REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Dr. YAHIA FARES De MEDEA

Faculté Des Sciences et de la technologie

Département Génie de la matière

Filière Génie civil

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme Master en génie civil

Option : Géotechnique

THEME

Etude géotechnique d'un CET (centre d'enfouissement technique)

Réalisé par :

Mr.GUETTIOUI Ibrahim.

Mr.OULD-ROUIS Islam

Dirigé par :

Dr. AMAR BOUZID Djillali

Promotion: 2013

Remerciement

Au terme de ce travail, je tiens à remercier en premier lieu DIEU Miséricordieux qui m'a donné la force et la patience à achever ce mémoire.

J'adresse mes plus sincères remerciements et toute ma gratitude, à :

Monsieur Amar bouzid djillali notre promoteur.

Tous les enseignants de l'université de MEDEA.

Tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner mon travail.

Toutes les personnes qui ont contribué de prés ou de loin, à la réalisation de ce mémoire; Mourad, zaki, Mohamed, Hicham et salim.

ملخص:

إن معالجة النفايات في الجزائر ، تمثل مشكل حقيقي لعدم مراقبتها ومتابعتها في أماكن الردم التقني لإفرازاتها السامة.

إن تسيير النفايات يتعرض لكثير من المشاكل التقنية والتنظيمية ، لذلك يتوجب توجيه كل النفايات إلى مركز الردم التقني والذي حاليا يبقى صعبا تحقيقه نظرا للعوائق المحلية ، وهذا لعدم الدراية والعلم بكل المعطيات الخاصة بالنفايات في الجزائر.

إن الدراسة الجيوتقنية التي أجريت بمركز الردم التقني بالصومعة (البليدة) والتي تعد منطقة ذات مناخ رطب، قد سمحت لنا بدراسة معايير كثيرة على الردم المخزنة وطريقة سلوكها مكانيكيا، هيدرولوجيا وبيولوجيا، البيئة الخارجية وخصائص استثمارها.

الكلمات الدالة:

النفايات، مفرغة، مركز الردم التقني، عصارة النفايات، بيوغاز

Résumé :

Le traitement des déchets pose problème en Algérie du fait de l'absence de contrôle, d'aménagements fonctionnels inadaptés (collecte et traitement des lixiviats, du biogaz...) ou inexistants et de difficultés de financement.

La gestion des déchets rencontre de nombreuses difficultés du point de vue technique, méthodologique et organisationnel. Le choix est porté sur l'enfouissement des déchets comme mode de traitement, mais qui reste inadapter aux contraintes locales. Cela est dû à un manque de connaissance des paramètres spécifiques aux décharges en Algérie.

L'expertise CET Soumâa de wilaya de blida situé dans la zone climatique humide, a permis le suivi des divers paramètres, les déchets stockés et leur comportement mécanique, hydraulique et biologique, l'environnement extérieur et les caractéristiques de l'exploitation.

Mots clés :

Déchets, Décharges, Centre d'enfouissement techniques (CET), Centre de stockage des déchets (CSD), Lixiviats, Biogaz.

***Abstract* :**

The waste problem in Algeria because of the lack of supervision, inadequate functional facilities (collection and treatment of leachate, biogas ...) or non-existent and financing difficulties.

Waste management is facing many difficulties from a technical, methodological and organizational perspective. The choice fell on the landfill as a method of treatment, but remains inadequate to local constraints. This is due to a lack of knowledge of specific parameters discharges Algeria.

Expertise THIS Soumaa wilaya of Blida located in the wetland has climaique monitoring various parameters after the introduction of a provision and the incoming waste (type and flow), the stored waste and their mechanical behavior, hydraulic and biological, the external environment and the characteristics of the operation.

Key words

Wastes, landfills, Technical burying centre,

Storage centre of the wastes, leachates, biogas,

Sommaire

Remerciement .....
Résumé : .....
Sommaire.....
Liste des figures :.....
Liste des Tableaux : .....
CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE.....1
CHAPITRE II : LES DIFFERENTS TYPES DES CET :.....3
II.1.Introduction :.....3
II.2.Centre de stockage des déchets : dispositions techniques et Fonctionnelles :.....3
II.2 .1. Définition et classification des CET :.....3
II.2.1.1. Centre d'enfouissement technique : 3
II.2.1.2. Classification des CET : 3
a) CET de Classe I : 3
b) CET de Classe II :.....4
c) CET de Classe III : 5
II.2.2. Différents modes des Centres de Stockage des déchets : 5
II.2. 2.1. Différents types de décharges contrôlées :.....5
II. 2. 2.1.1. Décharge contrôlée de type traditionnel : 5
II.2.2.1.2. Décharge contrôlée compactée :.....5
II. 2. 2.1.3. Décharge contrôlée de déchets broyés :.....6
II. 2.2.1.4. Décharge contrôlée de déchets mis en balles :.....6
II. 2. 2.1.5. Décharge de déchets prétraités :.....6
II.2.2.2. Modes d'exploitation des décharges contrôlées : 6
II.2.2.3. Bioréacteur :.....7
II.2.3.Types de centres de stockage des déchets rencontrés : 8
II.2.3.1.Le stockage en casier étanche (Modèle 1) :.....8
Qui évite la génération d'effluents liquides et gazeux (dry tomb) :.....8
II.2.3.2.Le stockage en casier non étanche (Modèle 2) : 8
II.2.3.3. Le stockage en casier non étanche (Modèle 3) : 8
II. 2.4. Choix du site et conception :.....8
II.2.4.1. Choix du site : 9
II.2.4.2. Conception du site :.....9
II.2.4.2.1. Etudes préliminaires : 9

II.2.4.2.2. Cellules d'enfouissement : 10
II. 2.4.2.3. Système de drainage du biogaz : 13
a) Systèmes à puits verticaux : 13
b) Systèmes à drains horizontaux: 14
II. 3. Caractéristique physique des déchets : 14
II. 3.1. Densité de déchets $\rho(t/m^3)$: 14
II. 3.2. Tassement des déchets : 15
II 3.3. Capacité de rétention, Cr % : 16
II.3.4. Température, Te (°c) : 17
II. 3.5. Perméabilité, K (m/s) : 17
CHAPITRE III : APPLICATION DE LA GEOTECHNIQUE A L'ETUDE ET A LA CONCEPTION DES CET 18
III.1.Introduction : 18
III.2. Concepts de la géotechnique pouvant être applicables sous certaines conditions : 18
III.2.1 Glissement et résistance au cisaillement 20
III.3. Reconnaissance géotechnique générale 20
III.5. Centre d'enfouissement technique (C E T) 32
III.6. Approche de la perméabilité dans l 'étude et la conception des C.E.T : 33
CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT ET PRESENTATION DU CET DE BLIDA (SOUMAA) 38
IV.I. introduction : 38
IV.II. caractéristique de la zone d'étude: 38
III. Centre d'enfouissement technique de Soumâa : 45
IV.III.1. Paramètres d'aménagement et d'équipement du CET de Soumâa : 48
IV.III.1.1. Travaux et aménagements 52
IV.III.1.1.1. Terrassement 52
IV.III.1.1.2. *Drainage* 52
IV .III.1.1.2.1. Eaux pluviales 52
IV.III.1.1.2.2. Lixiviats 53
IV.III.1.2. Lagunes de stabilisation des lixiviats 53
IV.III.1.2.1. Dimensionnement 53
IV.III.1.2.2. Voies de circulation 56
IV.III.1.2.3. Clôture et rideaux d'arbres 57
IV.III.1.3. Casier 57
IV.II.1.3.1. Fond de forme du casier 57
IV.III.1.3.2. Excavation 57
IV.III.1.3.3. Aménagements et drainage 58

IV.III.1.3.3.1. *Etancheifiction* 58
IV.III.1.3.3.2. Drainage des lixiviats 59
IV.III.1.3.4. Exploitation 59
IV.III.1.3.4.1. Couverture finale du CET 59
Conclusion générale : 62
Références Bibliographiques : 63
Liste des figures : .....
Liste des Tableaux :.....

Liste des figures :

Figure II.1 : Centres d'enfouissement techniques en ALGERIE. 5
Figure II.2 : Disposition générale d'une décharge. 7
Figure II.3 : Principe de confinement. 10
Figure II.4 : Différentes combinaisons et structures d'étanchéité en fond et couverture de décharge. 11
Figure II.5 : Recommandations pour des étanches en fond de décharge. 12
(Bordes ,1995) 12
Figure II.6 : Dispositif drainant géo synthétique. (Billard ,2001b) 13
Figure II.7 : Casier de stockage (a) en phase d'exploitation (b) en phase de post exploitation. .. 15
FigureII.8: Evolution (a) de la hauteur de déchet (b) du tassement de surface associé au cours des phases d'exploitation et de post-exploitation d'un CSD (ADEME et LIRIGM ., 2005). 16
Figure III.1.les différents effets des problèmes de la géotechnique 18
Figure III.2.les différents effets des problèmes de la géotechnique 19
Figure III.3. Problème de stabilité en cours d'exploitation 19
Figure III.4. Les différents effets des problèmes de la géotechnique 19
Figure III.5. Quelques caractéristique géomécanique des déchets : 22
compactage 22
Figure III.6. Quelques caractéristique géomécanique des déchets : 23
cisaillement 23
Figure III.7. Quelques caractéristique géomécanique des déchets : 23
Cisaillement au phicomètre 23
Figure III.8. Quelques caractéristique géomécanique des déchets : 24
Cisaillement au phicomètre 24
Figure III.9. schéma du phicomètre 24
Figure III.10. Essai de Cisaillement direct in situ 25
Figure III.11. Essai de Cisaillement direct in situ 25
Figure III.12. Tige de phicomètre 26
Figure III.13. Essai au phicomètre (sondage) 26
Figure III.14.les différents effets des problèmes de la géotechnique 27
Figure III.15.les différents effets des problèmes de la géotechnique 28
Figure III.16. Illustration de la génération et la production de gaz de décharge (biogaz) dans le temps 28
Figure.III.17.Construction graphique d'Asaoka 31
Figure.III.18. Méthode d'ASAOKA 32
Figure.III.19 Dommaines de validité de différents essais courants 33
Figure III.20. Schéma du perméamètre à double anneau de type fermé 35
Figure III.21. Dispositif traxial spécifique pour mesures de perméabilité 36
Figure.IV.1 : Localisation du CET de Sournàa 47
Figure IV.2 : Schéma du réseau de drainage des lexiviat 53
Figure IV.3 : Clôture 57

Liste des Tableaux :

Tableau n°1 : Résultats d'analyses géotechniques..... 41
Tableau n°2 : Résultats des sondages..... 42
Tableau n°3 : Synthèse de l'étude d'impact..... 45
Tableau n°4 : Calcul de la capacité de stockage et de la durée de vie du CET..... 60

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

Les déchets solides représentent l'un des défis les plus importants des sociétés urbaines et industrielles. Si l'enfouissement sanitaire des déchets solides produits par les centres urbains et par les industries est une pratique courante et technologiquement maîtrisée, ces amas de déchets constituent encore des sources de pollution aggravée du fait de leur concentration : production de lixiviat mal drainé et non traité, production de biogaz non récupéré, impacts visuels et olfactifs, risques liées populations avoisinantes etc.

Qui doit veiller à l'hygiène et la propreté du milieu, doit participer à la résorption des décharges sauvages par la création des centres de stockages de déchets, pour assurer l'hygiène publique et améliorer le cadre de vie.

En Algérie Peu d'études ont porté sur les constructions des centres de stockage des déchets, CSD, (dimensionnement des casiers, système de drainage des effluents liquides et gazeux, traitement et valorisation des rejets, capacité des casiers). Ces rejets (lixiviat et biogaz) font l'objet actuellement de travaux dont l'objet principal est de limiter les impacts Sur le sol et eaux souterrains

La problématique de l'étude se traduira aussi par l'identification des questions qui se posent en termes de conception des sites d'enfouissement, mais aussi en termes de contrôle géotechnique

En termes de conception :

- Quel site choisir en fonction du contexte géologique et hydrologique ?
- Comment sont organisés les cellules et les alvéoles de stockage ?
- Quel équipement minimum est nécessaire en fonction du contexte, pour l'étanchéité des casiers et le drainage des effluents liquides et gazeux et pour le placement et le tassage des déchets dans la zone d'exploitation ?
- Quel équipement de base est nécessaire pour le traitement des effluents et la valorisation du biogaz ?

Faut t'il compacter les déchets très humides et riches en matière organique?

- Quel type de compactage et a quel moment ? Quel tassement attendre ?
- Quelle influence sur la durée de vie du site ?

- Quels sont les pourcentages d'eau relarguée et d'eau retenue par le massif de déchets ?
- Quel est le bilan hydrique du site ?
- Quelles sont les données utilisées pour la conception des systèmes de traitement ?
- Quelle est la réalité de la production du biogaz et quels sont les moyens techniques à mettre en œuvre afin de capter et de valoriser le biogaz ?
- Quelle est l'efficacité du traitement de lixiviat ?
- Les sols de couverture intermédiaire sont ils adaptés ?

En terme environnemental et sanitaire :

- Comment assurer le suivi du contrôle du site ? Où installer les piézomètres pour l'analyse des eaux de nappe ?
- Comment mesurer les impacts environnementaux liés au site ? gaz à effet de serre, biodiversité, etc.
- Comment mesurer les risques sanitaires pour les personnels d'exploitation du site ou pour la population avoisinante ?

METHODOLOGIE :

La méthodologie d'approche est aussi diversifiée que sont diversifies les axes de la présente recherche. En premier lieu il s'agit :

> De prendre connaissance des tests et des principales techniques actuellement expérimentées cités dans la littérature et des résultats de travaux de recherche concernant la conception des centres de stockage des déchets dans le monde en général et en Algérie en particulier.

En deuxième lieu il s'agira de :

> Prendre connaissance des protocoles de caractérisation utilisés sur des déchets solides pour tous les paramètres nécessaires à la compréhension des phénomènes qui se déroulent dans la décharge ;

> Préciser tous les aspects pratiques du suivi expérimental (appareillage, nature des analyses, fréquence des analyses et techniques d'échantillonnage)

> Présenter une synthèse des caractéristiques des sites d'étude. En

troisième lieu, il s'agira de :

Rassembler, analyser, et interpréter les résultats expérimentaux obtenus au laboratoire et sur le site du CET étudié. L'acquisition des donnes expérimentales sur le site doit permettre de tirer des enseignements spécifiques et de pouvoir mieux définir les modalités de conception de décharges en Algérie.

CHAPITRE II : LES DIFFERENTS TYPES DES CET :

II.1.Introduction :

" Tout un chacun a une idée de ce que représente une décharge", car toute société à toujours besoin, pour se défaire de ses déchets, d'un moyen, d'un lieu, faisant office de "dépotoir". Les plus initiés savent que les habitudes de nos aïeux de jeter leurs ordures, et plus généralement tous les déchets, sans précaution aucune, dans le premier trou venu, ont bien changé au cours des dernières décennies. La gestion des résidus urbains est devenue une des préoccupations majeures de ces dernières décennies et plusieurs techniques de conception ont vu le jour dont bon nombre de pays développés : incinération, compostage, méthanisation, enfouissement.

La décharge contrôlée est l'une des filières préconisées, mais elle présente des risques de contamination pour les eaux de surface et la nappe souterraine susceptible d'être utilisée pour l'alimentation en eau potable. Progressivement, la décharge s'est transformée en Centre d'Enfouissement Technique ayant pour règles la récupération des effluents gazeux (biogaz) et aqueux (lixiviats), la sélection des déchets admis, le contrôle et la surveillance des exploitations. Pour plus de protection du sol et du sous sols des barrières de sécurité et de protection ont été aménagées jouant le rôle d'écran en minimisant les effets sur l'environnement.
Les conditions d'implantation, d'aménagement, d'exploitation et de surveillance sont imposées en raison des nombreux risques pouvant être causés sur la santé humaine et l'environnement.

II.2.Centre de stockage des déchets : dispositions techniques et fonctionnelles :

II.2 .1. Définition et classification des CET :

Centre d'enfouissement technique :

Les CET sont définis comme un site d'élimination des déchets par dépôt des déchets dans la terre (c'est à dire en sous sol).

Classification des CET :

a) CET de Classe I :

- **Catégories de déchets admissibles**

En plus des déchets urbains et banals, ces décharges sont habilitées à recevoir certains déchets industriels spéciaux. Ainsi sont admis dans ces CET de classe I **:**

- les déchets industriels spéciaux de catégories A qui sont : les résidus de l'incinération; les résidus de la sidérurgie : poussières, bous d'usinage; les résidus de forages; les déchets minéraux de traitement chimique : sels métalliques, sels minéraux, oxydes métallique.
- les déchets de catégories B qui sont : Les résidus de traitement d'effluents industriels et d'eaux industrielles, de déchets ou de sols pollués; Les résidus de peinture: déchets de peinture solide, de résine de vernis; Les résidus de recyclage d'accumulateurs et de batteries: par exemple les résidus d'amiante; les réfractaires et autres matériaux minéraux usés et souillés.

b) CET de Classe II :

➢ Catégories de déchets admissibles

Sont acceptés sur ces centres les déchets ménagers et assimilés. Ce sont des installations classées pour la protection de l'environnement. Les déchets admissibles dans ces décharges sont (Circulaire du 11 Mars 1987) :

- Ordures ménagères;
- Déchets ménagers encombrants;
- Déblais et gravats;
- Déchets commerciaux, artisanaux et industriels banals assimilables aux ordures ménagères;
- Déchets d'origine agricole ne présentant pas de danger pour la santé humaine et l'environnement;
- Pneumatiques;
- Cendres et produits d'épuration refroidis résultant de l'incinération des ordures ménagères;
- Boues en provenance de l'assainissement urbain.

*** Nombre de sites en Algérie**

La carte (Figure II. 1) ci-dessous informe des différents CET réalisés à travers le territoire national. 97 Centres d'enfouissement technique sont réalisés (AND, 2010).

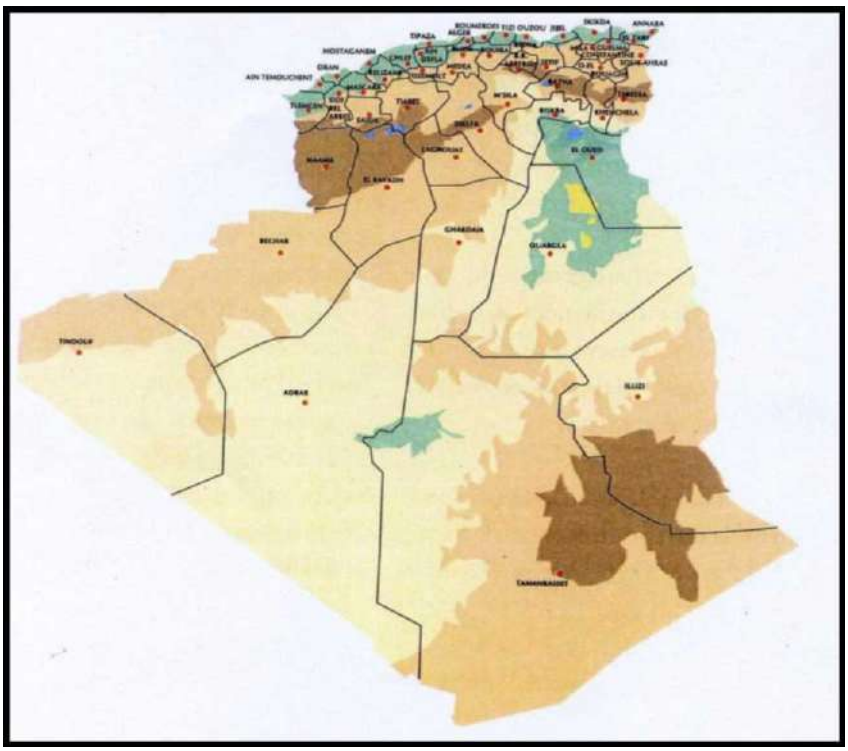


Figure II.1 *: Centres d'enfouissement techniques en ALGERIE.*

c) CET de Classe III :

Ce sont les installations de stockage recevant essentiellement des déchets inertes. Ces décharges de la classe III, ne reçoivent que les déchets inertes d'origine domestique comme les déchets issus du bricolage familial qui peuvent également être stockés dans les décharges de classe II et les déblais et gravats qui peuvent également être stockés dans les décharges de classe II. Ils reçoivent aussi les déchets de chantiers et les déchets de carrière.

II.2.2. Différents modes des Centres de Stockage des déchets :

Différents types de décharges contrôlées :

Il existe plusieurs types de décharges contrôlées :

Décharge contrôlée de type traditionnel :

Dans ce type de décharge, la plus anciennement pratiquée, les ordures ménagères sont répandues par couches successives d'épaisseur modérée de 2 mètres environ.

Décharge contrôlée compactée :

Dans ce type de décharge, les ordures sont répandues en couches minces (30 à 50 cm), puis fortement compactées à l'aide d'un compacteur, épandeur de type "Pied de Mouton".

La densité finale peut atteindre 0,8 - 1,0 T/m^3 au fond du trou.

Décharge contrôlée de déchets broyés :

Cette méthode comporte les étapes suivantes:

-Un broyage préalable des déchets.

-L' étalage sur le terrain en couche adjacente d'épaisseur moyenne de 0,5 m.

-La pose d'une couche superficielle inerte imperméable par la fermentation aérobie des ordures, couche protectrice des couches profondes.

-La réduction des risques d'incendie en raison de la compacité de la masse d'ordures.

Décharge contrôlée de déchets mis en balles :

Les déchets sont compressées, ce qui réduit le volume et élimine l'eau et l'air contenus dans ces déchets. On confectionne ainsi des balles faciles à transporter et à entasser dans les alvéoles.

Décharge de déchets prétraités :

Les Prétraitements Mécaniques et Biologiques (PTMB) sont l'association des opérations mécaniques de trie - valorisation, recyclage avec les opérations biologiques visant à réduire la quantité des déchets enfouis et stabiliser la matière organique présente dans la fraction résiduelle fermentescible. L'objectif principal est de produire un résidu stable destiné au stockage ultime en ISD.

Le traitement mécanique crée des conditions optimales pour le prétraitement biologique et permet d'extraire des matériaux qui ne peuvent pas être dégradé par les traitements biologiques.

II.2.2.2. Modes d'exploitation des décharges contrôlées :

Pour la décharge contrôlée traditionnelle ou compactée, cette technique, conçue dans le but de faire disparaitre le front de décharge, consiste à découper le site en aires de forme rectangulaire de 3000 m^2 à plus d'un mètre carré qui constituera de petites décharges indépendantes appelées "Casiers" ou "Alvéoles" .

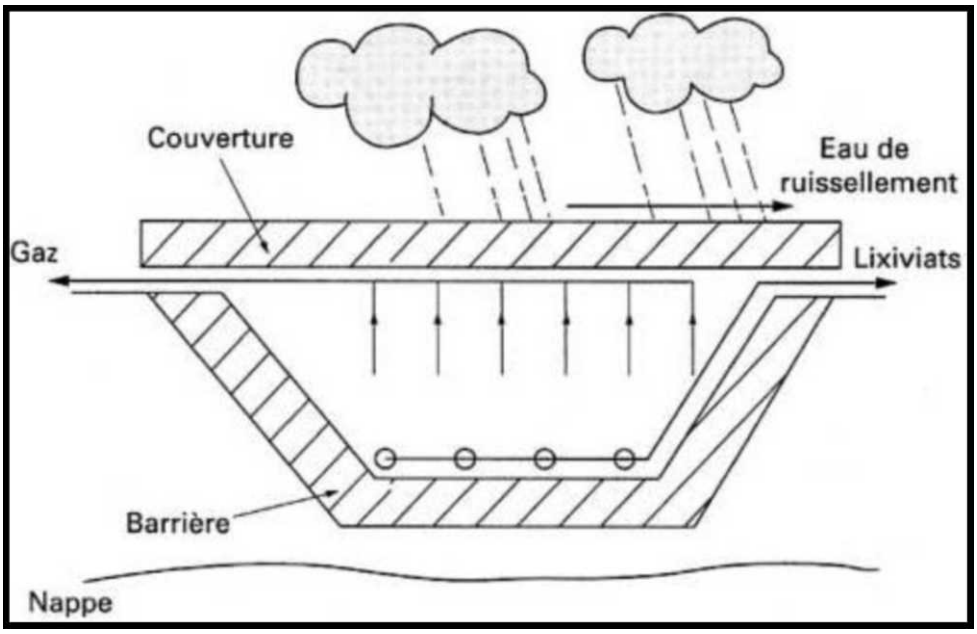


***Figure II.2** : Disposition générale d'une décharge.*

Quand à la méthode classique d'avancement, elle consiste à faire avancer le front de la décharge à l'aide d'un engin à lame qui, en avançant, étale les ordures.

Dans le cas des déchets broyés ou les couches sont de faibles épaisseurs on ne peut mettre la couche qu'après 6 mois, temps nécessaire à la fermentation.

Ainsi, c'est suivant la présentation du terrain qu'on choisit l'une ou l'autre des méthodes citées. Pour un terrain plat, il est conseillé d'utiliser la méthode du casier et pour un terrain en cuvette, les couches seront légèrement inclinées, dans ce cas, il est nécessaire de prévoir un drain pour les eaux de percolation car le bilan hydrique sera excédentaire.

II.2.2.3. Bioréacteur :

Depuis quelques années un nouveau système de traitement des déchets est apparu surtout dans les pays développés " le Bioréacteur " dont le principe repose sur le confinement et le contrôle des paramètres de fermentation.

Ce concept consiste à accélérer la décomposition et donc la stabilisation de déchets grâce à un apport contrôlé d'humidité au sein d'un massif de déchets. Pour cela, on injecte dans le massif de déchet, le lixiviat collecté en fond de casier. Cette circulation se fait par des puits verticaux ou des drains horizontaux .

Le principe est de stimuler et contrôler l'activité biologique du massif en optimisant les conditions physico-chimiques favorisant la biodégradation de la fraction organique fermentescible des déchets stockés.

L'optimisation de l'activité biologique est principalement basée sur l'augmentation du taux d'humidité, soit par une régulation de l'eau de pluie pénétrant dans le déchet au travers de la couverture semi- perméable ,soit par apport d'eau volontaire par recirculation des lixiviats après la mise en place de la couverture étanche .

II.2.3.Types de centres de stockage des déchets rencontrés :

Les grands types de " Centre de stockage" rencontrés:

Le stockage en casier étanche (Modèle 1) :

Qui évite la génération d'effluents liquides et gazeux:

Ce principe conduit au ralentissement de la production de biogaz issu de la méthanisation, sans garantir la stabilité de la matière organique contenue dans le massif de déchets. Les risques dans ce cas ne sont pas maitrisés, car la durée de vie réelle de la géomenbrane n'est pas connue et l'efficacité des systèmes d'étanchéifications n'est pas garantie à long terme.

II.2.3.2.Le stockage en casier non étanche (Modèle 2) :

Ou la barrière active en plus de la barrière passive est intégrée dans la conception du casier d'enfouissement des déchets et les effluents liquides et gazeux générés par la biodégradation des déchets sont récupères, modèle appliqué.

II.2.3.3. Le stockage en casier non étanche (Modèle 3) :

Qui autorise un relargage des effluents dans l’environnement :

Le modèle s'appuie sur la barrière passive du site d'enfouissement, il est appliqué dans les zones semi arides, sous conditions hydrogéologiques acceptables.

II. 2.4. Choix du site et conception :

Les CET s'insèrent dans un environnement qu'ils doivent perturber et polluer le moins possible, toute émission doit être maîtrisée et tous les flux générés dans le milieu naturel environnemental doivent être maîtrisés, estimés et contrôlés.

II.2.4.1. Choix du site :

Le site ne peut être implanté à moins de 200 mètres de zones d'habitation Il doit être imperméable et doit présenter un niveau de sécurité constitué par une formation géologique présentant les caractéristiques suivantes :

- Une barrière de sécurité passive dont le substratum du site doit présenter une perméabilité inférieure à 10^{-9} m/s sur au moins 1 mètre et inférieure à 1.10^{-6} m/s sur au moins 5 mètres .
- Le site de stockage doit satisfaire à des contraintes supplémentaires telles que l'aptitude du sous-sol à garantir la stabilité mécanique des casiers, la protection des ressources en eau, les besoins des collectivités (proximité des zones de production des déchets, accès au site), la protection du patrimoine, les risques d'inondation, les risques d'avalanches, etc.

Des recherches ont étés entreprises pour la caractérisation des matériaux argileux pour le confinement des déchets en surface, cela permettra de résoudre le problème relatif à la réalisation de couche d'étanchéité sur des sites de stockage de déchets et de confinement de sites pollués, à cet effet il est nécessaire que des conditions de mises en œuvre sur les sites de stockage et la mise au point des procédures de sélection des matériaux , naturels ou traités par adjuvants est préconisée .

II.2.4.2. Conception du site :

L'aménagement d'un site nécessite l'acquisition de données dans les domaines suivants: conformité avec les plans d'élimination, écologie, hydrologie, urbanisme environnant, accès, hydrogéologie locale, topographie et données économiques. L'ensemble de ces données oriente les principales étapes d'aménagement des centres de stockage et nécessite les opérations et les installations suivantes:

II.2.4.2.1. Etudes préliminaires :

Les travaux de construction du site ne commencent que lorsqu'une étude hydrologique a permis de définir la localisation de la nappe phréatique, la profondeur, la perméabilité du sol et des roches, confirmation des conditions adéquates pour aménager le site et les cellules d'enfouissement qui en font partie, Les informations nécessaires fournies par le guide pour toute étude préliminaire doivent prendre en considération:

- La modification du sol sur : l'eau, le sol et le sous sol , le cadre de vie;
- La morphologie du projet (les déchets, les biens matériels et le patrimoine, le cadre de vie)
- Le système d'étanchéité drainage des lixiviats;
- Le tassement et interactions entre les différents types de déchets;

- Les rejets atmosphériques et odeurs;
- La production d'énergie;
- Les émissions sonores et vibrations mécaniques;
- Le transport.

Cellules d'enfouissement :

Un centre de stockage comprend une surface de stockage de plusieurs dizaines d' hectares composé de casiers, indépendants, sur le plan hydraulique, constitué d'alvéoles, dans lesquelles sont entreposés les déchets, dont la hauteur doit être déterminée de façon à ne pas dépasser la limite de stabilité des digues .

En pratique, les casiers ont fréquemment des surfaces maximales allant de 5000 m pour une petite décharge de 1,5 ha pour une grande décharge. Les casiers sont entourés de digues étanches et l'ensemble des casiers est entouré d'une digue périphérique pouvant avoir des pentes internes de 2/1 et des pentes externes de 3/1 .

Les déchets sont entreposés dans un lieu confiné, sans échange avec les milieux environnant (eaux souterraines, sol et atmosphère) (Figure II.3).

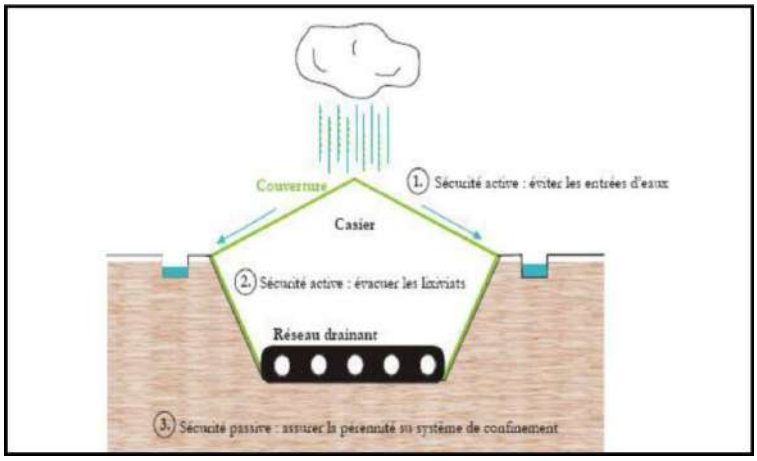


***Figure II.3** : Principe de confinement.*

Entre le stockage de déchets et ces différents lieux, des dispositifs de sécurité sont aménagés sous forme de "barrières", passives et actives (Figure II.4)

.

-Barrière passive constituée par la couché géologique naturelle, doit présentée de haut en bas, une perméabilité (k) inferieure à 10^{-9} sur au mois 1 m et inferieur à 10^{-6} sur au mois 5m.

-Barrière active constituée du bas vers le haut : d'une géomembrane, ou tout dispositif équivalent. Elle constitue la meilleure prévention des transferts advectifs (Moreau et Gosset., 2000), surmontée d'une couche de captage et d'un réseau drainage pour les lixiviats. Seules les géomembranes en PEHD (Polyéthylène Haute Densité) seraient chimiquement résistantes aux lixiviats, si elles sont bien installées (ni trous, ni sollicitations mécaniques) et le retour d'expériences après leur utilisation en fond de décharge serait de 20 ans .

- Une géomembrane ou un dispositif équivalent doit être étanche.
- Un drain en géosynthétique avec un facteur de sécurité de 3,0 , en fond de casier au dessus de la barrière permettra l'évacuation des lixiviats vers le collecteur principal;
- Les dispositifs de drainage sont constitués soit par des matériaux géo synthétiques, soit par des matériaux drainants, graviers par exemple, associés à des géosynthétiques

- La couche drainante et filtrante est d'épaisseur minimale 30 cm et d'une perméabilité de 10^{-4} m/s de nature non calcaire , granulaire (Sable avec une épaisseur minimale de la couche de 30 cm et de conductivité hydraulique minimale de10^{-2} ,ou un géotextile avec une ouverture de préférence supérieure à 500 micromètres qui permettront d'éviter le colmatage (Johanessen, 1999) et offrira une protection à la couche étanche et aux divers conduites.

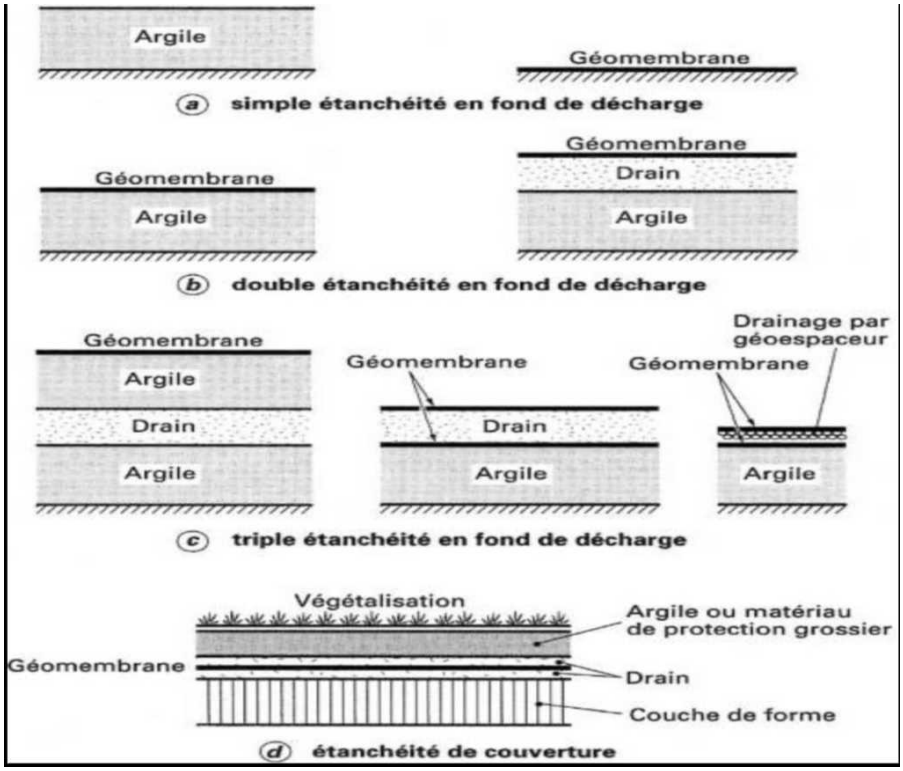


Figure II.4 *: Différentes combinaisons et structures d'étanchéité en*

Bordes (1995) informe des nouvelles tendances de la conception des nouvelles décharges et présente les recommandations Américaines et Allemandes (Figure.II.5). Précise que la géo membrane n'est qu'un élément de la structure retenue pour répondre au problème posé, mais que La solution choisie est différente.

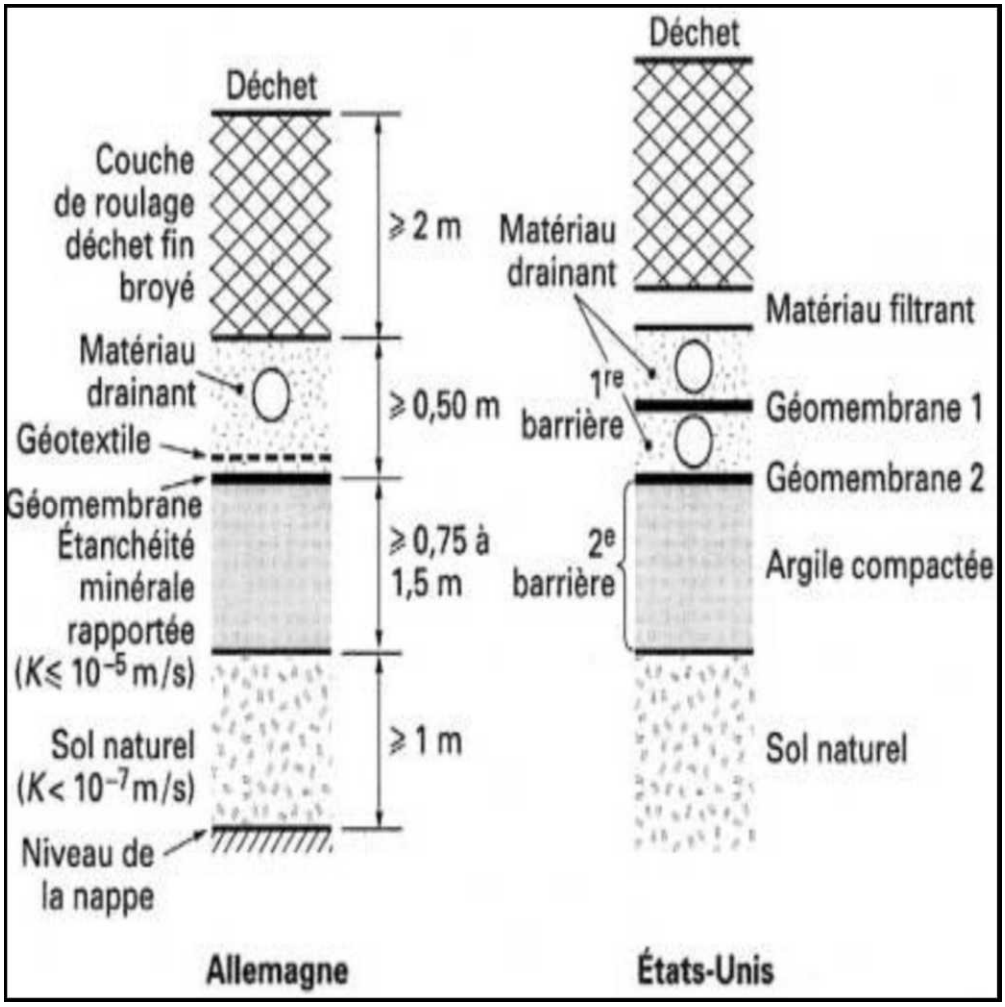


***Figure II.5** : Recommandations pour des étanches en fond de décharge.*

(Bordes ,1995)

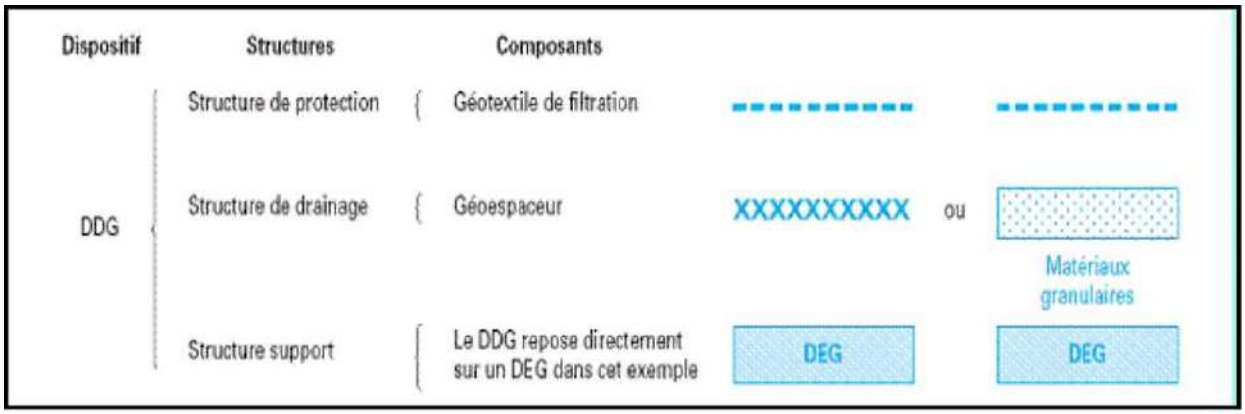


***Figure II.6** : Dispositif drainant géo synthétique. (Billard ,2001b)*

L'étanchéifiassions des alvéoles et le contrôle des eaux, sont réalisés à l'aide de plusieurs couches : matériaux drainants 20/40 sur 50 cm, géo membrane PEHD de 2 mm et géotextile de 500 g/m

Système de drainage du biogaz :

La collecte et le traitement du biogaz sont imposés dans les réglementations européennes et française . Le système de drainage doit permettre de collecter le maximum de biogaz produit, de maintenir une qualité constante du biogaz pour assurer une alimentation régulière des dispositifs de traitement et offrir une certaine flexibilité compte-tenu des changements de production de biogaz au cours de la biodégradation .

Le biogaz s'écoule dans la masse de déchets principalement grâce à la différence de pression dans la mesure où la formation du biogaz crée une pression plus élevée que la pression atmosphérique. Le gaz trouve alors le chemin qui lui offre le moins de résistance. La perméabilité horizontale de la masse de déchets étant plus grande que la perméabilité verticale, le biogaz a tendance à migrer vers les limites extérieures du massif de déchets. Il existe deux grandes catégories de mode de collecte du biogaz:

a) Systèmes à puits verticaux :

Il est recommandé d'utiliser des tubes perforés en polyéthylène en raison de leur résistance à la corrosion, et de leur plasticité dont le diamètre usuel est de 100 à 200 m .

Billard (2001c) recommande, pour le suivi du tassement, que le tube de filtration doit être équipé d'un dispositif télescopique et l'installation d'une couche d'argile autour de cette partie télescopique pour empêcher l'air d'entrer par le puits.

b) Systèmes à drains horizontaux:

Les drains horizontaux placés dans la masse de déchets peuvent remplir deux fonctions : Soit ils constituent le système "principal" de collecte du gaz, à la place des systèmes verticaux, ils sont alors disposés à intervalles réguliers et répartis dans la masse;
Soit ils constituent des "auxiliaires" des drains verticaux auxquels ils sont connectés et vers lesquels ils canalisent les gaz formés dans la masse.

D'après Billard (2001c), l'extraction verticale est la plus utilisée dans les centres de stockage, alors que l'extraction horizontale est souvent réservée aux centres peu profonds. Les drains horizontaux sont, plus que les drains verticaux, sensibles aux risques de colmatage dus à la présence de lixiviats, condensants, et fines ainsi qu'aux tassements différentiels .

II. 3. Caractéristique physique des déchets :

II. 3.1. Densité de déchets ρ(t/m^3) :

La densité des déchets, est assimilée à la masse volumétrique, elle varie selon la nature des déchets, les modes de collecte (bennes tasseuses ou non), permet d'optimiser le mode d'exploitation. Elle constitue une caractéristique essentielle pour traiter des problèmes de tassement et de stabilité, auxquelles sont soumis les massifs de déchets . Sa valeur dépend initialement de la composition des déchets, du degré de compactage lors de la mise en place et de la présence de la couverture périodique .

C'est d'un point de vue géotechnique, un des paramètres les plus importants qui affecte le comportement physique des déchets est la densité ; elle varie en fonction de nombreux facteurs, la consolidation, la conductivité hydraulique la génération de Lixiviat et le taux de décomposition.

Elle joue un grand rôle dans l'estimation du coût de stockage annuellement, le dimensionnement d'un CET va dépendre du volume que l'on peut estimer correspondre à ce tonnage. La densité doit être déterminée avant stockage et pendant son évolution au sein du

casier. La densité p en T/m^3 des déchets entrants varie selon la nature des déchets en fonction des pays.

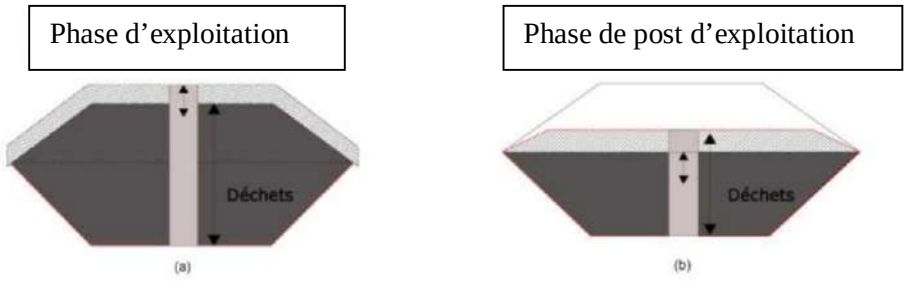
II. 3.2. Tassement des déchets :

Le tassement est à l'origine du compactage des déchets lors de leur mise en décharge et de leur biodégradation à long terme par la perte de masse sous forme de biogaz et de lixiviat . Il fourni des informations sur la vitesse de dégradation des déchets et de l'évolution de la capacité de .stockage de casier de déchet. Le tassement dans les déchets se déroule en 3 phases:

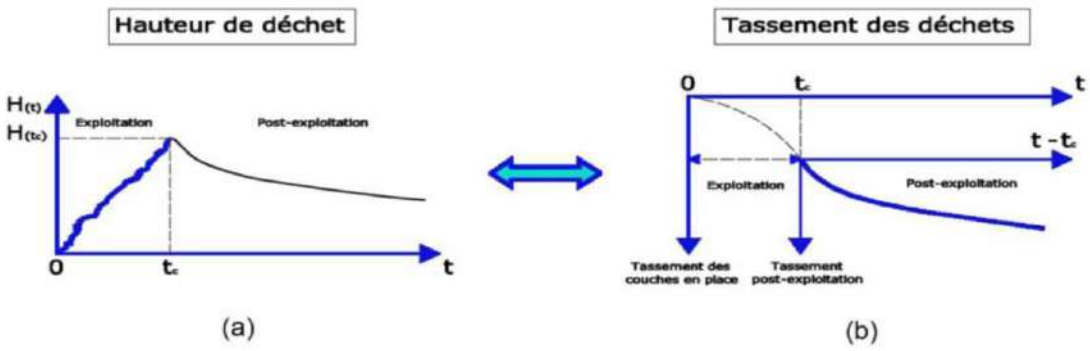
- La compression initiale : elle correspond au tassement qui a lieu immédiatement après application d'une charge extérieure, elle n'est pas détectée à cet effet elle n'est pas prise en considération dans le suivi du tassement.
- Le tassement primaire (quelques mois) : il a lieu au moment ou les déchets sont compactés et biodégradés par la perte de gaz et de l'eau. Et son ordre de grandeur est de 0,006 m-$mois^{-1}$ pendant 6 ans .
- Le tassement secondaire : il n'est pas lié à la charge et il est responsable de la plus grande partie du tassement total. La décomposition biologique, les actions physicochimiques et la compression mécanique secondaire sont les principales causes. Cette phase peut durer des dizaines d'années.

Au moment du tassement, un casier de déchets ménagers pert 10 à 25 % de sa hauteur totale sur plusieurs décennies, l'essentiel se fera durant les 5 premières années .

***Figure II.7** : Casier de stockage (a) en phase d'exploitation (b) en phase de post exploitation.*



L'évolution de la hauteur de déchet et les tassements associés observés au cours des phases d'exploitation et de post-exploitation, sont représentés sur les Figures II.8 . ci-dessous.



FigureII.8*: Evolution (a) de la hauteur de déchet (b) du tassement de surface associé au cours des phases d'exploitation et de post-exploitation d'un CSD (ADEME et LIRIGM ., 2005).*

II 3.3. Capacité de rétention, Cr % :

Le concept de capacité de rétention est apparu dans les années 1933 c'est la quantité maximale d'eau capillaire (et adsorbée) que le milieu est capable de retenir à l'équilibre (Olivier, 2003).Il permet de déterminer et de calculer le bilan hydrique d'un centre de stockage des déchets.

La capacité de rétention est souvent remplacé par la capacité aux champs, selon l'Ademe (2001), la capacité aux champs diminuerait avec l'âge des déchets (à cause de la minéralisation) et la profondeur car le tassement augmente la densité du déchet et réduit par conséquent la taille des pores.

La capacité d'absorption et de relargage d'un déchet est définie par la quantité d'eau qu'il peut absorber avant d'en relarguer (capacité au champ moins sa teneur en eau initiale), elle dépend de la teneur en eau initiale; la teneur en eau maximale et la teneur en eau minimale.

La capacité d'absorption est une variable dynamique, et à court terme (moins de 4 ans), de fortes capacités d'absorption peuvent être observées de l'ordre de 100 à 200 l-m^{-3} (SITA, 1999 rapporté par Bellenfant en 2001) :

****Teneur en eau initiale*** : A cause de l'extrême hétérogénéité et diversité des déchets, leur teneur en eau volumique initiale est mal connue. Les valeurs moyennes admises varient autour de 20% .

Ce paramètre est fondamental, car il détermine l'apport principal en eau dans le casier (si l'on considère un volume de 50 000 m3 de déchets, une variation de 1 % de la teneur en eau initiale entraîne une variation de 500 m_3 de l'eau comprise dans les déchets).

*__*Teneur en eau maximale*__ :** la teneur en eau à saturation est de 50 à 60 %.

La capacité au champ varie entre 12 % et 53 % (volumique), les valeurs les plus courantes se situant entre 30 et 40 %.

Teneur en eau minimale : c'est la teneur en eau en dessous de laquelle les forces de gravité deviennent négligeables devant les forces de capillarité. Elle est égale à 0,035, varie de 0,006 à 0,012 (v/v).

II.3.4. Température, Te (°c) :

La température est l'un des facteurs essentiels de la production de biogaz. Elle détermine en effet la nature des populations microbiennes actives au cours de la dégradation et permet le contrôle de la modification de la composition (Olivier, 2003). Le même auteur souligne une chute très sensible de la température, à l'issue de la phase d'hydrolyse aérobie. Généralement cette dernière se stabilise entre 40 et 50 °C puis au bout de quelques années, autour de 25 à 35°C

Le suivi de la température dans le massif de déchets permet de contrôler l'homogénéité des conditions de biodégradation et d'évaluer si les conditions d'humidité sont optimales pour la microflore .

II. 3.5. Perméabilité, K (m/s) :

Cette valeur correspond à la conductivité hydraulique (coefficient de perméabilité de Darcy, le paramètre hydraulique est le volume d'eau qui percole pendant l'unité de temps à travers l'unité de surface d'une section totale de la couche aquifère sous un gradient hydraulique égal à l'unité de température de 20 °C (Cintec Environnement Inc., 2004)

Q : débit (m^3/s) =S*I

Surface (m^2) et I Gradient hydraulique

D'après Olivier (2003), l'écoulement de lixiviat est évalué sur le plan quantitatif, à partir du concept de conductivité ou de perméabilité hydraulique qui est définie comme le rapport du flux de lixiviat (volume écoulé par unité de surface et de temps) par le gradient hydraulique et décrite en conditions saturée par la loi de Darcy en 1856.

CHAPITRE III : APPLICATION DE LA GEOTECHNIQUE A L'ETUDE ET A LA CONCEPTION DES CET

III.1.Introduction :

Afin de concevoir un CET stable vis-à-vis des phénomènes d'instabilité général des site , ou d'une partie de sol, et afin d'éviter l'excavation en grande masse dans des sols durs de nature rocheuse ou équivalente d'une part ,ainsi l'influence de lixiviat sur le sol en contact direct du CET OU/et les sols au voisinage à court , moyen et long terme d'autre part , il est impérativement recommandé avant d'e choisir le site d'un CET de reconnaitre les caractéristiques physiques et chimiques du sol de avant de procéder à la réalisation du projet et l'influence de ce dernier sur le sol au voisinage à moyen et long terme.

III.2. Concepts de la géotechnique pouvant être applicables sous certaines conditions :

- Glissement - cisaillement - stabilité de pente
- capacité portante - poinçonnement
- tassement - absolus, différentiels et évolution
- interaction sols (déchets) et structures
- déplacements horizontaux et verticaux
- infiltrations, transferts, fuites, perméabilité
- Évolution des propriétés et caractéristiques
- Instrumentation, auscultation, suivi

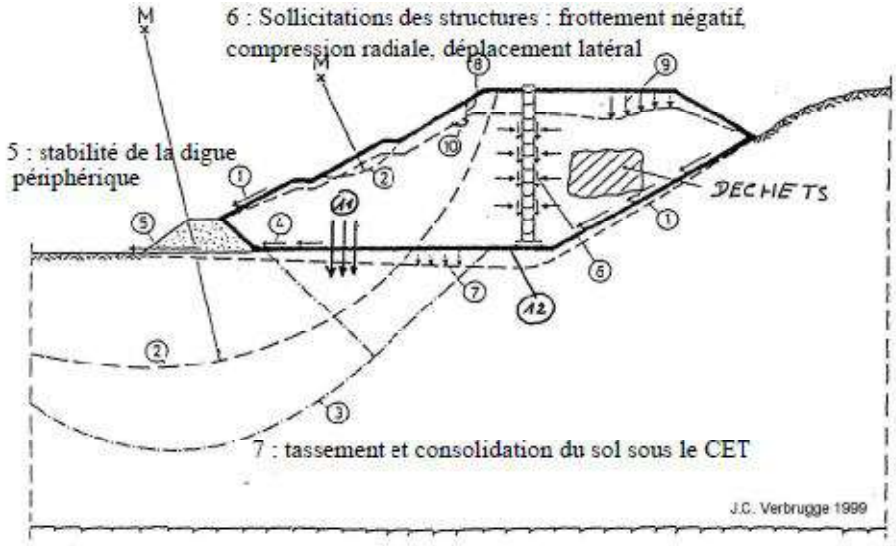


Figure III.1.*les différents effets des problèmes de la géotechnique*

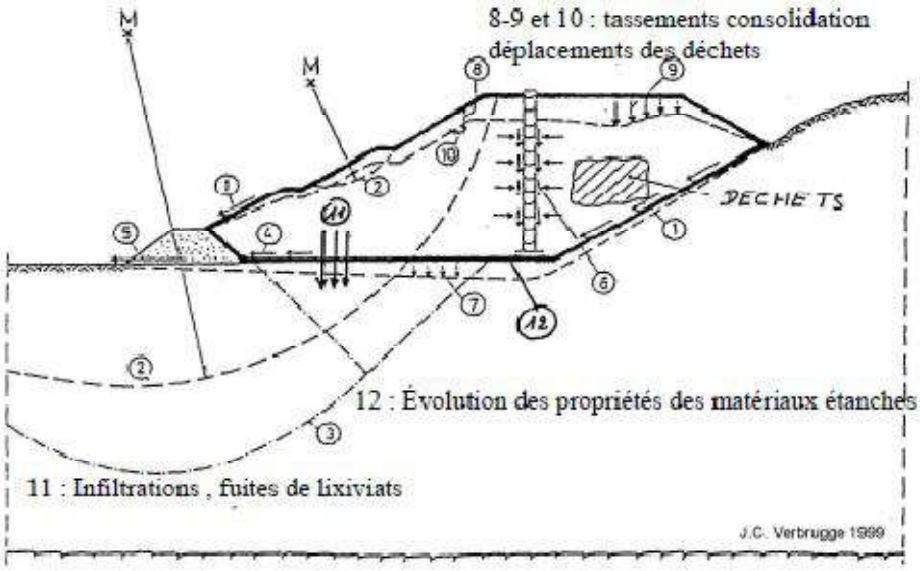


Figure III.2.*les différents effets des problèmes de la géotechnique*

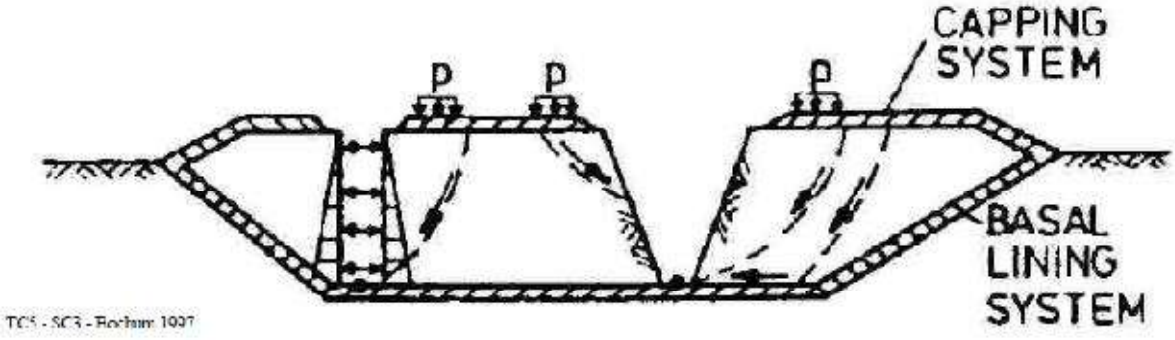
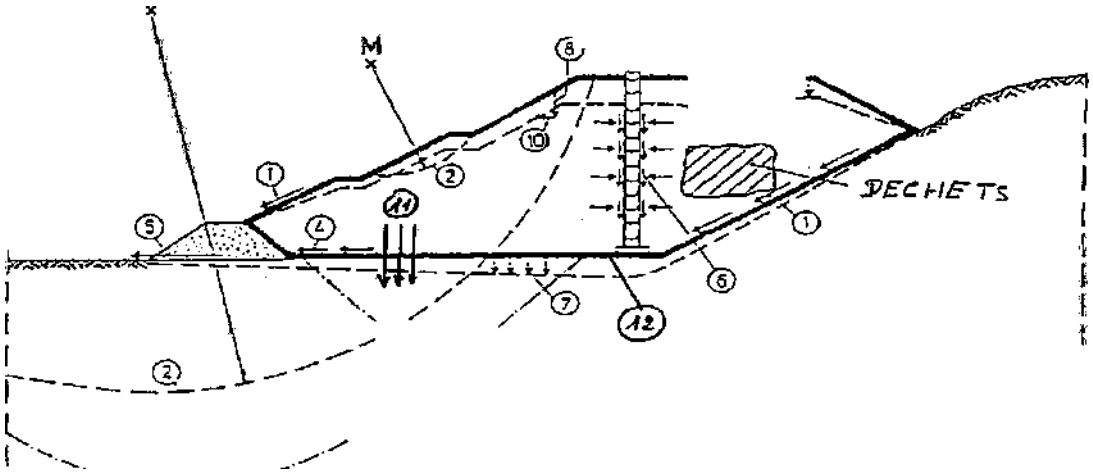


Figure III.3. *Problème de stabilité en cours d'exploitation*



1 et 4 glissement et cisaillement

2 glissement local ou généralisé

3 poinçonnement du sil support

Figure III.4. *Les différents effets des problèmes de la géotechnique*

III.2.1 Glissement et résistance au cisaillement

1. Caractéristiques mécaniques et paramètres de calcul
2. classiquement, il nous faut :

- configurations géomorphologique et topographique
- masse volumique (sols, déchets, lixiviats,)
- angle de frottement (sols, déchets,)
- cohésion (sols, déchets,)
- conditions hydrauliques et de pression interstitielle
- Conditions d 'exploitation (nature des déchets, quantités, alvéoles, hauteur, vitesse de remplissage, ...)

III.3. Reconnaissance géotechnique générale

- géologie du site, avec notamment :
- 1 'examen des documents disponibles (cartes géologiques, photos aériennes, études antérieures, études préliminaires, archives,...)
- Enquête locale, visite et examen du site
- Connaissance de 1 'hydrogéologie du site, arrivées d'eau ...
- Topographie du site :
- Visite du site
- Examen des documents topographiques existants
- évolution topographique du site (ex. cas d'anciennes exploitations de matériaux, carrières, ...)
- Occupation du site, stabilité actuelle des talus et pentes

- Reconnaissance géotechnique générale
- Historique de 1 'exploitation (cas d'une extension ou d'une réhabilitation) :
- Nature des matériaux mis en dépôt
- Modes de mise en dépôt
- Quantités déjà enfouies et âge

- Détermination des caractéristiques géomécaniques :
- Coupe géologique et géomécanique des terrains, obtenue par sondages et essais in situ et en laboratoire

- Sondages de reconnaissance à la tarière et échantillonnage
- Sondages carottés et forages de reconnaissances
- Niveaux (eau, lixiviats) par piézométrie
- Reconnaissance géotechnique générale
- Détermination des caractéristiques géomécaniques :
- Essais in situ : pénétromètres statique (q_c - r_f,) dynamique (q_d - $N_{d>}$) (résistance, compacité, hétérogénéité,...) - normes NF P94-113 CPT, NFP94-114PDA, NFP94-115PDB
- Essais pressiométriques : (E_m – p_l mesure in situ de la résistance et de la déformabilité - norme NF P94-110-1
- Essais phicométriques : mesure in situ de la résistance au cisaillement cettp - norme XP P94-120
- Essais de perméabilité en forage (Charge variable, Charge constante, puise test)

- Reconnaissance géotechnique générale
- Détermination des caractéristiques géomécaniques :

- Essais en laboratoire : identification, teneur en eau, masses volumiques, analyse granulométrique

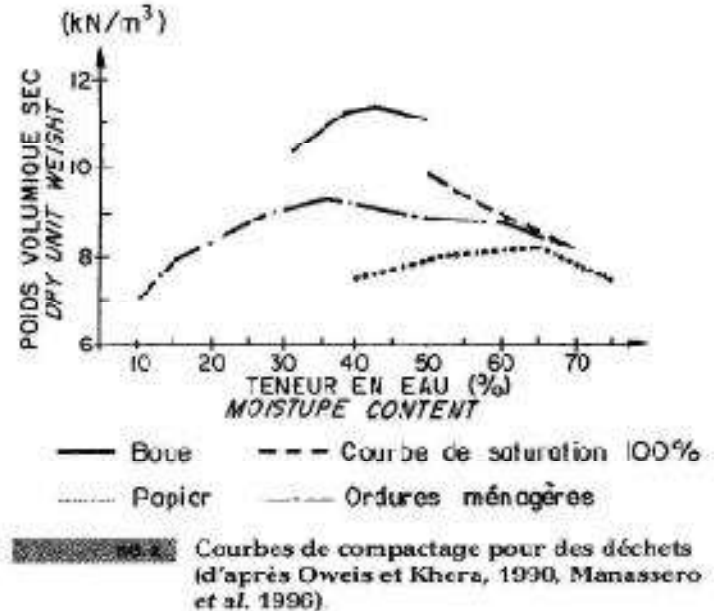
- Essais de compressibilité et déformabilité : odomètre - **XP P94-090-1,** essais de fluage,
- Essais de résistance au cisaillement : cisaillement direct **NF P94-071,** cisaillement triaxial **NF P94-074**
- Consolidation et perméabilité : odomètre, triaxial, parois rigides
- Essais de compactage : essais Proctor **NF P94-093,** poinçonnement CBR **NF P94-07**

- Reconnaissance géotechnique générale
- Détermination des caractéristiques géomécaniques :
- Au travers des Essais et reconnaissances présentées ci avant, la caractérisation des sols qui recevront la décharge est bien maîtrisée.
- En revanche, pour les déchets proprement dits, il en va autrement et des hypothèses simplificatrices sont souvent faites par manque de données expérimentales et de la difficulté à les mesurer.
- La caractérisation géomécanique des déchets est une discipline récente qui n'a pas encore suffisamment de maturité.

- Reconnaissance géotechnique générale
- Détermination des caractéristiques géomécaniques :
- La composition des déchets qui varie dans l'espace et dans le temps
- Difficulté d'obtention d'échantillons représentatifs des conditions in
- situ et dimensions « granulométriques »
- Évolution des caractéristiques géomécaniques en raison de la
- dégradation biologique des déchets

Quelques caractéristique géomecanique des déchets

- Teneur en eau



Courbes de compactage pour des déchets (d'après Oweis et Khera, 1990, Manassero et al. 1996)

Figure III.5. *Quelques caractéristique géomécanique des déchets : compactage*

Quelques caractéristique géomecanique des déchets

- cisaillement

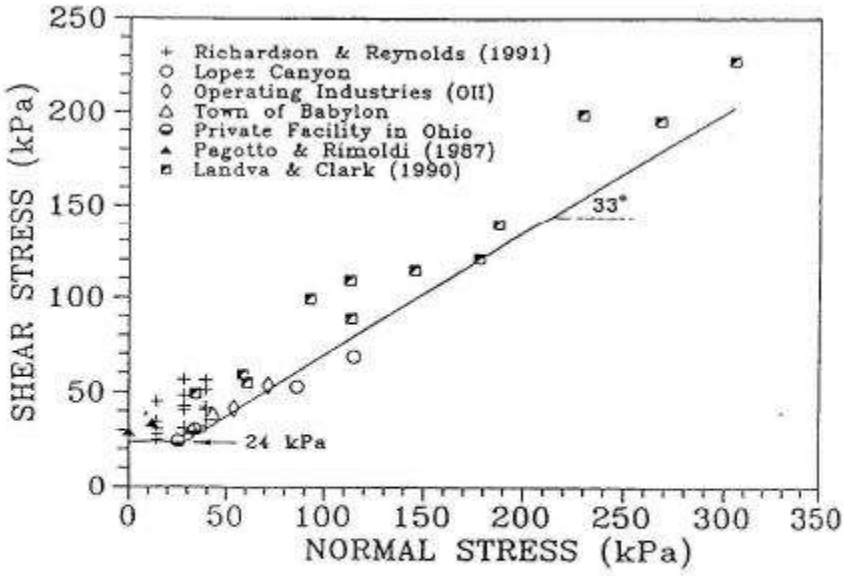


Figure III.6*. Quelques caractéristique géomécanique des déchets : cisaillement*

Quelques caractéristique géomecanique des déchets

- Cisaillement au phicomètre

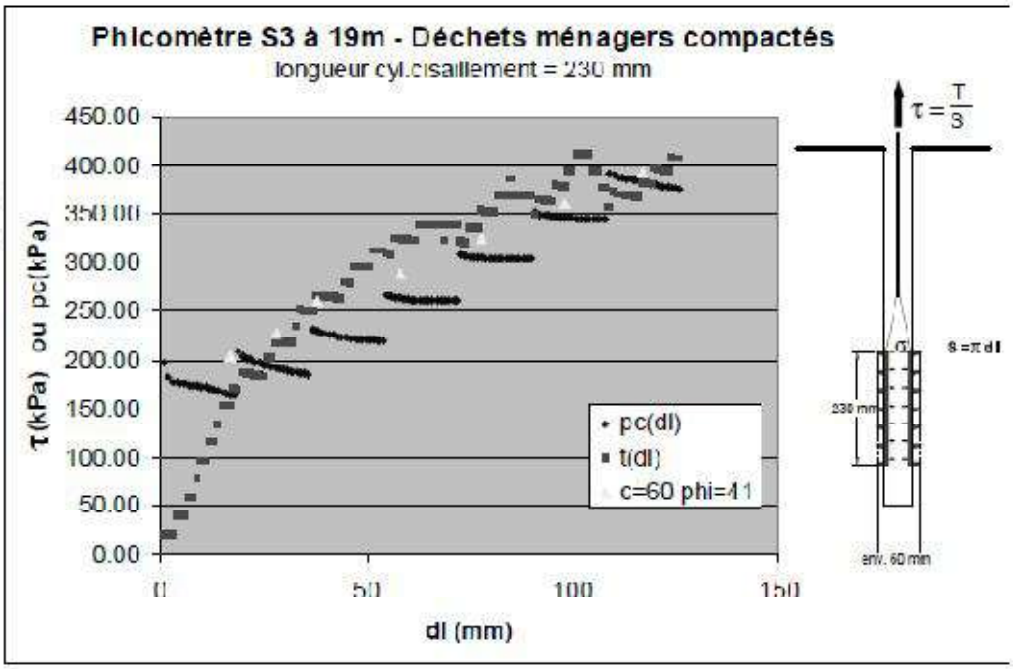
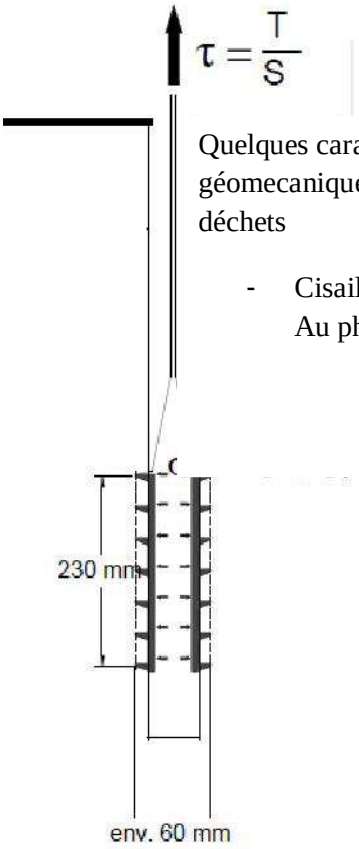


Figure III.7. *Quelques caractéristique géomécanique des déchets : Cisaillement au phicomètre*



Quelques caractéristique géomecanique des déchets

- Cisaillement
  Au phicomètre

Figure III.8. *Quelques caractéristique géomécanique des déchets : Cisaillement au phicomètre*

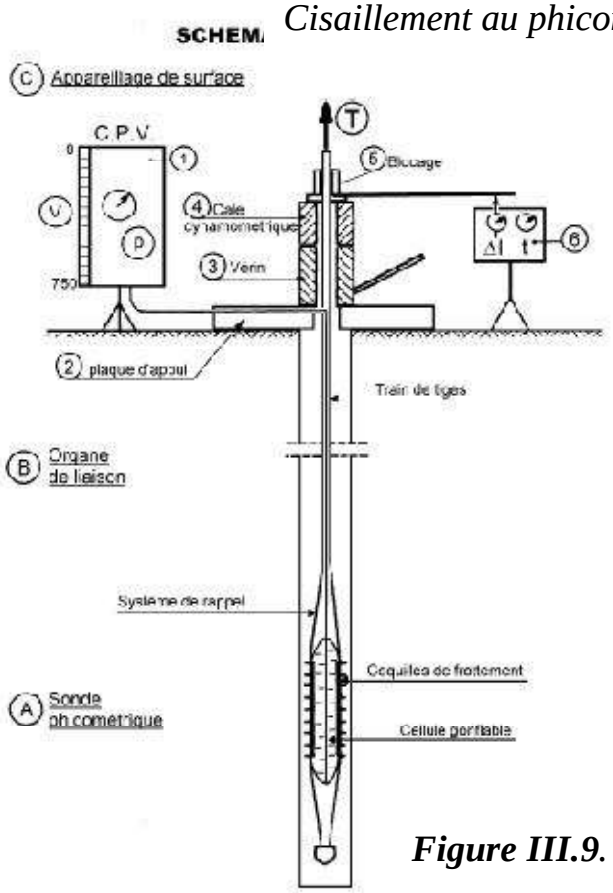


Figure III.9*. schéma du phicomètre*

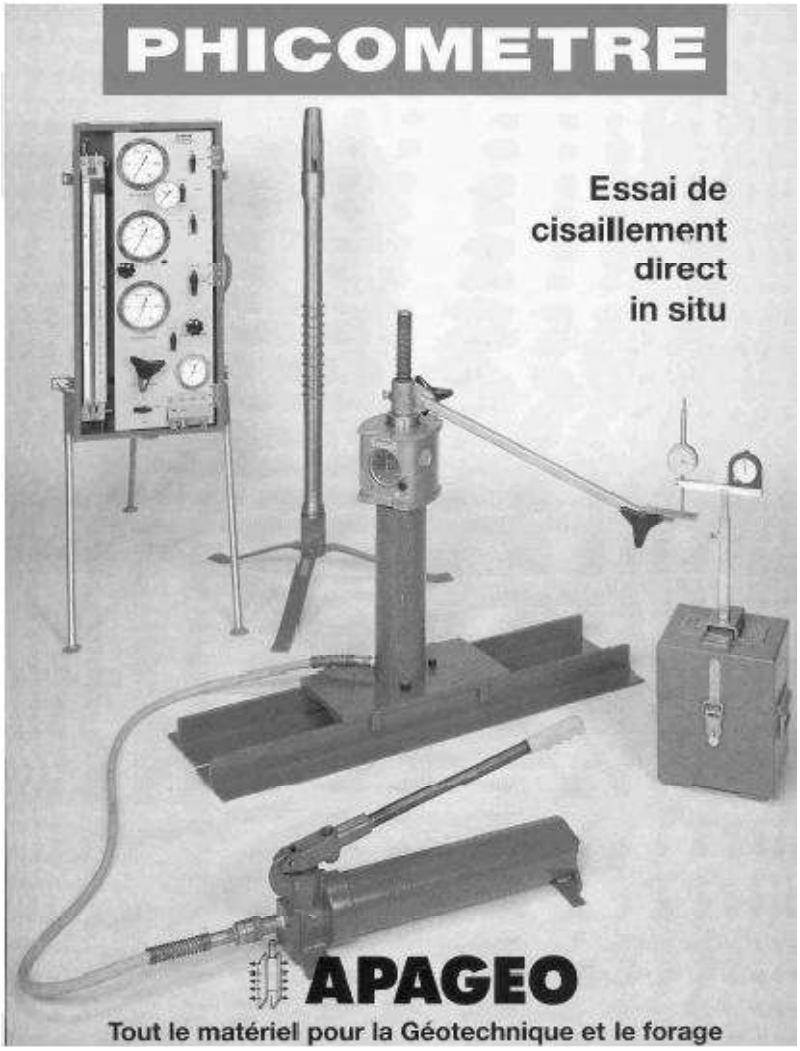


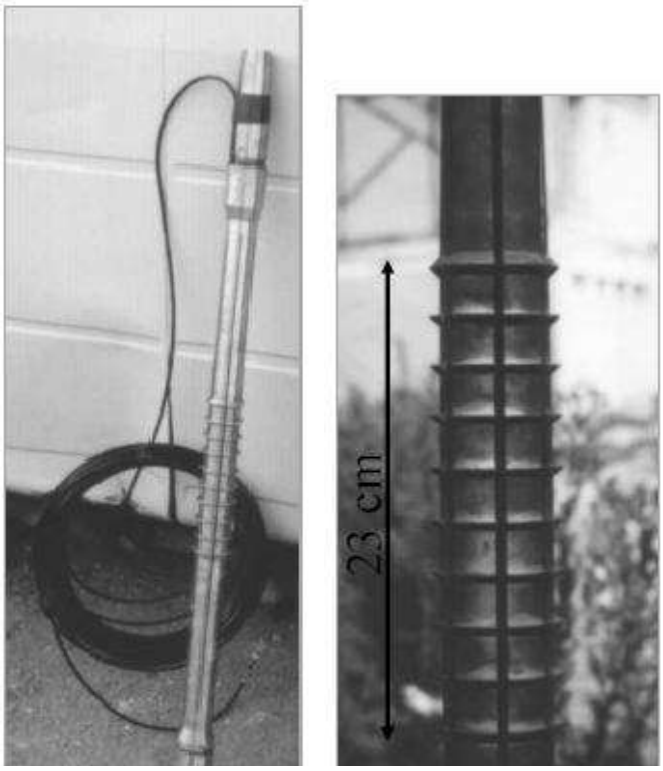
Figure III.10*. Essai de Cisaillement direct in situ*

Quelques caractéristique géomecanique des déchets

- Cisaillement au phicomètre



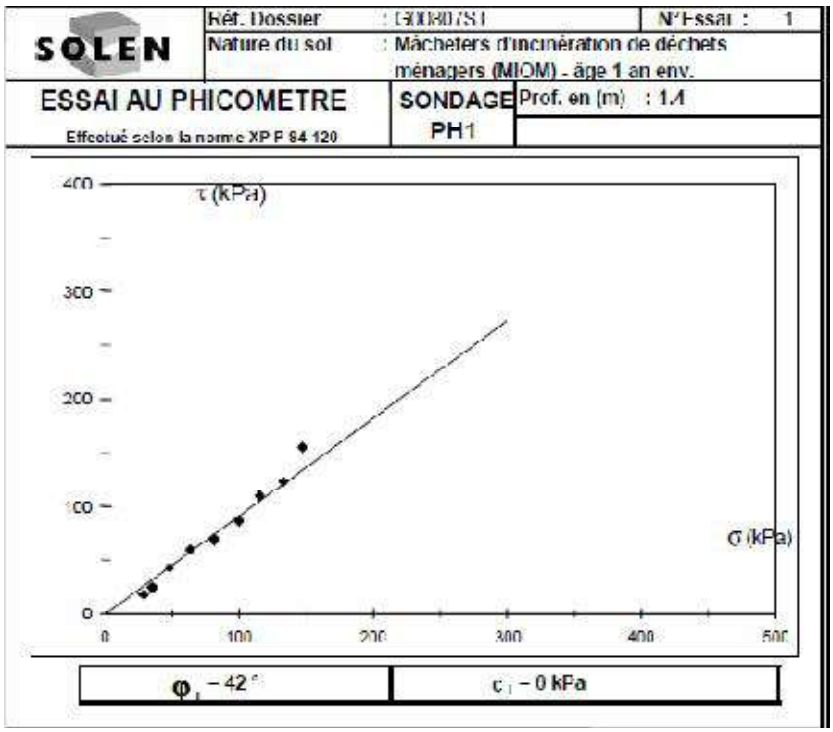
Figure III.11. *Essai de Cisaillement direct in situ*



Quelques caractéristique géomecanique des déchets

- Cisaillement au phicomètre

Figure III.12*. Tige de phicomètre*



Quelques caractéristique géomecanique des déchets

- Cisaillement au phicomètre

Figure III.13*. Essai au phicomètre (sondage)*

III.4 Approche des tassements dans 1 'étude et la conception des CET :

LA COMPOSITION DES DECHETS	LES MODES D 'EXPLOITATION ET DE MISE EN DECHARGE	LES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES
Inertes : peu déformables, métaux, verre,…	Étalement des déchets et superficie des alvéoles	Température
Déformables : papier, carton, textiles, plastique, caoutchouc	Énergie de compactage et épaisseur des couches	Humidité
Décomposables : Bois, d.verts, d.alimentaires, matières organiques	Hauteur et Vitesse de remplissage de la décharge	Teneur en eau, pluie, évaporation
		Effet du temps

… CONDITIONNENT :

Déformabilité du squelette « solide », Taux et la vitesse de décomposition, Taux de compactage (préconsolidation), degré de saturation, production de biogaz (fluides interstitiels)

… ET PAR CONSEQUENT LA COMPRESSIBILITE DU SYSTEME DANS LE TEMPS

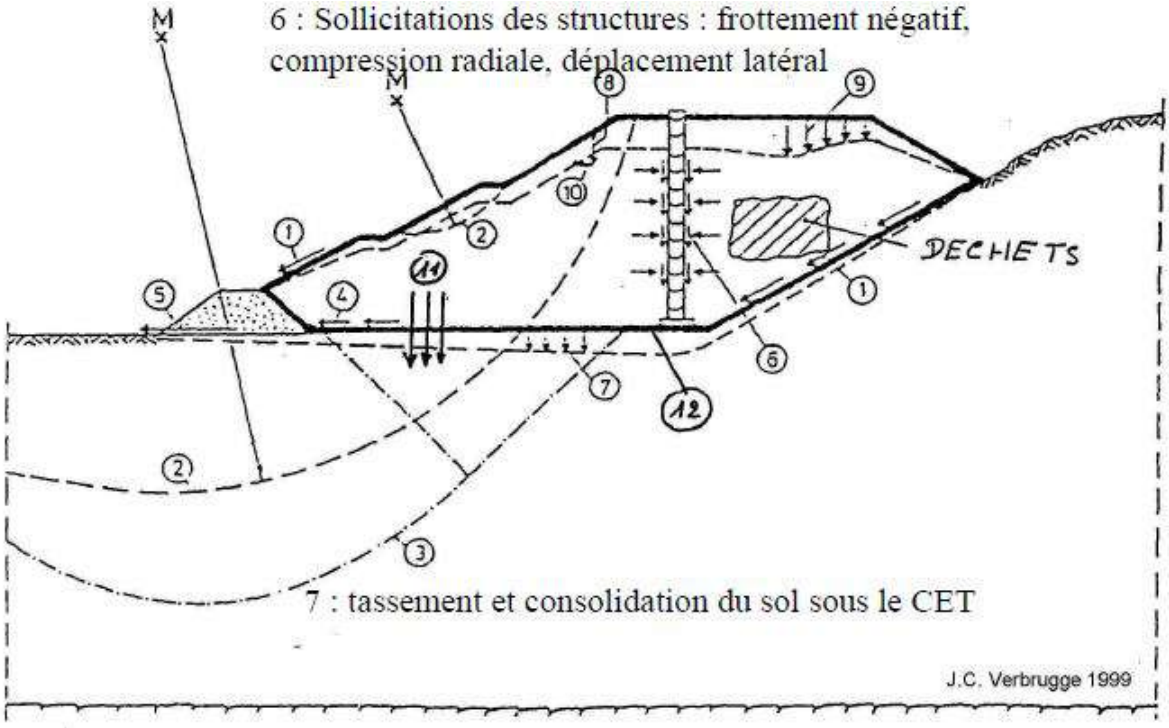


Figure III.14.*les différents effets des problèmes de la géotechnique*

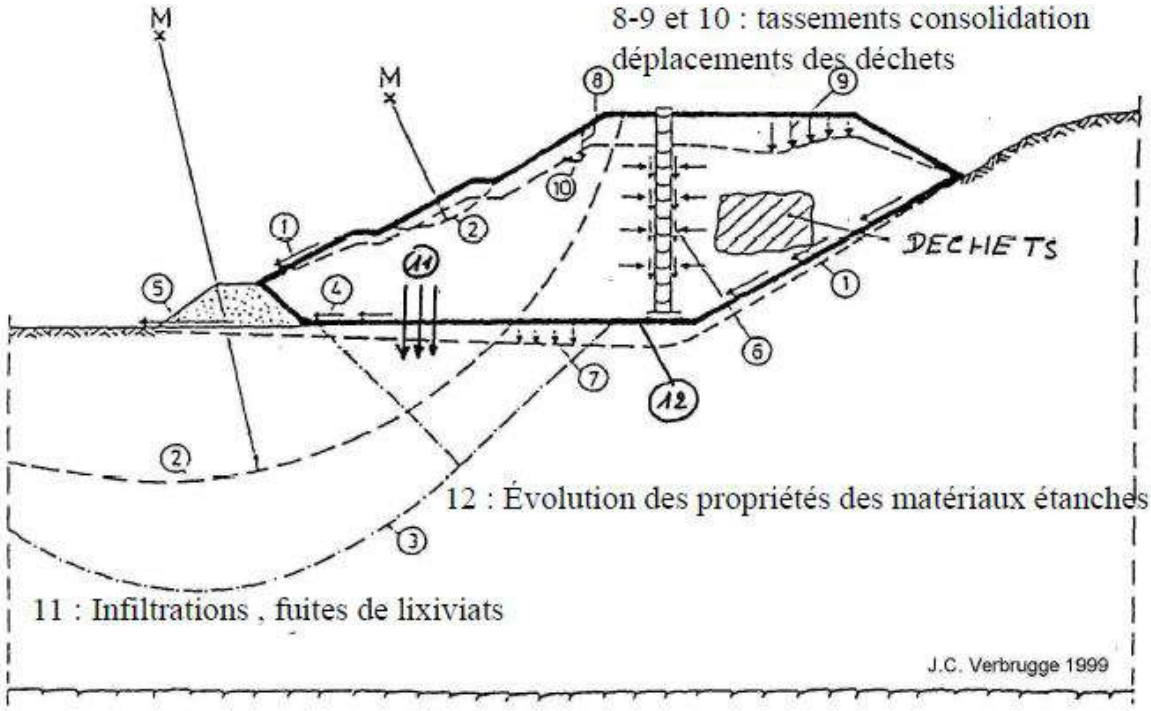
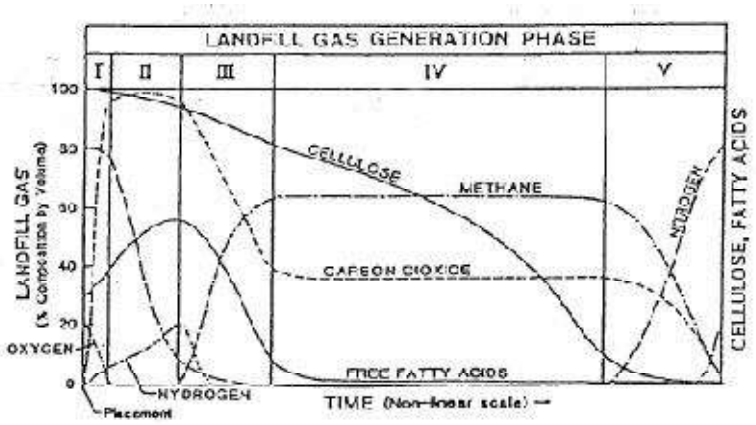


Figure III.15.*les différents effets des problèmes de la géotechnique*

Illustration de la génération et la production de gaz de décharge (biogaz) dans le temps



Carbon Dioxide – CO2
Nitrogen – Azote

TIME FRAME – Typical USA
PHASE I – hours to 1 week
PHASE II – 1 to 6 months
PHASE III – 3 months to 3 years
PHASE IV – 6 to 40 years
PHASE V – 1 to 40+ years
TOTAL – 10 to 60+ years

Figure III.16. *Illustration de la génération et la production de gaz de décharge (biogaz) dans le temps*

En résumé, 1 'évaluation des tassements à long terme est fondamentale :

- Pour connaître le comportement après la fin de 1 'exploitation de la décharge
- Assurer la tenue et la stabilité de la barrière étanche en couverture

- Assurer la tenue et le bon fonctionnement à long terme des systèmes de collecte des lixiviats et des biogaz
- Assurer le maintien de 1 'efficacité des systèmes de drainage

Pour les sols naturels ou artificiels (sols d 'assise, sols compactés …)

On utilise les méthodes classiques de la mécanique des sols :

Détermination des tassements à partir des essais et mesures en laboratoire :

Oedomètre :

C_c, C_s, e_0, $\sigma'_p(z)$, $\sigma'(z)$ pour l 'amplitude des tassements primaires

C_v, k, pour la consolidation primaire $\Delta u(t)$ et $s_I(t)$

C_α ou $C_{\alpha e}$ pour la consolidation secondaire $s_{II}(t)$

Détermination des tassements à partir des essais et mesures in situ :

Pressiomètre :

Module E_M, α, $\sigma'(z)$ pour l 'amplitude des tassements

Détermination (approximative) à partir des corrélations avec autres essais et mesures

Identification : (W_1 , Ip , w(z))

Autres essais in situ : CPT, SPT, ...

Pour les Déchets stockés, les données expérimentales sont moins fournies,

Toutefois, il semble que les modèles de tassement et de consolidation appliqués aux sols restent en 1ère approche *(et à défaut d'autre chose),* applicables aux déchets.

Cependant, les ordres de grandeurs ne sont plus les mêmes, donc a utiliser avec prudence (couramment tassements de 1 'ordre de 10 à 30%)

Composantes du tassement :

- compression physique (déformations mécaniques, rupture et réorientation des «solides».

- transfert et migration des fines particules vers les vides interparticulaires

- phénomènes de consolidation et de comportement visqueux

- Décomposition des matières organiques

- effondrement suite modifications physico-chimiques (corrosion, oxydation, ...)

Bien que les phénomènes à l'origine des tassements observés sont différents,

La formulation du tassement s'écrit de la même manière :

S = Si + sI + sII …(1)

s = tassement total

Si = tassement instantané

SI = tassement primaire (dépend principalement de la charge)

SII = tassement secondaire (dépend du temps et de la vitesse décomposition biologique)

La formulation du tassement s'écrit : tassement primaire :

$$s_I = H \cdot \frac{C_c}{1+e_0} \cdot \log\left(\frac{\sigma'_0+\Delta\sigma'}{\sigma'_0}\right) \quad \textbf{…(2)}$$

La formulation du tassement s 'écrit :

tassement secondaire

$$s_{II} = H_I \cdot C_{\alpha e} \cdot \log\left(\frac{t}{t_I}\right) \quad \text{…(3)}$$

Buisman - Koppejean

La détermination des paramètres Ce et Ca se fait soit au laboratoire soit à partir de suivi de tassements in situ.

Attention au laboratoire : Grandes quantités (plusieurs m^3)

Dimension des appareils telle que dimension des échantillons > 5 DmaxPbs d'hygiène et de protection Corrosion des matériels Elimination des échantillons restants

Détermination des tassements à partir de suivi in situ : TOPOGRAPHIE :
Plots et repères à la surface de la décharge

TASSOMETRIE :

- De surface
- De profondeur

Méthode d 'ASAOKA :

Consiste à « découper » la courbe s(t) en pas de temps Àt constant et de représenter le tassement s_4 en fonction du tassement s_M Sur le graphique est également reportée la bissectrice

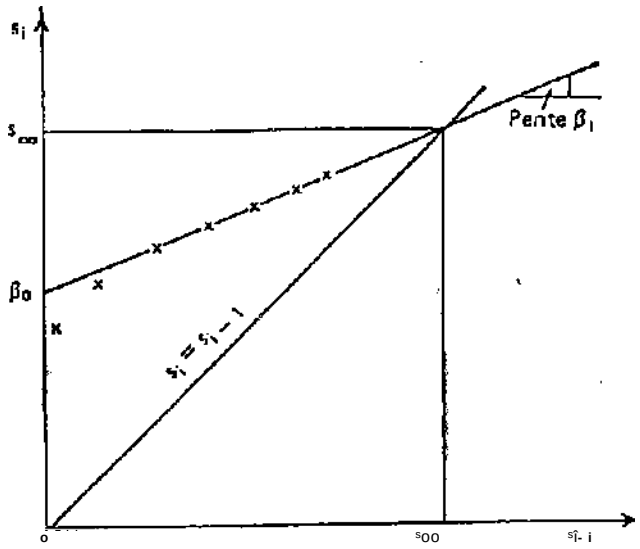


Figure.III.17*.Construction graphique d'Asaoka*

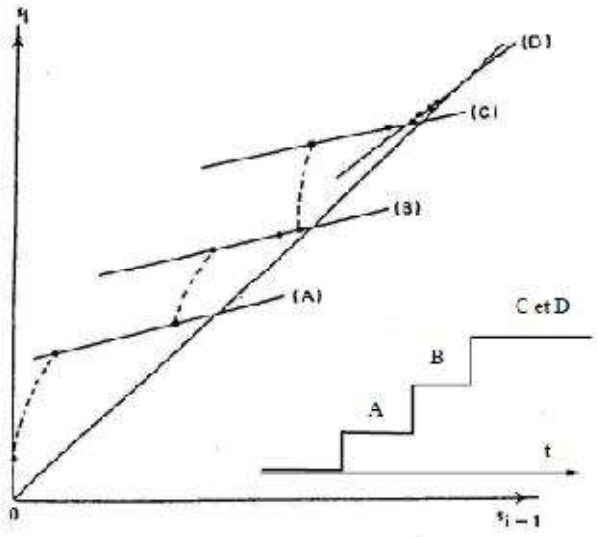
On peut en déduire :

- La fin du tassement
- Recalculer la valeur de Cv moyen à partir de

$$\ln \beta_1 = -12.Cv/5.H^2 \quad \times \Delta t \ldots (4)$$

Méthode d'ASAOKA :

- Suivi d'un chargement par étapes,
- Visualisation tassements primaire et secondaire



- Perméabilité

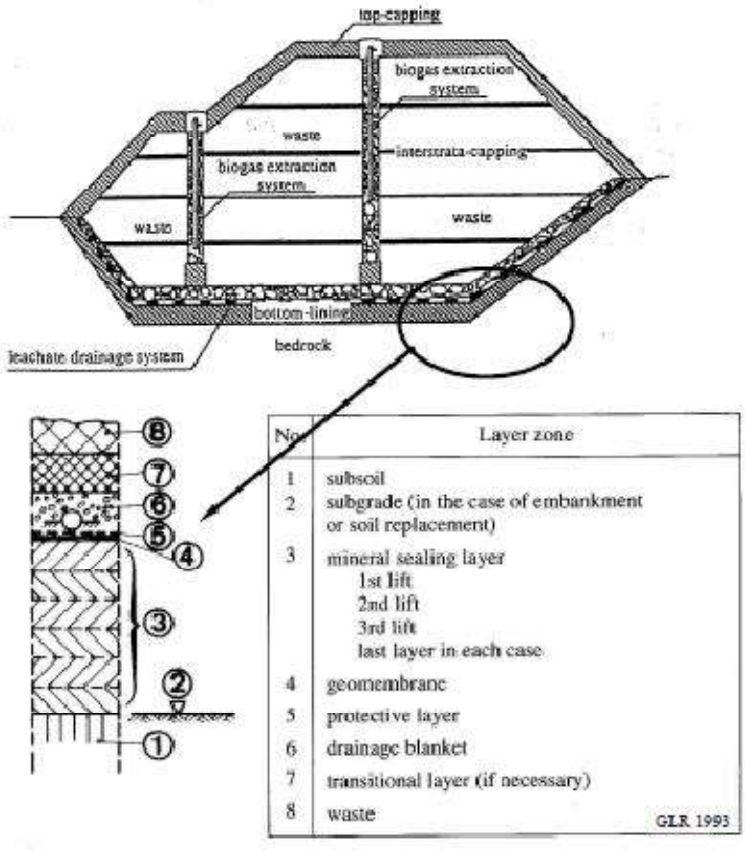
- des sols (barrières étanches)
- des déchets

Figure.III.18*. Méthode d'ASAOKA*

III.5. Centre d'enfouissement technique (C E T)

Fond de la décharge :

- Barrière d'étanchéité passive soit naturelle (argile), soit reconstituée et qui selon la classe de la décharge :
- classe 1, k < 10^{-9} m/s et h > 5m
- classe 2, k < 10^{-9} m/s et h > 1m
- classe 3, k < 10^{-7} m/s et h < 1m



La détermination de la perméabilité peut se faire :

En laboratoire sur des échantillons intacts ou sur des échantillons reconstitués

In situ à partir de mesures effectuées en surface ou en forage selon les besoins

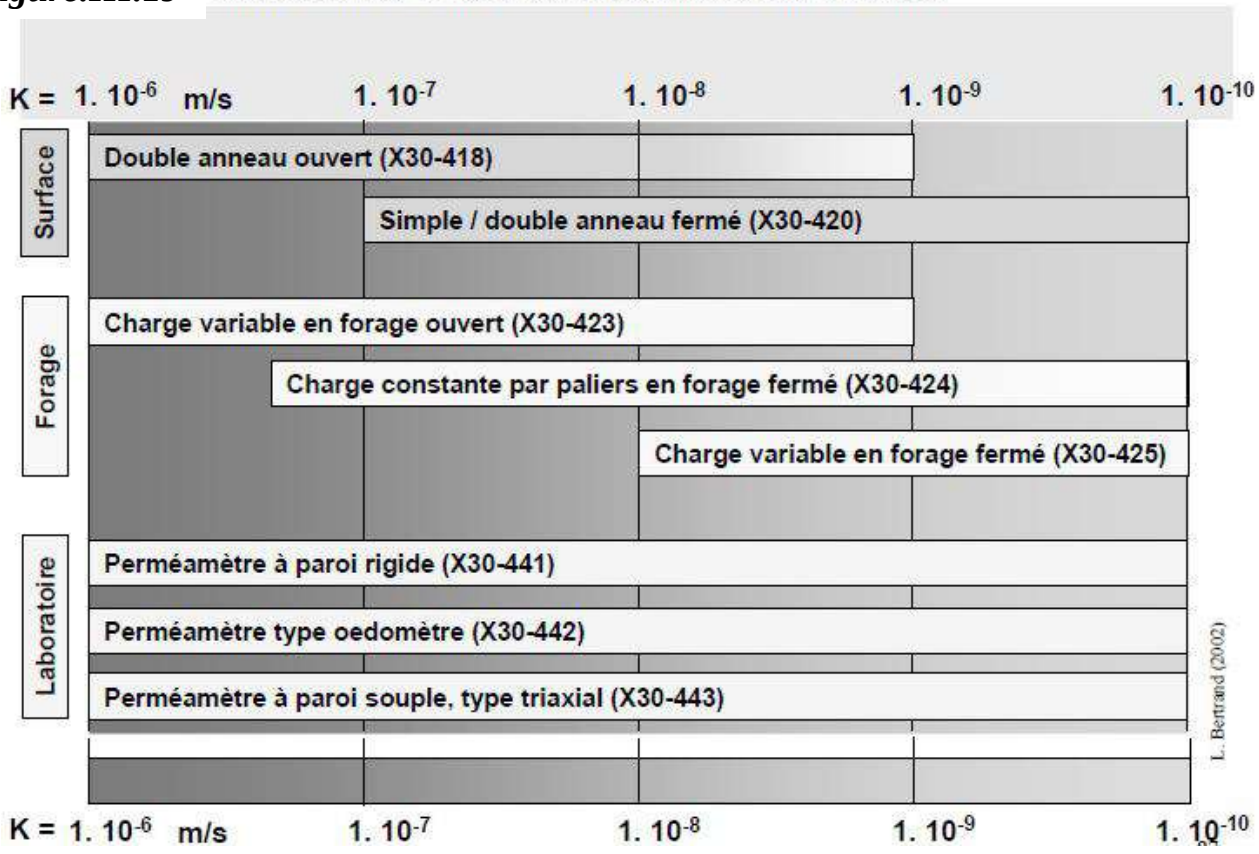
III.6. Approche de la perméabilité dans l 'étude et la conception des C.E.T :

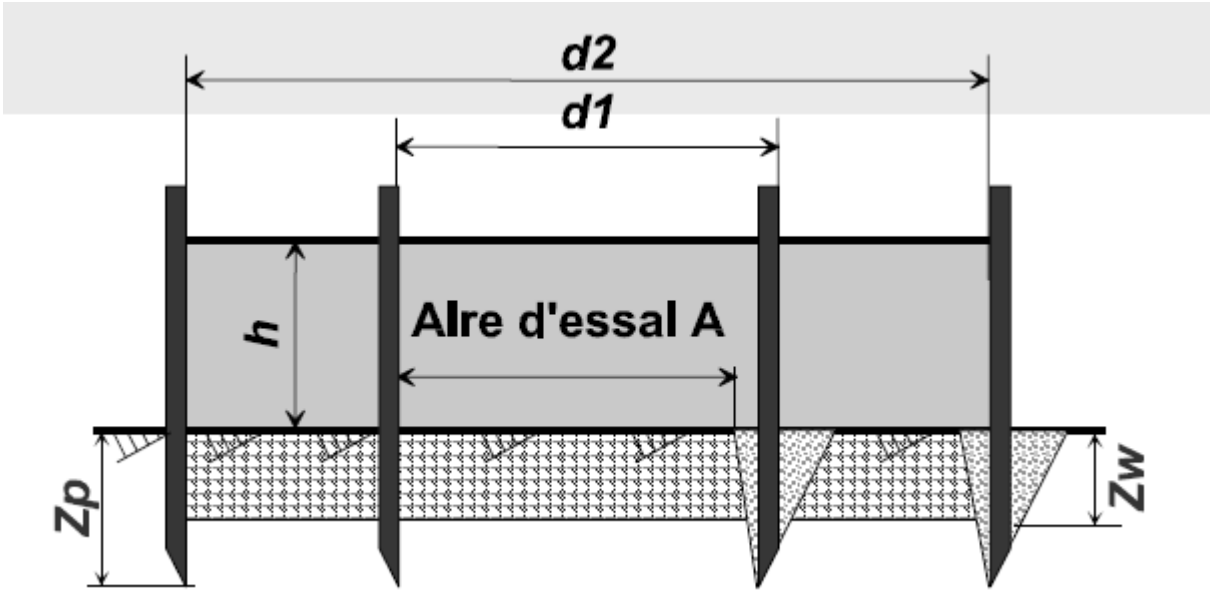
ATTENTION :

Les techniques de détermination de la perméabilité sont à adapter en fonction de la valeur présumée de k :

Les protocoles d'essai pour mesurer 10-4 à 10-6 m/s ne sont pas les mêmes que ceux pour mesurer 10-7 à 10-10 m/s.

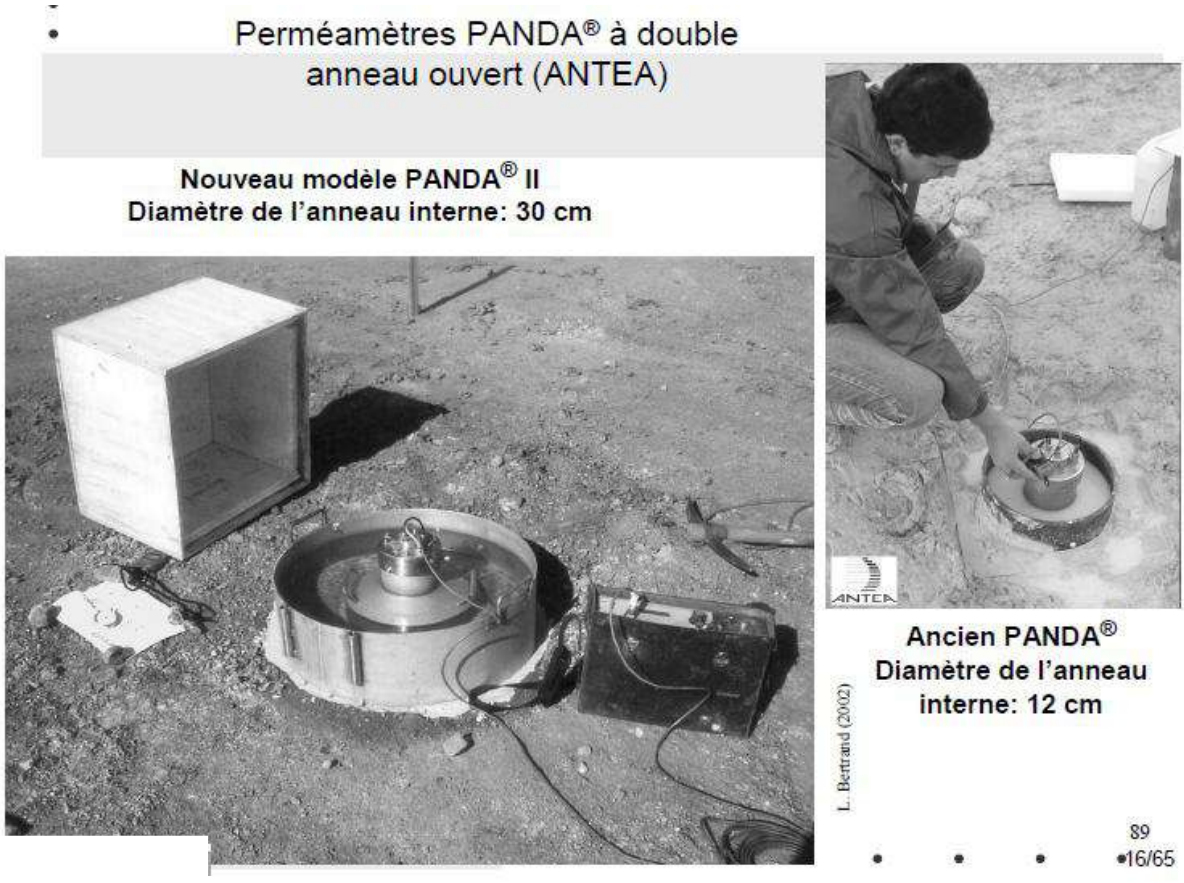
Figure.III.19 Domaines de validité de différents essais courants





Pour les terrains faiblement perméables, adaptations nécessaires, notamment de la mise en place des anneaux et du dispositif de contrôle du débit infiltré dans l'anneau interne.

Calcul du gradient hydraulique sous l'anneau (épaisseur zw) nécessaire pour le calcul de la perméabilité



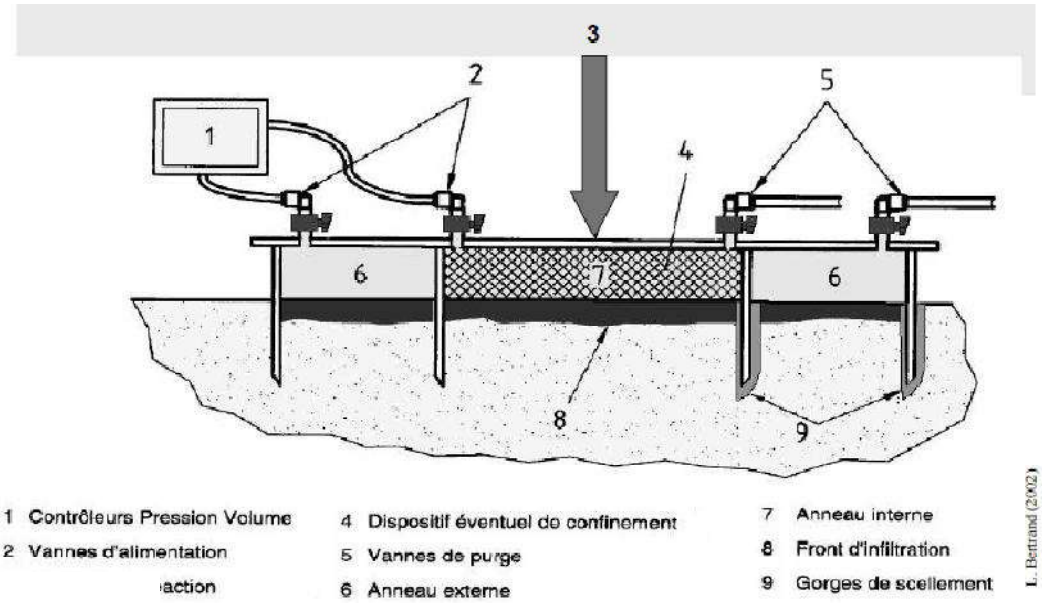
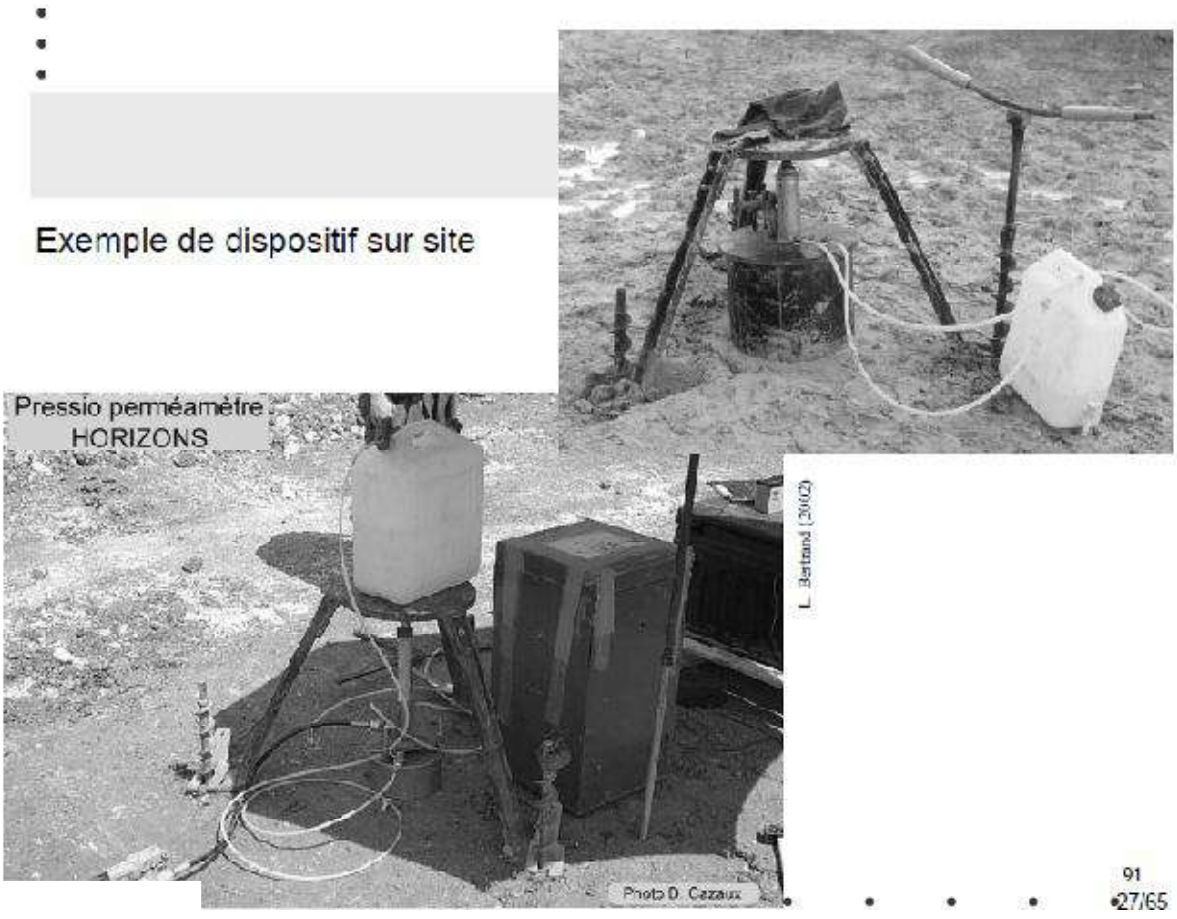


Figure III.20. Schéma du perméamètre à double anneau, de type fermé

(d'après AFNOR X30-420)



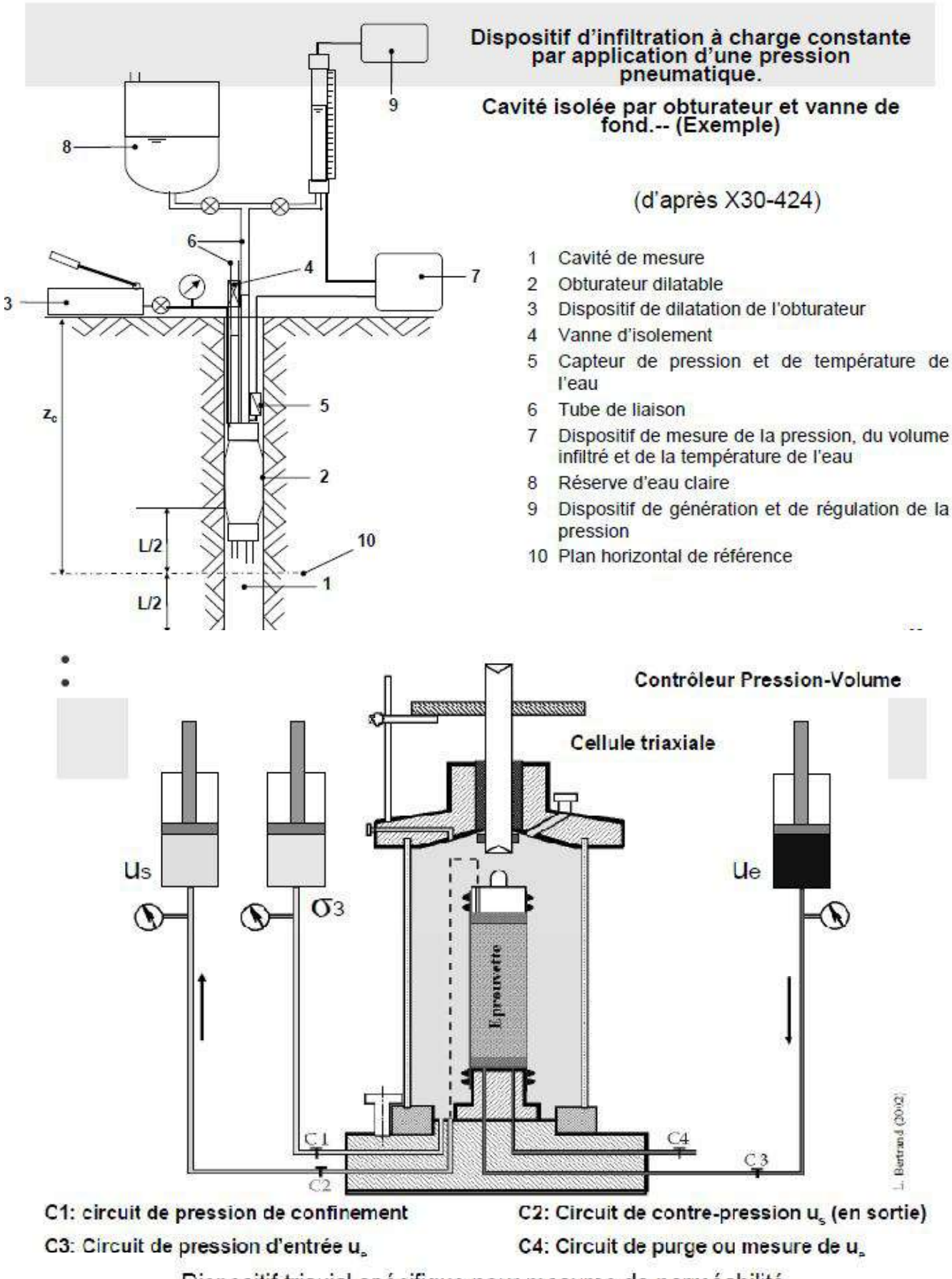


Figure III.21. Dispositif triaxial spécifique pour mesures de perméabilité

Sur l 'ensemble des essais cités :

Interprétation à partir de l 'équation de Darcy ($v = k.i$) **...(5)**

(sauf pulse test)

conditions saturées (k_{sat}) et ($u_a - u_w$) ≈ 0 **...(6)**

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT ET PRESENTATION DU CET DE BLIDA (SOUMAA)

IV.I. introduction :

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la politique nationale de gestion de l'environnement et du développement durable et dans la stratégie nationale de gestion intégrée des déchets.

Cette stratégie s'est concrétisée par la publication de la loi n° 01-19 du 12 Décembre 2001 relative a la gestion, au contrôle et a l'élimination des déchets qui instaure la mise en place de Centre d'Enfouissement Technique (CET).

Le Centre d'Enfouissement Technique des déchets municipaux génères par les activités urbaines concerne neuf communes de la Wilaya de Blida, a savoir Blida, Beni Mered, Bou-Arfa,Bouinan, Boufarik,Chrea,Guerrouaou,Ouled Aich et Soumaa.

IV.II. caractéristique de la zone d'étude:

La Wilaya de Blida se situe dans la partie nord du pays, dans la zone géographique du Tell central. Elle est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger , a l'ouest par la wilaya de Ain Defla, au sud par la wilaya de Médéa et a l'Est par les wilayas de Boumerdes et de Bouira. Faisant partie de la wilaya d'Alger a l'époque, Blida fut promue au rang de la wilaya a partir du découpage administratif de 1974, en application des dispositions de I' ordonnance n° 74-69 du 02 Juillet 1974 portant refonte de l'organisation territoriale des wilayas.

A partir de l'année 1984 et conformément a la loi n° 84-09 du 04 Février 1984, la wilaya de Blida a fait l'objet d'une nouvelle délimitation de son territoire, avec 25 communes se répartissant sur 10 daïras.

La wilaya de Blida s'étend sur une superficie de 1478,62 Km^2.

Sa population, en fin de l'année 2002, est estimée à 859 880 habitants.

Climat :

Les conditions climatiques sont dans l'ensemble favorables. La pluviométrie est généralement supérieure à 600 mm par an en moyenne. Elle est importante dans l'Atlas. Les précipitations atteignent leur apogée en Décembre, Février, mois qui donnent environ 30 a 40% des précipitations annuelles. Inversement, les mois d'été (juin, août) sont presque toujours secs

Relief :

Le relief de la wilaya se compose principalement d'une importante plaine (la Mitidja) ainsi que d'une chaine de montagnes au sud de la wilaya (zone de l'Atlas Blidéen et Piémont) :

La plaine de la Mitidja est un ensemble de terres très fertiles et a faibles pentes. La partie occidentale de cette plaine a une altitude qui va en décroissant du Sud vers le Nord (150 mètres à 50 mètres). Les sols limoneux mêlés de cailloux sur le piémont de la Mitidja, des sols limoneux rouges, profonds, faciles a travailler (région de Mouzaïa) et des sols sablo argileux de la basse plaine, plus lourds. La diversité des sols présente des aptitudes très variées en matière de cultures : les agrumes sont cultives dans le centre de la plaine principalement, la vigne cultivée un peu partout, ainsi que le blé associe a des cultures fourragères et maraîchères. On y trouve également des cultures industrielles.

La zone de l'Atlas Blidéen et le piémont : la partie centrale de l'Atlas culmine 1600 mètres. Les pentes très fortes (supérieures a 30%) sont sujettes à une érosion intense, là ou la couverture forestière fait défaut.

Seul le piémont, d'altitude variant entre 200 et 600 mètres, présente des conditions favorables à un développement agricole.

Flore :

La flore de la Wilaya de Blida est très riche et diversifiée. Dans la strate arborescente, on retrouve le Cèdre, I’ If, le Houx, le Chêne vert, le Chêne liège, le Thuya et le Pin d'Alep.

On y trouve également de nombreues plantes constituant le riche patrimoine de la région telle l'Epine vinette (Berbéris vulgaris) qui en est la curiosité botanique.

Faune :

La zone abrite une faune très riche en espèces plus de 100 espèces d'oiseaux et une vingtaine d'espèces de mammifères y vivent telles le Singe magot, la genette, le Lynx, l'Hyène rayée, la mangouste, le Porc-épic, le Chacal doré, le renard et le sanglier.

Réseau routier :

La wilaya dispose d'un réseau routier long de 1283,331 Km avec 974,21 Km revêtu et 308,610 Km non revêtu.

Agriculture :

La superficie agricole totale (S.A.T) de la wilaya, s'élève à 65.690 ha. La superficie agricole utile (S.A.U) totalise 55.041 ha soit 83,8% de la S.A.T.

Les cultures herbacées occupent une superficie de 22.102 ha (40,1% de la S.A.U) alors que les cultures permanentes occupent une superficie de 20.627 ha (37,5% de la S.A.U). Les 22,4% restant de la S.A.U, représentent les terres en jachère.

La superficie agricole utile irriguée atteint les 22.348 ha, ce qui représente un taux de 40,6% par rapport à la S.A.0 totale.

Ressources hydrauliques :

Les ressources souterraines se situent essentiellement au niveau de la nappe phréatique du quaternaire, nappe importante évaluée a 200 Hm^3 et dont les potentialités réelles sont de 180 Hm^3. Cette nappe est trop sollicitée en raison de la faiblesse des eaux de surface.

Les potentialités mobilisables en eau de surface sont estimées à 500 Hm^3. Elles sont cependant très peu mobilisées en raison de la faiblesse des équipements de mobilisation. Les seuls équipements fonctionnels sont le barrage "El Moustakbel" de Bouroumi d'une

capacité de mobilisation de 188 Hm^3, mis en service en 1985 et 02 retenues collinaires d'une capacité totale atteignant les 1,250 Hm^3/An.

II importe qu'a l'avenir, il faudra axer les efforts pour une meilleure mobilisation des eaux de surface, malgré leurs faibles apports, en vue de diminuer le recours intensif a la nappe phréatique largement surexploitée.

En matière d'eau potable, l'importance des centres urbains ainsi que la forte croissance démographique impliquent une forte mobilisation et consommation en eau.

II en est de même des nombreuses terres agricoles dont est pourvue la Wilaya et qui sont grandes consommatrices d'eau.

Le tissu industriel en pleine expansion est quant a lui, de plus en plus en quête de quantités d'eau plus importantes, ce qui atteste de l'ampleur des besoins annuels exprimés par ces trois secteurs, besoins, dont la satisfaction se fait essentiellement a partir de la nappe phréatique.

Les besoins en eau, exprimés en 2000 (tous secteurs confondus), sont estimes a 285,4 Hm^3 dont seuls 47,3 % (135 Hm^3) ont été satisfaits.

Hydrologie :

Le réseau hydrographique de la région d'étude est organisé en système exoréique, fortement hiérarchisé et très encaissant. La plupart des nombreux oueds de la région trouvent leurs sources au niveau de l'Atlas Blidéen au pied duquel se trouve le site prévu pour la décharge contrôlée en particulier I' oued Mehalla qui longe le futur CET sur une bonne partie de son périmètre.

Tableau n°1 : Résultats d'analyses géotechniques

N°	**Profondeur**	**K en m/s**	**Diagnostic**
SN1 C1	-1	3.20938E-05	Perméable
SN1 C1	-2	6.17473E-06	Peu perméable
SN1 C1	-3	4,87981 E-06	Peu perméable
SN1 C1	-4,5	8,27392E-06	Imperméable
SN1 C1	R1	1,28045E-06	Imperméable
SN1 C2	R2	8.29242E-07	Imperméable
SN1 C2	R3	3.04279E-06	Peu perméable

SN1 C2	R4	3,07512E-06	Peu perméable
SN1 C2	R5	2,9935E-06	Peu perméable
N°	**Profondeur**	**K en m/s**	**Diagnostic**
SN2C1	-1	1,07261 E-05	Perméable
SN2C1	-2	7.51193E-06	Imperméable
SN2C1	-3,5	1.69722E-05	Perméable
SN2C1	-4,5	2.79787E-05	Perméable
SN2C2	-6,5	1,98109E-05	Perméable
SN2C2	-8	1.47887E-05	Perméable
SN2C2	-9	2.87933E-06	Peu perméable
SN2C2	-10	3.46903E-05	Perméable
SN2C2	-11	7.68293E-06	Imperméable

Source : Ecole Nationale Supérieure de I' Hydraulique, 2002

R1 a R5 : Les profondeurs ne sont pas lisibles sur les caisses

SN1 C1 : SONDAGE N°1 CAISSE 1

SN1C2:SONDAGE N°1 CAISSE2

SN2C1 : SONDAGE N°2 CAISSE 1

SN2C2 : SONDAGE N°2 CAISSE 2

Tableau n°2 : Résultats des sondages

Profondeur	**Nature du sol**
Sondage I: décharge	***(sud de la décharge) prés de la tranchée***
0-1 m	Argiles brunâtres avec fragment de tuff, du sable et des gravillons
1-2 m	m Argiles sableux et grès à ciment calcaire
2-26 m	Altemance de grès carbonates avec des grès sableux (plus friable). Entre 12, 50 et 16,50, grès légèrement marneux de couleur brunâtre

26-26.20 m	Tuff
26-26.40 m	Marnes au début jaunatres, puis devient grisatre. Apparemment cette couche appartient aux marnes du plaisancien, qui constituent le substratum de l'astien. II doit affleurer a environ 100 m plus au sud. C'est une formation vraiment imperméable
Sondage 2:	**a environ 25 m de la RN 29 au nord est du site (150 m de la piste routière)**
De 0 à 1,20 m	Terre végétale brunâtre avec râres cailloutis
De 1,20 à 5,30 m	Marnes graveleuses brunâtres
De 5,30 à 6,00 m	Marnes brunâtres a jaunâtres
De 6 à 7 m	Marnes a jaunâtres
De 7 à 9,50 m	Marnes légèrement sableuses
De 6 à 7 m	Marnes à jaunâtres

Source: Amenhyd, 2006

Hydrogéologie :

Elle se caractérise par la concentration des eaux au niveau de la plaine qui est formée de terrains variés perméables et imperméables favorisant la superposition de plusieurs aquifères dont les plus importants sont l'Astien et le réservoir quaternaire.

En résumé, l'aspect hydrogéologique a révélé l'inexistence d'une nappe souterraine au niveau du projet.

L'esquisse piézométrique montre que le drainage préférentiel des eaux de la nappe se fait du Sud vers le Nord.

Géologie :

La structure géologique de la zone repose sur le crétacé qui surplombe le quaternaire qui couvre l'ensemble de la Mitidja avec quelques incursions de l'oligocène a l'Est de l'Arbaa qui s'intercale entre le crétacé de l'Atlas et le quaternaire de la Mitidja.

Au niveau de la zone d'étude ,la formation géologique repose sur le crétacé compose du Sénonien a facies de marnes schistoïdes et de lentilles calcaires jaunes a inocerames,du Turonien, du Cénomanien (marnes,schistes et marnocalcaires) ,du Vraconien (calcaires marneux jaunes très schisteux souvent phosphatés),de l'Albien a faciés schisteux profond, argiles noires feuilletées avec intercalation de quartzites, de l'Aptien (calcaires et marnes argileuses calcaires à orbitolines et marnes blanchâtres, du Barrémien (schistes quartzites, calcaires schisteux jaunes avec fossiles pyriteux), du Néocomien(schistes et grès, calcaires siliceux, argiles noires),de l'Oligocène composé de conglomérats, de poudingues et de grès trés grossiers (Aquitanien).

En résumé, la zone d'étude montre que la zone d'étude ne renferme pas de *fossiles ni de faciès géologique d'intérêt scientifique (étude EEC, 1977).*

Pédologie :

La zone d'étude est constituée d'alluvions récentes formant des sols à texture moyenne à fine, profonds, offrant de bonnes capacités de rétention hydrique.

Sismologie :

Le classement de la zone prévue pour l'implantation du CET en zone II (intensité IV àV) dans la carte de macrozonage réalisée en 1981 fait que le site est inclus dans la région la plus sismique d'Algérie (étude EEC,1977)

Le Tableau 3 suivant récapitule l'ensemble des données présenté dans les chapitres précédents pour toute la zone d'étude.

Tableau n°3 : Synthèse de l'étude d'impact

Paramètres	**Avantages**	**Inconvénients**
Géologie	-Nature du sol favorable -Absence de ressources minérales -Présence de matériaux de couverture	
Hydrologie	Récupération des Lixiviats	Risques de pollution des eaux superficielles
Hydrogéologie	-Sol imperméable -Absence de nappe aquifère	
Accessibilité	-Route nationale n°29 - Piste de 200m	
Circulation à proximité immédiate	Faible	
Intégration du site dans le paysage	Positive : aire de jeux ou terrain de sport	
Habitat	Pas d'habitation a proximité du site	-Pas d'assainissement -Présence de cultures

Source: EEC, 1997

III. Centre d'enfouissement technique de Soumâa :

Le site est localisé au nord est de la ville de Blida sur La RN 29 (Blida-Larbâa) a environ 3,5 km de Soumaâ en allant vers Bouinan.

Le site est une ancienne carrière d'une superficie cadastrale de 10,5 ha.

On accède au site de la future décharge contrôlé a partir de :

- **Blida :** En empruntant La RN 29 et en passant par Ouled Yaich et Soumâa.

Le site se situe à environ 15 km du centre ville de Blida.

- **Ouled Yaich :** En empruntant également la RN 29 et en passant par Soumâa.

Le site se situe à environ 9 km par rapport a Ouled Yaich.

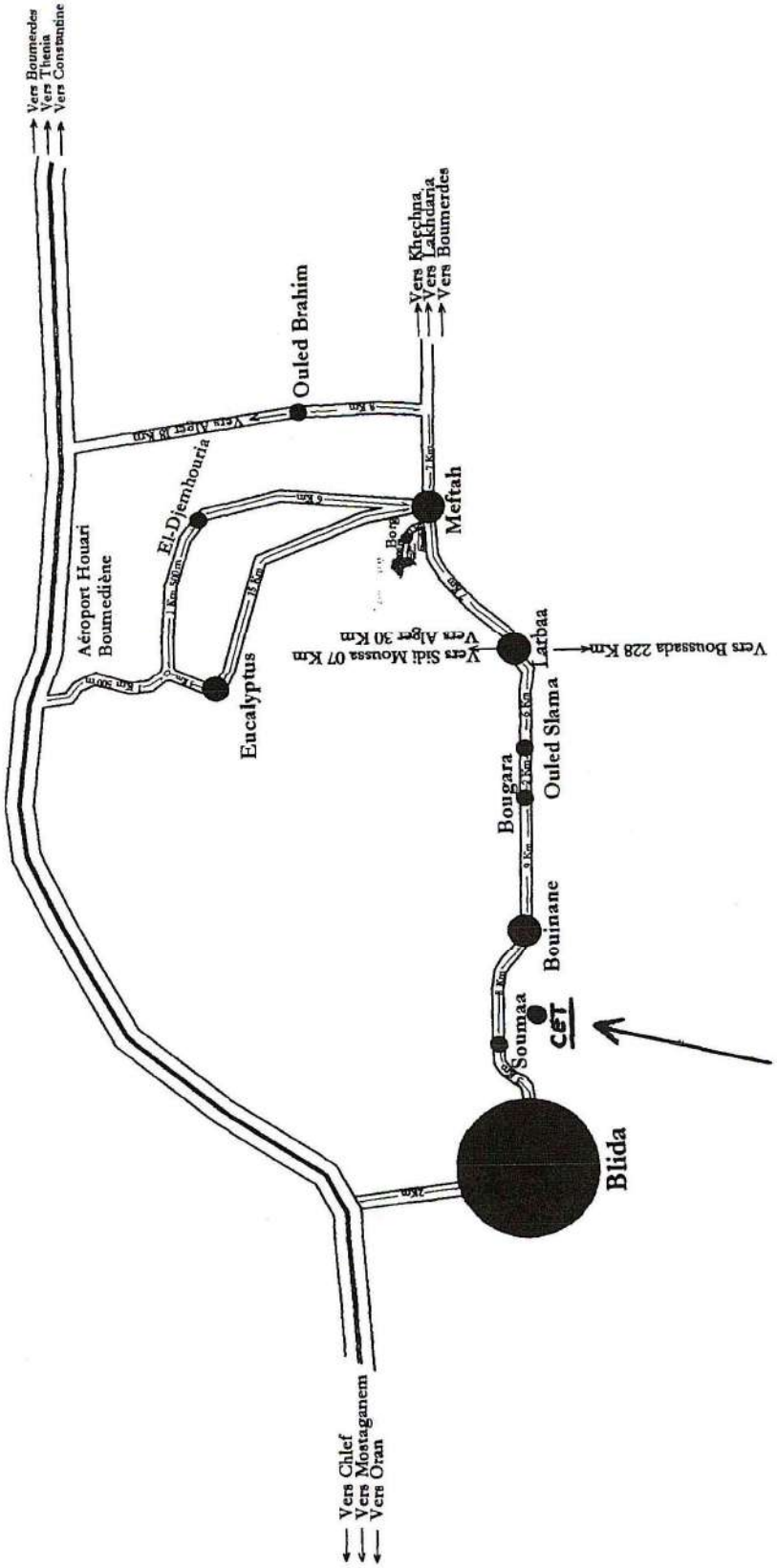
- **Bouarfa :** Le site se situe a environ 15 km de la ville de Bouarfa.

- **Beni Mered:** Le site se situe a environ 10 km de Beni Mered
- **Chréa:** Une distance d'environ 30,5 km sépare Chréa du site projeté.

Le site proprement dit est limité :

- Au Nord par la route nationale n°29
- A l'Est par l'oued Rezerouane séparant le site des terres agricoles
- Au Sud, par des terres agricoles en pente vers l'oued Rezerouane
- A l'Ouest, par une piste séparant le site du maquis

***Figure.IV.1** : Localisation du CET de Sournàa*



IV.III.1. Paramètres d'aménagement et d'équipement du CET de Soumâa :

L'aménagement du site retenu pour abriter le CET classe IL de Sournâa devra se faire selon les règles d'exploitation moderne et conforme aux normes d'exploitation des sites d'élimination et/ou traitement des déchets ménagers. Conformément aux clauses des termes de référence et aux instructions de la direction des I' environnement de la Wilaya de Blida.

Variante Amenhyd améliorée par Gencos :

Cette variante améliorée par le Bureau Conseil Gencos consiste à ajouter d'autres casiers au casier existant d'Amenhyd. Les travaux d'aménagement et d'équipement seront les mêmes mais le nombre et les dimensions du ou des autres casiers changeront. Le but est d'augmenter la durée de vie du CET et de se rapprocher ainsi des normes universellement admises. Voir plans d' exécution

La réalisation d'un centre d'enfouissement technique à Soumâa comprend.

- L'aménagement de la berge de l'oued
- La réalisation de la digue périphérique avec un remblai a la cote 110 et une largeur de la crête de 8 m.
- Les déblais du casier exécutes à la cote 95
- La superficie du casier : 2,7 ha avec des pentes de 1/2
- L'aménagement d'une voirie sur l'ensemble de la digue principale.
- La voirie d'accès au site
- La zone d'accueil avec voirie, bâtiment, pont bascule
- La zone de stockage des matériels avec voirie et bâtiment
- Les terrassements généraux jusqu'a la cote 95 au pourtour de la colline
- Le terrassement et le compactage sur 2 mètres d'épaisseur pour mettre en place une barrière d'étanchéité passive sur l'ensemble de la zone terrassée
- La mise en place de la barrière active sur l'ensemble du casier
- Les clôtures
- La création d'un fossé de collecte des eaux de ruissellement
- La mise en place du réseau de collecte des lixiviats
- La mise en place d'un traitement des lixiviats en bord de l'oued.
- L'amène de l'énergie électrique
- La desserte en énergie électrique des zones d'accueil et de stockage
- L'amenée d'eau

Voirie d'accès :

La voirie d'accès entre la nationale et la zone d'accueil sera aménagée et aura une largeur de 7,5m avec accotement de 1,5 m

Un aménagement sera réalisé en bordure de la nationale afin de faciliter l'accès et la sortie des véhicules du site.

Avant l'entrée sur le site et avant le portail d'accès, il est prévu un départ de voirie pour assurer la continuité de la piste vers les autres terrains non affectés au CET.

Clôture :

Une clôture définitive de 2 m de hauteur entourera tout le site et sera munie d'un portail de la zone d'accueil aura une largeur de 8 m

Plantation:

Les talus extérieurs de la digue périphérique seront plantes de feuillus a croissance rapide.

Eaux de ruissellement

Un fossé de faible pente sera réalisé le long de la voirie d'accès hors des limites de la propriété.

Ce fossé se raccordera sur un fossé identique implanté si possible à l'intérieur des limites de propriété en pied de digue périphérique jusqu'à l'oued.

Les emprises de ces fossés devront permettre le passage d'engin pour en assurer l'entretien.

Sur ce fossé périphérique seront raccordés les ouvrages de collecte des eaux pluviales de la voirie.

Assainissement :

L'assainissement des zones de service et d'accueil sera réalisé en système séparatif. Les eaux de ruissellement seront raccordées au fossé périphérique.

Casier du CET :

Un 2^{éme} casier viendra compléter le 1er casier de 27.000 m^2 Ce casier aura les caractéristiques suivantes :

Forme géométrique

–Longueur :

–Largeur :

–Profondeur : 15m

–Superficie : 98.000 m^2

–Volume :

Sa défense active et les drains de collecte des lixiviats seront aménages parallèlement a la nationale (autour de la côte 95) et constituera le prolongement du 1 ^{er} casier.

Le drain général central du casier devra avoir une pente proche de 1 % vers les bassins de traitement des lixiviats.

La pente du casier vers le drain principal central sera prévue à 2%.

Les terrassements du casier seront réalises a l'Est le long de la piste d'entrée, au Nord le long de la clôture surplombant la route, à l'Ouest longeant le ^{er} casier et au Sud le long de la falaise.

Le fond du casier ainsi que le talus comprenant de l'argile sera fortement compacté à un taux de 95% de I'OPN sur une épaisseur de 2m afin d'atteindre la perméabilité requise de 10^{-9}m/s.

Ouvrage de traitement des lixiviats :

Le fond des bassins des lixiviats pourra être inférieur au lit de l'oued. Les digues de cette installation de traitement seront obligatoirement montées à plus de 3 mètres du radier de l'oued.

Oued :

L'oued existant a l'Est du CET devra être recalibré tout le long de la propriété du CET jusqu'au passage existant de la Nationale.

Ce recalibrage ne devra pas constituer une diminution de capacité de transit de I' oued.

La berge Ouest de I' oued (coté CET) devra avoir une pente de 1/1 et être protégée par des blocs de grès issus des déblais du site, posés en calpinage sur une hauteur maximum.

Digue périphérique :

Une digue périphérique est à réaliser de la zone d'accueil au pied de la colline à l'Est, longeant la voie d'accès, la nationale et l'oued.

Cette digue aura une pente de 1/1 vers l'extérieur du site. Les terrassements pour avoir cette pente ne seront pas réalisés en dehors des limites de propriété le long de Is nationale.

La digue aura une pente de 2/1 vers l'intérieur mais pourra être changée en fonction des défenses passive et active prévues et de la nature des terres composant les digues.

Le sommet de la digue aura une largeur minimum de 8 mètres pour permettre la circulation des véhicules amenant les déchets.

La cote pourrait être aux environs de 110/115.

Deux (02) zones de vidage seront aménagées le long du casier prévu et devront permettre la manœuvre des camions et la descente en fond du casier des engins de compactage.

Défense passive :

Les méthodes de réalisation de la défense active seront fonction de la qualité des terrains rencontrés aussi bien en fond du casier que sur les talus intérieurs de la digue principale.

Défense active :

La défense active reposera sur l'utilisation de la géomembrane telle que définie par le CCTP.

Tubes piézométriques :

Deux (02) tubes piézométriques existent actuellement sur le site et deux (02) autres devront être réalisés, l'un a l'Est en bordure de l'oued l'autre au Sud. Leurs implantations seront définies d'un commun accord avec le Maitre d'ouvrage. Ils devront être d'une profondeur de 50 mètres à partir de la côté 95.

Evolution du site :

Le site après réaménagement final atteindra la côté 110.

IV.III.1.1. Travaux et aménagements

Les abords de la zone devant accueillir le 2^{éme} casier d'enfouissement devront d'abord être nettoyés par décapage sur une épaisseur moyenne de 0,20 m avant l'engagement des travaux.

IV.III.1.1.1. Terrassement

La zone d'enfouissement étant de nature argileuse, elle devra subir des travaux de décapage et de terrassement visant à dégager une surface plane. Voir plans d'exécution

IV.III.1.1.2. *Drainage*

IV .III.1.1.2.1. Eaux pluviales

Le CET devant être protégé des érosions hydriques et surtout des infiltrations d'eau pouvant entrainer des polluants contenus dans les déchets on veillera donc à le doter d'un réseau de drainage des eaux pluviales. Celui-ci pouvant épouser la

configuration du réseau voierie qui sera aménagé et déboucher dans l'oued en contrebas du site.

Ce réseau de drainage des eaux pluviales sera constitué de buses enterrées, caniveaux a ciel ouvert et regard de visite, *(voir dossier plan et descriptif des travaux).*

IV.III.1.1.2.2. Lixiviats

Tout le long des trottoirs longeant les voies de communication, un drain buse enfoui sera réalisé et passera au pied des casiers d'enfouissement prévus. Ces drains seront construits au moyen de buses de diamètre 300 mm et un regard de visite au pied de chaque cellule *(voir schéma ci après).Ce* réseau de drainage des lixiviats débouchera sur la station de lagunage prévue en contrebas du CET. Voir plans d'exécution

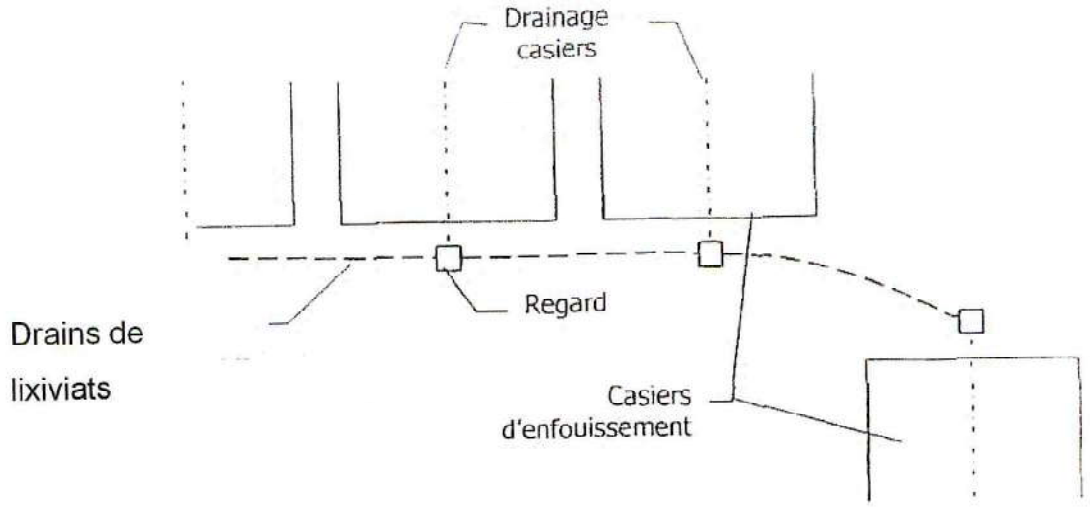


Figure IV. 2 : Schéma du réseau de drainage des lixiviats

IV.III.1.2. Lagunes de stabilisation des lixiviats

La mise en décharge des déchets urbains génère des lixiviats qui devront être récupérés et traités avec un système adéquat avant leur évacuation dans l'environnement. Compte tenu de peu de terrain disponible, le système qui s'adapte le mieux est le traitement biologique par aération forcée qui consiste en un bassin en dur muni d'aérateurs de surface.

IV.III.1.2.1. Dimensionnement

Le dimensionnement des bassins repose sur le bilan Hydrique calculé de la façon suivante :

$R_1 + P + E_{D1} + E_{D2} = \mathbf{E + ET_R}$ **…(1)**

D'ou $E = P + E_{D1} + E_{D2} - ET_R$ **…(2)**

R1 est négligé compte tenu de la récupération des eaux de ruissellement et par l'absence de diagramme durée-fréquence-Intensité établi pour la zone d'études.

Avec P : Volume des précipitations

E_{D1}: Volume d'eau contenue dans les déchets (humidité)

E_{D2}: Capacité de rétention d'eau par les déchets

1. Calcul de E_{D1}

Quantité totale de déchets en 2025 : 517 t/j E_{D1}

= 517 x 61% = 315,37 m^3/j …(3)

2. Calcul de E_{D2}

517000 x 0,55 = 284,35 m^3/j …(4)

Total: $E = E_{D1} + E_{D2}$ = 599,72 m^3/j …(5)

3. Calcul de ET_R ET_R

= 299,86 m^3/j

4. Calcul de P

Une pluviométrie de référence moyenne de 600mm/an a été prise en compte

dans le calcul ; cela donne 6000 m^3/an = 6000 m^3/ha/an

0 à 2 ans : 6000 x 0,25 = 1500 m^3/ha/an soit 4,11 m^3/ha/j …(6)

2 à 10 ans : 6000 x 0,07 = 420 m^3/ha/an soit 1,15 m^3/ha/j …(7)

>10 ans : 6000 x 0,02 = 120 m^3/ha/an soit 0,32 m^3/ha/j …(8)

Quantité totale de lixiviats produite

0 à 2ans : 4,11 + 599,72 - 299,86 = 304 m^3/j …(9)

2 à 10ans : 1,15 +599,72 — 299,86 = 301 m^3/j …(10)

>10 ans : 0,32 + 599,72 — 299,86 = 300 m^3/j …(11)

Le débit maximum de lixiviats est de 304 m^3/j à traiter par le CET pendant les 2 premières années d'exploitation.

Ces lixiviats devront séjourner entre 50 à 60 jours dans un réseau de 03 étangs de stabilisation de profondeur se situant entre 2 et 2,5 m.

Calcul du volume global de ces étangs

Hypothèse de travail

- Temps de séjour moyen = 30 jours d'ou 304 m^3/j x 30j = 9120 m^3

A cela il faudra ajouter la hauteur moyenne des précipitations durant le temps

de séjour des lixiviats dans la lagune soit 6000m^3/ha/an soit 493,2 m^3/30j.

Il faudra également ajouter les eaux usées de l'administration ainsi que celles

des vestiaires douches avec un débit approximatif de 4 m^3/j soit 4 m^3/j x 30 j =120 m^3.

Le total des surfaces des étangs de stabilisation devra donc avoir une capacité

minimale de :

9120 + 493,2 + 120 = **9733,20 m^3**

Dimensions des lagunes

Lagune n°1 :

Longueur : 95 m
Largeur : 25 m

Surface : 2375 m^2
Volume : 5937,5 m^3

Lagunes 1 et 2 :

Les lagunes 1 et 2 auront la même superficie

Longueur : 40 m

Largeur : 26 m

Surface : 1040 m^2chacune soit 2080 m^2 pour les 2.

Volume : 2080 m^3 chacune soit 4160 m^3 pour les 2.

Ainsi la surface totale serait de : 2375 + 1040 +1040 = 4455 m^2 et le volume de

5937,5 + 2080 + 2080 = **10097,5 m^3 …(12)**

Cette capacité est suffisante pour traiter tout le lixiviat produit par le CET.

On notera que la lagune n°1 dépasse les 50% en surface ce qui est dans les normes étant donne que c'est ce 1 ^{er} bassin qui absorbe la plus grande charge de pollution.

Remarque importante :

Compte tenu de l'exigüité du terrain, la profondeur adoptée a été de 2,5m. IL faut noter cependant qu'avec cette profondeur, le traitement ne serait pas complet et il serait judicieux d'adopter un lagunage aéré. La profondeur idéale pour le lagunage se situerait autour de 1,2-1,5m.

Ces étangs seront réalisés au Nord Est du CET en contrebas du site surplombant l'oued. Les étangs seront réalisés par excavation. Le plancher de chaque étang sera recouvert d'une couche d'argile de 0,20 m d'épaisseur, très fortement compactée. L'ensemble des 03 étangs sera étanchéifié par géomembrane PEHD d'épaisseur 2mm.

L'étang de tète sera relié au réseau de drainage des lixiviats du CET et disposera d'un système de dégrillage de porosité comprise entre 0,01 et 0,04 m.

IV.III.1.2.2. Voies de circulation

La circulation des engins et camions à l intérieur du CET devra être aisée tant en saison de pluie qu'en saison sèche. Aussi, un réseau de communication praticable

(asphalté) sera réalisé vers et entre les casiers d'enfouissement. *(Voir dossier plan et descriptif des travaux).*

IV.III.1.2.3. Clôture et rideaux d'arbres

L'ensemble du site du CET sera clôturé en dur sur une hauteur de 2 m. La pose de la clôture sera la première opération à réaliser et devra être accompagnée par la plantation d'un double rideau d'arbres a croissance rapide (eucalyptus, peupliers, etc.) tout au long de la face interne de la clôture.

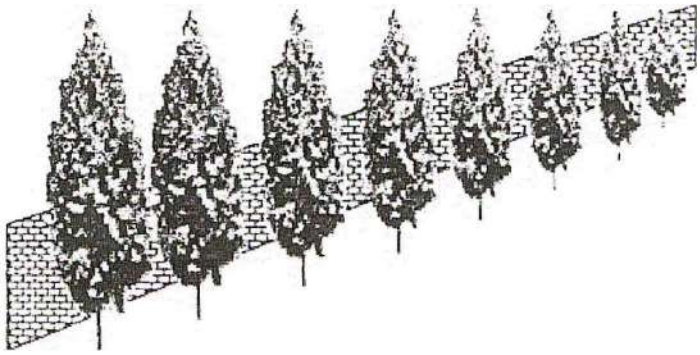


***Figure IV.3** : Clôture*

IV.III.1.3. Casier

IV.II.1.3.1. Fond de forme du casier

Le fond de forme du casier devra être dégagé de toute végétation, aplani et compacté au minimum 95% de **I'OPN** selon les prescriptions du cahier des charges. De par sa régularité de surface, i1 devra garantir une bonne mise en œuvre d'une couche de forme.

IV.III.1.3.2. Excavation

Outre le casier proposé par Amenhyd, un 2^{éme} casier sera réalisé au niveau du CET de Soumâa .ll aura les dimensions suivantes :

- Profondeur d'excavation : 15m
- Volume total : 65.550 m^3
- Durée de vie du casier : 0,50 année

L'excavation sera réalisée par bulldozer et/ou excavateur sur une profondeur de 15 m.
La pente au plancher du casier aura une pente de 2% vers le drain central du CET.

Au centre du plancher de ce casier, un fossé de 1m de large et 0,6m de profondeur sera réalisé dans le sens de la longueur et abritera le futur drain de lixiviat.

IV.III.1.3.3. Aménagements et drainage

IV.III.1.3.3.1. *Etancheifiction*

Après délimitation et excavation du casier, le fond du casier sera étanché suivant une structure multicouche composée de géosynthétiques. Elle sera composée de bas en haut de :

> Une géomembrane PEHD d'épaisseur 2 mm.

> Un géotextile de protection antipoinçonnant non tissé en polypropylène de 600 g/m^2 minimum.

> Une couche de matériaux drainants

> Un géotextile de filtration et de protection contre le rayonnement ultraviolet non tissé d'ouverture de filtration supérieure 100 µm et de poids égal 130 g/m^2. Les flancs du casier seront étanches suivant une structure multicouche composée de géosynthétiques ; elle sera composée de bas en haut :

> Une géomembrane PEHD d'épaisseur 2 mm qui sera ancrée en tète dans une tranchée d'ancrage.

> Un géospaceur en PEHD de transmissivé supérieure ou égale a 0.5 10^{-3} m^2/s pour un gradient hydraulique égal à la pente du talus à 2/1.

> Un géotextile de filtration et de protection contre le rayonnement ultraviolet non tisse d'ouverture de filtration supérieure 100 µm et de poids égal 130 g/m^2.

> La dimension minimum de la section de la tranchée d'encrage sera de 0,60 x 0,60 m .Le bord de la tranchée cote talus est au minimum a 60cm de la crête du talus.

Les parois et le plancher devront être étanchéifiés par recouvrement avec un film en PEHD (géomembrane) d'épaisseur 2 mm posé et double thermo soudé par des professionnels.

Le plancher sera par la suite recouvert par une couche d'argile d'au moins 0,20 m très fortement compactée et parfaitement débarrassée de toutes intrusions rocailleuses et/ou sableuses.

Une seconde couche de gravier 16/32 de 0,10 a 0,20 m d'épaisseur sera par la suite étalée sur la couche d'argile compactée.

IV.III.1.3.3.2. Drainage des lixiviats

La forte compaction des déchets urbains alliée à la pluviométrie génère des eaux de percolation chargées en pollution et particulièrement en métaux lourds. Ces eaux, appelées lixiviats ne doivent absolument pas contaminer le sol et les nappes phréatiques et doivent par conséquent être recueillies par un système de drainage pour être ensuite traitées avant d'être rejetées dans la nature.

Ce dispositif de drainage est conçu de la manière suivante :

Au centre de la couche d'argile formant le plancher de cheque casier et dans le sens de sa longueur, un drain principal sera posé tel que schématisé ci-après. Ce drain sera constitué par des buses en béton aux parois perforées et entouré de gravier (16/32) ; les couches d'argile et de gravier seront inclinées de 2% vers le drain central du casier.

IV.III.1.3.4. Exploitation

Les déchets seront quotidiennement placés par couches successives de 1m fortement compactées. Lorsque la couche de 1m aura recouvert l'ensemble du casier, il sera procédé à son recouvrement par une couche de terre sablonneuse de 0,20m d'épaisseur. La mis en place de la 2^{éme} couche peut être engagée de la même manière a la précédente.

Au terme de l'installation intervient la couche finale qui garantira une bonne étanchéité du casier.

IV.III.1.3.4.1. Couverture finale du CET

Elle vise à confiner et/ou canaliser les éléments nocifs pour en assurer la gestion et isoler les déchets afin de réduire l'infiltration des eaux pouvant augmenter la quantité des lixiviats. La couverture finale sera similaire a l'aménagement de la base du CET mais en présentant une succession inversée des différentes couches de matériaux ainsi, par-dessus les déchets, on trouvera dans l'ordre un géotextile, une couche drainante des gaz, une couche de séparation-protection (par exemple, géotextile ou géogrille), une barrière d'étanchéité imperméable (membrane PEHD et barrière argileuse) ou semi-perméable (couche de matériaux inertes de perméabilité donnée), une barrière biologique, une couche drainante des eaux atmosphériques et

finalement une couche de terre arable permettant l'ensemencement d'une végétation de graminées et d'arbustes de petite taille.

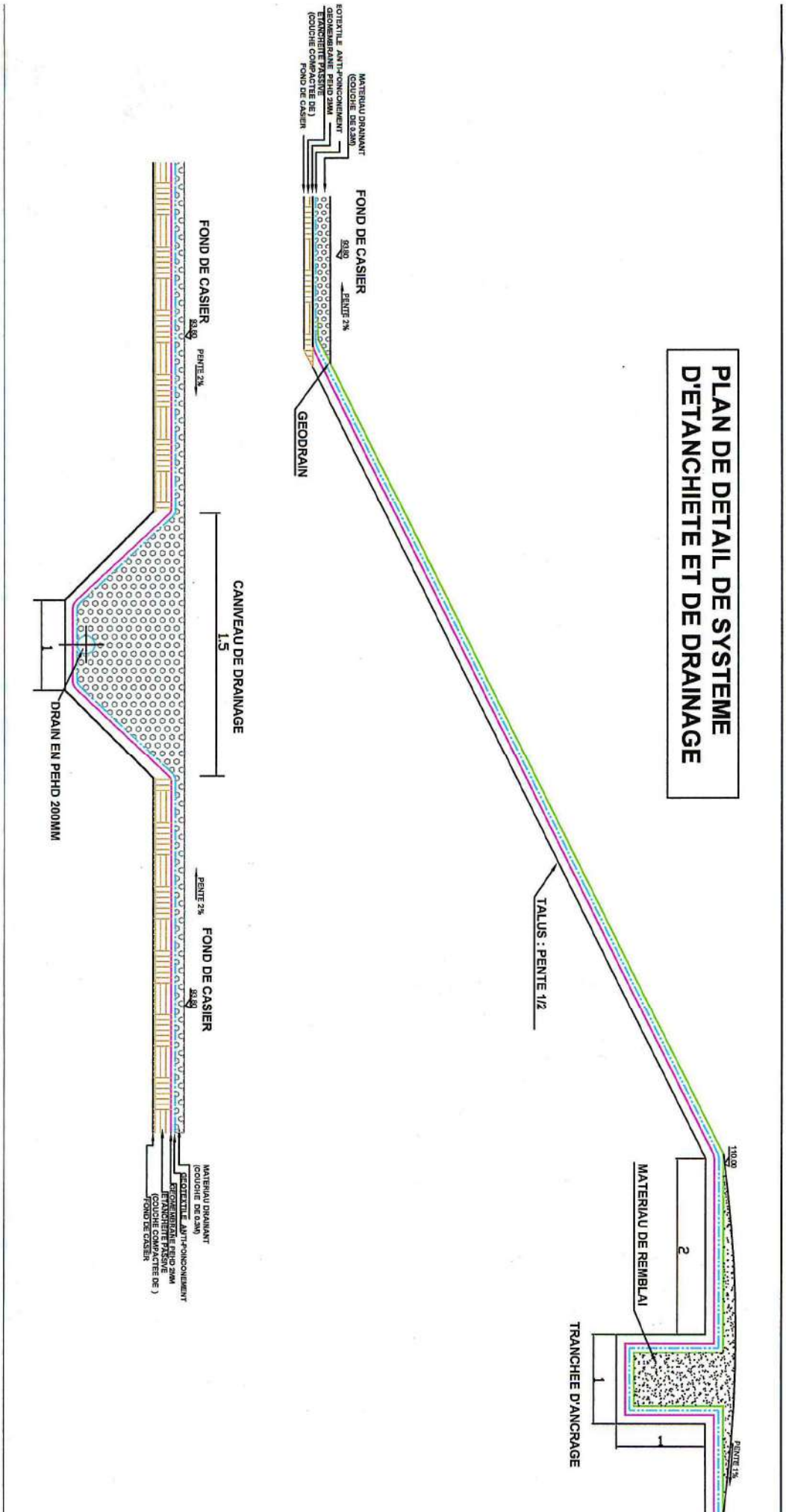
L'épaisseur totale de la couverture atteindra de 1 à 1,5 m. La barrière biologique (couche de débris de construction de 30 à 90 cm) serf a protéger les couches inferieures contre la progression des racines des plantes susceptibles d'endommager l'étanchéifiassions du casier.

IV.III.1.4. Calcul de la capacité de stockage du casier

Tableau n°4 : Calcul de la capacité de stockage et de la durée de vie du CET

Casier n°	Capacité totale (m^e)	Terre de recouvrement (%)	Capacité utile (m^e)	Densité (t im^3)	Capacité utile (t)	Durée de vie (ans)
1	255.530	20	204.424	1,4	286.193,6	1,95
2	65.550	20	52.440	1,4	73.416	0,50
Total	321.080	20	256.864	1,4	359.609,6	2,45

La capacité de stockage du casier a été calculée sur la base d'un débit annuel moyen de 147.186,25 tonnes et d'une couche de couverture en terre de 20 cm pour une tranche de hauteur de 1 m de déchets.


PLAN DE DETAIL DE SYSTEME D'ETANCHIETE ET DE DRAINAGE
MATERIAU DRAINANT (COUCHE DE 0.3M)
GEOTEXTILE ANTI-POINCONNEMENT
GEOMEMBRANE PEHD 2MM
ETANCHEITE PASSIVE (COUCHE COMPACTEE DE)
FOND DE CASIER
FOND DE CASIER
93.80
PENTE 2%
GEODRAIN
TALUS : PENTE 1/2
110.00
MATERIAU DE REMBLAI
TRANCHEE D'ANCRAGE
PENTE 1%
CANIVEAU DE DRAINAGE
1.5
DRAIN EN PEHD 200MM
FOND DE CASIER
93.80
PENTE 2%
FOND DE CASIER
93.80
PENTE 2%
MATERIAU DRAINANT (COUCHE DE 0.3M)
GEOTEXTILE ANTI-POINCONNEMENT
GEOMEMBRANE PEHD 2MM
ETANCHEITE PASSIVE (COUCHE COMPACTEE DE)
FOND DE CASIER

Conclusion générale :

Le centre de stockage, constitue l'exutoire final des déchets, accueille les résidus qu'il n'a pas été possible d'éliminer par les autres modes de gestion et de traitement.

Le concept de Centre de Stockage des déchets fait appel à des techniques et des matériels modernes, la maîtrise des nuisances dépend étroitement de la qualité des études préalables, des aménagements, de la rigueur dans l'exploitation et du suivi des rejets.

En Algérie, un protocole de caractérisation des flux et de la composition des déchets urbains existe, NETCOM. Il nous renseigne sur la composition des déchets par catégorie et sous catégorie, sur le tri (taille de maille du tri granulométrique), sur l'échantillonnage, sur la connaissance du gisement d'ordures ménagères dans son intégrité et de la composition physico¬chimique des ordures ménagères.

Si le contrôle des déchets entrants dans le Centre de Stockage, est l'un des poids importants de leur bonne gestion, la caractérisation physico-chimique des déchets est indispensable pour l'évaluation du comportement des déchets en conditions d'enfouissement et permettra de prévoir le potentiel du biogaz, de caractériser la structure du déchet, et d'évaluer son niveau de stabilité. Le contrôle des rejets (lixiviat, biogaz) doit être réglementé compte tenu du caractère polluant du lixiviat qui devra être collecté, stocké et traité.

La composition des lixiviats aux stades de l'acidification et de la fermentation méthanique, permet le suivi de l'évolution de la matière organique enfouie, et détermine la biodégradabilité des déchets.

Le bilan hydrique, permet d'estimer la quantité de lixiviat généré par une décharge, et de dimensionner les ouvrages de collecte, de traînage et de traitement à concevoir.

Des modèles de prévision de la quantité et la qualité de rejet, existent. C'est une aide pour le dimensionnement des installations, au drainage et à l'évacuation.

Aujourd'hui, le fonctionnement d'une décharge, doit répondre à des critères précis sur la nature des déchets admis, sur l'étanchéité de la zone de stockage, sur la qualité des rejets liquides, sur le devenir des biogaz, sur la proximité de la population et l'impact sur la santé publique.

Références Bibliographiques :

ADEME - BRGM (2001). Guide pour le dimensionnement et la mise en œuvre des couvertures de sites de stockage de déchets ménagers et assimilés.

ADEME - LIRIGM.(2005). Guide méthodologique pour le suivi des tassements des centres de stockage de classe II (Déchets ménagères et assimilés), Angers. ADEME éditions.

ADEME (1996).Guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères et assimilés. Connaître pour agir. ADEME éditions.

ADEME (1993).MEDECOM : Méthode de caractérisation des ordures ménagères, Paris.

ADEME (1996). Guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères et assimilés. ADEME éditions, Paris.

ADEME (1998). Démarche qualité pour la mise en œuvre des géosynthétiques : application aux centres de stockages de déchets. Angers. ADEME éditions.

ADEME (1999a). La composition des ordures ménagères en France (Données et Références), ADEME éditions, Paris.

ADEME (1999b) : Les installations de stockage des déchets ménagères et assimilés : Techniques et Recommandations. ADEME éditions, Paris.

ADEME (1999b). Les installations de stockage de déchets ménagers et assimilés: Techniques et Recommandations. ADEME éditions, Paris.

ADEME (1999c). Procédés de confinement appliqués aux sites pollués. Connaître pour agir. ADEME éditions.

ADEME (1999d). Les déchets en Aquitaine. Guide régional. Connaître pour agir. ADEME éditions,

ADEME (2001). Guide pour le dimensionnement et la mise en œuvre des couvertures des sites de stockages de déchets ménagers et assimilés. Publication BRGM - ADEME.

ADEME (2001).Gérer le gaz de décharge : Techniques et Recommandations. Connaître pour agir. ADEME édition, 145 pages.

ADEME (2005 b). Gestion des déchets ménagers. Etude de préfiguration de la campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères, Rapport intermédiaire : Les objectifs.

ADEME (2005a). Expertise des décharges dans les pays en développement. Protocole général d'expertise et mise en œuvre. Paris

ADEME (2005c). Remise en état des décharges : Méthodes et Techniques, Angers. ADEME éditions, Connaître pour agir.

ADEME ; AMF. (1998). Analyse des couts de gestion des déchets municipaux. Thème : Stockage en CET de classe II.

BORDES J-L. (2005). Géomembranes : Utilisation en génie Civil, Technique de l'Ingénieur, C 5430.

Billard (2001a). Centres de stockage des déchets : Impacts et prospective, Technique de l'ingénieur, Traité environnement.

Billard (2001b). Centre de stockage des déchets : Exploitation,Technique de l'ingenieur, Traité envoronnement.

Billard (2001C). Centre de stockage des déchets : Conception, Technique de l'ingénieur, Traité environnement.

EMENHYD : Entreprise privée CHELGHOUM " Aménagement, Environnement et hydraulique "

Mme Fadila MEZAOUARI. SANDJAKDINE .conception et exploitation des centres de stockage des dechets en algerie et limitation des impacts environnementaux /

General environmental consulting & studies. Amenagement et equipement du centre d'enfouissement technique intercommunal de Somâa.

Gillet (1985).Traité de gestion des déchets solides. 1ier volume. Programme minimum de gestion des ordures ménagères et des déchets assimilés OMS / PNND - Copenhague.

OLIVIER I. (2003). Tassement des déchets au CSD de classe 2 du site ou modèle : Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier. Grenoble.

Mr.Zerhoni – 11/2009. L'enfouissement des déchets ménagers