*, Alger, 220 pages.
- EDIL Info Eau (1995). Les déchets solides urbains et industriels du grand Alger : état actuel et perspectives, *Bulletin international de l'eau et l'environnement*, N°8, Alger, sept. 1995, 18 pages.
- Damien A. (2004). Guide de traitement des déchets, 3^{ème} édition, Dunod, Paris, 431 pages.
- EEC (2000). Rapport de l'étude sur l'environnement préalable à la réalisation de la décharge intercommunale de Ouled Fayet, Alger.
- Guers K. (1999). Urbanisme et environnement, les déchets urbains, problématique et perspectives, cas de Boumerdès. *Mémoire de magistère*, Alger 1999, 272 pages.
- Kehila et al. (2002). The landfills in Algiers and the use of geosynthetic materials to protect the environment. *Proc. 7th International Conference on Geosynthetics*, Balkema, pp. 1481-1485.
- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) (2001). Guide des études d'impact sur l'environnement. Première édition, Alger, avril 2001, 496 pages.
- MATE (2003). Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains, 240 pages.
- Matejka G., Rinke M., Lagier T. (1999). Ground contamination of four municipal landfills : characterization and evolution of metallic. *Seventh International Waste Management and Landfill Symposium*, Cagliari (Italy).
- Rinke M., Mejbri R., Brul H., Matejka G. (1993). Pollution engendrée par un lixiviat de décharge d'ordures ménagères: bilan hydrique et caractérisation. *Environmental. Technology*, 15, pp. 313-322.