

INTÉRÊT DES MATÉRIAUX GEOSYNTHÉTIQUES DANS LA CONCEPTION DES CENTRES D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE (CET) EN ALGÉRIE

YOUCEF KEHILA, FADILA MEZOUARI

Laboratoire Architecture et Environnement (LAE),
Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme – EPAU, El Harrach – Alger, Algérie.

GUY MATEJKA

GRESE, ENSIL, Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs. Université de Limoges, France.

Résumé: L'enfouissement des déchets ménagers et assimilés en Algérie reste la méthode la plus privilégiée à cause du taux excessif d'humidité qu'ils recèlent et la non maîtrise d'autres filières comme l'incinération ou le compostage. Le choix approprié des sites d'enfouissement s'avère donc essentiel afin d'atténuer les nuisances portées à l'environnement (pollution des sols et des eaux souterraines). Les sols sous-jacents doivent être nécessairement étanches et présenter une grande capacité de confinement des contaminants. Il en va avant tout, de la protection des eaux souterraines des molécules solubles issues des déchets enfouis appelées lixiviats.

Cet article présente un aperçu sur la gestion des déchets urbains en Algérie et l'importance des matériaux géosynthétiques dans la conception des Centres d'Enfouissement Technique (CET). Le but est de limiter les effets de percolation des lixiviats sur le sol et la nappe aquifère.

1. INTRODUCTION

L'enfouissement des déchets ménagers et assimilés reste la méthode la plus privilégiée en Algérie à cause du taux excessif d'humidité qu'ils recèlent d'une part, et la non maîtrise d'autres filières comme l'incinération ou le compostage d'autre part. D'où la nécessité du choix approprié des sites d'enfouissement pour éviter toutes nuisances à l'environnement. Les sols sous-jacents doivent être nécessairement étanches et présentent une grande capacité de confinement des contaminants [1]. Il en va avant tout, de la protection des eaux souterraines des molécules solubles issues des déchets appelées lixiviats.

Dans ce sens, la loi 01–19 du 12 décembre 2001 stipule, une élimination saine et écologique des déchets [10], ce qui a impliqué un «saut technologique» appréciable dans la conception des Centres d'Enfouissement Technique (CET) considérés comme une technique compétitive et sûre pour l'élimination des déchets ménagers et assimilés (DMA), lorsque ces derniers sont conçus dans les règles de l'art. Ceci a suscité l'émergence de nouveaux matériaux dits géosynthétiques (géotextiles, géomembranes et produits associés). Ces structures planes composées de feuilles de grandes dimensions comprennent une variété de matériaux en polymères synthétiques

spécialement conçus pour assurer des fonctions de séparation, de filtration, de drainage, de renforcement ou de confinement [5]. Dans certains cas, le géosynthétique peut remplir plusieurs fonctions à la fois.

Un centre d'enfouissement technique (CET) permet en fait, la disposition finale des déchets solides de façon sécuritaire en minimisant les impacts sur l'environnement et la santé publique [1]. La connaissance de certains phénomènes est cependant nécessaire pour caractériser l'évolution générale d'un centre d'enfouissement, en particulier les aspects physico-chimiques, biologiques, hydrauliques et mécaniques des déchets enfouis [2], [6].

La pluviométrie et la température sont des paramètres qui influent directement sur le volume des lixiviats produits par les déchets stockés et constituent des facteurs importants dans la fermentation des déchets et la production de biogaz.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. CARACTÉRISATION PHYSIQUE DES DÉCHETS MÉNAGERS ET ASSIMILÉS (DMA)

La connaissance quantitative et qualitative des déchets solides et leur traitement sont de nos jours, des questions de première importance. La caractérisation des déchets permet justement de mieux cerner entre autre, la taille, la composition, la densité et l'humidité des déchets destinées à l'enfouissement et d'appréhender au préalable leur potentiel risque pour le milieu récepteur afin de choisir le mode de traitement optimal le plus approprié [3], [5], [6].

2.1.1. GRANULOMÉTRIE DES DMA

Des études menées sur des sites situés dans des zones contrastées sur le plan climatique, ont montré une similitude des déchets ménagers et assimilés tant du point de vue taille que du point de vue composition [9]. La moyenne statistique révèle une

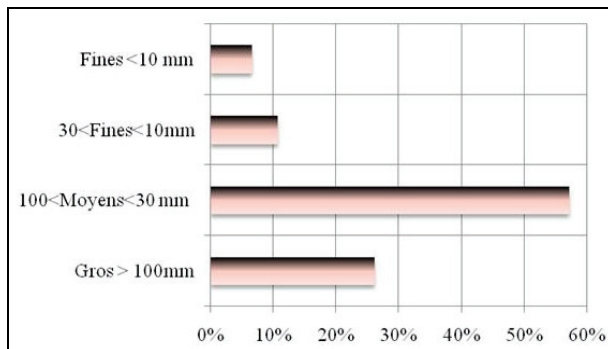


Fig. 1. Taille des déchets entrants dans les Centres d'Enfouissement – Algérie

prédominance de la fraction des moyens (100–30 mm) avec plus de 56%, suivie par la fraction des gros (>100 mm) avec environ 26%. Les fines représentent la fraction la plus faible ne dépassant pas 18%, (figure 1).

2.1.2. COMPOSITION DES DMA

Malgré l'étendue du territoire et les spécificités culturelles et culinaires des régions, les fermentescibles (matières organiques) représentent la fraction la plus importante (plus de 60%) sur l'ensemble des sites (figure 2). Une légère différence est néanmoins constatée entre le Nord (zone humide) et le sud (zone aride) à cause des interactions entre climat et régime alimentaire. On trouve très peu de métaux et de ferrailles. Ces derniers sont récupérés à la source. La proportion des déchets d'emballages (plastiques, papiers et carton) et les textiles est presque comparable (plus de 30%). Leur progression est de plus en plus perceptible dans toutes les régions [9].

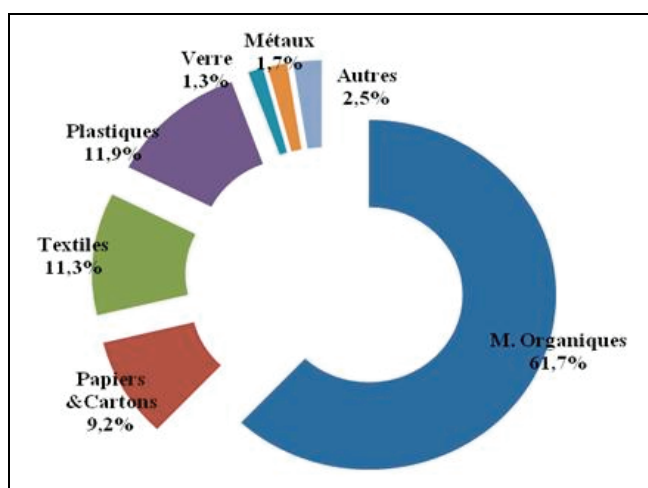


Fig. 2. Composition des Déchets Ménagers et Assimilés (DMA) – Algérie

La densité des déchets entrants évaluée in situ (sur plusieurs sites) se situe entre 0,31 et 0,35 T/m³. Après compactage (entre 3 et 5 passages d'un compacteur de 30T), cette densité évolue pour atteindre environ 0,7 T/m³, avec taux de compactage d'environ 60% [9].

2.1.3. TAUX D'HUMIDITÉ DES DMA

Le taux d'humidité des Déchets Ménagers et Assimilés produits en Algérie, toutes régions confondues, reste assez élevé en comparaison avec les pays développés; C'est dire l'importance des légumes et fruits dans notre consommation quotidienne. (figure 3). La moyenne statistique de l'humidité de toutes les fractions est au dessus de 50% [9].

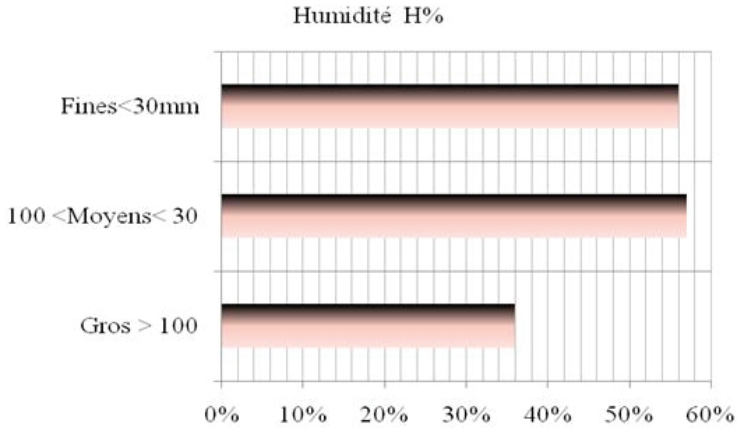


Fig. 3. Taux d’humidité des Déchets Ménagers et Assimilés (DMA) – Algérie

2.2. PRODUCTION DES LIXIVIATS DANS LES CENTRES D’ENFOUISSEMENT

Dans une décharge, les lixiviats sont générés par les apports d’eau mis en contact avec les déchets. Il s’agit principalement des eaux météoriques qui percolent à travers les masses des déchets. La composition des lixiviats est une photographie de l’état de l’évolution des déchets [7]. Cette composition est essentiellement liée à la nature et à la taille des déchets, à leur état de décomposition, à leur humidité et à la température ambiante.

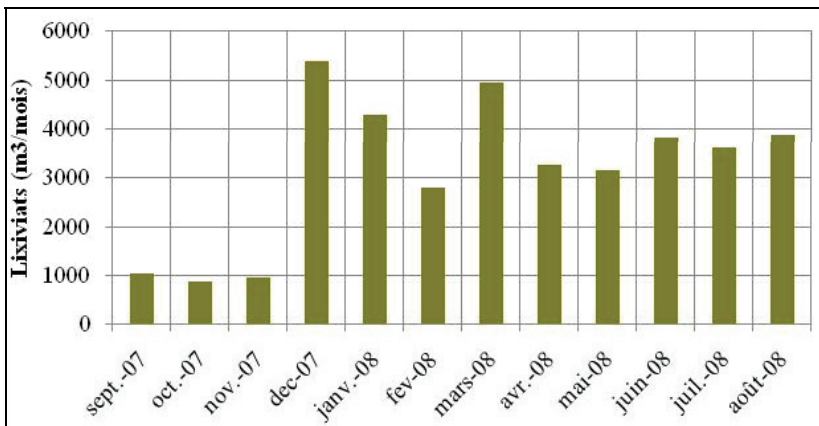


Fig. 4. Production mensuelle de lixiviats CET Ouled Fayet (Alger)

Le volume de lixiviats produit dans une décharge peut atteindre des proportions considérables [9]. Le cas du Centre d’Enfouissement Technique d’Ouled Fayet (Alger)

est représentatif pour la région nord du pays (zone humide) (figure 4). La production moyenne journalière dépasse 100 m^3 . Une tonne de déchets ménagers et assimilés enfouis, produit en moyen environ 31 litres de lixiviats. La quantité de déchets déversés et les précipitations enregistrées ont une influence considérable sur la production des lixiviats.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. CONCEPTION D'UN CENTRE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE (CET)

Le confinement des déchets dans des centres de stockage a été établi en réponse à certaines préoccupations liées à l'expérience du passé sur les décharges. Chaque site est spécifique, la réponse géotechnique est à adapter en conséquence [2]. Il existe un risque de pollution des eaux souterraines, lorsque les eaux percolant à travers les déchets sont susceptibles d'atteindre la nappe phréatique. En d'autres termes, à l'heure de choisir un site pour y enfouir les déchets, le degré d'isolement de ce site vis-à-vis d'un aquifère constituera un élément de première importance. Le choix entre une barrière géologique unique de type argileuse et l'étanchéification du casier par des membranes imperméables peut se poser en termes d'efficacité technique et de priorité économique [2], [8].

Un CET est un ensemble de casiers, qui sont des unités hydrauliquement indépendantes. En pratique, les casiers ont en général, des surfaces allant de 5000 m^2 à 1,5 ha. Le confinement des déchets et des lixiviats formés est assuré par l'étanchéité du site réalisée par une structure multicouche constituée d'une barrière de sécurité passive et d'une barrière de sécurité active.

Concernant le stockage des déchets ménagers et assimilés (CET de classe II), la réglementation impose qu'une barrière de sécurité passive soit constituée par le substratum avec une perméabilité $K \leq 1.10^{-9} \text{ m/s}$ sur une épaisseur d'au moins un mètre, ou bien $K \leq 1.10^{-6} \text{ m/s}$ sur au moins 5 mètres d'épaisseur. La barrière de sécurité active est conçue par des géomembranes (ou produit équivalent). Cependant, il ne faut pas parler que d'étanchéité et réduire le débat à cette seule fonction. 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.

En fait, l'étanchéification des casiers et le contrôle des eaux sont réalisés à l'aide de plusieurs couches: matériaux drainants 20/40 sur 50 cm, géomembrane PEHD de 2 mm ($K \leq 1.10^{-14} \text{ m/s}$), géotextile d'au moins 500 g/m^2 , ainsi que des drains en PEHD, regards et vannes. Sur le terrain, la réalisation d'un CET se traduit comme suit (figure 5):

- En bas, la sécurité passive constituée d'un terrain naturel argileux.
- Au-dessus, une géomembrane placée directement sur la couche d'argile.
- Puis un géotextile pour 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.

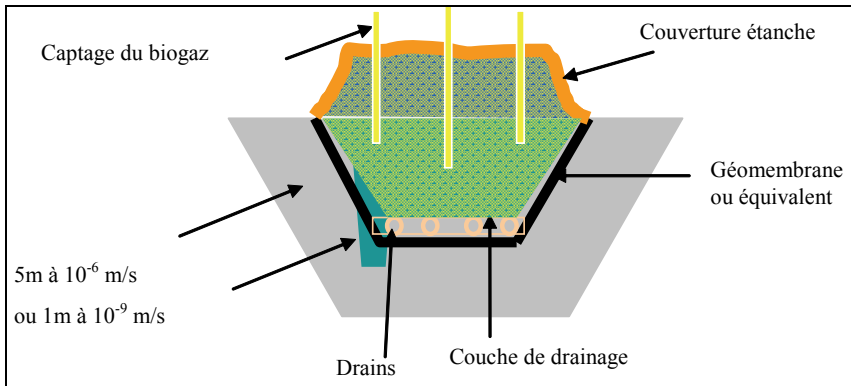


Fig. 5. Centre d'Enfouissement Technique type

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

En couverture on va retrouver le même dispositif à la différence que les déchets ne sont plus au dessus mais en dessous. Du bas vers le haut:

- Une première couche qui 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.

3.2. FONCTIONNEMENT DES CENTRES D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE

Les matières qui entrent dans un centre d'enfouissement sont: les déchets, les eaux météoriques et les matériaux constitutifs de l'installation. Ainsi, la quantité et la qualité des flux sortants seront directement influencées par la qualité et la quantité des flux entrants. L'eau est le vecteur principal de l'évolution d'une décharge [3], [6], [9].

Les déchets sont contrôlés à l'entrée du site et transportés jusqu'au casier en exploitation. Ils sont ensuite, déversés sur une aire de réception, puis poussés à l'aide d'un engin à chenilles et 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 d'environ 10 cm. Une fois la capacité maximale des casiers atteinte, on procède à la fermeture, en installant un recouvrement favorisant l'apparition de végétation. Les eaux pluviales sont récupérées par un système de drainage périphérique autour de chaque casier. Le compactage des déchets permet de réduire leur volume final et augmenter la durée de vie du centre d'enfouissement [4]. Les matériaux de couverture représentent environ 20% du volume total de remplissage. Le volume restant est occupé par les déchets compactés, soit environ 80% (figure 6).



Fig. 6. Casier 3 – CET Ouled Fayet (Alger)

Le fonctionnement d'une décharge peut être assimilé à un réacteur bio-physico-chimique donnant lieu à des réactions et à des évolutions complexes qui aboutissent à la transformation chimique, physique et biologique des déchets. Du fait des conditions géologiques et hydrologiques du site, de la nature des déchets stockés et du mode de gestion de l'exploitation, chaque centre d'enfouissement est un cas unique; il n'est donc pas envisageable de déterminer avec précision un mode d'évolution qui serait applicable à tous les centres [2], [3]. Certains phénomènes sont cependant, communs à la majorité des sites et peuvent être quantifiés, en particulier les aspects biologiques, physico-chimiques, hydrauliques et géotechniques:

- les matières biodégradables mises en décharge font l'objet d'une évolution biologique sous l'action des bactéries aérobies puis des bactéries anaérobies;
- en l'absence de dispositions particulières, l'eau qui s'écoule à travers la masse des déchets produit des lixiviats en se chargeant de substances chimiques ou biologiques;
- des réactions chimiques ou physiques conduisent à la destruction partielle de la matière et à la solubilisation de certaines espèces ou à leur transformation en gaz;

- sur le plan de la qualité physique du milieu, les déchets stockés, et même les sols qui les entourent, sont constitués de matériaux hétérogènes. Les casiers et les alvéoles subissent donc des tassements qui modifient leurs caractéristiques mécaniques et géotechniques estimés en général entre 15% et 30% de la hauteur des déchets après compactage et couverture finale [11].

La maîtrise des flux de lixiviats consiste d'abord, à confiner les déchets dans les casiers étanches pour éviter la pollution des eaux souterraines (rôle essentiel des géomembranes), puis collecter les lixiviats, les stocker et les traiter ensuite [6], [8]. L'efficacité du système de drainage est essentielle pour garantir une meilleure étanchéité du site. Les bassins de stockage des lixiviats sont dimensionnés pour recevoir toute la quantité des lixiviats avant traitement. Ils ne doivent être rejetés dans le milieu naturel qu'après traitement et sous réserve que leur composition respecte les valeurs réglementaires de rejet.

3.3. INTÉRÊT DE L'UTILISATION DES MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES DANS LES CET

Parmi les matériaux utilisés dans la confection de barrières d'étanchéité, les géomembranes occupent une place de choix à cause de leurs qualités avérées tant du point de vue, hydraulique et mécanique que résistance chimique [5]. 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 mm*. Ces matériaux sont homogènes, non poreux et ne présentent 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 utilisées pour contenir des liquides et des déchets et éviter tout contact ou échange entre les déchets et l'eau souterraine.

Les géomembranes utilisées dans les centres d'enfouissement sont essentiellement du type polyéthylène haute densité (PEHD). Elles présentent les caractéristiques suivantes: épaisseur: 2 mm, coefficient de perméabilité $K = 10^{-14}$ m/s, résistance à la rupture: 30 N/mm², et résistance à la déchirure: 215 N. Le produit est livré en rouleaux de 130 m de longueur et 975 m² de surface [8].

Il existe cependant, certains défauts reconnus des géomembranes PEHD tels que:

- le risque de stress-cracking (rupture sous contrainte de fluage au voisinage des soudures);
- le manque de souplesse;
- la sensibilité au percement du fait de sa faible épaisseur.

Pour combler ces défauts, La conception des CET intègre souvent des géotextiles synthétiques perméables fabriqués à base de fibres polymériques. Ces

derniers peuvent accomplir une ou plusieurs fonctions: – retenir les sols en place, – filtrer et évacuer des liquides, – séparer des couches de sols, – protéger des géomembranes contre le poinçonnement etc. Ils sont utilisés en raison de la fiabilité de leurs caractéristiques mécaniques et hydrauliques et de la facilité de leur utilisation [5].

La fonction protection d'un géotextile est la première des caractéristiques qui doit être prise en compte dans la construction d'une cellule d'enfouissement, car il s'agit de protéger la membrane d'étanchéité des agressions des éléments contenus dans les déchets (pierres, éléments pointus, ...) et éviter une perforation possible ou un endommagement qui pourrait à terme générer des fuites. D'autre part, il faut noter qu'un sol en fond de fouille d'un casier présentant un aspect et une surface lisses et non agressifs doit être néanmoins protégé par un géotextile car, même à travers une couche d'argile ou de sable, les pierres ou objets agressifs remontent doucement en surface au fil du temps et peuvent se trouver un jour en contact avec la membrane et la percer par friction quelques années après la réalisation du casier.

4. CONCLUSION

Les géosynthétiques sont aujourd'hui largement utilisés dans les installations classées afin de protéger l'environnement d'éventuelles pollutions dues à des fuites accidentelles ou pour le stockage de produits polluants.

La construction et l'aménagement de centres d'enfouissement technique (CET) fait appel de plus en plus à des dispositifs d'étanchéité/drainage par des matériaux géosynthétiques pour répondre aux exigences réglementaires de protection de l'environnement.

Le rejet direct des lixiviats constitue un grand risque sur toutes les composantes du milieu naturel par la charge organique polluante et par la teneur excessive en métaux lourds. Un plus grand soin doit donc être apporté afin que les pollutions susceptibles d'être générées dans le milieu environnant soient évitées. Ce soin s'obtient par une conception adaptée: redondance des étanchéités, drainage efficace et contrôle permanent durant les périodes d'exploitation et post-exploitation.

Dans ce travail, nous avons abordé le principe d'enfouissement technique en Algérie et nous nous sommes attachés à décrire la technique de confinement par l'utilisation des géosynthétiques.

Il en résulte que cette technique mise en place, à certes évoluée mais il n'en demeure pas moins un manque de recul sur leur comportement à long terme. La notion de contrôle est donc primordiale dans ces environnements sévères où la moindre négligence ou erreur peut avoir des conséquences graves tant sur le plan environnemental que sur le plan économique.

REFERENCES

- [1] ADEME, *Les installations de stockage de déchets des ordures ménagères: Techniques et recommandations*, ADEME Editions, Paris, 1999, 106 p.
- [2] ADEME, *Guide d'Expertise des décharges dans les pays en développement (PED)*, 2006.
- [3] AINA M., *Expertises des centres d'enfouissement des déchets urbains dans les PED: contributions à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa validation sur sites*, Thèse de doctorat – Université de Limoges, 2006.
- [4] ALIOUCHE S., *Gestion des déchets urbains et diagnostic d'une décharge contrôlée: cas du CET de Ouled Fayet, Alger*, Mémoire de Magister, Alger, 2006, 220 p.
- [5] CFGG, *Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans les centres de stockage de déchets*, Fascicule, 1995, No. 11, 48 p.
- [6] DAMIEN A., *Guide de traitement des déchets*, 3^{ème} édition, Dunod, 2004, 431 p.
- [7] EI-FADEL et al., *Environmental impacts of Solid Waste landfill*, Journal of Environmental Management, 2004, 50, 1–25.
- [8] KEHILA Y., MATEJKA G., GOURC J.P., *Apport des géomembranes dans l'étanchéification des Installations de Stockage de Déchets (I.S.D) en Algérie*, 6^{ème} Rencontre Géosynthétiques, 12/14 juin 2006, Montpellier, France, 2006.
- [9] KEHILA Y., MEZOUARI F., MATEJKA G., *Impact de l'Enfouissement des déchets solides urbains en Algérie: Expertise de deux Centres d'Enfouissement Technique (CET) à Alger et Biskra in revue francophone d'écologie industrielle*, Sciences & Techniques, 2009, No. 56, 4^{ème} trimestre, Déchets.
- [10] Loi 01–19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001, JORA No. 77, du 15 décembre 2001.
- [11] OLIVIER F., *Tassements des déchets en CSD de classe II. Du site au modèle*, Thèse de Doctorat en Sciences, 2003, Université Joseph Fourier, Grenoble I.