

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

ECOLE DOCTORALE Sciences – Technique – Santé

Thèse N°....

Thèse

Pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE L'ECOLE POLYTECHNIQUE D'ARCHITECTURE ET
D'URBANISME**

EN CO-TUTELLE AVEC L'UNIVERSITE DE LIMOGES

Discipline : Architecture et Environnement
Chimie et Microbiologie de l'eau

Présentée et soutenue par

Mme. Fadila MEZOUARI. SANDJAKDINE

Le 17 Mars 2011

***CONCEPTION ET EXPLOITATION DES CENTRES DE STOCKAGE
DES DECHETS EN ALGERIE ET LIMITATION DES IMPACTS
ENVIRONNEMENTAUX***

Thèse dirigée par : Youcef KEHILA et Guy MATEJKA

Jury:

Rapporteurs

Mohammed HADJEL Professeur, USTO, ORAN

Remy GOURDON Professeur, INSA, LYON

Examineurs :

Généviève FEUILLADE Professeur, Université de Limoges

Tahar BAOUNI Maître de conférences, Ecole Polytechnique d'architecture
et d'Urbanisme

REMERCIEMENTS

Le travail présenté dans ce mémoire de thèse a été effectué à l'école polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme d'Alger et à l'Ecole Nationale Supérieure de Limoges au laboratoire des sciences de l'eau et de l'environnement.

Je tiens à remercier le Professeur Michel Baudu pour m'avoir accueilli dans son laboratoire et m'avoir permis d'effectuer mon travail de recherche.

Je remercie sincèrement Monsieur Rémy GOURDON et Monsieur Mohammed HADJEL d'avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse.

Je tiens également à remercier Mme Geneviève FEUILLADE et M. Tahar BAOUNI. Pour l'intérêt qu'ils ont accordé à ce travail en acceptant de le juger.

J'adresse mes plus vifs remerciements à mes directeurs de thèse : Monsieur Youcef KEHILA pour la confiance qu'il m'a témoigné en me proposant ce sujet de thèse, pour ces encouragements permanents et M. Guy MATEJKA pour sa rigueur scientifique, son exigence et son suivi permanent malgré son état de santé qui ont contribué au bon déroulement de cette étude.

Je voudrais remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail, en particulier Mr BENZINE et Mr MESSAOUDI tous deux responsables des deux CET (Ouled Fayet et Biskra) et leur personnel dont l'aide a été sans limite : Fatiha, Hayet, MrMAKOUDI, Youcef, Fateh, Khaled, Hichem.

Je n'oublie pas tous les directeurs et responsables des différents laboratoires d'Alger et de LIMOGES.

Je tiens tout particulièrement à remercier Karima Guers de m'avoir logé durant mes séjours à Biskra. Je n'oublierais jamais les conseils et les bons moments que j'ai passé au sein de ta petite famille. Je tiens également à remercier Mme MATEJKA de m'avoir accueilli au sein de sa famille.

Je n'oublie pas Mme SUBILEAU de la faculté des sciences et technique, Mme MALGAT du bureau d'accueil des étudiants internationaux, tous les doctorants du laboratoire des sciences de l'eau et de l'environnement de Limoges et mes amis de l'EPAU.

Enfin, ce travail est dédié à la mémoire de mon père, à ma mère dont le sacrifice à toujours été son limite et à qui je souhaite longue vie, à ma belle Famille, à mes frères et sœurs : Nadia à qui je dis mille merci, Hayet, Nacer, Hakim, sa femme Naima et ses deux filles : Ines et Melissa et mon petit frère Faouzi le concepteur, à mon cher mari Rachid et mes deux enfants Mehdi et Samy.

Liste des sigles et abréviations

ADEME :	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFNOR :	Association Française de Normalisation
AGV :	Acides Gras Volatils
AND :	Agence Nationales de déchets
APC :	Assemblée Populaire communale
AR – FR : 97 :	Arrêté 09 Septembre 1997 Français
ASSEAL :	Algérienne des Eaux
C / N :	Rapport Carbone / Azote
CCNUCC :	Conservation Cadre de Nations Unies pour le Changement Climatique
CET :	Centre d'Enfouissement Technique de déchets
CIVA :	Conseil Intercommunal d'Alger pour le nettoyage, collecte, transport et traitement des déchets Urbain.
CNE :	Conseil National de l'Environnement
CNERU :	Centre National d'Etude et de Recherche en Urbanisme
CNES :	Conseil National Economique et Social
CNFE :	Conservatoire National des Formations à l'Environnement
CNUED :	Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
COMEDOR :	Comité de développement et d'organisation de l'agglomération d'Alger
COT :	Carbone Organique Total
CPVA :	Conseil Populaire de la Ville d'Alger
CSD :	Centre de Stockage des Déchets
CTTP :	Laboratoire de Contrôle Technique des Travaux Publics
CUC :	Conseil Urbain de Coordination
DBO ₅ :	Demande Biologiques en Oxygène, pendant 5 jours
DCO :	Demande Chimique en Oxygène
DGSN :	Direction Générale de la Sureté Nationale
E4 / E6 :	Absorbance 465 / Absorbance 665
ECO-JEM :	Système National de reprise, de recyclage et de valorisation de déchets d'emballage
EEC.EDIL :	Bureau d'Etude National pour le Contrôle de la pollution, collecte et élimination des déchets solides

EMENHYD :	Entreprise privée CHELGHOUM " Aménagement, Environnement et hydraulique "
EPIC. NETCOM :	Etablissement à caractères industriel et commercial de nettoyage et de collecte des ordures ménagers d'Alger
EPIC.NET BIS :	Etablissement à caractères industriel et commercial de nettoyage et de collecte des ordures ménagers de Biskra
ETP :	Evapotranspiration Potentielle
GES :	Gaz à Effet de Serre
GGA :	Gouvernorat du Grand Alger
H% :	Pourcentage Humidité
HCEDD :	Haut Conseil de l'Environnement et du Développement Durable
MATET :	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du tourisme
MATE :	Ministère de l'aménagement du Territoire et l'environnement
MB :	Matière Brute
MDP :	Mécanisme de Développement Propre
MES :	Matière en suspension
MO :	Matière organique
MO % :	Pourcentage en Matière Organique
Modecom :	Méthode de caractérisation des ordures ménagères
MS :	Matières Sèches
MVS :	Matières Volatils Sèches
NTK :	Azote total Kjehldel
ONA :	Office National d'Assainissement
ONEDD :	Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable
P.U.I :	Pole Urbain Industriel
P/ APC :	Président de l'Assemblée Populaire Communale
PAC :	Plan Communal d'Aménagement
PAW :	Plan d'Aménagement de Wilaya
PCI :	Pouvoir Calorifique Inférieur
PD :	Pays Développés
PDAU :	Plan Directeur d'Aménagement et Urbanisme d'Alger

PDD :	Projet de Développement Propre
PED :	Pays en Développement
PEHD :	Poly Ethylène Haute Densité
pH :	Potentiel hydrogène
PI :	Pays Industrialisés
PNAEDD :	Plan National D'Action pour l'Environnement et le Développement Durable
PNAGDES :	Programme National de Gestion intégrée des déchets Spéciaux
PNUE :	Programme National des Nations Unies pour le développement
POG :	Plan d'Orientation Général de développement et d'aménagement de l'Agglomération d'Alger
POS :	Plan d'Occupation au Sol
PROGDEM :	Programme National de Gestion intégrée des déchets municipaux
PRRU :	Plan de Restauration Urbaine
PTMD :	Pré – Traitement Mécaniques et Biologiques
PUD :	Plan d'Urbanisme Directeur
PUP :	Périmètre d'Urbanisme Provisoire
PUPE :	Police d'Urbanisme pour la Protection de l'Environnement
PVC :	Poly Vinyle de Chlorure
SUVA :	Spécific Départemental de gestion des ordures Ménagères
TAPD :	Taxe Relative aux Activités Polluantes ou Dangereuses
TIFIB – SPA :	Entreprise Tissage Finissage de Biskra
URCES :	Unité de Réduction d'Emission Certifiées
USTHB :	Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene
Z.S.U :	Zone Semi Urbaine

Thèse de doctorat

Auteur : Fadila MEZOUARI.SANDJAKDINE

Etablissement : EPAU, ALGER

CONCEPTION ET EXPLOITATION DES CENTRES DE STOCKAGE DES DECHETS EN ALGERIE ET LIMITATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Résumé :

Le traitement des déchets pose problème en ALGERIE du fait de l'absence de contrôle, d'aménagements fonctionnels inadaptés (collecte et traitement des lixiviats, du biogaz...) ou inexistantes 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 inadapté aux contraintes locales. Cela est dû à un manque de connaissance des paramètres spécifiques aux décharges dans les PED.

Pour ces raisons, le programme d'expertise des décharges dans les PED, développé par l'ADEME et réalisé en collaboration avec l'école des ingénieurs de Limoges répondent à un véritable besoin.

L'expertise des deux centres d'enfouissement techniques en Algérie, situés dans deux zones climatiques différentes (littoral et zone aride), a permis au niveau des deux sites d'étude, le suivi de 17 paramètres après la mise en place de dispositifs expérimentaux caractérisant ainsi les déchets entrants (nature et flux), les déchets stockés et leur comportement mécanique, hydraulique et biologique, l'environnement extérieur et les caractéristiques de l'exploitation.

Les résultats obtenus après la caractérisation physique et chimique des déchets ont révélé que les déchets sont plus organiques et humides que dans les pays développés et les conditions climatiques sont également différentes. Des conditions minimales d'enfouissement des déchets ménagers ont été définies, pour limiter les impacts environnementaux, et la prise en compte de l'analyse de l'ensemble des causes de la situation actuelle nous ont permis de comprendre les mécanismes généraux qui affectent la décharge.

l'acquisition des données in situ durant une année complète, l'amélioration de la compréhension des mécanismes particuliers qui régissent le comportement des déchets ont permis de proposer des actions d'amélioration pour le choix technologique d'une démarche méthodologique et d'exploitation pour la gestion des CET en ALGERIE.

Mots clés :

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

Doctorate thesis

Author: Fadila MEZOUARISANDJAKDINE

Institution: EPAU, ALGIERS

CONCEPTION AND EXPLOITATION OF THE WASTES STORAGE CENTRES IN ALGERIA AND LIMITATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS.

Abstract :

The wastes processing poses a problem in Algeria because of absence of control, unsuited functional installations (collect and processing of leachates, biogas....) or no existing and difficulties of financing.

The management of the wastes encounters numerous difficulties from a technical point of view, methodological and organisational. The choice is related to the burying of the wastes as a mode of treatment, but which remains unsuited to the local constraints. This is due to a lack of knowledge of the parameters specific to the landfills in the PED.

For these reasons, the programme of landfills expertise in the PED, developed by the ADEME and realised in collaboration with the engineering school of Limoges meet a real need.

The expertise of the two technical burying centres in Algeria, situated in two different climatic zones (littoral and arid zone), have permitted on the two sites of the studies, The follow-up of 17 parameters after the installation of experimental devices

Thus characterizing the entering wastes (nature and flow), the wastes stored and their mechanical behaviour, hydraulics and biological, the external environment and the characteristics of the exploitation

The obtained results after the physical and chemical characterisation of the wastes have revealed that the wastes are more organics and humid than in the developed countries and the climatic conditions are also different. Minimal conditions of domestic's wastes burying have been identified, in order to limit the environmental impacts and the taking into account of the

analysis of the whole causes of the actual situation have allowed us to understand the general mechanisms affecting the landfill.

The acquisition of the in situ data during one complete year, the improvement of the comprehension of the particular mechanisms which govern the behaviour of the wastes have allowed to propose improvements for the technological choice of a methodological step and of exploitation for the management of the TCB in Algeria.

Key words

Wastes, landfills, Technical burying centre,
Storage centre of the wastes, leachates, biogas, plans of developing

Sommaire

Remerciements.....	2
Liste des sigles et abréviations.....	3
Résumé.....	6
Sommaire.....	10
Liste des figures.....	20
Liste des tableaux.....	23
Introduction générale.....	26
Partie I : Synthèse Bibliographique.....	31
Chapitre I : Politique environnementale : de nouvelles démarches...	32
I.1. Développement urbain et environnement.....	32
I.2. Politique urbaine et environnement.....	33
I.2.1. Instruments d'une politique.....	33
I.2.2. Etude et projets locaux des déchets solides urbains.....	34
I.2.2.1. Assainissement de la Région Algéroise : COMEDOR et GTZ.....	34
I.2.2.2. Projet de contrôle de la pollution dans le Grand Alger.....	35
I.2.2.3. Etude de réalisation de la décharge contrôlée de Tessala El Mardja.....	37
I.2.2.4. Etude de réalisation d'un Centre d'Enfouissement Technique pour la nouvelle ville de sidi Abdellah (Commune de Mahalma).....	37
I.2.3. Fondement d'une politique moderne de l'environnement et du développement Durable.....	37
I.2.3.1. Des lois pour réorganiser la ville.....	37
I.2.3.2. Des nouvelles institutions au service du développement durable.....	39
I.2.3.2.1. Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE).....	39
I.2.3.2.2. Directions de l'Environnement de Wilayas et les Inspections Régionales.....	39
I.2.3.2.3. Police de l'Urbanisme (PUPE) et Cellules de Protection de l'environnement.....	39
I.2.3.2.4. Conférences Régionales de l'Aménagement du Territoire.....	39
I.2.3.3. Sur le plan économique et financier.....	40
I.2.3.4. Programmes nationaux et internationaux.....	40
	10

I.2.3.4.1. Le programme national de gestion des déchets municipaux.....	40
(PROGDEM)	
I.2.3.4.2. Les programmes internationaux: Alger, pôle régional et international.....	40
du développement durable	
Conclusion.....	43
Chapitre II :Contexte général :Les déchets solides urbains en Algérie..	43
II.1.Généralités.....	43
II.1.1. Définition du terme déchet.....	43
II.1.2. Classification.....	43
II.2. Quantités des Déchets urbains produits en Algérie.....	44
II.2.1. Composition physico-chimique des déchets urbains.....	45
II.2.1.1. Composition physique.....	45
II.2.1.2. Composition chimique.....	49
II.3 Elimination des déchets urbains en Algérie.....	50
II.3.1. Filières d'élimination existantes.....	50
II.3.2. Enfouissement technique des ordures ménagères.....	51
II.3.2.1. Réglementation : Vers une politique globale des déchets.....	51
II.3.2.2. Nombre de site en Algérie.....	52
II.3.2.3. Flux polluants générés par le centre de stockages des déchets.....	52
II.3.2.3.1. Lixiviats.....	52
II.3.2.3.2. Biogaz.....	53
II.3.2.4. Surveillance et contrôle.....	55
II.4 Cadre institutionnel de la gestion des déchets urbains.....	56
II.4.1. Acteurs.....	56
II.4.2. Cadre législatif et réglementaire.....	57
II.4.3. Cadre institutionnel.....	58
Conclusion.....	58
 Chapitre III : Centres d'enfouissement Techniques :Impacts et perspectives.....	 60

III.1. Centre de Stockage de déchets : dispositions techniques et fonctionnelles...	60
III.1.1. Définition et classification des CET.....	60
III.1.1.1. Centre d'enfouissement technique.....	60
III.1.1.2. Classification des CET.....	61
III.1.1.2.1. CET de Classe I.....	61
III.1.1.2.2. CET de Classe II.....	62
III.1.1.2.3. CET de Classe III.....	63
III.1.2. Différents modes de gestion des Centres de Stockage des déchets.....	63
III.1.2.1. Différents types de décharges contrôlées.....	63
III.1.2.1.1. Décharge contrôlée de type traditionnel.....	63
III.1.2.1.2. Décharge contrôlée compactée.....	64
III.1.2.1.3. Décharge contrôlée des déchets broyés.....	64
III.1.2.1.4. Décharge contrôlée des déchets mis en balle.....	64
III.1.2.1.5. Décharge de déchets prétraités.....	64
III.1.2.2. Modes d'exploitation des décharges contrôlées.....	67
III.1.2.3. Bioréacteur.....	68
III.1.3. Types de centres de stockage des déchets rencontrés dans les PED.....	70
III.1.3.1. Le stockage en casier étanche (Modèle 1)	70
III.1.3.2. Le stockage en casier non étanche (Modèle 2).....	70
III.1.3.3. Le stockage en casier non étanche (Modèle 3).....	71
III.1.4. Choix du site et conception.....	71
III.1.4.1. Choix du site	71
III.1.4.2. Conception du site.....	72
III.1.4.2.1. Etudes préliminaires.....	72
III.1.4.2.2. Cellules d'enfouissement.....	73
III.1.4.2.3. Réseau de drainage des eaux de surface.....	77
III.1.4.2.4. Système de drainage du biogaz.....	77
III.1.4.2.5. Captage et valorisation du biogaz.....	78
III.1.5. Exploitation du site.....	79
III.1.5.1. Critères et procédures d'admission des déchets.....	79
III.1.5.2. Description de l'enfouissement.....	79

III.1.5.3. Gestion des émissions liquides : les lixiviats.....	80
III.1.5. 3.1.Composition des lixiviats.....	80
III.1.5.3.2.Genèse des lixiviats : Biodégradation et stabilisation des déchets	81
.....	
III.1.5. 3.3.Drainage et collecte des lixiviats.....	82
III.1.5.3.4.Traitement des lixiviats.....	83
III.1.5.4.Gestion des émissions gazeuses : le biogaz.....	85
III.1.5.4.1. Mécanisme de production du biogaz.....	85
III.1.5.4.2.Traitement du Biogaz.....	86
III.1.5. 5. Contrôle des nuisances.....	86
III.1.5.6. Post exploitation et fermeture du site.....	87
III.2. Paramètres de suivi des centres de stockage des déchets.....	88
III.2.1. Paramètres de suivi des déchets.....	88
III.2.1.1. Méthode de caractérisation des déchets entrants.....	88
III.2.1.1.1.Echantillonnage.....	89
III.2.1.1. 2.Tri par taille.....	90
III.2.1.1. 3. Tri par catégorie.....	90
III.2.1.2. Caractéristiques physiques de déchets urbains.....	91
III.2.1.2.1.Densité de déchets, $\rho T/m^3$	91
III.2.1.2.2.Teneur en eau : Humidité, H%.....	92
III.2.1.2.3. Tassement des déchets.....	93
III.2.1.2.4 .Capacité de rétention, Cr %.....	94
III.2.1.2.5.Température, Te (°c).....	95
III.2.1.2.6. Perméabilité, K (m/s).....	95
III.2.1.3.Caractérisation chimique des déchets.....	96
III.2.1.3.1.Teneur en matière organique, MO%.....	96
III.2.1.3.2.Teneur en carbone organique.....	96
III.2.1.3.3.Teneur en cellulose.....	97
III.2.1.3.4.Teneur en métaux lourds.....	97
III.2.2. Paramètres de suivi de la composition du lixiviat.....	97
III.2.2.1. Composition du lixiviat et évolution au cours du temps.....	97

III.2.2.2. Acidité, PH.....	101
III.2.2.3. La conductivité, χ	102
III.2.2.4. Matière suspension, MES.....	102
III.2.2.5. DBO ₅ , DCO et rapport DBO ₅ /DCO.....	102
III.2.2.6. Carbone organique total, COT.....	103
III.2.2.7. Indice de Suva : rapport Abs (254nm).....	103
III.2.2.8. Le rapport DCO/COT.....	103
III.2.2.9. Quantification des lixiviats.....	103
III.2.2.9.1 Bilan hydrique.....	104
III.2.2.9.2. Autres modèles de prédiction de la production de lixiviat.....	104
III.2.3. Paramètres de suivi du biogaz.....	105
III.2.3.1. Caractérisation du Biogaz.....	105
III.2.3.2. Composition du Biogaz.....	106
III.2.3.3. Quantification du biogaz.....	106
III.2.3.3.1. Modèles de prédiction de Production de biogaz.....	107
III.2.3.4. Mesure des flux de Biogaz sur le site : flux surfacique.....	109
Conclusion.....	110
PARTIE II : METHODES ET MOYENS D'ANALYSE	112
Chapitre 1 : Outils d'évaluation et descriptions des sites d'étude.....	113
I.1 Présentation du protocole d'expertise.....	113
I.1.1. Principe, objectif et contenu.....	113
I.1.2. Eléments techniques de l'expertise.....	114
I.1.2.1. Paramètres d'audit.....	114
I.2. Démarche globale de l'expertise.....	115
I.2.1. Organisation générale.....	115
I.2.1.1. Partenaires et participants.....	115
I.2.2. Phasage de la démarche.....	116
I.2.2.1. Phase Préalable.....	116
I.2.2.2. Phase de consolidation.....	116
I.2.2.3. Mission préparatoire.....	116

I.2.2.4. Mission d'expertise.....	118
I.3 Description des sites.....	118
I.3.1.CET d'Ouled Fayet.....	118
I.3.2.CET d'El Outaya (Biskra).....	119
I.3.3.CET de M'Sila.....	120
Chapitre II : Matériels et Méthodes analytiques.....	121
II.1. Caractérisation des déchets entrants.....	121
II.1.1.Flux et origine des déchets.....	121
II.1.1.1.Echantillonnage des déchets.....	122
II.1.1.2.Caractérisation par taille et par catégorie.....	123
II.1.1.2.1.Séparation granulométrique.....	123
II.1.1.2.2.Composition des déchets entrants.....	123
II.1.2.Techniques analytiques.....	126
II.1.2.1.Analyses physiques.....	126
II.1.2.1.1.Densité, ρ	126
II.1.2.1.2.Humidité, H%.....	126
II.1.2.1.3.Capacité de rétention, Cr %.....	127
II.1.2.1.4.Température, Te.....	129
II.1.2.1.5. Perméabilité, C.....	129
II.1.2.1.6.Tassement, τ	131
II.1.2.2. Analyses chimiques.....	131
II.1.2.2.1.Teneur en matière organique.....	131
II.1.2.2.2.Teneur en carbone organique.....	132
II.1.2.2.3.Teneur en azote.....	132
II.1.2.2.4.Teneur en métaux lourds.....	132
II.1.2.2.5.Test de lixiviation.....	134
II.2 Caractérisation des déchets enfouis.....	134
II.2.1. Analyses physiques.....	134
II.2.2. Analyses chimiques.....	134
II.3. Caractérisation des rejets liquides et gazeux.....	134
II.3.1.Lixiviat.....	134

II.3.1.1. Composition des lixiviats.....	135
II.3.1.2. Techniques de mesures du lixiviat.....	136
II.3.1.2.1. Débit des lixiviats.....	136
II.3.1.2. 2 .Bilan hydrique et production des lixiviats.....	136
II.3.2. Biogaz.....	140
II.3.2.1.Composition du biogaz.....	140
II.3.2.2. Mesure de production de gaz : Flux surfacique.....	141
II.3.2.3.Calcul de la production de biogaz.....	141
Partie III : Résultats et discussions.....	142
Chapitre I : Déchets entrants	145
I.1. Caractérisation physique (paramètre 1).....	145
I.1.1. Répartition granulométrique des déchets entrants.....	147
I.1.2. Composition globales des déchets entrants.....	149
I.2. Caractérisation chimique (paramètre 2).....	151
I.2.1. Matière organique (Perte au feu ou MVS).....	151
I.2.2.Teneur en carbone organique.....	152
I.2.3.Teneur en métaux lourds.....	153
I.3.Teneur en eau (paramètre 3).....	154
I.4. Densité ou masse volumique spécifique (paramètre 4).....	156
I .5.Origine et flux des déchets entrants (paramètre 5).....	157
Chapitre II : Déchets stockés.....	160
II.1. Caractérisation physique (paramètre 1).....	160
II.2. Masse volumique spécifique (paramètre 4).....	161
II.3. Tassement (paramètre 6).....	161
II.4.Teneur en eau, capacité de rétention (Paramètre 7).....	162
II.5. Production de lixiviat : Bilan hydrique (paramètre 9).....	164
II.5.1.CET d'Ouled Fayet.....	164
II.5.2.CET d'El Outaya.....	168
II.6. Composition du lixiviat (paramètre 10).....	169
II.6.1.CET d'Ouled Fayet.....	169
II.6.1.1. pH.....	170

II.6.1.2. Pollution organique (DCO, DBO ₅ , DBO ₅ /DCO).....	173
II.6.1.3. Pollution azotée (NTK, NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻).....	173
II.6.1.4. Pollution saline (Conductivité, anions et cations majeurs de lixiviat).....	174
II.6.1.5. MES.....	175
II.6.1.6. Métaux lourds.....	175
II.6.2. CET d'El Outaya.....	176
II.6.2.1. pH.....	177
II.6.2.2. Pollution organique (DCO, DBO ₅ , DBO ₅ /DCO).....	177
II.6.2.3. MES.....	177
II.6.2.4. Métaux lourds.....	177
II.7. Calcul de production du Biogaz (paramètre12).....	178
II.7.1. CET d'Ouled Fayet.....	179
II.7.2. CET d'El Outaya.....	180
II.8. Température (paramètre 15).....	181
Chapitre III : Conditions extérieures.....	182
III.1. Milieu souterrain (paramètre 16).....	182
III.1.1. Caractéristiques géologiques et hydrologiques.....	182
III.1.1.1. Caractéristiques géologiques.....	182
III.1.1.2. Caractéristiques hydrogéologiques.....	185
III.2. Milieu naturel et hydrographique (paramètre 17).....	187
III.2.1. Végétation.....	187
III.2.2. Pédologie.....	187
III.2.3. Hydrologie.....	189
III.3. Climatologie.....	191
III.3.1. CET d'Ouled Fayet.....	191
III.3.2. CET d'El Outaya.....	193
III.4. Environnement humain et réglementaire (paramètre 18).....	195
III.4.1. Population : démographie et urbanisme.....	195
III.4.1.1. CET d'Ouled Fayet.....	195
III.4.1.2. CET d'El Outaya.....	196

III.4.2. Activités informelles.....	198
III.6. Contexte général de stockage des déchets (paramètre 19).....	198
III.6.1. Réglementation.....	198
III.6.2. Gestion communale des déchets urbains.....	199
III.6.3. Cahier des charges.....	203
III.6.4. Taxe d'enlèvement.....	204
Chapitre IV : Exploitation.....	205
IV.1. Aménagement fonctionnel et suivi de l'exploitation (paramètre 20).....	205
IV.2. Cout de l'exploitation (paramètre 21).....	210
Chapitre V : Recommandations.....	215
V.1 Conception des CET.....	215
V.1.1. Aménagement du CET.....	216
V.1.1.1. Cellules d'enfouissement (Casier et alvéoles).....	216
V.1.1.2. Maîtrise des eaux souterraines.....	217
V.1.1.3. Maîtrise des eaux pluviales.....	218
V.1.1.4. Les équipements nécessaires.....	218
V.1.1.5. Durée de vie.....	219
V.1.1.6. Accès au CET.....	219
V.1.2. Gestion des émissions liquides.....	219
V.1.2.1. Les lixiviats.....	219
V.1.2.2. Biogaz.....	221
V.2. Exploitation.....	221
V.2. 1. Compactage des déchets.....	222
V.2. 2. Couverture des déchets.....	223
V.2.2.1. Couverture journalière (périodique).....	223
V.2.2.2. Couverture finale.....	223
V.3. Contrôle et suivi du centre.....	225
V.3.1. Critères et procédure d'admission des déchets.....	225
V.3.2. Contrôle des eaux, lixiviat et biogaz.....	225
V.3.2.1. Contrôle des eaux.....	225

V.3.2.1.1.Surveillance des eaux souterraines.....	225
V.3.2.1.2.Contrôle des eaux de surface.....	226
V.3.2.2.Contrôle des lixiviats.....	226
V.3.2.3.Contrôle et suivi des émissions de biogaz.....	227
Conclusion Générale.....	229
Références Bibliographiques.....	233
Annexes.....	243

Liste des figures

Figure 1 :	MDP en Afrique enregistré au près de la CNUCC.....	54
Figure 2 :	Total de réduction de Gaz a effet de serre en T CO ₂ / an.....	55
Figure 3 :	Centres d'enfouissement techniques en ALGERIE.....	63
Figure 4 :	Conception d'un prétraitement mécanique et biologique Dans la gestion intégrée des ordures ménagères...	66
Figure 5 :	Disposition générale d'une décharge.....	67
Figure 6 :	Principe de confinement.....	73
Figure 7 :	Différentes combinaisons et structures d'étanchéité en fond et couverture de décharge.....	75
Figure 8 :	Recommandations pour des étanches en fond de décharge.....	76
Figure 9 :	Dispositif drainant géo synthétique.....	76
Figure10 :	Mécanismes Biologiques aérobies, anaérobies et physicochimiques dans un massif de déchets.....	82
Figure 11 :	Evolution de la composition gazeuse d'une décharge.....	85
Figure 12 :	Casier de stockage de stockage (a) en phase d'exploitation (b) en phase de post exploitation.....	93
Figure 13 :	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.....	94
Figure 14 :	Les différentes phases d'un programme d'expertise.....	117
Figure 15 :	Site d'Ouled Fayet, Alger.....	118
Figure 16 :	Plan de masse du CET d'Ouled Fayet.....	118
Figure 17 :	Site d'El.Outaya, Biskra.....	119
Figure 18 :	Plan de disposition des casiers CET d'El Outaya.....	119
Figure 19 :	Site de Mouila, M'Sila.....	120
Figure 20 :	Table de tri des déchets entrants.....	123
Figure 21 :	Protocole de tri d'un échantillon de déchets entrants et stockés.....	125
Figure 22 :	Séchage des déchets à l'étuve.....	127
Figure 23 :	Dispositif de mesure de la capacité de rétention des déchets entrants.....	129
Figure 24 :	Méthode en fouille pour l'évaluation de la perméabilité CET d' Ouled Fayet (casier 1 fermé).....	130
Figure 25 :	Répartition par taille des déchets entrants.....	149
Figure 26 :	Répartition par taille des déchets entrants CET d'Ouled Fayet CET d'El Outaya.....	149

Figure 27 :	Composition des déchets d'Alger.....	151
Figure 28 :	Composition des déchets de Biskra.....	151
Figure 29 :	Fiche d'entrée des déchets au niveau du CET d'El Outaya	158
Figure 30 :	Bilan hydrique sur les casiers 1,2 et 3 au CET d'Ouled Fayet (2006-2007)	165
Figure 31 :	Débit mesuré et théorique sur les casiers 1, 2, et 3 au CET d'Ouled Fayet (2006-2007).....	165
Figure 32 :	Remonté des lixiviats par les puits d'évacuation des biogaz au niveau du casier 1 fermé CET d'ouled fayet (Année 2007)	166
Figure 33 :	Remonté des lixiviats par les puits d'évacuation des biogaz au niveau du casier 2 fermé CET d'ouled fayet (Année 2007).....	166
Figure 34 :	Bilan hydrique sur le casier 5 au CET d'Ouled Fayet (2007-2009).....	167
Figure 35 :	Débit de lixiviat mesuré et produit du casier 5 au CET d'Ouled Fayet (2007-2009).....	167
Figure36 :	Bilan hydrique sur le casier 2 au CET d'El Outaya (2008).....	168
Figure 37 :	Débit de lixiviat mesuré et produit du Casier 2 au CET d'El Outaya (2008).....	168
Figure 38 :	Collecte des lixiviats aux points de prélèvement P1 et P2.....	169
Figure 39 :	Collecte des lixiviat aux points de prélèvement P1 et P2.....	170
Figure 40:	Regard de contrôle du drainage des lixiviats et les deux bassins de décantation CET d'El Outaya.....	177
Figure 41 :	Production théorique de biogaz en $m^3 \cdot an^{-1}$ sur le CET d'Ouled Fayet...	179
Figure 42 :	Production théorique de biogaz en $m^3 \cdot an^{-1}$ sur le CET d'El Outaya.....	180
Figure 43 :	Emissions de GES sur Ouled Fayet.....	181
Figure 44 :	Carte Géologique de la région de CHERAGA	183
Figure 45 :	Carte Géologique de la région de Biskra	184
Figure 46 :	Carte Hydrogéologique de la région d'Alger	188
Figure 47 :	Coupe géologique de Biskra	189
Figure 48 :	Carte Hydrographique du Sahel d'Alger	190
Figure 49 :	Réseau hydrographique wilaya de Biskra	191
Figure 50 :	Précipitations moyennes mensuelles (période 1998-2007).....	192
Figure 51 :	Diagramme Ombrothermique Alger (1998 – 2007).....	193
Figure 52 :	Précipitations moyennes mensuelles (période 1999-2008) de la ville de Biskra.....	194
Figure 53 :	Diagramme Ombrothermique Biskra (1999-2008).....	195
Figure 54 :	Situation géographique de la Commune d'Ouled Fayet.....	196

Figure 55 :	Situation géographique de la Commune d'El Outaya.....	197
Figure56 :	Organigramme de la gestion des déchets à Biskra.....	201
Figure 57 :	Aménagement d'un fond de décharge de classe 2	217
Figure 58 :	Structure d'une couche type	224

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Estimation de la quantité d'ordures ménagères.....	37
Tableau 2 :	Production de la quantité des déchets par taille d'agglomération.....	44
Tableau 3 :	Quantités journalières générées des déchets par habitant, dans l'agglomération algéroise et à Biskra.....	45
Tableau 4 :	Composition des ordures ménagères à Alger.....	46
Tableau 5 :	Composition des ordures ménagères à Biskra.....	46
Tableau 6 :	Composition des ordures ménagères dans des villes algériennes.....	47
Tableau 7 :	Composition des ordures ménagères dans des villes du Maghreb.....	47
Tableau 8 :	Composition des ordures ménagères dans des villes du Maghreb.....	48
Tableau 9 :	Densité moyenne déchets solides urbains dans les villes africaines comparée à celles d'Asie, d'Amérique, et d'Europe)...	49
Tableau 10 :	Densité moyenne déchets solides urbains dans les villes Algériennes comparée à celles de l'Europe.....	49
Tableau 11 :	Caractéristiques des ordures ménagères d'Alger.....	50
Tableau 12 :	Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel.....	56
Tableau 13 :	Procédés de traitement des lixiviats.....	84
Tableau 14 :	Densité des déchets entrants dans les PED et les pays industrialisés...	92
Tableau 15 :	Humidité des déchets urbains	92
Tableau 16 :	Intérêts du suivi de certains paramètres des lixiviats.....	98
Tableau 17 :	Classement de lixiviats selon l'âge de la décharge.....	99
Tableau 18 :	Caractéristiques des lixiviats d'ordures ménagères.....	80
Tableau 19 :	Composition moyenne d'un lixiviat en phase acidogène et méthanogène (Unités en mg/L sauf le pH).....	81
Tableau 20 :	Biodégradabilité et stabilité des déchets en fonction du rapport DBO_5 / DCO	103
Tableau 21 :	Paramètres à analyser dans le biogaz et Appareils nécessaires pour ces analyses.....	106
Tableau 22 :	Paramètres d'expertise.....	115
Tableau 23 :	Moyennes annuelles des précipitations sur dix ans.....	119
Tableau 24 :	Masse de l'échantillon par campagne de caractérisation CET d'Ouled Fayet.....	122
Tableau 25 :	Masse de l'échantillon par campagne de caractérisation CET d'El Outaya.....	122

Tableau 26 :	Les différentes classes et catégories des déchets entrants pour la caractérisation des déchets entrants au niveau des PED.....	125
Tableau 28 :	Paramètres, méthodes et normes d'analyses suivis sur des échantillons de lixiviat du CET d'Ouled Fayet.....	135
Tableau 29 :	Calcul de bilan hydrique au niveau des deux CET.....	138
Tableau 30:	Valeurs de paramètres utilisées pour le calcul du bilan hydrique.....	140
Tableau 31 :	Liste des paramètres d'expertise des CET.....	144
Tableau 32 :	Composition en % par catégorie des déchets entrants du CET d'Ouled Fayet 2006-2007.....	145
Tableau 33 :	Composition en % par catégorie des déchets entrants du CET d'El Outaya 2008-2009.....	146
Tableau 34:	Répartition en % par taille des déchets d'Ouled Fayet – ALGER.....	148
Tableau 35:	Répartition en % par taille des déchets entrants CET d'El Outaya BISKRA..	148
Tableau 36 :	Composition globale en % des déchets entrants CET d'Ouled Fayet...	150
Tableau 37 :	Composition globale en % des déchets entrants CET D'El . Outaya...	152
Tableau 38 :	Teneur en matière organique en % dans les putrescibles de différentes tailles CET d'Ouled Fayet.....	151
Tableau 39 :	Teneur en matière organique en % dans les fines CET d'El Outaya...	152
Tableau 40 :	Teneur en carbone organique en % dans les putrescibles de différentes tailles CET d'Ouled Fayet.....	152
Tableau 41 :	Rapport % C org / MO pour les putrescibles de différentes tailles CET d'Ouled Fayet.....	153
Tableau 42 :	Teneur en métaux lourds (mg. kg ⁻¹ MS) dans les fines <30 mm.....	153
Tableau 43 :	Humidité en % des différentes catégories des déchets du CET d'Ouled Fayet.....	154
Tableau 44 :	Humidité en % des différentes catégories des déchets du CET d'El .Outaya.....	155
Tableau 45 :	Densité des déchets entrants (T/m ³) CET d'Ouled Fayet.....	156
Tableau 46 :	Densité des déchets entrants (T/m ³) CET de El Outaya.....	157
Tableau 47 :	Quantité de déchets déversés au niveau du CET d'Ouled Fayet (Année 2006-2009) Casiers (1,2 et 3).....	159
Tableau 48 :	Quantités des déchets entrants en Tonne et par an dans le CET d'El Outaya Année (2008, 2009).....	159
Tableau 49 :	Composition en % des déchets enfouis au CET d'El Outaya.....	160

Tableau 50 :	Densité des déchets enfouis (T/m ³) CET d'Ouled Fayet.....	161
Tableau 51 :	Mesure de la Capacité de rétention (CR) CET d'Ouled Fayet.....	162
Tableau 52 :	Mesure de la Capacité de rétention (CR) CET d'El.Outaya.....	162
Tableau 53 :	Calcul théorique de la capacité de rétention des déchets entrants CET d'Ouled Fayet (Alger).....	163
Tableau 54 :	Calcul théorique de la capacité de rétention des déchets entrants CET d'El Outaya(Biskra).....	163
Tableau 59:	Synthèse des résultats d'analyse de la composition des lixiviats et leur classement (jeunes, intermédiaires et vieux)CET d'Ouled Fayet.	171
Tableau 60:	Teneurs en métaux lourds (mg.Kg-1 MS) dans des échantillons de lixiviats. Casier 1,2 et 3 et le Casier 5.....	172
Tableau 61:	Synthèse des résultats d'analyse de la composition des lixiviats et Leur classement (jeune, intermédiaire et vieux).....	176
Tableau 62:	Teneur en métaux lourds des lixiviats CET d'El. Outaya.....	178
Tableau 63 :	Etat des plantations au niveau du casier 1 du CET d'Ouled Fayet.....	187
Tableau 64 :	Moyennes annuelles des températures de la région d'Ouled Fayet en relation avec les cumuls des précipitations	192
Tableau 65 :	Caractéristiques des casiers du CET d'Ouled Fayet.....	208
Tableau 66 :	Caractéristiques fonctionnels des différents casiers CET d'Ouled Fayet	208
Tableau 67 :	Caractéristiques, les volumes et l'état de chaque casier CET d'El Outaya.....	209
Tableau 68 :	Caractéristiques fonctionnels des différents casiers CET d'El-Outaya.	209
Tableau 69 :	Caractéristiques, les surfaces et volumes des différents casiers programmés CET d'El Outaya.....	210
Tableau 70 :	Coût s de fonctionnement et d'investissement du CSD dans les PED.	211
Tableau 71 :	Cout de fonctionnement du CET d'El Outaya.....	212
Tableau 72:	Cout d'investissement du CET d'El Outaya.....	213

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

La gestion des déchets solides représente 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 à côté d'autres pratiques de valorisation matière et énergie dans les pays industrialisés, elle est dans les pays en développement la solution par défaut pratiquée sans aucune considération pour l'environnement. De grandes quantités de déchets sont encore enfouies de façon inadéquate, dans des décharges incontrôlées. Malgré les efforts fournis et la création de centres de stockage des déchets calqués sur les modèles internationaux qui fonctionnent très mal, 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 des populations avoisinantes etc.

La ville ou l'agglomération urbaine de manière générale est considérée comme un écosystème avec un patrimoine mouvant, des flux et des équilibres, elle produit des biens de consommation en utilisant de la matière première sans se soucier des sous produits et de ses rejets, elle recycle très peu (CNES, 2003). Elle 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.

Cette étude dont le titre est "**Conception et exploitation des Centres des stockages des déchets en Algérie et limitation des impacts environnementaux**" est basée sur l'expertise expérimentale de site dans le but d'élaborer des éléments conceptuels et méthodologiques pour une gestion rationnelle des centres d'enfouissement en Algérie.

Un protocole d'audit expérimental a été conçu qui prend en compte 21 paramètres qui seront suivis régulièrement sur une période de 12 mois sur des sites aux conditions climatiques différentes. 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 environnementaux.

PROBLEMATIQUE

La situation de l'environnement en Algérie est alarmante. L'urbanisation croissante de la population accentue la pression sur les infrastructures, et en absence suffisante de l'offre, la qualité ou le développement de la couverture des besoins des populations tendent à se dégrader (Kaid, 2005). Les équipements existants sont dans l'incapacité de traiter les déchets ménagers liquides ou solides, et les bennes à ordures ne peuvent même pas y accéder faute de route (Centre Tricontinental, 2007). Les collectivités locales sont dépassées : les rues, les places et les quartiers sont devenus des dépotoirs.

Des instruments de planification économiques et spatiale ont été mis en place : Plan de modernisation urbaine, plan directeur d'urbanisme, plan de revalorisation et de restructuration urbaine, plan d'aménagement de zone d'habitat, de zone industrielle, et de zone d'activité. A quoi ont servi tous ces outils d'urbanisme tels que le PDAU (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme d'Alger) et les POS (Plan Occupation au Sol) ?

Les actions engagées, sont liées au cadre de vie mais seulement en relation avec le logement, l'eau, les routes, l'électricité, les établissements de soins et l'enseignement, jamais avec la qualité du cadre de vie. La nouvelle loi relative à l'environnemental du 12 Décembre 2001, qui promulgue la gestion, le contrôle et l'élimination des déchets, la création d'une agence nationale des déchets, la revalorisation substantielle de la taxe d'enlèvement des ordures ménagers, les programmes de formations sur les déchets, est une avancée qui amène des mesures positives, qui joueront un rôle dans la résorption des décharges sauvages et l'introduction de la pratique des décharges contrôlées appelée actuellement Centre de Stockage de Déchets (CSD), ou encore Centre d'Enfouissement Technique (CET).

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

✓ 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 ?

✓ **En termes d'exploitation**

- 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 la pollution atmosphérique ?
- 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 ?

OBJECTIFS

• **L'objectif principal** de cette recherche est de proposer une méthodologie pour la conception et l'exploitation des centres de déchets urbains.

• **Les objectifs secondaires** sont :

- D'obtenir les données techniques optionnelles permettant d'aborder les problèmes d'exploitation;
- D'aboutir à l'amélioration de la compréhension des mécanismes particuliers qui régissent le comportement des déchets;

- De mettre au point les procédés de traitement de lixiviat et de valorisation du biogaz.

METHODOLOGIE

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

- D'une étude bibliographique qui permet de faire une analyse de la situation actuelle de la gestion des déchets, de leurs traitements, de la réglementation, de la politique urbaine appliquée en Algérie et d'identifier les éventuels programmes équivalents mis en œuvre par les institutions internationales;
- 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 et l'exploitation 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 pour chaque CET étudié. L'acquisition des données expérimentales sur des deux (2) sites doit permettre de tirer des enseignements spécifiques et de pouvoir mieux définir les modalités de conception et de gestion des décharges en Algérie.

Partie I : Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : Politique environnementale urbaine : de nouvelles démarches

L'urbanisation est responsable de nuisances et de pollutions engendrées par le monde moderne portant atteinte à la qualité de la vie des citoyens: qualité des eaux, pollution de l'air, bruit, contamination des sols, prolifération des ordures dans les rues....

Ces problèmes d'environnement urbain ont des conséquences néfastes (réchauffement de la planète, destruction de la couche d'ozone..), en plus des risques sanitaires. Ces effets sont multiples et variés. Delà relève toute la complexité de l'environnement urbain.

En matière d'environnement urbain, les besoins de quantification sont d'autant plus importants que l'étude objective de nombreux problèmes est encore récente et que l'évaluation des politiques reste embryonnaire. L'effort doit porter à la fois sur les structures organisationnelles, sur les réseaux et appareillages nécessaires de même que sur la sélection des paramètres et la définition des protocoles à suivre.

Il est important en premier lieu de :

- Définir le champ de l'environnement urbain, en incluant les actions engagées pour transformer et améliorer le milieu urbain, visant une ville durable;
- Recenser et analyser les études programmées de gestion de déchets solides à travers les plans locaux plus particulièrement à Alger et Biskra ; et de
- Considérer la nouvelle démarche de l'état visant le développement durable.

I.1. Développement urbain et environnement

"Ville et Environnement" ne sont pas des mots qui s'opposent. Ce sont au contraire des termes qui se complètent, s'harmonisent, dans un ensemble vivant où évolue l'homme" (Dequiedt, 1996). Au sens le plus large, l'environnement urbain est ce qui est "autour" de l'habitant des villes : des éléments physiques (par exemple la qualité de l'eau et de l'air, des flux et stocks de matière (déchets), des niveaux sonores ambiants, la propreté des rues, etc..), des éléments biologiques (faune et végétation urbaine).

La ville implique "un échange" avec l'environnement, la menace par ses prélèvements et ses rejets, c'est un lieu où se concentrent de nombreux problèmes d'environnement, causant ainsi un mal de vivre et modifie les conditions de la gestion urbaine.

C'est en 1970, que la notion d'écologie urbaine (issue en 1925 de l'école de Chicago), est revenue. L'écologie urbaine est la science qui étudie les relations entre les différents systèmes

composant et entourant la ville, tant naturels (eau, air) que socio-économiques (emploi, logement, équipement, groupes sociaux (Dequiedt, 1996).

C'est en Juin 1992 à Rio de Janeiro où s'est tenue la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED), que la ville durable, rentre en scène, dont le référentiel est l'échelle planétaire, les risques et les changements globaux et la biosphère, le développement durable et la responsabilité devant les générations futures (Bedoulay et Soubeyran, 2002).

Une politique de développement durable revient à adopter une attitude préoccupante face à des risques dont les conséquences seraient supportées par les générations futures.

Toutes les villes doivent développer une telle politique car les problèmes urbains ne peuvent être maîtrisés que si la dimension environnementale est intégrée à tous les niveaux de la politique.

Bedoulay et Soubeyran (2002) définissent la ville durable comme une ville dont les habitants disposent des moyens d'agir pour son bon fonctionnement dans des conditions politiques, institutionnelles, sociales et culturelles favorables et satisfaisantes.

Ils précisent que son bon fonctionnement dépendra du degré de participation des élus, techniciens, et citoyens.

I .2. Politique urbaine et environnement

I.2.1. Instruments d'une politique

L'urbanisation de l'Algérie s'est réalisée à plus de 70%, sur 20 ans entre 1974 et 1990, pendant cette période les réserves foncières furent instituées par l'Ordonnance n°74 -26 du 20-02-1974 qui venaient renforcer le dispositif institué par la révolution agraire économique et sociale. Un très grand nombre de projets industriels étalés sur les vastes surfaces ont vu le jour sans détenir les autorisations d'urbanisme et sans respect de l'environnement (Mate, 2005).

Les terres agricoles ont disparu sous des tonnes de béton et des infrastructures de base indispensables, ce qui prouve l'absence de planification, souvent en contradiction avec les plans d'aménagement urbains et les plans d'occupation des sols.

Des instruments de planification économique et spatiale ont été mis en place, Plan de Modernisation Urbaine, Plans d'Urbanisme Directeur (PUD), Plan d'Urbanisme Provisoire (PUP), Plan de Restructuration Urbaine (PRRU), Plans d'Aménagement de zones d'habitat, de

zone industrielle et de zone d'activité, renforcés par la promulgation de lois marquant un changement radical dans la gestion de l'urbanisme. La loi 90.29 du 1^{er} décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme entraîne le remplacement du PUD par le PDAU (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme) qui est un instrument de planification spatiale et gestion urbaine (Article 11 de la loi), fixe les orientations fondamentales du territoire selon une ou plusieurs communes, en tenant compte de schémas de l'aménagement de Plans de Développement et définit les termes de références de Plan d'Occupation des Sols (POS).

Ces instruments d'aménagement et d'urbanisme (PDAU et POS), définissent, plus particulièrement, les conditions permettant d'une part, de rationaliser l'utilisation de l'espace, de préserver les activités agricoles, de protéger les périmètres sensibles, les sites, les paysages, de prévoir les terrains réservés aux activités économiques, et interdisant tout usage du sol ou construction qui se font en contradiction avec leurs orientations.

La mise en place de Direction de l'Urbanisme de Wilaya, d'Inspecteurs et de Police de l'Environnement et d'un Secrétariat d'Etat à l'Urbanisme, n'a pas mis fin à la conjugaison de facteurs de croissance de la population urbaine et à l'industrialisation, et a engendré des problèmes plus complexes, de gestion des eaux usées, des déchets solides urbaines, et de l'insalubrité des villes meilleur indicateur d'une telle situation.

I.2.2. Etudes et Projets locaux des déchets solides urbains.

I.2.2.1. Assainissement de la région Algéroise

Depuis l'indépendance, Alger éliminait ses déchets dans des décharges publiques souvent non contrôlées. Il existait bien un incinérateur d'une capacité de 20 tonnes jour environ, réalisé dans les années 40 à Kharouba, mais sa cheminée menaçante a été démolie en 1991. En outre, une unité de compostage de 200 tonnes jour a été réalisée par la ville d'Alger (CPVA) en 1975. Cette unité située à Bourouba a cessé de fonctionner en 1986 (PNUE, 2004). Plusieurs sites pour l'implantation de décharges contrôlées, ont été préconisés en 1975 par l'étude de COMEDOR, soient : ceux de Bourouba, El Achour, Ouled Mouileh et Ouled Fayet.

Le site d'Ouled Fayet, a été reconnu par le schéma général d'assainissement du grand Alger, par décret présidentiel n°76-53 du 25 mai 1976, portant approbation du schéma général de l'assainissement de l'agglomération algéroise (COMEDOR), lequel recommandait, l'aménagement de deux nouvelles décharges l'une à l'ouest (Ouled Fayet), l'autre à l'Est

(Ouled Mouilleh- Boudouaou), l'augmentation des capacités de l'usine de compostage de Bourouba et la construction d'une troisième usine de compostage avec une capacité de 250.000 tonnes /an, soit environ 685 tonnes/J.

La décharge d'Oued Smar, ouverte en 1977, devrait fonctionner jusqu'à 1985, après ouverture des deux décharges déjà citée, mais malheureusement après le découpage administratif, la réduction du territoire d'Alger, n'a permis que l'ouverture de la décharge d'Ouled Fayet et cela en 1987, et l'exploitation jusqu'à ce jour de la décharge d' Oued Smar.

Après l'accord établi entre l'APC d'Ouled Fayet et le CPVA, et conformément au schéma directeur, et sur la base d'une étude établie par l'EEC – EDIL en 1988 (qui a tenu compte du projet du PUD (84/87), renforcée par une étude d'impact, des travaux d'aménagement ont été réalisés au niveau de la décharge d'Ouled Fayet et ce site a été maintenu dans le PDAU de 1996.

I.2.2.2 Projet de contrôle de la pollution dans le grand Alger " Collecte et élimination des déchets solides "

L'étude avait pour objet de définir les conditions actuelles de collecte et de traitement des déchets solides dans le grand Alger, et de proposer des mesures à prendre en vue de rationaliser ces opérations et d'assurer un assainissement sain dans cette région. L'objectif est d'arriver à une élimination efficace et sûre des déchets solides dans le grand Alger (Kittelberger, 1995).

Cette étude a porté sur une aire de 33 communes de la wilaya d'Alger, et elle a proposé plusieurs solutions permettant d'organiser le système de collecte et du traitement des déchets. Ces solutions ont été proposées sous forme de quatre variantes qui avaient pour objectifs:

- Mise au point du plan directeur d'élimination des déchets solides; et
- Elaboration des dossiers d'appel d'offre pour les installations protégées.

A partir de la qualification des différents types de déchets pour l'horizon 2005, l'étude propose quatre stratégies les moins coûteuses (GGA, 1998) :

- **Stratégie 1 :**

Mise en décharge de tous les déchets; traitement mécanique des déchets par compaction sur une décharge contrôlée, à l'aide de véhicules à chenilles ou broyage des déchets encombrants (pas de traitement thermique ou biologique des déchets): 872.00_T/an à mettre en décharge, 90.000 t/an à recycler.

• Stratégie 2 :

Incinération de tous les déchets produits, mise en décharge des résidus d'incinération, l'élimination en respect de l'environnement des déchets spéciaux nés de l'épuration des fumées :

- Incinération de 827.000 T/an dont 248.000 T/an (à mettre en décharge);
- 40.000 T/an de déchets toxiques à enfouir;
- 90.000 T/an à recycler.

- Stratégie 3 :

Compostage et valorisation des déchets organiques collectées séparément, mise en décharge des déchets inorganiques (y compris traitement mécanique cité ci-dessus, par compaction ou broyage) :

- Compostage de 240.000 T/an;
- Mise en décharge : 587.000 T/an;
- Recyclage de 90.000 T/an.

- Stratégie 4 :

Compostage des déchets organiques collectés séparément; incinération de déchets inorganiques; mise en décharge des résidus d'incinération; élimination en respect de l'environnement des déchets spéciaux nés de l'épuration des gaz de fumée:

- Compostage de 240.000 T /an;
- Incinération de 587.000 T/an;
- Mise en décharge contrôlée de 176.000 T/an;
- Recyclage de 90.000 T/an.

La stratégie n°3 a été choisie dans la mesure où son coût peut être réduit par la vente du compost et qu'elle offre le minimum de complication ; elle comporte :

Le système ainsi envisagé, organise la collecte et le transport des déchets, la création de sites de transfert et une station de compostage.

La quantification du flux des déchets urbains de l'agglomération d'Alger a donné les résultats suivants (Kittelberger, 1995)

- Déchets de marchés : 80.000 T/an;
- Déchets ménagers : 657.000 T/an;
- Déchets de commerces : 80.000 T/an;
- Déchets des administrations : 90.000 T/an.

La quantité d'ordures ménagères, de déchets assimilables aux ordures ménagères, et la quantité totale des déchets urbains au niveau de la Wilaya d'Alger ont été estimés, et présentés au tableau suivant (Tableau 1).

Tableau 1 : Estimation de la quantité d'ordures ménagères.

Année	1994	1995	2000	2005
Ordures ménagères				
Quantité (t/j)	1.394,5	1.449,5	1.694,9	1.919,6
Déchets assimilés				
Quantité (t/j)	565,3	576,0	592,8	611,9
Total	1.959,8	2.025,7	2.287,6	2.531,2

1.2.2.3. Etude de réalisation de la décharge contrôlée de Tessala El Mardja

La réalisation d'une décharge contrôlée sur le site de Tessala El Mardja, avec une superficie de 5,5 ha, à 25km au sud ouest d'Alger, à la frontière avec la wilaya de Blida est prévue. Sa durée de vie sera de 20 ans avec une capacité moyenne de 13.6 t/j (PNUE, 2004).

1.2.2.4. Etude de réalisation d'un Centre d'Enfouissement Technique pour la nouvelle ville de sidi Abdellah (Commune de Mahalma)

Ce CET aura une capacité de 160 T/J, la durée de vie est estimée à 17 ans pour les déchets des communes de Mahelma et Rahmania (80T/J) et d'autres communes limitrophes (PNUE, 2004).

1.2.3. Fondement d'une politique moderne de l'environnement et du développement durable

L'Algérie a connu, pendant la période 2003 /2004, dans le cadre de son engagement résolu de réforme politique et économique, une activité économique intense et diversifiée, à travers la mise en œuvre, des Plans de développement sectoriels ambitieux et opportunément soutenus par le Programme de Relance Economique, (7 milliard USD), selon une approche programmatique et participative de développement durable, à court, moyen et long terme, associant l'ensemble de décideurs, acteurs et partenaire socio économique et politique.

Cette période a été marquée par le regain de prise de conscience réelle à tous les niveaux politique et socio économique et par l'intégration effective de la dimension environnementale, à travers notamment le renforcement du cadre institutionnel et juridique.

I.2.3.1. Des lois pour réorganiser la ville

L'Algérie connaît depuis l'année 2001 une avancée remarquable pour un nouveau droit de l'environnement, par l'élaboration d'un corpus juridique diversifié constitué de lois sur l'aménagement du territoire et sur l'orientation de la ville pour plus de cohérence des politiques urbaines.

- La loi relative à l'aménagement et au développement du territoire (Loi n°01-20 du 12 décembre 2001), prépare l'Algérie de 2025, associe dans les politiques publiques, développement économique, développement social et protection et valorisation des potentialités et ressources naturelles, parmi ses objectifs principaux l'utilisation rationnelle des ressources naturelles et culturelles et leur préservation pour les générations futures. Elle définit plusieurs schémas nationaux d'aménagement du territoire (SNAT) approuvées pour une période de vingt (20) ans.
- La loi relative aux conditions de création de villes nouvelles et de leur aménagement (Loi n° 02 – 08 du 25 Safar 1423, correspondant au 08 mai 2002). Son objectif est de réaliser des projets s'inscrivant dans le concept de développement durable, dans la conception de la ville et dans la gestion de l'aménagement pour une haute qualité environnementale. Chaque ville doit disposer d'un plan d'aménagement qui se substitue aux instruments d'aménagement et d'urbanisme prévus par la législation.

Trois décrets exécutifs, portant création de trois villes nouvelles de (Bougzoul, Bouinan et Sidi abdallâh) ont été promulgués, le décret exécutif n°04 - 97 du 1er avril 2004, le décret exécutif n°04 - 96 du 1er avril 2004, et décret exécutif n°04 - 275 du 05 septembre 2004.

- La loi d'orientation de la ville (Loi n° 06-06 du 21 Moharrem 1427, correspondant au 20 février 2006).

La présente loi a pour objet de fixer les dispositions particulières visant à définir les éléments de la politique de la ville dans le cadre de la politique de l'aménagement du territoire du développement durable (Art1).

Parmi ses objectifs, la protection de l'environnement (Art6), la sauvegarde de l'environnement naturel et culturel (Art8), l'amélioration des conditions et du cadre de vie de la population (Art10), le développement des modes de gestion rationnelle en utilisant des moyens en place d'un cadre national d'observation, d'analyse et de proposition dans le domaine de la politique de la ville (Art12).

A cet effet, la loi oriente le développement de la ville et implique les citoyens dans la gestion de la cité pour plus de cohérence des politiques urbaines.

I.2.3.2. Des nouvelles institutions au service du développement durable

I.2.3.2.1. Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) devenu Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme (MATET) en 2007, responsable de la stratégie de gestion des déchets solides, élabore les schémas communaux, conçoit les programmes de formation et de sensibilisation, et réalise les centres d'enfouissement techniques.

I.2.3.2.2. Directions de l'Environnement de Wilayas et les Inspections Régionales

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale d'aménagement du territoire et de la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, la redéfinition des missions et prérogatives des services externes de l'environnement est devenue indispensable.

En effet en décembre 2003, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, à créé des Directions de l'Environnement et des Inspections Régionales de l'Environnement qui sont directement reliées au Ministre.

L'objectif est le suivi et l'évaluation de l'état de l'environnement au niveau des Wilayas, et la promotion du cadre et de la qualité de la vie de citoyens.

I.2.3.2.3. Police de l'Urbanisme (PUPE) et Cellules de Protection de l'Environnement.

Dans le but de prévenir et de diminuer les infractions à la législation relative à la protection de l'environnement, la " Police de l'Urbanisme et de la Protection de l'Environnement (PUPE), a été créée par la Direction Générale de la Sécurité Nationale (DGSN) et des Cellules de Protections de l'Environnement par la Gendarmerie Nationale.

I.2.3.2.4. Conférences Régionales de l'Aménagement du Territoire

Elles regroupent les principaux acteurs régionaux de l'aménagement du territoire (représentants de l'Etat, Walis, élus, représentants d'associations professionnelles et de citoyens, d'universitaires et de chercheurs), se sont des instances de consultation de coordination et de cohérence des actions de l'aménagement du territoire à l'échelle de la région.

I.2.3.3. Sur le plan économique et financier

Différentes lois des finances notamment (1992, 1998, 2002, 2003,2004) ont institué un certain nombre de taxes dans le domaine des déchets solides, des déchets spéciaux et des déchets hospitaliers, des activités polluants (pollution atmosphérique), et des carburants. Elle passe de 150 à 200 DA /an / foyer à 375 -500 DA / an / foyer (Art.11 Loi 2002).

La loi de finances 2003, incite au tri sélectif, alors que la loi de finances 2004 institue une taxe sur les sacs en plastique importés ou produits localement.

Le produit de la taxe (10,50 DA par kilogramme) est affecté au Fond National pour l'Environnement et la Pollution (Mate, 2005).

Des mécanismes de financement et d'incitation en faveur de la gestion des déchets, ont été aussi instaurés, tel que le Fond National de l'Environnement et de Dépollution (FEDP) qui intervient notamment pour aider les entreprises industrielles à réduire ou à éliminer leurs pollution et les unités de collecte, de traitement et de recyclage des déchets.

I.2.3.4. Programmes nationaux et internationaux

Le Plan National d'Action pour l'environnement et le développement durable (PNAEDD), élaboré en 2001, fixe les différents programmes environnementaux du pays pour 2001 – 2010. Parmi ses objectifs stratégiques, figure l'amélioration de la santé et de la qualité de la vie. Et dans ce domaine, la gestion des déchets solides constitue l'une des préoccupations majeures.

Deux Programmes Nationaux de Gestion intégrée des Déchets Municipaux (PROGDEM) et des Déchets Spéciaux (PNAGDES), ont été mis en œuvre en 2001, et la gestion intégrée des déchets municipaux constitue une priorité.

I.2.3.4.1. Le Programme National de Gestion intégrée des Déchets Municipaux (PROGDEM)

L'élaboration du PROGDEM constitue le prolongement de la loi n°01-19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion et au contrôle et à l'élimination des déchets.

Les objectifs du PROGDEM sont :

- Les centres d'enfouissement Technique (CET);
- Organisation de la collecte, le transport et l'élimination des déchets municipaux;
- Recyclage et valorisation des déchets d'emballage/ le système ECO-JEM.

Il se caractérise par l'élaboration avec les autorités et collectivités locales, de plans directeurs de gestion intégrée et de traitement de déchets et, par la réalisation des Centres d'Enfouissement Technique.

I.2.3.4.2. Les Programme Internationaux :

Alger, un pôle régional et international du développement durable

En Algérie, la coopération, l'aide internationale et les prêts internationaux relatifs à la gestion des déchets ne sont pas très nombreux. La majorité des projets et programme portent sur le renforcement des capacités nationales et depuis peu sur la réalisation de centres d'enfouissement techniques (UBIFRANCE, 2007).

- Coopération Bilatérale

L'Algérie a bénéficié d'un don de 10 millions USD de la République d'Allemagne pour le renforcement institutionnel et formation dans le domaine des déchet solides et eaux usées et d'un prêt de la Banque Islamique (26 MUSD) pour le renforcement des capacités de collecte par l'acquisition d'équipement nouveaux de deux stations de transfert par compactage (CNES, 2003) et a bénéficié d'un programme prioritaire " villes propres" dans le cadre du Plan de Soutien, à la relance économique pour un montant de 180 millions de DA (PNUE, 2004).

- Coopération Multilatérale

Elle se résume dans le lancement du projet de renforcement des capacités dans le domaine de la gestion des déchets (Coopération - PNUD), et du Programme d'assistance technique pour l'environnement méditerranéen (Projet d'élimination de gestion des déchets solides dans les pays du Mashreq et Maghreb, lancé en janvier 2003 et financé par la Commission Européenne.

Conclusion

L'Algérie est un pays en voie de développement dont le désir politique formulé et affiché depuis Juin 2001, est de connaître un développement durable. Ceci s'est manifesté par la création du Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, dont les missions sont exclusivement consacrées à la protection de l'environnement et l'aménagement durable du territoire. Le recours à des investissements nationaux et internationaux permettra

au pays de conforter ses choix en matière de développement durable, de transfert de technologie propre et d'amélioration du cadre de vie des citoyens.

Une stratégie nationale en matière d'environnement et plus particulièrement de gestion des déchets solides permettra l'amélioration de l'hygiène du milieu et sa protection.

La description de manière détaillée de la situation actuelle de la gestion des déchets solides au niveau des deux wilayas Alger et Biskra, le recueil des données relatives à la réglementation et le niveau d'application, qui fera l'objet de notre deuxième chapitre permettra de mesurer les efforts déployés et le niveau de concrétisation des programmes et projets proposés.

CHAPITRE II : Contexte général : Les déchets solides urbains en Algérie

La question des déchets a commencé à se poser de manière aigue avec le développement urbain. Le volume de déchets s'amplifie de façon préoccupante, leur caractère hétérogène rend difficile la généralisation d'une filière de traitement, connaître leur composition et leurs caractéristiques permettra le choix d'une filière de traitement la mieux adaptée et la plus pérenne possible.

II.1.Généralités

II.1.1. Définition du terme "déchet"

L'article 3 de la Loi du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit un déchet comme- tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation. Et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer.

Et au sens de la présente loi, on entend par :

Déchets ménagers et assimilés : *tous déchets issus de ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.*

II.1.2. Classification

La loi algérienne relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, donne la classification suivante des déchets (Article, 5):

- Les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux;
- Les déchets ménagers et assimilés;
- Les déchets inertes.

Pour les déchets industriels le décret n° 06-104 correspondant au 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux décrète dans son Article (2) la nomenclature (constituée par des listes en annexe) et une classification systémique.

La nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux, est fixée par voie réglementaire.

Cette étude est uniquement consacrée aux déchets urbains, qui représente l'ensemble des déchets des collectivités, des artisans, commerçants et petits établissements, collectés avec les ordures ménagères et les déchets produits par les municipalités elle mêmes.

II.2 Quantité des déchets urbains produits en Algérie

La connaissance de la production d'ordures ménagères est essentielle dans la planification d'un système de gestion. La quantité produite par collectivité est variable en fonction de plusieurs éléments (Dortman, Bats; 1985). Elle dépend essentiellement, du niveau de vie de la population, de la saison, du mode de vie des habitants, du mouvement des populations pendant la période des vacances, les fins de semaines et les jours fériés, du climat. Elle peut être exprimée en poids ou en volume, seul le poids constitue une donnée précise et facilement mesurable.

Des études au niveau local ont permis l'évaluation de la production de la quantité des déchets urbains en fonction de l'importance des diverses agglomérations en 1994 rapportée par Tabet Aoul en 2001, ainsi que la quantité journalière générée par habitant au niveau des deux wilayas d'étude (Alger et Biskra) et les résultats présentés dans les tableaux 2 et 3 ci-dessous montrent une évaluation significative.

Tableau 2 : Production de la quantité des déchets urbains par taille d'agglomération.
(Tabet Aoul, 2001)

Taille de l'agglomération	Production (kg/hab./j)
< à 300.000 habitants (totalisant 4.281.597 habitants).	0,5
300.000 < taille < 600.000 habitants (totalisant 8.058.073 habitants)	0,6
> à 600.000 habitants (totalisant 6.617.916 habitants)	0,7

Tabet Aoul (2001) précisait que les taux ci-dessus devront être majorés, suite à une enquête menée en 1995, de 0,15 kg/habitant/jour pour tenir compte de la quantité de déchets industriels non ou peu toxiques qui sont déposés directement en décharges publiques

Tableau 3 : Quantités journalières générées des déchets par habitant, dans l'agglomération Algéroise et à Biskra.

Ville (s)	Références	Production déchets Kg/hab/J
Alger	Kittelberger (1994)	06
	EEC (1995) et KEHILA(2010)	0,74
	Mate (2003)	1
	UBIFRANCE (2007)	0,7
Biskra	GEO Biskra (2001)	0,55

II.2.1. Composition physico-chimique des déchets urbains

La connaissance de la composition des déchets est indispensable pour leur gestion. Elle permet de choisir et de dimensionner correctement les outils de collecte, de traitement et d'élimination, et aussi la récupération de matériaux recyclable : papier, cartons, verres, plastique etc....

II.2.1.1. Composition physique

Deux études locales ont également évalué la composition physique moyenne des ordures ménagères à Alger [Kittelberger (1994) et PNUE (2004)] (Tableau 4).

Les déchets sont répartis selon des catégories spécifiques comme les plastiques, papiers, cartons, textiles, verres, métaux, etc....

Les variations de composition peuvent provenir de la méthode même d'évaluation de la production des déchets : évaluation au sein de foyers (Alouéimine, 2006), ou évaluation à l'année sur le site de regroupement, de transfert ou de traitement (Charnay, 2005), dans ce cas il faut tenir compte du secteur informel, qui recycle une partie des déchets produits.

Pour Alger la production journalière des ordures ménagères et assimilées est de l'ordre de 2025 T/J, et l'estimation de la quantité totale des ordures en 2005 est égale à 1.919.6 T/J, pour les ordures ménagères et 2.531.2 T/J pour les déchets urbains (PNUE, 2004). Les quantités de déchets urbains générés quotidiennement dans la ville de Biskra estimés par le bureau d'étude GEO Biskra en 2001 pour l'année 2006 est de l'ordre de 117.73 T/J (Tableau 4 et 5).

Tableau 4 : Composition des ordures ménagères à Alger.

Catégories de déchets	KITTELBERGER (1995) %	PNUE (2004) %
Papier – Cartons	11,5	12
Plastiques	7,3	7
Verres	0,8	nd
Métaux	0,2	1
Textiles	2,3	nd
Matières organiques	66,6	67
Autres	10,3	13

Tableau 5 : Composition des ordures ménagères à Biskra.
(Meghezzi ,2001a)

Catégories de déchets	P.U.I. %	Z.S.U. %	Moyenne %
Papier – Cartons	18	19	18,5
Plastiques	15	09	12
Verres	02	01	1,5
Bois, végétaux, déchets agricoles	07	17	12
Métaux	01	00	0,5
Déchets animaux	07	15	11
Terres – Sables	02	13	7,5
Matières organiques	48	26	37
Σ %	100	100	100

Les principaux composants ou catégories de déchets ménagers sont : la matière organique pour les deux villes 37% pour la ville de Biskra et 67% pour la ville d'Alger, le papier / carton ,12 % pour Alger et 18% pour Biskra, les matières plastiques : 7 % pour Alger et 12% pour Biskra. Les autres composants (verre, métaux) jouent un rôle insignifiant dans la gestion des ordures ménagères à Alger et Biskra.

Le développement de l'industrie alimentaire et de l'emballage a modifié sensiblement la composition des ordures ménagères ainsi que les habitudes de consommation en Algérie en général et de l'algérien en particulier.

Des campagnes d'échantillonnage ont été réalisées au niveau de certaines villes Algérienne en 1992 au niveau de la ville d'Oran (Tabet Aoul , 2001) et à Ghardaia , Chlef et Bourdj

Bouraridj en 2006 (Ismail , 2008) dont les résultats sont résumés dans le (Tableau 6) ci - dessous.

Tableau 6 : Composition des ordures ménagères dans des villes algériennes.

Catégories de déchets	Chlef Commune (Ténès) %	Bourdi Bouraridj Commune (El Achir) %	Ghardaia Commune (Berriene) %	Oran %
Papier – Cartons	4	15,5	8,3	16
Plastiques	12	9	20	2,5
Verres	2	-	-	-
Textiles	8	2,2	-	-
Métaux	02	12 ,2	13,3	2,5
Matières organiques	72	61	58,3	69
Autres	-	-	-	10
Σ %	100	100	100	100

La matière organique est toujours le principal composant des déchets, présente plus des 2/3 de la masse des déchets au niveau des différentes villes cités.

Tableau 7 : Composition des ordures ménagères dans des villes du Maghreb.

Catégories de déchets	Maroc (Hafidi et al., 2002) %	Tunisie (Hafidi et al .,2002) %	Mauritanie (Nouakchott) (Alouemine, 2006) %
Papier – Cartons	18-20	11	6,3(+1 Papiers)
Plastiques ¹	2-3	7	20
Verres	0,5-1	2	4
Textiles	/	/	12,2
Métaux	5,6	4	4,2
Fermentescibles	65-70	68	4,8
Sable, Bois, Cendre et Graviers	/	/	11,7
Fines	/	/	30
Composites	/	/	5
Spéciaux	/	/	0,8

Tableau 8 : Composition des ordures ménagères dans des villes du Maghreb.
(Ben Ammar, 2006)

Pays	Fraction organique Putrescibles	Papiers cartons	Plastiques	Fraction inertes fines
Algérie	67-89	7-9	2-3	0,2-23
Libye	42-48	16-19	2	3
Maroc	50-70	5-20	2-8	5-20
Mauritanie	4,6	3	17	44,5
Tunisie	37-81	1-23	1-16	0-2

La fraction fermentescible des déchets est toujours dominante dans les pays du Maghreb, elle dépasse les 60% en Tunisie et au Maroc. La part des papiers - cartons et plastique est aussi significative elle reflète le nouveau mode de consommation des différents pays.

La fraction fermentescible à Nouakchott est valorisée comme aliment de bétail au sein même des ménages (Alouemine, 2006) d'où la divergence des résultats obtenus.

Un autre paramètre a été évalué lors de la campagne d'échantillonnage en 1995 effectuée par le bureau d'étude Kittelberger pour la région Algéroise, c'est la masse volumique spécifique des déchets égale en moyenne à $0,25 \text{ T/m}^3$ (Tableau 9) Ben Amar en 2006, a regroupé par région géographique le paramètre densité des déchets ménagers dans quelques PED à travers une recherche bibliographique approfondie (Tableau 9) et le PNUD en 2008 a déterminé la densité moyenne déchets solides urbains dans les villes Algériennes comparée à celles de l'Europe (Tableau 10). Nous remarquons que la valeur de la densité est très importante pouvant atteindre 0,6.

Les deux tableaux 9 et 10 résumant les valeurs de densité des différents pays de l'Afrique, Asie et Europe démontrent que la densité des déchets entrants varie selon la nature des déchets et en fonction des pays, elle est plus élevée dans les pays PED (varie entre 0,3 et 0,6) que dans les pays industrialisés (de l'ordre de 0,1) à cause de la forte proportion de la matière organique fermentescibles, et de l'humidité élevée. Elle est élevée dans les pays africains pour les mêmes raisons sauf en Mauritanie, car la valeur élevée est due à l'apport de la fraction des fines, elle atteint la valeur de 0,39 en Tanzanie car la teneur en matière organique de ses déchets est égale à 78% (Mbuligwe et Kassenga, 2004)

Tableau 9: Densité moyenne déchets solides urbains dans les villes africaines comparée à celles d'Asie, d'Amérique, et d'Europe. (Ben Ammar, 2006).

Pays	Densité (T/m³)		
AFRIQUE DU NORD			
ALGERIE	0,3-0,5	MAURITANIE	0,41
LIBYE	0,2	TUNISIE	0,2-0,5
MAROC	0,4-0,6	TANZANIE	0,39
ASIE DU SUD-EST			
INDONESIE	0,25-0,3	THAÏLANDE	0,25
ASIE DU NORD-EST			
TAIWAN	0,3		
AMERIQUE CENTRALE			
MEXIQUE	0,3	REPUBLIQUE DOMINICAINE	0,3
AMERIQUE DU SUD			
BRESIL	0,17		
EUROPE DU SUD			
Turquie	0,33		

Tableau 10 : Densité moyenne déchets solides urbains dans les villes Algériennes comparée à celles de l'Europe. (PNUD, 2008)

Ville	Densité en Poubelles (T/m³)	Densité en bennes tasseuses (T/m³)	Densité après foisonnement en décharge (T/m³)
Paris	0,1	/	/
Genève	<0,1	/	/
Villes Algériennes	0,22-0,30	0,45-0,55	0,28- 0,32

II.2.1.2. Composition chimique

Lors de la campagne de tri des ordures ménagères d'Alger de (1995 et 2004), la composition chimique, c'est-à-dire la teneur en eau et celle en matière organique déterminée respectivement par évaporation à 105°C et par calcination à 550°C, a été mesurée (Tableau 11). De même les teneurs en carbone et en azote, ainsi que le rapport C/N paramètres importants pour le compostage ont été déterminés.

Tableau 11 : Caractéristiques des ordures ménagères d'Alger.

Références	Humidité H%	Matière organique MO%	C/ N
Gillet (1985)	60 à 62%	-	20 < C/ N < 35
Kittelberger (1995)	49%	66,6	nd
PNUE (2004)	nd	60	nd

Pour la ville de Biskra aucune étude concernant la caractérisation chimique n'a été réalisée.

Pour Alger ces résultats montrent l'aptitude des ordures ménagères à être compostées. Par contre l'incinération compte tenu des taux d'humidité est problématique. En effet l'étude réalisée par le bureau d'étude allemand en 1995, a confirmé après la caractérisation des déchets ménagers que l'opération d'incinération est théoriquement possible moyennant un apport important de fuel ou d'huiles usagées, pour compenser le faible PCI a cause du taux d'humidité élevé, mais précise que le cout annuel évalué de cette technique (4800DA par habitant) et très élevé, si on le compare aux revenus moyens en Algérie.

II.3. Elimination des déchets urbains en Algérie

II.3.1. Filières d'élimination existante

L'expérience Algérienne en matière de traitements et d'élimination des déchets reste en fait très limitée, alors que le volume de déchets ne cesse d'augmenter, sous la double pression de la croissance économique et du développement des infrastructures. Quelques wilayas dont celles d'Alger et Biskra, disposent de nouvelles décharges contrôlées (Ouled Fayet et El Outaya).

En matière de valorisation, l'unité de compostage à Gué de Constantine réalisée par la ville d'Alger en 1971 a cessé de fonctionner en 1986, et d'après le PNUE en 2004, les problèmes étaient dus à la dégradation des équipements et probablement à la non maîtrise de la technique pour la production de compost destiné au secteur agricole. Hormis l'unité de compostage de Blida, sis à Beni Mered (dont le compost est de mauvaise qualité à cause des impuretés, de l'incinérateur hospitalier d'isser (Boumerdes), il n'existe pas d'autres installations de traitement de déchets à Alger (PNUE, 2004).

Les estimations faites par les services du Ministère de l'environnement (Mate, 2005) à Alger, font état de la possibilité de récupération de 760.000 T/an de déchets se décomposant comme suit :

- 385.00 T/an de papier; 130.000 T/an de plastique ; 100.000 T/an de métaux ;
- 50.000 T/an de verre ; 95.000 T/an de matières diverses.

Et la valorisation de ce volume de déchets correspondrait à 3,5 milliards de dinars.

Actuellement l'élimination des ordures ménagères et des déchets industriels banals est effectuée exclusivement dans les décharges publiques, qui sont généralement des dépotoirs à ciel ouvert sans réaménagement, ni protection contre la pollution de l'environnement.

L'enquête réalisée par des services du Ministère de l'Environnement en 2005, fait état de 2100 décharge sauvages sur le territoire national, dont 350 décharges sauvages au niveau de 40 grandes villes du pays et occupent une superficie totale de 22000 ha.

90 CET(S) sont finalisés et lancés pour exploitation, et au niveau de la wilaya d'Alger, 4 CET(S) sont en cours de lancement (Staouali, Hamici, Korso, et Reghaia). L'objectif est d'atteindre 300 CET exploités en 2014.

25 CET sont réalisés par AMENHYD, en plus du CET d'Ouled Fayet et celui d'El Outaya à travers le territoire national. Mais deux Wilayas Alger et Biskra disposent de centre d'enfouissement technique (Ouled Fayet et El Outaya) actuellement en exploitation.

II.3.2. Enfouissement technique des ordures ménagères.

II.3.2.1 Réglementations : Vers une politique globale des déchets.

A ce jour, la principale voie de traitement des déchets en Algérie est la mise en décharge. Cette technique est souvent utilisée dans les PED, mais elle aboutit souvent à des décharges incontrôlées. La notion décharge contrôlée et des différents modes d'exploitation visant la protection de l'environnement apparaît pour la première fois en 1983 loi n° 83.03 du 05 février 1983, relative à la protection de l'environnement, elle précise la nocivité des déchets et demande à mettre fin à la mise en décharge brute des ordures.

Le décret n°84.378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets urbains, précise et complète la loi n° 83.03. Elle pose la définition de déchets urbains, met fin à la décharge brute des ordures, et préconise la mise en décharge contrôlée, accompagnée d'études d'impact et d'une instruction technique, réunissant l'ensemble des prescriptions techniques (distances minimales d'éloignement par

rapport aux immeubles, protection de captage, étude hydrogéobiologique, l'imperméabilité de la base de décharge, son drainage et le contrôle de la qualité de l'eau de la nappe).

La loi du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, complète et renforce le décret exécutif n° 83.378, fixe les modalités de gestion, le contrôle et de traitement des déchets, précise et identifie les déchets admis, donne une classification et introduit le terme enfouissement, le définit comme "tout stockage de déchets en sous sol". Toutefois depuis 2003, date de la promulgation de la loi n° 03.10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, le renforcement du contenu sanitaire de l'étude d'impact conduit à s'intéresser directement aux effets des décharges sur la santé de l'homme.

II.3.2.2. Nombre de site en Algérie.

Des centres d'enfouissement techniques de déchets, appelés actuellement centres de stockage de déchets, ont été réalisés ou sont en cours de réalisation dans divers Wilayas du pays, Les CET réalisés et exploités sont le CET d'Ouled Fayet, le CET d'El.Outaya ; le Temps d'Algérie (Quotidien National d'Information) rapporte en date du 24 Avril 2010 selon l'Agence Nationale des Déchets (AND), 32 CET sont achevés à travers le territoire national, 42 sont en cours de réalisation, 7 autres en voie de lancement, 12 en phase d'étude et 4 centres sont en phase de choix de site. Et en vue d'absorber les déchets ménagers de la wilaya d'Alger, trois CET sont prévus au niveau des communes de Corso, de Réghaïa et d'El Hamiz.

II.3.2.3. Flux polluant générés par le stockage des déchets.

II.3.2.3.1. Lixiviats

a) Composition

Le terme lixiviat est défini comme étant "Tout liquide filtrant par percolation des déchets mis en décharge et s'écoulant d'une décharge ou contenu dans celle - ci " (Directive européenne du 26 avril 1999 et l'Arrêté ministériel du 09 septembre 1997) qui se charge mécaniquement, bactériologiquement et surtout chimiquement de substances minérales et organiques (Navarro et al, 1988, Matejka, 2005, Amokrane, 1994).

Les principaux paramètres mesurés sont la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO₅), le carbone organique total (COT), la teneur en matière azotée (Azote organique, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻ le pH, la conductivité illustrant la charge en ions minéraux, la concentration en métaux lourds (Fe, Zn, Cu, Cd, Pb, Hg, Ni, Ag),

les teneurs en micropolluants organiques (hydrocarbures, phénols, pesticides et solvants organiques), les acides gras volatils (AGV) puis les microorganismes pathogènes et non pathogènes (ADEME, 1996), et la composition des lixiviats n'est pas constante au cours du temps, elle évolue en fonction de l'état de dégradation des déchets (Milot, 1986)

D'après Wagner et Vassel (1998), rapporté par Charnay en 2005, la composition des lixiviats est une photographie de l'état d'évolution du déchet. L'évolution au cours du temps de la qualité des deux effluents seront évalués plus en détail dans le Chapitre III.2.

Les lixiviats doivent être drainés, récupérés et traités ou acheminés vers une station d'épuration avant rejet dans le milieu naturel.

b) Traitement

L'expérience Algérienne en matière de traitement des lixiviats est quasiment inexistante, et les CET d'Ouled Fayet à Alger et d'El.Outaya à Biskra sont là pour en témoigner ; les bassins sous-dimensionnés devant servir à la décantation mécanique des eaux qui percolent au travers du massif des déchets dans les casiers ne remplissent plus leur mission et les lixiviats sont rejetés directement dans l'environnement immédiat (sols ou oued).

II.3.2.3.2. Biogaz

Le biogaz, gaz de décharge est défini comme étant " tous les gaz produits par les déchets mis en décharge " (Directive Européenne 1999/31/CEE).

Quand les ordures ménagères sont déposées en décharge et sont compactées, en anaérobie les matières organiques fermentent. Elles se composent de matières putrescibles (déchets organiques) rapidement fermentescibles et les matières cellulosiques (papiers, bois) plus lentement fermentescibles. Vu l'hétérogénéité des déchets les principaux gaz dégagés sont le méthane (CH_4), le gaz carbonique (CO_2), et d'autres gaz sont également présents avec des proportions plus faibles : l'oxygène, l'azote, la vapeur d'eau et à l'état de trace : mercaptans RSH, les composés organiques volatils (Chiriac, 2004).

La composition du biogaz évolue au cours des différentes phases de biodégradation qui se déroulent dans la décharge (Reinhart et Townsend, 1998) et l'analyse de ce dernier permettra de quantifier l'air extérieur infiltré qui contribuera à la dilution du biogaz (TSM, 2000 dans Gachet, 2005).

Le biogaz doit être collecté et traité cela permettra la réduction des nuisances olfactives, la sécurité du site, et sa valorisation.

La production potentielle théorique est d'environ 400 m³ CNTP par tonne de déchets ; dans les conditions d'enfouissement et d'exploitation des CET des PED, on peut compter récupérer 150-200 m³ /T, mais bien sur avec un drainage parfait ce qui est rarement le cas dans les PED. Cela dépend bien sur aussi de la répartition de l'eau dans le massif. Selon Olivier (2003) de nombreuses valeurs de production de Biogaz sont proposés dans la littérature pour les déchets ménagers. Obtenues à partir d'expériences de laboratoire sur des échantillons de déchets de taille et composition variable après une dégradation totale, informe que Ehrig en 1999 estime qu'un pic de production de Biogaz est produit de 3 à 5 ans après la fin du stockage et estime en 40ans que le volume de gaz produit est égale à 138 m³/T et la masse de gaz produit à 168 kg/T . Les quantités de biogaz générées au niveau des deux CET d'Ouled Fayet et de Biskra sont méconnues, et aucune étude de prédiction de la production de biogaz n'a effectivement été réalisée.

Un projet de valorisation thermique du biogaz issu de site d'enfouissement technique de déchets (après fermeture des casiers en fin d'exploitation et après pose d'un réseau de collecte du gaz) avec la banque Mondiale basé sur les directives du Protocole de Kyoto, dont l'objectif principal est la vente des unités de réductions d'émissions certifiées (URCES) en tonne de CO₂ sur le marche du carbone, cela permettra la réduction des GES (gaz à effet de serre) par l'utilisation d'une énergie renouvelable actuellement non valorisée.

C'est un projet en forte croissance en Afrique (Figure 1).

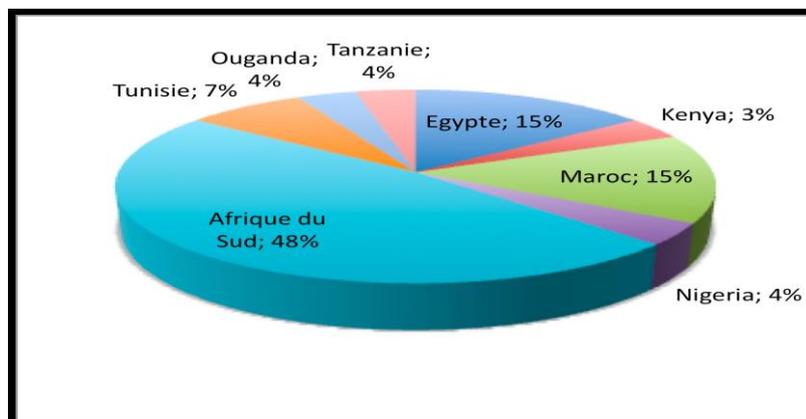


Figure 1 : MDP en Afrique enregistré au près de la CCNUCC. (CATTEC, 2008)

Trois marchés enregistrés existent au niveau des Pays du Maghreb (2 en Tunisie et 1 au Maroc). Le total de réduction de gaz à effets de serre a aussi était évaluée dans le cadre de la convention cadre de nations unies pour le changement climatique (CCNUCC) rapporté par Europol Méditerranéennes en 2008 (Figure 2), et en 2006 Le marché MDP a représenté 3% du marché Africain.

L'Algérie a établi un nombre de projets dans la cadre du mécanisme de développement propre, mis à profit le MDP pour bénéficier du crédit carbone, elle est arrivée au stade de projet de développement propre (PDD) pour la capture et l'utilisation du méthane pour la décharge de Oued Smar à Alger.

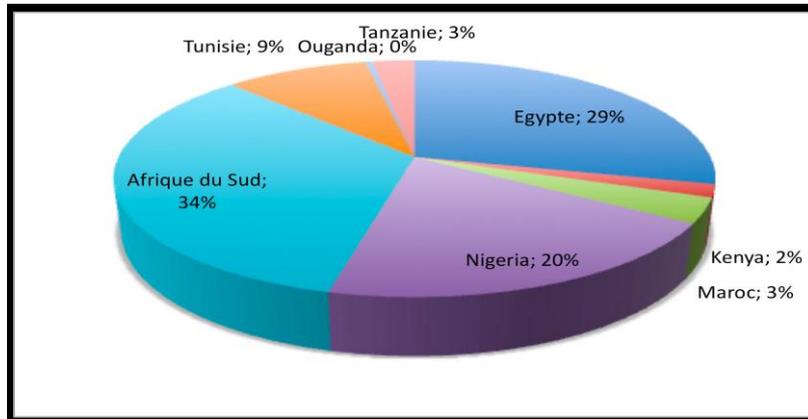


Figure 2 : Total de réduction de Gaz a effet de serre en T CO2 / an.
(CATTEC, 2008)

II.3.2.4. Surveillance et Contrôle

Le lixivats et le biogaz sont gènes tout au long de la dégradation des déchets. Pendant cette période, la surveillance, l'entretien, le control du CSD, L'analyse du biogaz et des lixivats sont de la responsabilité de l'exploitant (Directive Européenne 1999/31/CE).

Certains ont voulu rajouter à cette responsabilité (Olivier, 2003), le suivi du tassement pour la stabilité du talus, une capacité de stockage ultime et l'optimisation de la durée de vie.

En France, l'arrêté du 09 septembre 1997, précise les valeurs limites à respecter en cas de rejet dans le milieu naturel (Tableau 12). Mais d'autres aspects sont considérés dans cet arrêté de la législation française, notamment les exigences dans le choix et les modes de conception de sites, les conditions d'admission des déchets, d'exploitation et de post exploitation après fermeture du site quand il est arrivé à saturation. Ce type d'arrêté est au stade d'écriture en Algérie. Nous évoquerons largement cet arrêté et les différents articles s'y référant dans la suite de ce rapport ; nous le désignerons par AR-FR/97.

Tableau 12 : Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel.

(AR-FR/97)

Matière en suspension totale (MEST)	< 100 mg /L si flux journalier max < 15 Kg /j < 35 mg /L au-delà
Carbone organique total (COT)	< 70 mg /L
Demande chimique en oxygène (DCO)	< 300 mg /L si flux journalier max < 100 Kg /j < 125 mg /L au-delà
Azote global	Concentration moyenne mensuelle < 30 mg /L si flux journalier max > 50 kg /j
Phosphore total	Concentration moyenne mensuelle < 10 mg /L si flux journalier max >15 Kg /j
Phénols	< 0,1 mg /L si le rejet dépasse 1 g /j
Métaux lourds dont :	< 15 mg /L
CrVI+	< 0,1 mg /L si le rejet dépasse 1g /j
Cd	< 0,2 mg /L
Pb	< 0,5 mg /L si le rejet dépasse 5g /j
Hg	< 0,05 mg /L
Arsenic	< 0,1 mg /L
Fluorures et composés (en F)	< 15 mg /L si le rejet dépasse 150 g /j
CN libres	< 0,1 mg /L si le rejet dépasse 1g /j
Hydrocarbures totaux	< 10 mg /L si le rejet dépasse 100 g /j
Composés organiques halogénés (en AOX ou EOX)	< 1 mg /L si le rejet dépasse 30g /j

NB : Les métaux totaux sont la somme de la concentration en masse par litre des éléments Pb, Cu, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al).

II.4. Cadre institutionnel de la gestion des déchets urbains

II.4.1. Acteurs

Les organismes chargés, directement ou indirectement, de la gestion des déchets solides à Alger et à Biskra sont peu nombreux et la gestion quotidienne incombe aux communes.

Les acteurs qui se répartissent la tâche de la gestion des déchets des différentes villes, sont :

- Le secteur public représenté par les autorités locales : Communes, APC, EPIC NETCOM à Alger et NETBIS à Biskra;

- le secteur privé représenté par de grandes entreprises non officielles;
- le secteur informel composé de particulier s'occupant de la pré collecte en porte à porte et de la récupération des matériaux directement dans les poubelles du producteur et sur les sites de traitement.

II.4.2. Cadre législatif et réglementaire

La réglementation algérienne en matière de gestion des déchets urbains a connu une nette évolution. Ces dernières années, plusieurs lois ont été promulguées:

- Loi n° 01 -19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets;
- Loi n° 02 – 02 du 05 février 2002 relative à la protection et la valorisation du littoral;
- Loi n° 03 – 10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable;
- Entrée en application de la fiscalité écologique en janvier 2005.

La législation fiscale en matière d'environnement et de développement durable a vu son départ par la loi des finances (1992), avec l'introduction de la taxe relative aux activités polluantes ou dangereuses (TAPD). Les diverses dispositions fiscales ont été introduites par les lois des finances pour les années 2000, 2002 et 2003. Ces dispositions sont relatives aux déchets solides (exemple : taxe d'enlèvement des ordures ménagères), aux effluents liquides industriels, aux émissions atmosphériques aux activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement.

La loi relative à la gestion des déchets, est venue combler un vide juridique, mais les textes d'application de cette dernière sont insuffisants.

D'autres textes d'application des lois ont été promulgués et publiés au journal officiel:

- Décret exécutif n°02-372 du 11 novembre 2002, relatif aux déchets d'emballage;
- Décret exécutif n°04-210 du 28 juillet 2004, définissant les modalités de détermination de caractéristiques des emballages destinés à contenir directement des produits alimentaires ou des objets destinés à être manipulés;
- Décret exécutif n°04-410 du 14 décembre 2004, faisant les règles générales d'aménagement et d'exploitations des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau des installations.

II.4.3. Cadre institutionnel

Durant les quatre dernières années, un traitement de mise en cohérence institutionnel a été entrepris dans le but de faire face à la grande diversité des problèmes écologiques et à l'immensité de la tâche à accomplir dans ce domaine (Mate, 2005).

Le Mate créé en 2002, a mis en place trois importantes institutions:

- L'Agence Nationale des Déchets (AND);
- L'observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (ONEDD);
- Le Conservatoire National des Formations à l'Environnement (CNFE).

L'AND a installé son organigramme ; le recrutement et la formation du personnel sont en cours, l'ONEDD, est en partie opérationnel, son plan d'action est défini, 2 réseaux de surveillance de la qualité de l'air (Alger et Annaba) et 5 stations de surveillance des écosystèmes sont opérationnelles et produisent déjà des indicateurs environnementaux.

Conclusion

En matière de gestion des déchets, on constate que la notion gestion intégrée n'existe pas encore en Algérie, dans la mesure où les différents secteurs ne disposent d'aucune stratégie de traitement, de revalorisation et / ou d'élimination des déchets (PNUE, 2004).

Sur le plan réglementaire, la loi relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, est venue combler le vide juridique, en effet, un seul texte existe et qui est le décret 84 - 378 du 16 décembre 1984, fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains. La nouvelle loi instaure un schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés, et la dotation de centre d'enfouissement technique, renforcée dans le cadre du Plan de soutien à la relance économique (22 villes du Nord / et des fonds de développement des régions du sud (17 villes du sud).

Sur le plan institutionnel, l'organisation intercommunale est insuffisante, contrairement à ce qui est recommandé par la loi 90 - 08, relative à la commune et la loi 01 - 19, relative à la gestion des déchets, il n'existe pas de service public spécialisé chargé de constituer une banque de données fiable sur la thématique "déchets solides".

Alger est la région la plus urbanisée d'Algérie, l'expérience d'organisation intercommunale est insuffisante. En effet seules les 28 communes urbaines d'Alger sont prises

en charge par l'EPIC NETCOM, absence de structure de traitement et d'élimination de déchets solides, hormis l'aménagement du CET d'Ouled Fayet.

L'enfouissement technique reste un mode important d'élimination des déchets, il doit permettre non seulement une gestion efficace des déchets mais aussi le traitement après drainage et récupération des deux effluents que sont le biogaz et les lixiviats (Trebouet et al., 1998). Seule la mise dans un centre d'enfouissement technique appelé aussi centre de stockage de déchets est en mesure de répondre aux exigences élémentaires en matière d'hygiène et de protection de l'environnement, basé sur des principes fondamentaux, qui seront développés dans le Chapitre III.

CHAPITRE III : Les Centres d'Enfouissement Technique : Impacts et perspectives

" 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 " (Billard, 2001a). La gestion des résidus urbains est devenue une des préoccupations majeures de ces dernières décennies et plusieurs techniques de conception ont vu le jour dans 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'élimination 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

III.1.Centre de stockage des déchets : dispositions techniques et fonctionnelles

III.1.1. Définition et classification des CET

III.1.1.1. Centre d'enfouissement technique

Au sens de l'article 2 du décret wallon du 27 juin 1996 relatif aux déchets, les CET sont définis comme un site d'élimination des déchets par dépôt des déchets sur ou dans la terre (c'est à dire en sous sol), y compris:

- Les décharges internes (les décharges où un producteur de déchets procède lui-même à l'élimination des déchets sur le lieu de production);

- Un site permanent (pour une durée supérieure à un an) utilisé pour stocker temporairement les déchets, à l'exclusion : des installations où les déchets sont déchargés afin de permettre leur préparation à un transport ultérieur en vue d'une valorisation, d'un traitement ou d'une élimination en un endroit différent;
- Du stockage des déchets avant valorisation ou traitement pour une durée inférieure à trois ans en règle générale;
- Du stockage avant élimination pour une durée inférieure à une année.

Selon la nature des déchets admis et en fonction de leur perméabilité les centres de stockage de déchets sont répartis en trois classes.

III.1.1.2. Classification des CET

III.1.1.2. 1 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.

*** Nombre de sites en Algérie**

Le journal La Tribune en mars 2009, annonça la création d'un CET au niveau de la wilaya de Tébessa dans la commune de Bir el Atar.

III.1.1.2.2. CET de Classe II

***Catégories de déchets admissibles**

Sont acceptés sur ces centres les déchets ménagers et assimilés.

Ce sont des installations soumises à la loi française du 19 juillet relative aux 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 3) ci-dessous informe des différents CET réalisés à travers le territoire national. 97 Centres d'enfouissement technique sont réalisés (AND, 2010).

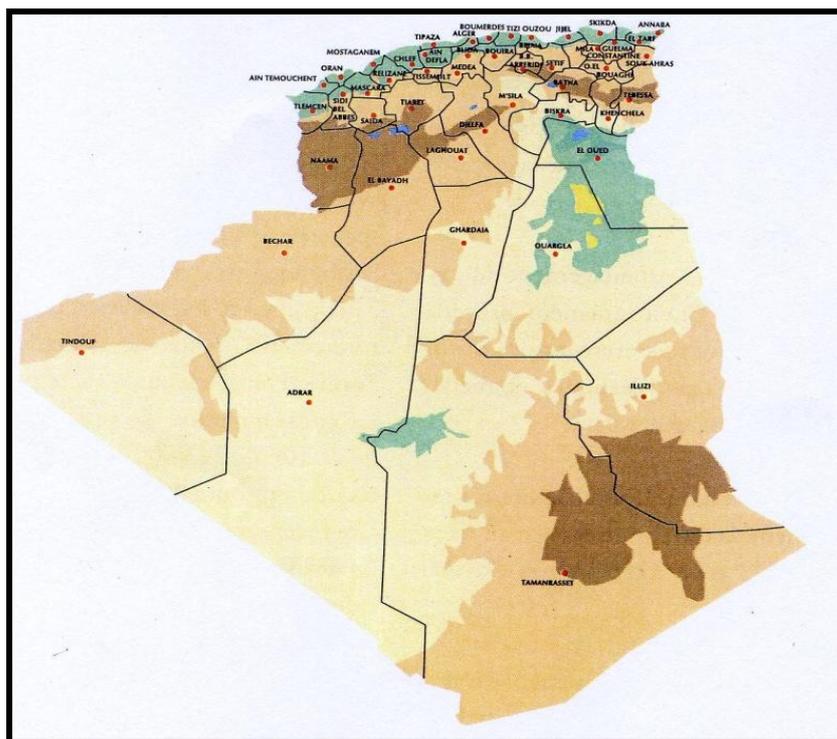


Figure 3 : Centres d'enfouissement techniques en ALGERIE.
(Mate, 2005)

III.1.1.2. 3. 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.

III.1.2. Différents modes de gestion des Centres de Stockage des déchets

III.1 2.1. Différents types de décharges contrôlées

Il existe plusieurs types de décharges contrôlées (Gillet, 1985):

III.1 2.1.1. 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, toute nouvelle couche est déposée que lorsque la température de la couche précédente résultant de la fermentation s'est abaissée à la température des sols naturels.

Ces couches sont nivelées à l'origine et limitées par des talus afin d'éviter qu'elles soient remises à jour par les pluies. Le dépôt doit être suffisamment compact, pour éviter les vides importants favorisant les risques d'incendie, sans excès toutefois afin de ne pas s'opposer au

passage de l'air. Ce type d'enfouissement en couches de faible épaisseur favorise la dégradation aérobie des déchets biodégradables.

III.1 2.1.2. 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/m³ au fond du trou. Le degré de compactage des déchets rend la prolifération des mouches et des rongeurs difficile et réduit les risques d'incendie sauf si des poches de biogaz sont emprisonnées suite à la dégradation anaérobie des déchets biodégradables favorisée par ce type d'enfouissement.

III.1 2.1.3. 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;
- La récupération du biogaz due à la meilleure fermentation des déchets (Gillet, 1985).

III.1 2.1.4. Décharge contrôlée de déchets mis en balles

Les déchets sont compressés, 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. (Gillet, 1985).

III.1 2.1.5. 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 (Joacio.,Berthe,2006). L'objectif principal est de produire un résidu stable destiné au stockage ultime en ISD (Joacio ,2006).

La directive européenne 1999/31/EC, du 26 avril 1999 fixe comme objectifs la réduction de la quantité de la matière organique entrant en centre de stockage des déchets, pour diminuer la part biodégradable et pour ainsi limiter la pollution par le lixiviat et par le biogaz produit.

L'article 6 de la directive européenne 99/31/CE précise que "Les états membres devront prendre des mesures pour s'assurer que seuls les déchets ayant subi un traitement puisse faire l'objet d'une mise en décharge".

Ces techniques ont été développées à l'échelle industrielle en Allemagne et en Autriche, néanmoins l'Allemagne est le pays précurseur avec un cadre réglementaire dès 1993.

Il existe actuellement de nombreuses études de PTMB en Europe. Au moins quatre installations sont opérationnelles en France : Mende, Lorient, Carpentras (Joacio, 2006) et celle de Bellac en Haute Vienne gérée par le SYDED (Syndicat Départemental d'Elimination des Déchets) depuis 2009.

D'après Soyez et Plickert (2003) rapporté par Gachet en 2005, Le prétraitement biologique, en conditions aérobie ou anaérobie permet la réduction à long terme de la charge organique des lixiviats et les émissions de biogaz dans les CSDU, par la stabilisation des déchets. Binner (2002) rapporté par Gachet en 2005, précise que 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. La figure 4 présente la base conceptuelle d'un PTMB et sa place dans la gestion intégrée des ordures ménagères.

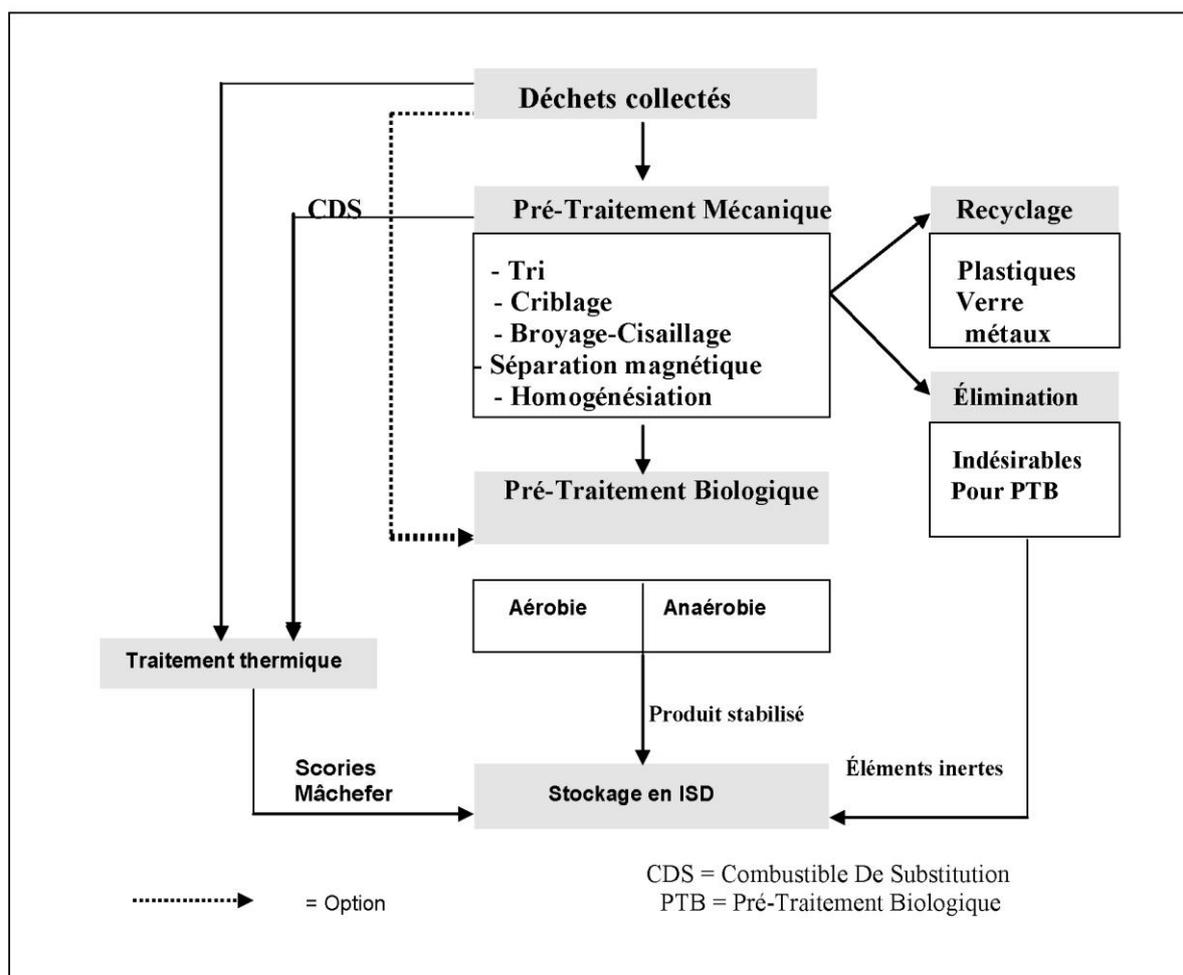


Figure 4 : Conception d'un prétraitement mécanique et biologique dans la gestion intégrée des ordures ménagères. (Achour, 2008)

Le prétraitement mécanique a lieu en amont du traitement biologique, il sépare les éléments non susceptibles de se dégrader biologiquement et effectue un tri mécanique sépare les matières recyclables (métaux, plastique, verre) et les encombrants avant stabilisation biologique.

Le prétraitement biologique des déchets riches en matière fermentescible, en conditions aérobies ou anaérobies a pour objectif de stabiliser les déchets par voie biologique afin de réduire la production à long terme de lixiviats et les émissions de biogaz dans les ISDMA (Soyez et Plickert, 2003). La combinaison des procédés de prétraitements biologique aérobie et anaérobie est préconisée car le procédé de prétraitement anaérobie ne permet d'atteindre des résultats satisfaisant car il ne permet que la réduction de 50 à 55% de la fraction organique (Berthe, 2006).

III.1.2.2. Modes d'exploitation des décharges contrôlées

Pour la décharge contrôlée traditionnelle ou compactée, cette technique, conçue dans le but de faire disparaître le front de décharge, consiste à découper le site en aires de forme rectangulaire de 3000 m², à plus d'un mètre carré qui constituerai de petites décharges indépendantes appelées "Casiers" ou "Alvéoles" (Gillet,1985).

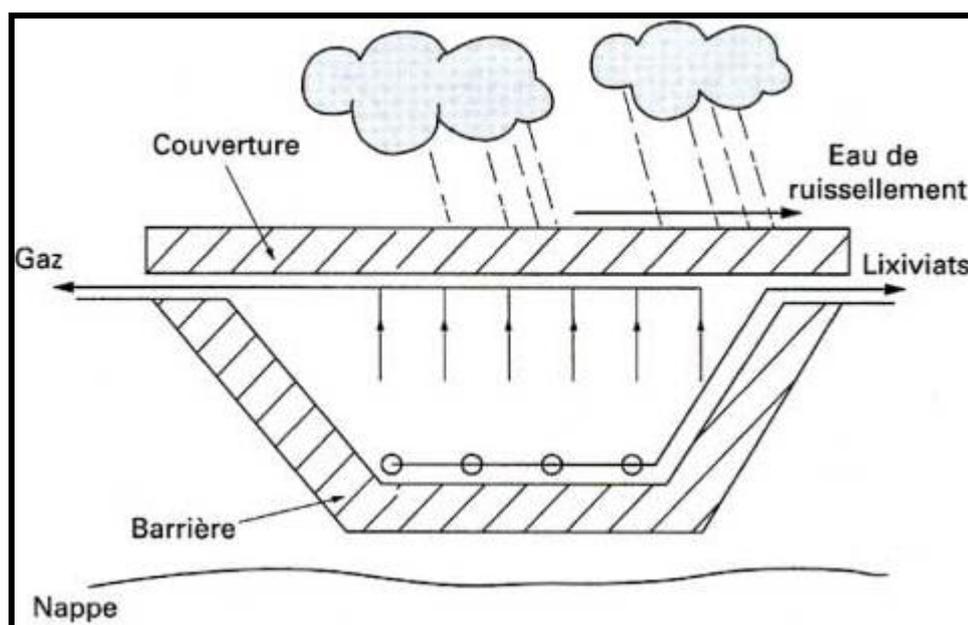


Figure 5 : Disposition générale d'une décharge. (Bordes, 1995)

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.

III.1.2.3. 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 (Grelier, et al., 2003).

Le bioréacteur consiste surtout en un perfectionnement des techniques d'exploitation et de post-exploitation des décharges visant à minimiser leurs impacts, en particulier ceux dus au Biogaz (Environnement et technique, 2008)

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 (Gachet, 2005).

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 (Reinhart et Al-Yousfi,1996, dans Gachet,2005).

Certaines études en effet ont été réalisées aux laboratoires par François en 2004 (études menées en colonne), dont l'objectif était l'accélération de la dégradation et la stabilisation des déchets et par Berthe en 2006 (étude réalisée sur des pilotes expérimentaux dimensionnés à l'échelle semi industrielle), dont l'objectif était d'étudier l'impact du prétraitement mécanique et biologique et de la recirculation du lixiviat sur l'accélération de la dégradation des déchets en utilisant principalement la matière organique comme indicateur de dégradation et ou de stabilisation .

Les deux études en mis en évidence les effets de la recirculation sur la dégradation des déchets, et Berthe (2006) indique que le suivi de la matière organique en fonction du caractère hydrophobe des molécules semble être un indicateur pertinent de stabilité d'un système

Les avantages sont multiples:

- Une accélération de la production du biogaz ;

- Une diminution du temps de stabilisation, des déchets et donc une réduction de la période de post-exploitation ainsi que les risques environnementaux à long terme: pollution des nappes phréatiques ou dégagement de gaz à effet de serre (Grellier et al.,2003). Mais la maîtrise industrielle de ce procédé est loin d'être acquise : les phénomènes complexes qui se déroulent à l'intérieur des casiers restent mal connus et difficiles à mesurer (Couturier, 2003).

Les programmes de recherche initiés par SOLAGRO sur le Centre de Stockage de Montech qui a accueilli l'une des expérimentation les plus complète en France (Instrumentation in site, confinement intégral par membrane, recirculation des lixiviats), ont permis de confirmer l'élévation de température lors de la phase de remplissage, la non pertinence de la notion "Casier témoin" qui interdit toute interprétation hâtive de l'impact de la recirculation, la difficulté de mesurer les champs d'humidité interne.

Plusieurs programmes de recherche sur des différents sites expérimentaux aux Etats-Unis, Grande Bretagne et Suède, ont testé la recirculation des lixiviats au sein de la masse des déchets dont le but d'accélérer la fermentation et donc la détermination de la durée d'activité du centre et l'augmentation de la production de biogaz.

Les travaux de recherche ont mis en évidence l'importance de la phase initiale de l'enfouissement, où se déroulent des fermentations aérobies de type compostage, qui provoquent ainsi une hausse de température pouvant dépasser localement les 80 °C. Par la suite la température s'homogénéise lentement et décroît très lentement (Couturier,2003). Nombre de publications scientifiques démontrent que la recirculation des lixiviats, permet d'augmenter la vitesse de dégradation des déchets et la production de biogaz, ainsi que le suivi de leur recirculation après injection (Grellier et al. 2003). Mais les publications portent sur des pilotes de laboratoire, les casiers tests sont de petites tailles qui ne sont pas toujours démonstratifs (Couturier, 2003; François, 2004).

Le bioréacteur anaérobie est l'une des techniques les plus étudiées en France. Cette technique d'accélération de la biodégradation a été introduite dans la réglementation suite à l'Arrêté du 19 janvier 2006. Elle n'était auparavant utilisée qu'à titre expérimental (Berthe, 2006). Les travaux de recherches se sont concentrés sur la démonstration de la stabilisation des déchets en centre de stockage sous l'effet de la recirculation (François, 2004).

VEOLIA PROPLETE développe de nouvelles technologies de traitement et de valorisation il y a actuellement des CET type bioréacteur qui sont opérationnels par exemple le bioréacteur de Vergne.

Les expériences menées sur le site de Seven Mile Creek Landfill , FCR landfill, Emerald Park landfill permettent de définir les modes de fonctionnement optimum du Bioréacteur (CREED, 2000).

En conclusion, les résultats obtenus des filières bioréacteurs et PTMB en termes de stabilisation des déchets et de leur matière organique biodégradable restent difficiles à évaluer pour plusieurs raisons. Jusqu'à présent, la "stabilité" d'un déchet est encore mal définie. Aucune réglementation Européenne ou procédures normalisées d'évaluation de la stabilité d'un déchet solide n'existe (Joacio ,2006).

III.1.3.Types de centres de stockage des déchets rencontrés dans les PED

Les grands types de " Centre de stockage" rencontrés dans les PED répondent à trois stratégies :

III.1.3.1. Le stockage en casier étanche (Modèle 1), qui évite la génération d'effluents liquides et gazeux (dry tomb).

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 (Aina et al., 2006). Les risques dans ce cas ne sont pas maîtrisés, car la durée de vie réelle de la géomembrane n'est pas connue et l'efficacité des systèmes d'étanchéifications n'est pas garantie à long terme (Rowe (1993), Allen (2002), Baker (2001), Husen, 2002 rapporté par Aina, 2006).

Lagier (2002) confirme qu'une fissure de la couverture finale peut permettre l'infiltration d'eau non contrôlée causant ainsi une reprise de l'activité biologique, et générera des effluents liquides et gazeux qui pollueront l'environnement.

7 décharges " sèches " sont recensées par la banque mondiale en Afrique du sud, à Hong Kong, en Argentine, au Brésil et en Chili mais le mode d'exploitation n'est pas connu (Johanessen et al. 1999).

III.1.3.2. 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 récupérés, modèle appliqué dans les PED : 23 décharges de ce type sont recensées par la banque mondiale (Johanessen et al., 1999).

III.1.3.3. 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 (Johanessen et al., 1999).

Plusieurs décharges de ce type sont rencontrées en Amérique latine, et les Caraïbes (Aina, 2006), et Johannesburg en Afrique du Sud (Pugh et al., 2002)

Des recherches ont été menées sur quartes décharges en Tunisie et en Haïti par le CWBI, signale que la décharge reste suffisamment humide pour produire du biogaz en faible quantité et peu de lixiviats malgré un bilan hydrique négatif et une pluviométrie faible ou mal répartie et inférieure d'un facteur de deux à cinq aux données de l'évaporation potentielle (Aina, 2006).

III.1.4. 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.

III.1.4.1. Choix du site

En France d'après l'article 9 de l'arrêté du 09 septembre 1997 (relatif aux décharges existantes et aux nouvelles installations de stockage de déchets ménagers et assimilés) 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 (Art.10 et 11 du même Arrêté):

- 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 (Directive européenne n° 99/31/CE).

Des recherches ont été 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 (Environnement et Technique, 2008).

III.1.4.2. Conception du site

L'aménagement d'un site nécessite l'acquisition de données dans les domaines suivants (Billard, 2001b) : 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:

III.1.4.2.1. 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 (Cintec Environnement Inc., 2004).

La direction générale des ressources naturelles et de l'environnement de la région Wallonne (2007) regroupe dans son guide méthodologique dans l'intitulé est "Centre d'enfouissement technique " un ensemble d'informations nécessaire pour l'évaluation des incidences sur l'environnement afin d'aider le maître d'ouvrage à concevoir un projet le plus respectueux possible du milieu dans lequel celui-ci s'inscrit. 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, les biotopes, 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; et le

- Le transport.

III.1.4.2.2. 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 (Art.12, AR-FR/97).

En pratique, les casiers ont fréquemment des surfaces maximales allant de 5000 m² pour une petite décharge de 1,5 ha pour une grande décharge (ADEME et AMF., 1998). 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 (ADEME et AMF., 1998).

Les déchets sont entreposés dans un lieu confiné, sans échange avec les milieux environnant (eaux souterraines, sol et atmosphère) (Figure 6).

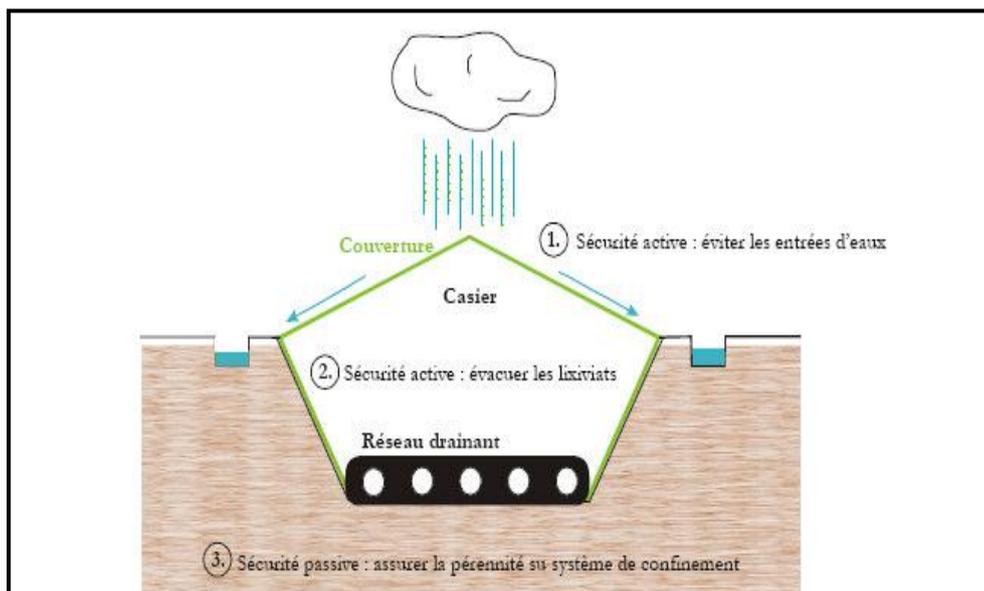


Figure 6 : Principe de confinement. (ADEME ,1999)

Entre le stockage de déchets et ces différents lieux, des dispositifs de sécurité sont aménagés sous forme de "barrières", passives et actives (Figure 7) qui sont imposées dans AR-FR/97 (Article 13 et 14) :

-Barrière passive constituée par la couche géologique naturelle, doit présenter de haut en bas, une perméabilité (k) inférieure à 10^{-9} sur au moins 1 m et inférieure à 10^{-6} sur au moins 5 m (CNIID, 2001).

-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 (CNIID, 2001).

- Une géomembrane ou un dispositif équivalent doit être étanche. (Article 14 AR-FR/97) ;
- Un drain en géosynthétique avec un facteur de sécurité de 3,0 (EPA, 1993), en fond de casier au dessus de la barrière (Moreau et Gosset., 2000) 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 géo synthétiques (Billard, 2001b) (Figure 9).
- La couche drainante et filtrante (EPA, 1993) est d'épaisseur minimale 30 cm et d'une perméabilité de 10^{-4} m/s de nature non calcaire (ADEME, 1995), granulaire (Sable avec une épaisseur minimale de la couche de 30 cm et de conductivité hydraulique minimale de 10^{-2} (Cabrel, 2002), 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.

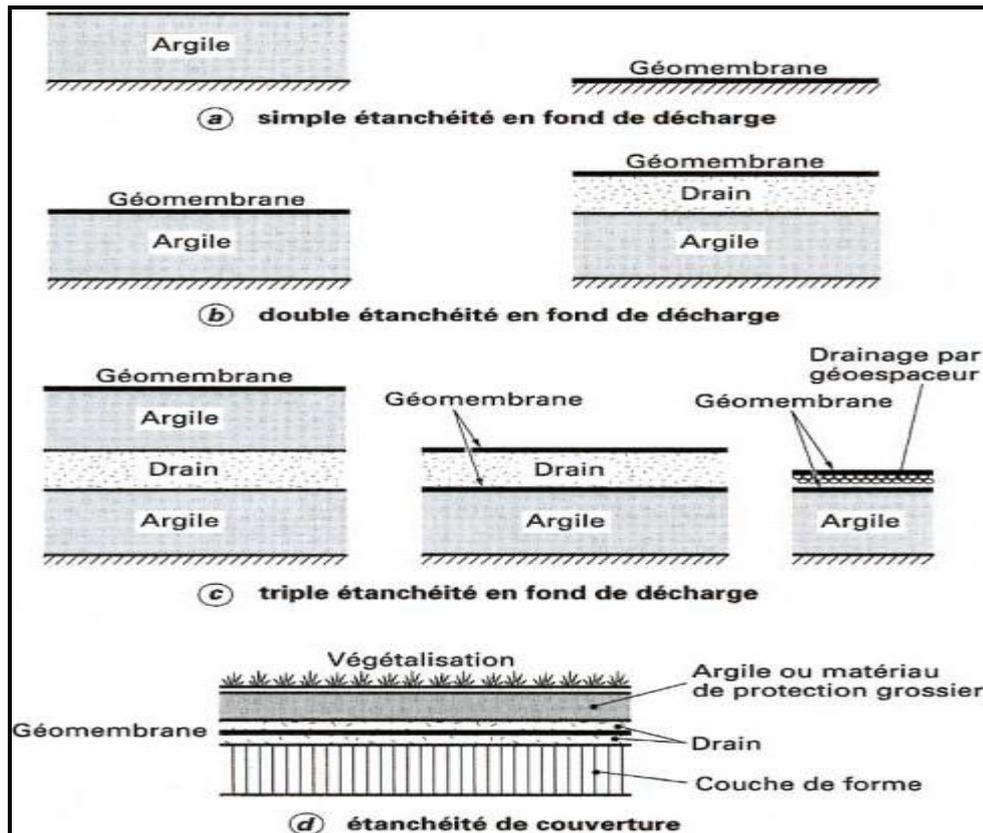


Figure 7 : Différentes combinaisons et structures d'étanchéité en fond et couverture de décharge. (Bordes ,1995)

Bordes (1995) informe des nouvelles tendances de la conception des nouvelles décharges et présente les recommandations Américaines et Allemandes (Figure 8). Précise que la géomembrane n'est qu'un élément de la structure retenue pour répondre au problème posé, mais que La solution choisie est différente.

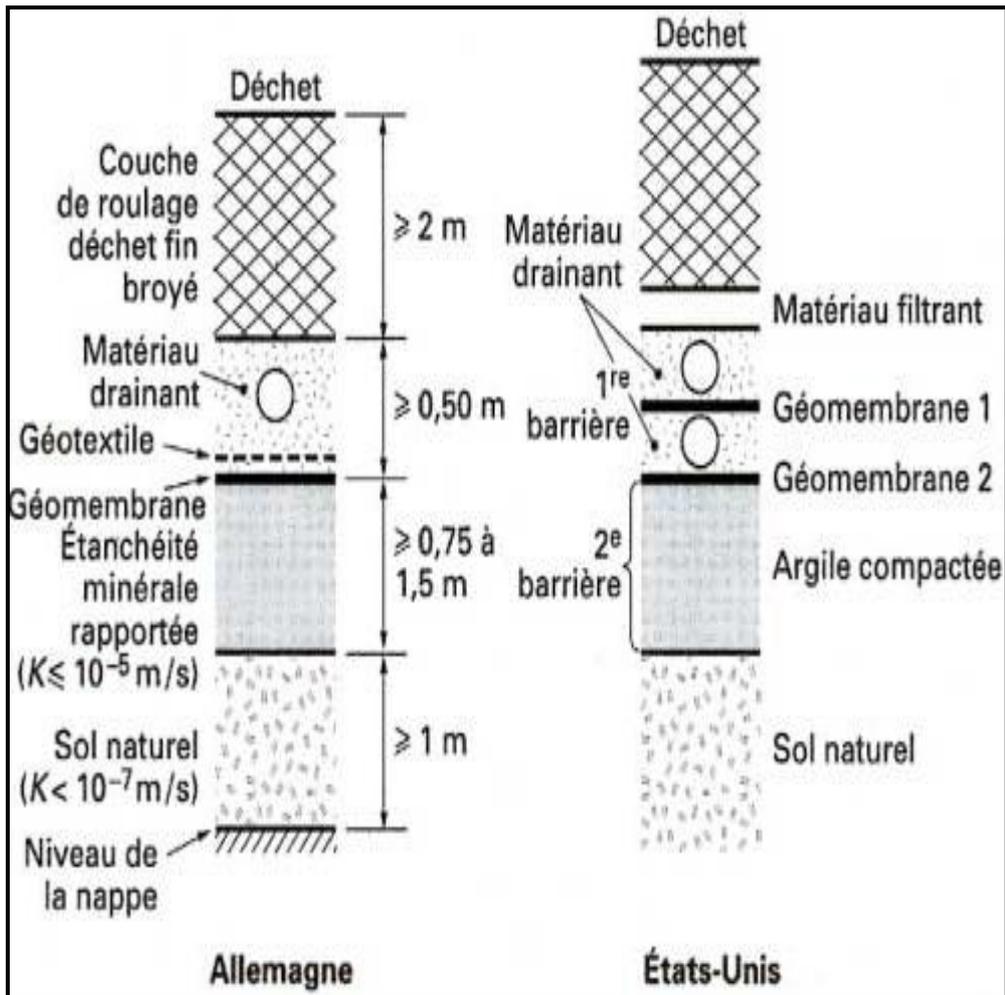


Figure 8 : Recommandations pour des étanches en fond de décharge. (Bordes ,1995)

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/m² ainsi que des drains et regards et vannes. (ADEME et AMF., 1998)

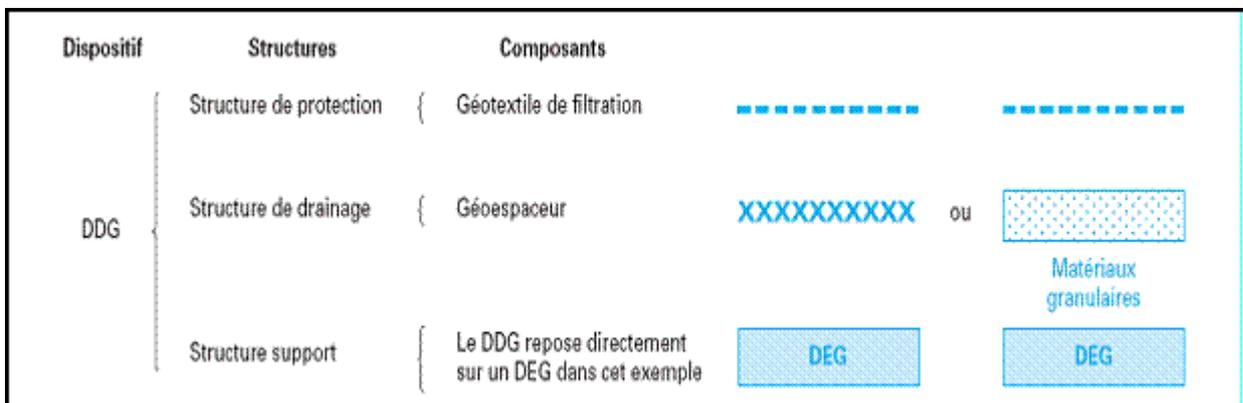


Figure 9 : Dispositif drainant géo synthétique. (Billard ,2001b)

III.1.4.2.3. Réseau de drainage des eaux de surface

Les eaux pluviales sont interceptées avant qu'elles ne rentrent en contact avec les déchets par un fossé extérieur de collecte qui ceinture l'installation de stockage surtout son périmètre (Art 16, AR-FR/97). Les eaux de ruissellement intérieures au site sont dirigées et collectées dans des bassins de stockage étanches (Art. 17, AR-FR/97). Des équipements de collecte et de stockage sont réalisés pour chaque catégorie de déchets faisant l'objet d'un stockage séparatif sur le site, avant traitement des lixiviats, et l'ensemble de l'installation de drainage et de collecte des lixiviats et, conçu pour limiter la charge hydraulique à 30 centimètres en fond de site et permettra l'entretien et l'inspection des drains (Art.18, AR-FR/97) ; la conception doit faire l'objet d'une étude qui est jointe au dossier de demande d'autorisation. Les articles 40, 41, 42, 43, AR-FR/97 traitent du contrôle des eaux et donnent les directives suivantes :

- Réalisation d'au moins trois puits de contrôle de la qualité des eaux aquifères susceptibles d'être pollués par l'installation de stockage;
- Réalisation d'au moins un puits de contrôle qui sera en amont hydraulique du CSD (Art.40);
- Etablissement d'un rapport circonstancié sur les observations obtenues en application du plan de surveillance renforcé (Art. 40);
- Mesure pH et analyse de la résistivité des eaux de bassins avant rejet (Art.42);
- Collecte de tous les éléments nécessaires pour le calcul du bilan hydrique (Pluviométrie, température, ensoleillement, humidité, relativité de l'air, direction et force des vents, relevé de la hauteur d'eau dans les puits, quantités d'effluents rejetés), dont le calcul doit être réalisé au moins une fois par an (Art. 43).

III.1.4.2.4. Système de drainage du biogaz

La collecte et le traitement du biogaz sont imposés dans les réglementations européennes et française (Directive européenne 99/31 CE et AR-FR/97).

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 (ADEME, 1999).

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 (Billard, 2001c). 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 mm (Billard, 2001c).

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 (Ademe, 2001)

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 (ADEME, 2001).

III.1.4.2.5. Captage et valorisation du biogaz

Pour la collecte du biogaz, constitué principalement de méthane et de dioxyde de carbone, les centres de stockage doivent être pourvus d'un réseau de puits verticaux , qui seront connectés par des tuyaux horizontaux qui acheminent le biogaz vers une installation de valorisation ou, à défaut vers une installation de destruction par combustion et c'est qui est préconisé dans l'article 19 de AR-FR/97, et la conception de l'installation de drainage, de collecte et de traitement doit faire l'objet d'une étude qui est jointe au dossier de demande

d'autorisation. L'article 44 de l'arrêté AR-FR/97, précise qu'après captage du biogaz, il faut analyser sa composition en particulier en ce qui concerne la teneur en (CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S et H_2O).

En cas de destruction par combustion, la température doit être au moins de 900 °C. L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe la fréquence des mesures de poussières et CO et donnent les valeurs suivantes :

- Poussières < 10 mg / Nm³; et
- CO < 150 mg / Nm³.

III.1.5. Exploitation du site

Dans un premier temps, il convient de définir les conditions d'admission des déchets, ce qui est préalable à l'exploitation du centre de stockage. L'exploitation en dehors de l'enfouissement consiste à collecter et à traiter les effluents produits par les déchets stockés : les lixiviats et le biogaz.

III.1.5.1. Critères et procédures d'admission des déchets

Selon l'article 7 de AR-FR/97, deux conditions obligatoires sont fixés pour l'admission des déchets dans une installation de stockage:

- La vérification de l'existence d'une information préalable ou d'un certificat d'acceptation préalable pour toute livraison de déchets;
- Le contrôle de non radiation du chargement.

L'article 4 de AR-FR/97, donne une liste des déchets admissibles, qui sont répartis en deux catégories (Annexe II).

Les déchets interdits sont : les déchets dangereux, les déchets d'emballages industriels et commerciaux, les déchets liquides et les pneumatiques usagés.

III.1.5. 2 Description de l'enfouissement

Un site d'enfouissement technique permet la disposition finale des déchets solides de façon sécuritaire en minimisant les impacts sur l'environnement (Cintec Environnement Inc., 2004). Il ne peut être exploité qu'un casier ou qu'une alvéole par type (origine) de déchets (Article 27 de AR-FR/97). Les déchets sont étendus en mince couches dans des cellules étanches et où ils sont nivelés, compactés et recouverts périodiquement avec de la terre ou un autre produit inerte pour limiter les infiltrations d'eau dans le déchet, et les nuisances dues aux envols de déchets et aux émanations de gaz. L'article 28 de AR-FR/97, précise que seule

les déchets mis en balles, qui ne seront pas compactés donc déposés en couches successivement, et recommande un recouvrement journalier de la zone exploitée du casier ou de l'alvéole afin de limiter l'envol des déchets légers. L'article 29, oblige l'exploitant à mettre en place un programme de surveillance de ses rejets.

III.1.5.3. Gestion des émissions liquides : lixiviats

La problématique "Eau" des installations de stockage est la préoccupation majeure pour l'aménagement et l'exploitation des sites. En effet l'eau constitue le principal vecteur de migration des pollutions stockées eaux souterraines et superficielles (Billard, 2001c). Les lixiviats générés par les centres de stockage sont en composition différents selon la nature des déchets stockés.

III.1.5. 3.1. Composition des lixiviats

Les lixiviats de décharge résultent de la percolation à travers le massif de déchets de l'eau contenue dans les déchets et de l'eau apportée par les précipitations (Billard, 2001c). Au cours de son transfert, l'eau se charge en polluants organiques et minéraux, présents sous formes solubles, particulaires ou colloïdale, via des mécanismes de transport des éléments, des mécanismes chimiques et des processus biologiques (Amokrane, 1994). La charge minérale des lixiviats provient du lessivage des déchets, mais également de la minéralisation des matières organiques (Gachet, 2005), c'est un effluent complexe dont le flux émis et la composition sont en relation avec de nombreux paramètres tels que les conditions climatiques, la pluviométrie, la nature et l'âge ou le mode d'exploitation (Lagier, 2000).

Le stockage des lixiviats est en général nécessaire durant la phase d'exploitation pour faire face aux pics pluviométriques. Leur production et leur composition varient de façon significative en fonction de plusieurs paramètres, dont (Cabrel, 2002):

- Le type de recouvrement;
- Le climat (précipitations annuelles et leur distribution temporelle, ensoleillement, évapotranspiration, température);
- Le ruissellement (fonction de la pente du recouvrement et du type de surface);
- La composition des déchets;
- La densité des déchets et leur teneur en eau lors de la mise en place;
- La qualité du recouvrement journalier et sa disposition;
- La profondeur du site.

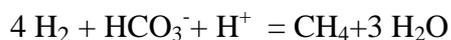
Malgré sa complexité, on peut distinguer quatre groupes de polluants caractérisent le lixiviat (Matejka, 1995) : la matière organique dissoute, les composés minéraux majeurs : sels, les composés organiques anthropiques (hydrocarbures aromatiques, phénols, composés aliphatiques chlorés...- concentration inférieure à 1mg.L^{-1}) et Les métaux lourds (Zn, cd, Cr, Cu, ni, Pb.....) - à l'état de traces.

III.1.5. 3.2. Genèse des lixiviats : Biodégradation et stabilisation des déchets

La composition des lixiviats est liée aux mécanismes physico-chimiques et biologiques se déroulant au niveau de la décharge.

Quatre phases sont distinguées (Borgés, 1988 ; Barrés et al., 1990 ; Moletta, 1993 dans Lanini 1998):

- **Hydrolyse** : les molécules complexes sont réduites en composés plus petits, solubles. Ainsi, les carbohydrates sont transformés en sucres simples, les lipides en acides gras à courte chaîne et les protéines en acides aminés et peptides. Cette étape peut se dérouler en aérobie partielle.
- **Acidogénèse** : les produits de l'hydrolyse sont dégradés en acides organiques légers (Acides Gras Volatiles), de l'ammoniaque (NH_3), de l'hydrogène et du dioxyde de carbone gazeux.
- **Acétogénèse** : Ces réactions transforment les AGV en acide acétique, hydrogène gazeux et dioxyde de carbone. Cette phase est réalisée par des microorganismes anaérobies.
- **Méthanogénèse** : L'acétate est converti en CO_2 et CH_4 . Les microorganismes méthanogènes sont strictement anaérobies. Ils nécessitent un environnement assez spécifique, qui rend cette dernière étape des processus de dégradation très dépendante des précédentes. Réactions chimiques (Gachet, 2005) :



Christensen et al.(2001) rajoute une dernière phase dite de "maturation-stabilisation", qui correspond à la fin de la méthanogénèse, où, entre autres, l'oxygène réapparaît dans le milieu.

De la même manière, d'autres auteurs ont découpé l'évolution des décharges en fonction de la production des gaz. Ainsi, quatre phases ont été identifiées (Cabrel, 2002) :

- Phase I** : Phase aérobie.
- Phase II** : Phase anaérobie non méthanogène.
- Phase III**: Phase anaérobie non méthanogène instable.

-**Phase IV** : Phase anaérobie méthanogène stable.

-**Phase V** : Phase terminale de maturation.

Et en terme de durée, les Phases IV et V, sont considérées comme étant les plus longues.

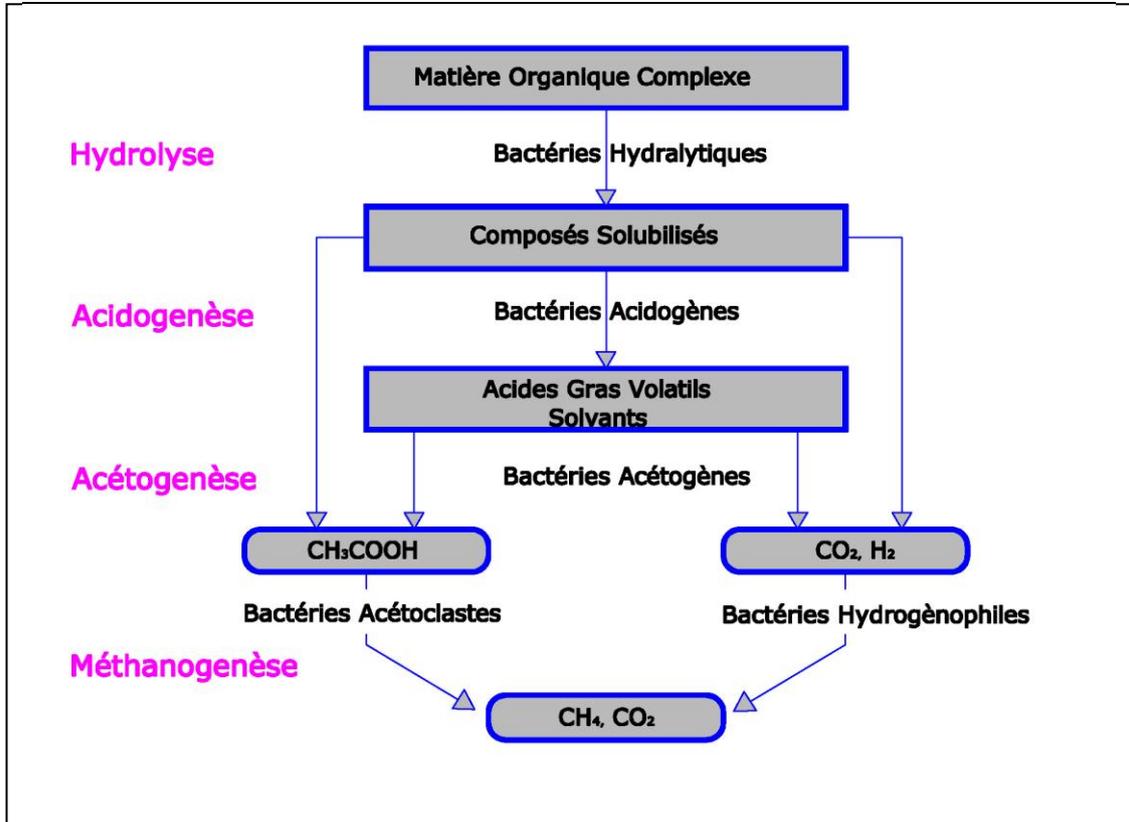


Figure 10 : Mécanismes Biologiques aérobie, anaérobie et physicochimiques dans un massif de déchets. (Billard, 2001c)

II.1.5. 3. 3. Drainage et collecte des lixiviats

La couche drainante a pour fonction de collecter et d'évacuer les lixiviats jusqu'au drains de façon à limiter la charge hydraulique à 30 cm, mais également de stocker une partie des lixiviats et d'écrêter ainsi le débit de pointe à évacuer par le système (ADEME, 1999), et la couche drainante en fond de casier doit être d'une épaisseur minimale de 50 cm (Annexe circulaire du 4 juillet 2002).

La collecte des lixiviats recueillis par le réseau de drain est assurée soit par un écoulement gravitaire ou dans un ou plusieurs collecteurs, soit par pompage à travers un regard dans une fosse d'accumulation placée au point bas du casier. Des puits en buses béton ou PEHD (polyéthylène haute densité) collecteront le lixiviat et seront stockés dans un bassin.

III.1.5.3. 4. Traitement des lixiviats

Les articles (35 et 37) de AR-FR/97, relatif aux installations nouvelles de stockage des déchets, fixe les conditions de traitement des lixiviats interdits le rejet dans le milieu naturel (Art.35), et fixe à l'Annexe II des normes minimales.

Le traitement dans une station d'épuration collective, urbaine ou industrielle ou le raccordement à une telle station, n'est envisageable que dans le cas où celle-ci est apte à traiter les lixiviats dans de bonnes conditions (Art.37).

Le Tableau 13, donne les avantages et les inconvénients de chaque catégorie de procédés de traitement des lixiviats et les sous produits qu'elles génèrent.

Tableau 13: Procédés de traitement des lixiviats. (Billard, 2001c)

	PROCEDES	AVANTAGES	INCONVENIENTS	SOUS-PRODUITS
Procédés biologiques	Lagunage aéré	Elimination de la DBO ₅ et de l'azote	Dénitrification difficile, encombrement important	Boues biologiques en excès
	Boues activées	Elimination de la DBO ₅ et de l'azote global	Consommation énergétique pour l'apport d'oxygène	Boues biologiques en excès
	Bioréacteur à membranes	Elimination de la DBO ₅ , azote, DCO résiduelle, MES, bactéries, virus Faible encombrement	Consommation énergétique	Boues biologiques en excès
	Culture fixée	Elimination de la DBO ₅ et de l'azote Faible consommation énergétique	Faible rendement épuratoire	–
Procédés physico-chimiques	Coagulation-floculation	Débit de traitement Réduction de 40 à 50 % de la DCO dure Agglomération des MES	Production importante de boues (20 % du volume traité)	Boues
	Précipitation	Précipitation des métaux, diminution des MES, élimination d'une partie de la matière organique	Production des boues d'hydroxydes métalliques	Boues
	Filtration sur charbon actif	Elimination de la DCO résiduelle, réduction des organo-halogènes et de la couleur	Renouvellement des absorbeurs	–
	Ozonation (H ₂ O ₂ et / ou UV)	Elimination de la DCO dure, décolorisation et augmentation du caractère biodégradable	Sensible aux variations de charges. Consommation énergétique	–
Procédés thermiques	Evaporateur	Concentration maximale de la pollution Utilisation du biogaz	Dissipation partielle à l'atmosphère Dépend de la qualité et de la quantité du Biogaz	Concentrat.
	Evapocondensateur	Concentration maximale de la pollution et condensation des vapeurs Utilisation du biogaz	Dépend de la qualité et de la quantité du biogaz	Concentrat.
	Sécheur isoflash	Elimination de la charge polluante du lixiviat Utilisation du Biogaz	Dépend de la qualité et de la quantité du biogaz	Extrait sec pulvérulent
Procédés membranaires	Nanofiltration	Rétention de la DCO dure, des sels, des métaux	Consommation énergétique	Rétentats de nanofiltration
	Osiose inverse	Rétention de la DCO dure, des sels, des métaux et des nitrates	Consommation énergétique	Rétentats d'osiose (saumures)
Autre	Traitement en station d'épuration externe	Pas d'investissement sur le site	Coût parfois très élevé Dépendance à un "tiers traiteur" Solution non pérenne	–

III.1.5.4. Gestion des émissions gazeuses : le biogaz

La gestion du biogaz des décharges a pour but de maîtriser les impacts sur l'environnement et les risques pour les personnes et les biens (ADEME, 2001).

III.1.5.4.1. Mécanisme de production du biogaz

La production de biogaz est un phénomène naturel et provient de la fermentation de la matière organique (Chassagnac, 2005) (Figure 13). Au départ l'oxygène et l'azote ainsi que le gaz carbonique produit par la dégradation de la matière organique sont les composants essentiels. La production de biogaz atteint un maximum puis décroît et dure plusieurs dizaines d'années. Dès que la production de biogaz devient très faible, l'air pénètre à nouveau dans le casier et le reste des matériaux biodégradables, les fermentations produiront du gaz carbonique.

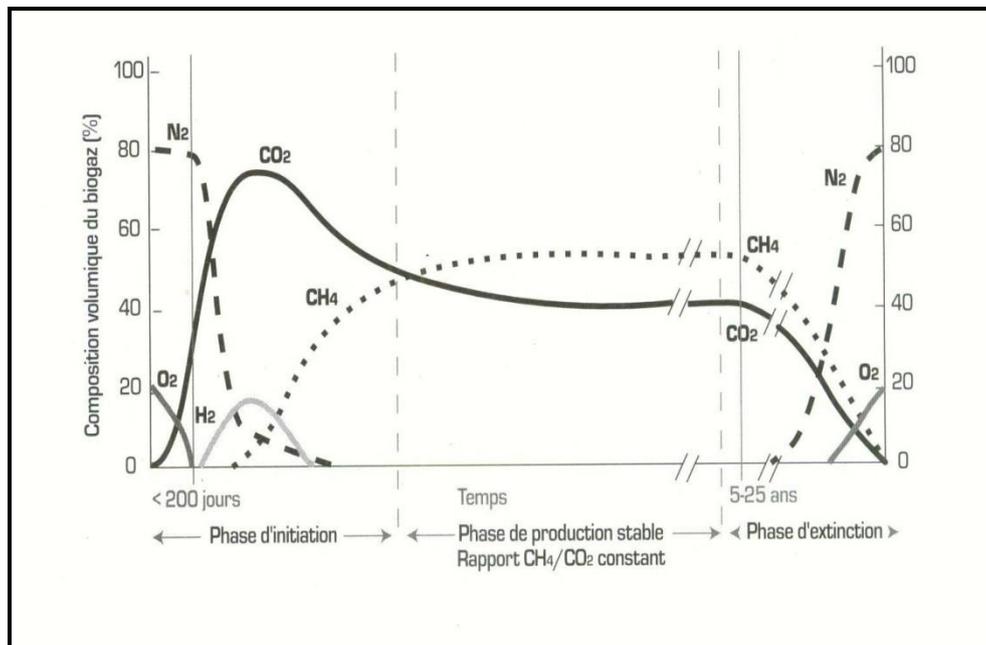


Figure 11: Evolution de la composition gazeuse d'une décharge. (ADEME, 2001).

Le potentiel calorifique du biogaz de décharge, est estimé à 5,9 KWh/m³, soit les deux tiers du gaz naturel, si la concentration volumique de méthane dans l'atmosphère est comprise entre 5,3 et 14 %, il y a risque d'inflammabilité, et il y aura risque d'exploitation dans un volume fermé, dont la limite supérieure d'inflammabilité passe à 15 % (Billard, 2001c).

III.1.5.4.2. Traitement du Biogaz

a) Combustion

Le traitement du Biogaz par combustion est fait par l'intermédiaire d'une torchère. Deux types de torchère existent actuellement :

- La torchère à combustion externe ou à flamme qui dépasse le fût, et dans laquelle le gaz est incinéré à une température de 800 à 850°C;
- La torche à combustion interne ou à la flamme, se situe dans un fût de 6 à 8 m de haut et dans laquelle le gaz est incinéré à environ 1000°C. Le temps de rétention du gaz est supérieur à 0,3 secondes, ce qui permet une destruction complète des hydrocarbures halogénés.

b) Valorisation

Différents types de valorisation sont envisageables :

- La production d'électricité;
- La production de chaleur;
- La vente du gaz.

AR-FR/97 impose la collecte et le traitement du biogaz afin de protéger l'environnement par la réduction des nuisances olfactives et émissions de gaz à effet de serre, afin d'assurer la sécurité du site (incendie, asphyxie). De plus pendant l'exploitation, l'analyse du biogaz permet de quantifier l'air extérieur infiltré qui contribue à la dilution du biogaz (TSM, 2000, dans Gachet, 2005).

III.1.5.5. Contrôle des nuisances

Plusieurs mesures de contrôle existent pour limiter les inconvénients pour les populations avoisinantes et réduire l'impact sur l'environnement :

- Les articles 20 et 21 de AR-FR/97 exige que le centre de stockage doit être équipé par un grillage en matériaux résistants d'une hauteur minimale de 2 mètres, muni d'un portail fermant à clef interdira l'accès de la décharge en dehors des heures d'ouverture (Art.3 de l'Instruction technique du 11 Mars 1987, relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. Mise en décharge contrôlée ou Centre d'Enfouissement Technique de Résidus Urbains);
- L'article 20 AR-FR/97 exige la propreté des voiries;

- Les articles 30, 31, 32,33 et 34 s'intéressent aux nuisances provoquées par l'exploitation;
- Les articles 35, 36, 37 s'intéressent au non rejet des lixiviats dans le milieu naturel ; leur dilution et leur épandage sont interdits;
- l'article 39 oblige la mise en place d'un programme de surveillance des rejets ; l'article 40 impose l'installation autour du site d'un réseau de contrôle de la qualité du ou des aquifères susceptibles d'être pollué par l'installation de stockage ; l'article 41 exige la mise en place d'un plan d'action et de surveillance.

III.1.5.6. Post exploitation et fermeture du site

Dès la fin de comblement d'un casier, une couverture finale est mise en place pour limiter les infiltrations dans les déchets et limiter les infiltrations d'eau vers l'intérieur de l'installation de stockage (Art.47, de l'Arrêté du 09 Septembre 1997). Cette couverture multicouche qui comprend:

- Une première couche de remblai de 30 cm, une géomembrane;
- Une seconde couche de remblai, une couche de terre organique afin de favoriser l'apparition de la végétation disponible sur le site.

Tous les aménagements non nécessaires au maintien de la couverture du site, à son suivi et au maintien en opération des dispositifs de captage et de traitement du biogaz et de lixiviats sont supprimés et la zone de leur implantation est remise en état (Art.48, de AR-FR/97). La clôture du site est maintenue pendant au moins 5 années (Art.48). Des contrôles de routine sont exigés pour détecter un éventuel dysfonctionnement durant l'activité sur le site (Art.45 et 46, de AR-FR/97).

Après la fermeture du Centre de Stockage de Déchets, un programme de suivi est prévu pour une période d'au moins (30 ans) (Art.51 de AR-FR/97), et cinq ans après le démarrage de ce programme, l'exploitant adresse un mémoire sur l'état du site accompagné d'une synthèse des mesures effectuées depuis la mise en place de la couverture finale.

La directive européenne 99/31 CE, impose la mise en place d'une période de suivi post exploitation aussi longtemps que la décharge est susceptible d'entraîner un danger pour l'environnement. Le programme de suivi des rejets et des effets sur le milieu récepteur comprend un suivi des lixiviats, du biogaz, des eaux de ruissellements et des eaux souterraines et un suivi de l'air ambiant (Billard, 2001a). Le même auteur insiste sur l'analyse de l'air ambiant et le contrôle de l'efficacité des systèmes de captage et de confinement ainsi que les paramètres de combustion tels que la température de flamme. Le suivi du tassement

est important du point de vue de la sécurité (stabilité des talus) et d'un point de vue économique (capacité de stockage ultime, optimisation de la durée d'exploitation (Olivier, 2003).

III.2. Paramètres de suivi des Centres de Stockage des déchets

III.2.1. Paramètres de suivi des déchets

III 2.1.1. Méthode de caractérisation des déchets urbains

La forte hétérogénéité des déchets provient d'une multitude de paramètres : le lieu géographique, le climat, la saison, la situation économique, la structure de l'habitat, les équipements collectifs, le niveau de vie de la population, cette hétérogénéité est la source de la difficulté à trouver des solutions optimales de traitement (Charnay, 2005).

La connaissance de la composition des déchets ménagers et assimilés permet de choisir les techniques, le mode de traitement ou d'élimination, un gain d'efficacité et une meilleure maîtrise des coûts. Les déchets ménagers sont hétérogènes, leur composition physique est définie en regroupant les différents constituants en catégories qui présentent une certaine homogénéité.

Plusieurs études se sont intéressées à la caractérisation physique des déchets par catégorie.

Synthétisée par Aina (2006), l'analyse de la composition d'un déchet est très variable d'une étude à une autre :

*Morvan (2000) sépare en sous famille les composés comme les métaux (ferreux et autres), les plastiques (films ou non), et les fines (inférieures à 20 mm ou entre 8 mm et 20 mm);

*Chiampo et al, (1996) regroupent certaines familles comme le papier et le carton, le textile et le cuir ou encore le verre, les métaux et les inertes;

* Barlaz et al. (1990) et Bota, (2002) séparent les déchets alimentaires des déchets verts,

*Kolscha (1995) a proposé une classification basée sur le concept du modèle "Matériaux fibreux", il considère sept classes de matériaux suivant leurs caractéristiques de renforcement : papier carton, matériaux synthétiques lisses (feuilles, caoutchouc, cuir, textile),matériaux synthétiques durs (plastiques, cuir dur), métaux, minéraux (verre, céramique, sol),bois et résidus putrescibles;

* BSWM (Bureau of Solid Waste Management) subdivise les déchets en neuf catégories, déchets alimentaires, déchets verts, papiers, plastiques, caoutchouc, cuir, textile, bois, métaux, verre, cendres, roches, terres.

Dés 1990, Lantra et Clark ont proposé d'adopter un système de classification universel. Mais ces tentatives sont rendues difficiles par le fait que les pratiques évoluent sans cesse et des rythmes différents (Olivier, 2003).

III 2.1.1.1. Echantillonnage

L'échantillonnage peut être réalisé chez l'habitant afin de connaître la composition des ordures ménagères réellement produite (Aloueimine et al, 2005 a et b]) sur les sites de transit, pour déterminer la composition des déchets urbains (avec considération du secteur informel qui recycle une partie des déchets produits (Charnay, 2004).

Il est proposé de prélever le contenu d'une grande poubelle lors du vidage de la benne sur son lieu de déversement. Il est nécessaire de réaliser des campagnes de caractérisation à différentes périodes de l'année, vu la variation de manière importante de l'alimentation selon les saisons.

Pour une ville de 200.000 habitants, la division de la ville en secteurs (niveau élevé, moyen ou bas) et l'analyse de 5 échantillons est recommandée.

Le protocole général nécessite, en premier lieu que la ville soit divisée en secteurs homogènes selon le niveau de vie et le type d'activité des habitants, et les échantillons doivent être sélectionnés à partir des différents secteurs d'une manière aléatoire.

- **1^{ère} proposition** : le contenu intégral de la benne d'ordure soit sélectionnées et prélever 10 godets au hasard d'un poids unitaire de 50 Kg environ à l'aide d'une pelle mécanique pour constituer un échantillon à trier de 500 Kg environ (poids préconisé par le MODECOM).
- **2^{ème} proposition** : de prélever le contenu d'une grande poubelle lors du vidage de la benne sur son lieu de déversement et de répéter cette opération sur plusieurs bennes provenant du même secteur jusqu'à l'obtention d'un échantillon de l'ordre de 500 Kg.

a) Représentativité d'un échantillon

D'après les normes AFNOR, "un échantillon est représentatif lorsque pour une propriété ou des propriétés que l'on veut mesurer, il manifeste les mêmes caractéristiques que la matière dont il est issu " (Pineau et al., 1996 dans Lanini, 1998).

La représentativité est souvent une notion qualitative, empirique. Plus la taille de l'échantillon est importante, plus il est représentatif. Certains préconisent des prélèvements dont la taille est au moins trois fois plus grande que celle de leur plus grand composant (Lanini, 1998). La taille de l'échantillon a une influence fondamentale sur la précision des estimations réalisées sur les caractéristiques de la population mère. Elle est déterminée par la loi de Bernoulli qui fait intervenir trois paramètres : sa représentativité, son homogénéité, et sa précision. Des niveaux d'incertitudes sont fixés 0,5, 0,6, 0,7, et la formule de calcul de la taille de l'échantillon est la suivante :

$$n = \frac{1,96^2 \cdot N}{1,96^2 + L^2 (N-1)}$$

Avec n = Taille de l'échantillon

N = Taille de l'univers investigué correspondant à la masse totale quotidienne de déchets entrants.

L = Largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur

III.2.1.1.2. Tri par Taille

Le tri peut être réalisé soit sur déchets humides [ADEME, 1993], soit sur déchets séchés à 80°C [Norme Afnor NFX 30-466, 2005]. Les déchets sont séparés par taille, généralement en 4 fractions (supérieure à 100 mm, 20-100 mm, 8-20 mm et inférieure à 8 mm) (Francois, 2004). Le tri se fait conformément au MODECOM. Les déchets sont séparés, selon plusieurs tranches à l'aide d'un tamis granulométrique.

Tous les éléments ne passant pas au travers des mailles de 100 mm sont triés selon les différentes catégories retenues. Par contre, la fraction 20-100 mm peut-être réduite à environ 1/8 par quartage puis triée. Les éléments fins sont récupérés lors des deux opérations de criblage / tri. Les résultats sont exprimés en % par rapport à la masse totale initiale en général humide. Le protocole d'expertise recommande le séchage préalable des déchets pour des raisons d'hygiène d'autres granulométries ont été utilisées dans certaines études comme le diamètre de 40 et 80 mm (François, 2004).

III. 2.1.1.3. Tri par catégorie

La classification la plus répandue à ce jour, le mode de caractérisation des déchets ménagers (MODECOM), élaboré en France par l'ADEME en 1993 et reprise dans la norme française XP X 30-408 (AFNOR, 1996) et validé au niveau Européen, vise à déterminer la

composition des ordures ménagères brutes (sans collecte sélective) en terme de catégories et de sous catégories, de sorte qu'il soit possible d'estimer directement le pourcentage des composés.

Les principales familles (ou catégories) de déchets sont les suivantes : putrescibles, papiers, cartons, complexes, textiles, textiles sanitaires, plastiques, combustibles non classés, verre, métaux, incombustibles non classés et les déchets spéciaux (MODECOM, 1993).

D'autres méthodes avec des nombres de catégories différents que MODECOM peuvent être trouvées. Buenrostro et Bocco (2003) ont donné la composition des déchets suivant 7 catégories, Mohee (2002) en a défini 8, Thogersen (1996) s'est intéressé à deux catégories de déchets : les fermentescibles issus des refus de cuisine et les emballages.

L'étude de caractérisation des déchets suivants les principales catégories est indispensable dans certains cas où on ne dispose pas de données de référence pour le pays considéré (Aloueimine et al. 2005-b)

L'ADEME en 2004 a réactualisé les résultats de la campagne de caractérisation des OM de 1993 en identifiant 13 catégories et 33 sous-catégories (ADEME, 2005a).

III. 2.1.2. Caractéristique physique des déchets urbains

III. 2.1.2.1. Densité de déchets, ρ T/m³

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 (Olivier, 2003).

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 (Olivier, 2003).

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 (Bellenfant, 2001).

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 ρ en T/m³ des déchets entrants varie selon la nature des déchets en fonction des pays (Tableau 14).

Tableau 14 : Densité des déchets entrants dans les PED et les pays industrialisés.

Pays	Burkina Faso	Maroc	Tunisie	Colombie	Pakistan	Malaisie	France
Réf.	Aina, 2006	Aina, 2006	Aina 2006	Aina, 2006	Aina 2006	Charnay 2004	-
Densité T/m³	0,63	0,35	0,3	0,3	0,13	0,24	0,2

La densité en moyenne est plus élevée dans les PED que dans les PI à cause de la proportion importante de matière fermentescibles et d'humidité dans les déchets, constituants plus lourds, (Charnay, 2005).

III. 2.1.2.2. Teneur en eau : Humidité, H%

L'humidité est un paramètre déterminant pour fixer les conditions d'exploitation d'une décharge, permet d'évaluer certains paramètres d'exploitation comme l'aptitude au compactage, l'épaisseur des couches de mise en dépôt, la durée minimale avant recouvrement (Aina, 2006).

Elle dépend du climat, de la saison et de la composition des déchets, participe à la détermination du bilan hydrique du Centre de Stockage de déchets.

La teneur en eau est tout aussi variable, pouvant passer de quelques pourcents (plastique, papier, etc...) à plus de 75 % (rapport à la masse solide) s'agissant de fruits et légumes (Olivier, 2003).

Des analyses de l'humidité des déchets dans quelques PED sont présentées dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Humidité des déchets urbains (Charnay, 2005).

Pays	Borkina Faso	Chine	Corée	Ghana	Maroc	Mauritanie	Liban
Réf.	Follea et al, 2001	Wei et al, 2000	Shin et al, 1997	Asomani-Boatens et al, 1996	Begnaud et al, 1990.	Alouemine et al, 2005	El – Fadel et al, 2002
H %	40 - 60	60 - 80	70 - 78	70 - 95	60 - 70	9	60 - 75

On remarque que la variation du taux d'humidité passe de 40 à 95 %, cela est du à la nature des déchets, constitués en forte proportions de matière organique (fruits et légumes) et

atteint un taux plus faible en Mauritanie (9 %), cela est dû au climat saharien, à la faible proportion des fermentescibles (donnée aux animaux) et une faible teneur en humidité.

Il existe plusieurs façons d'exprimer H% : % (v/v) en volume d'eau par volume total, % (MS) en masse d'eau par masse sèche, % (MB) en masse d'eau par masse humide, en relation avec les états solide et humide du déchet (Olivier, 2003)

III. 2.1.2.3. 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 (Olivier, 2003). Il fournit 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 (Bellenfant, 2001):

- 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 où les déchets sont compactés et biodégradés par la perte de gaz et de l'eau. Et son ordre de grandeur est de $0,006 \text{ m}\cdot\text{mois}^{-1}$ pendant 6 ans (Ling et al; 1998);
- 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 physico-chimiques 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 perd 10 à 25 % de sa hauteur totale sur plusieurs décennies, l'essentiel se fera durant les 5 premières années (Bellenfant, 2001).

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 12 et 13 ci-dessous.

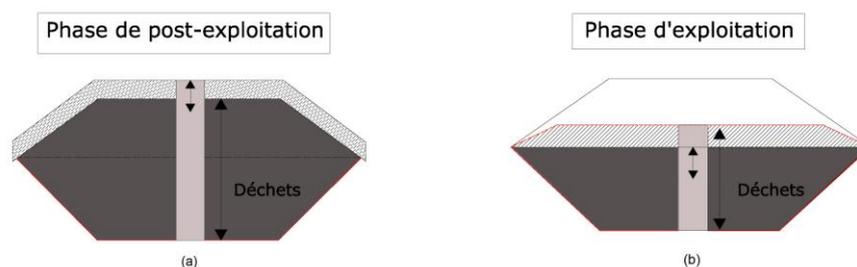


Figure 12 : Casier de stockage (a) en phase d'exploitation (b) en phase de post exploitation. (ADEME et LIRIGM ., 2005).

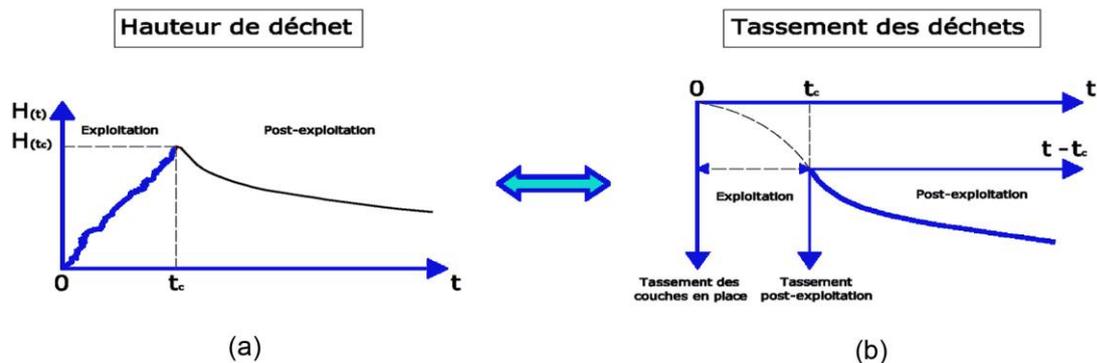


Figure 13 : Evolution (a) de la hauteur de déchet (b) du tassement de surface associé au cours des phases d'exploitation et de post-exploitation d'un CSD (ADEME et LIRIGM., 2005).

III 2.1.2.4 Capacité de rétention, C_r %

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 $200 \text{ l}\cdot\text{m}^{-3}$ (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% (Oweis et al., 1990). 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 m₃ de l'eau comprise dans les déchets).

*Teneur en eau maximale :

la teneur en eau à saturation est de 50 à 60 % (Korfiatis et al., 1984).

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 (Bellenfant, 2001).

Elle est égale à 0,035 d'après Schroeder et al. (1994), varie de 0,006 à 0,012 (v/v), d'après Zeiss (1997) et égale à 0,17 (v/v) d'après Zornberg et al. (1999)(Bellenfant, 2001)

III. 2.1.2.5. 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 (Bellenfant, 2001).

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 (Gachet, 2005).

III. 2.1.2.6. Perméabilité, K (m/s)

Cette valeur correspond à la conductivité hydraulique (coefficient de perméabilité de Dracy, 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)

$$Q : \text{débit (m}^3/\text{s)} = S \cdot I$$

Surface (m²) 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.

III.2.1.3. Caractérisation chimique des déchets

La caractérisation chimique des déchets est déterminée sur un échantillon de déchet uniforme (représentatif), qui est obtenu après séchage et broyage (François, 2004).

III.2.1.3.1. Teneur matière organique, MO % (ou perte au feu, PF% ou solide volatile MVS%)

La mesure de la teneur en matière organique renseigne sur la pollution organique présente dans un déchet.

D'après les résultats obtenus par l'Ademe (1999a), la teneur en solide volatil présente dans un déchet ménager est égale à 59 %, cette valeur varie selon la catégorie des déchets : les putrescibles contiennent 82 %, les papiers - cartons 82 %, les plastiques 92 %, les textiles 90 % et le bois 84 %, les autres composants type INC, verre, métaux, contiennent de faibles pourcentages. Chiampo et al en 1996 rapporté par François (2004) ont aussi mesuré une teneur en solides volatils égale à 12,6 % pour un déchet de 12 ans.

La différence entre ces valeurs est fortement liée aux conditions initiales de chaque site (composition, enfouissement), mais aussi au type de protocole appliqué pour mesurer la teneur en matière organique (François, 2004).

Charnay (2005) a réalisé plusieurs analyses sur des déchets sèches, broyés et calcinés à 550°C pendant 4 heures au four. La teneur en matière organique a été évaluée par la différence de pesées entre la masse du déchet sec et la masse du déchet calciné, néanmoins elle précise que la durée de chauffage est variable d'après certains auteurs (20 minutes Boda (2002), 2 heures Kelly (2002) et 60 heures pour Chiampo et al (1996).

III.2.1.3.2. Teneur en carbone organique, C mg ou g /Kg (MS)

La teneur en carbone organique continue dans le déchet, est liée à son état de dégradation. Cette valeur évolue au cours de la dégradation, une partie du carbone sera lixivié, relargué sous forme de biogaz (François, 2004). Une corrélation entre la matière organique et le carbone organique a été mise en évidence par Chiampo et al. (1996) rapportée par François en 2004 sur des déchets situés à différentes profondeurs dans la décharge ; ils ont trouvé que les valeurs de mesures de carbone organique effectuées ont indiqué des valeurs 2 fois plus faibles que celles de la matière organique.

Le carbone organique constitue une part importante des ordures ménagères mais il n'existe que peu de données quantitatives et qualitatives sur son devenir dans la décharge. Une partie est minéralisée et quitte la décharge sous forme de biogaz (CO₂, CH₄) ou dans le lixiviat (HCO₃⁻), mais l'autre partie reste sous forme de carbone organique et peut lorsqu'elle est soluble, se retrouver dans les lixiviats (Lagier, 2000).

III.2.1.3.3. Teneur en cellulose

Les déchets ménagers contiennent initialement 40 à 50 % de cellulose, en majorité présente dans le papier et carton, 10 à 15 % de lignine et 12 % d'hémi cellulose (Wang et al, 1994 dans François, 2004). La teneur en cellulose mesurée sur des déchets d'âges différents peut atteindre des valeurs élevées pour un déchet de 4 ans (de l'ordre de 45 %) alors qu'elle est de 5 % pour un déchet de 11 ans (François, 2004). Le pourcentage de cellulose varie avec l'état de dégradation du déchet.

III.2.1.3.4. Teneur en métaux lourds

La gamme de variation de ces métaux lourds donnée par certains auteurs et résumée par Aina, (2006) : cette variation peut aller de 1,5-44 mg/Kg pour le cadmium, 21-747 mg/Kg pour le chrome, 75-1048 mg/Kg pour le cuivre, 0,1-5 mg/Kg pour le mercure, 15-200 mg/Kg pour le nickel, 100-883 mg /Kg pour le plomb et 380 à 267 mg /Kg pour le zinc dans le déchet sec.

Les sources principales des métaux lourds dans les composants urbains sont souvent communs aux déchets urbains (Charnay, 2005) : piles (Hg, Zn, Pb, Cd), peintures (Cr, Cd, Pb), plastiques (Cd, Ni, Zn), papiers-cartons (Pb), composants électroniques (Pb, Cd), céramiques, cosmétiques.

Le principal vecteur de transport des métaux est le lixiviat (Lagier, 2000), et le même auteur souligne qu'il est possible d'estimer le bilan des quantités de métaux sortant d'une décharge à partir des mesures de concentrations des différents métaux dans les lixiviats et des calculs de débits.

Ehrig (1983) rapporté par Lagier en 2000, donne un ordre de grandeur des concentrations de métaux lourds présents dans les lixiviats des décharges en phase méthanogène en moyenne les résultats de 20 décharges situées en Allemagne. Les concentrations moyennes (en µg.L⁻¹) sont les suivantes : Cd (5), Cr (275), Cu (65), Pb (87), Ni (166) et Zn (840).

Remarque : la libération des métaux lourds par l'oxydation de la matière organique et les sulfures métalliques est possible durant la phase de maturation des déchets à cause d'une entrée

d'air, d'une infiltration d'eaux associée à une faible production de biogaz et une couverture légèrement perméable (François, 2004)

III.2.2. Paramètres de suivi de la composition du lixiviat

III.2.2.1. Composition du lixiviat et évolution au cours du temps

Le suivi du lixiviat, comprend un suivi de la composition, afin de déterminer le stade d'évolution de la décharge et identifier les facteurs physico chimiques. Gachet (2005), résume les paramètres ainsi que l'intérêt des mesures qui nécessitent un suivi régulier (Tableau 16).

Tableau 16 : Intérêts du suivi de certains paramètres des lixiviats.
[Reinhart & Townsend, 1998 ; Munoz et al,2003].

PARAMETRES	INTERETS DE LA MESURE
pH	Etape de dégradation des déchets – Déroulement de la méthanogène
Conductivité, Cl⁻	Evolution du lessivage des sels – Accumulation des chlorures sous l'effet de la recirculation
MES	Effet de filtration des lixiviats par les déchets
COT, DCO, DBO₅	Suivi du carbone organique dissous et de sa biodégradabilité
NTK, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻	Bilan azote – Effet inhibiteur potentiel de l'ammoniaque
Total P, PO₄³⁻	Bilan phosphate – Teneur en nutriments dans le lixiviat
Total S, SO₄²⁻, HS⁻	Inhibition de la méthanogenèse - Colmatage
CO₃²⁻, HCO₃⁻	Colmatage, effet tampon
Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al	Seuil de rejet imposé par la législation Française – Colmatage (Fe, Mn)
AGV	Suivi des étapes de biodégradation – Inhibition de la méthanogénèse
Ca, Mg, Na, K	Inhibition de la méthanogenèse - Colmatage

Selon Millot et Ramade rapporté par Berthe en 2006, la composition des lixiviats, n'est pas constante au cours du temps, elle évolue en fonction de l'état de dégradation des déchets (Tableau 17).

Tableau 17 : Classement de lixiviats selon l'âge de la décharge. (Millot ,1986; Ramade, 1998)

	Lixiviats jeunes	Lixiviats intermédiaires	Lixiviats stabilisés
Age de la décharge	< 5 ans	5 à 10 ans	> à 10 ans
pH	< 7	= 7	> 7
DCO (g O₂.L⁻¹)	> 20	3 à 15	< 2
Biodégradabilité (DBO₅/DCO)	Moyenne > 0,3	Assez faible 0,1 à 0,3	Très faible < 0,1
Concentrations en acides organiques	Forte > 80% du COD	Moyenne 20 à 30% du COD	Nulle
Charge organique	Prédominance des acides gras volatils	Réduction des acides gras volatils	Prédominance des macromolécules
Profil en GLC (chromatographie liquide sur gel)	Rareté des composés de haut poids moléculaire (PM)	Mélange de composés organiques de PM > 500Da et de faible PM	Prédominance comp. organiques de PM élevés (>5000Da)

D'après les différents paramètres donnés par Millot (1986) et Ramade (1998), un lixiviat jeune âgé de moins de 5 ans se situerait en phase d'acidogènes, un lixiviat intermédiaire dont l'âge serait compris entre 5 et 10 ans correspondrait à la mise en place des phases d'acétogénèse et de méthanogénèse alors qu'un déchet d'âge supérieur à 10 ans, appartiendrait aux phases de méthanogénèse et de maturation.

Au cours de l'exploitation du site, la fréquence du suivi de la composition des lixiviats (demande chimique en oxygène (DCO), la demande biologique en oxygène (DBO), le carbone dissous (COD) , l'azote kjeldhal (NTK), les métaux lourds (Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Ni, Cd, Hg) , les sels (chlorures, sulfates, sulfures, phosphore, etc...) et les paramètres généraux (température, pH, conductivité, matière en suspension) sont à prendre en considération lors de l'analyse de ces derniers. L'analyse est trimestrielle.

Les analyses pratiquées sur les lixiviats permettent de suivre son évolution et d'autre part de vérifier sa traitabilité (TSM, 2002). D'après Christensen et al, 1994, rapporté par Berthe en 2006, les valeurs extrêmes qui peuvent être retrouvées dans un lixiviat sont résumées dans le tableau 18.

Tableau 18 : Caractéristiques des lixiviats d'ordures ménagères.
(Christensen et al, 1994)

	Paramètres	Valeurs limites
Paramètres globaux	pH	4,5 - 9
	Conductivité	2500 - 25000 $\mu\text{S/cm}$
	COD	30 - 27700 mg C/L
	DBO₅	20 - 57000 mg O ₂ /L
	DCO	140 - 90000 mg O ₂ /L
	NTK	14 - 2500 mg N/L
Principaux ions (mg/L)	Ammonium	50 - 1800
	Calcium	10 - 7200
	Fer	1 - 5
	Manganèse	0,03 - 1400
	Potassium	50 - 3700
	Sodium	70 - 7700
	Carbonate	610 - 7320
	Chlorure	150 - 4500
	Sulfate	8 - 7750

Plusieurs auteurs ont étudié la composition d'un lixiviat pendant les deux premières phases de biodégradation de la matière organique sur des déchets enfouis et d'autres pendant toutes les phases, les gammes de valeurs correspondantes sont données dans le tableau 19.

Les concentrations en AGV sont très élevées en début de dégradation. Ce sont de bons indicateurs de la phase acidogène (pH<7). En phase méthanogène les lixiviats issus de la biodégradation des déchets ont une charge organique plus faible que les lixiviats issus de déchets en phase acidogène avec un pH>7.

Nous remarquons à travers la lecture du tableau 19 pour une même phase, des différences de concentrations des différents paramètres qui caractérisent les lixiviats. Les facteurs liés au site (condition d'enfouissement, climat) et aux déchets (Composition, quantité) ont de forts impacts sur la production et la qualité des lixiviats (El-Fadel *et al.* 2002). Les caractéristiques de chaque site et les vitesses de dégradation des déchets sont variables d'une décharge à une autre et sont la cause de la variabilité des gammes de valeurs données par chaque auteur et par conséquent il est difficile d'attribuer une durée à chaque étape de dégradation (Berthe, 2006).

Nous observons également des différences de la charge organique et une teneur en métaux plus faible en phase méthanogène.

Tableau 19 : Composition moyenne d'un lixiviat en phase acidogène et méthanogène (Unités en mg/L sauf le pH) (Berthe, 2006).

Paramètres	Acidogénèse	Méthanogénèse	Acidogénèse	Méthanogénèse
	(Ehrig, 1989 Robinson et Gronow, 1993)	(Ehrig, 1989 Robinson et Gronow, 1993)	(Kjeldsen et al., 2002)	(Kjeldsen et al 2002)
pH	4,5 -7,8	6,8 - 9	4,5 -7,8	6,4 -9
DBO₅	4000 - 68000	20 - 1770	500 - 68000	0,5 - 1770
DCO	6000 - 152000	500 - 8000	400 - 152000	1 - 8000
COT	1010 - 29000	184 - 2270	350 - 29000	14 - 2270
AGV	963 - 22414	5 - 146	/	/
SO₄²⁻	5 - 1750	5 - 420	4 - 2800	1 - 1190
Ca,	10 - 6240	20 - 600	/	/
Mg	25 - 1150	40 - 478	/	/
Fe	20 - 2300	1,6 - 280	0,1 - 2300	0,2 - 330
Mn	0,3 - 164	0,03 - 45	/	/
Zn	0,1 - 140	0,03 -6,7	0,02 - 200	0,005 - 9
Cu	0,13	0,13	0,003 -1,1	0,007 -0,6
Cd	0,02	0,015	0,002 -0,10	0,0001 -0,9
Cr	0,13	0,090	0,01 - 1,5	0,0001 -0,7
Ni	0,4	0,17	/	0,036 - 0,6
Pb	0,28	0,2	/	0,0001 - 1,9

III.2.2.2. Acidité, pH

Durant les différentes phases de l'évolution d'une décharge, le pH diminue au moment où les AGV deviennent dominants (phase de fermentation acide) et remonte à une valeur élevée contrôlée par la capacité tampon du système carbonate au moment de la transformation des AGV en méthane et en dioxyde de carbone (phase de fermentation méthanique).

Des corrélations fortes entre les différents paramètres sont également déterminées :

Lorsque le pH est bas, la charge organique du lixiviat est élevée ainsi que la concentration en sels solubles (eg. Chlorure), alors que la charge organique, la teneur en sels et en métaux lourds diminue, et la concentration en ions nitrate et sulfate augmente, traduisant un retour à des potentiels redox plus élevés dans la décharge. Le suivi du pH est donc indicateur du degré de décomposition biologique et biochimique (Charnay, 2005).

III.2.2. 3. Conductivité, χ

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique (CRDP, 2002). Elle permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution.

L'intérêt de cette détermination réside dans un enregistrement en continu de cette valeur qui permettra de déceler des variations de composition ionique de l'eau pouvant introduire des arrivées d'eau parasite (CRDP, 2002).

La conductivité s'exprime en $S.cm^{-1}$ ou $\mu S.cm^{-1}$ mesurée à l'aide d'un conductimètre.

III.2.2.4. Matières en suspension, MES

Elle présente la fraction non dissoute des lixiviats. Ce sont des matières particulières qui se caractérisent par leur taille importante, supérieure à 10 μm , qui explique qu'elles se retrouvent en suspension dans l'eau usée qui sert à leur transport (CRDP, 2002).

On peut les éliminer par des traitements physiques simples de décantation ou de filtration.

Cette pollution particulière est de nature organique (fragments d'aliments ou résidus de digestion) ou de nature minérale (sable ou argile) (CRDP, 2002).

III.2.2.5. DBO₅, DCO et rapport DBO₅/DCO

La demande biologique en oxygène DBO₅, quantifie la biodégradabilité des lixiviats. Elle est déterminée en fonction de la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes présents dans les lixiviats. Elle est exprimée en mg d'O₂, consommé par litre de lixiviat.

La demande chimique en oxygène, DCO, quantifie l'état d'oxydation des substances présentes dans les lixiviats. Elle est mesurée par une oxydation à chaud et catalysée d'un échantillon par K₂Cr₂O₇. Elle est exprimée en mg d'O₂ consommé par litre de lixiviat.

Le rapport DBO₅/DCO, informe sur la biodégradabilité des lixiviats. Plus le rapport est élevé, plus les lixiviats sont biodégradables (< 0,1: non biodégradables, 0,8: totalement biodégradables). Le rapport DBO₅/DCO, permet d'estimer la biodégradabilité de la matière organique (Tableau 20). Ce rapport est généralement corrélé à l'âge des lixiviats et donc au degré d'avancement de la stabilisation du massif (Berthe, 2006). Le rapport DBO₅ /DCO diminue avec l'âge du déchet.

Tableau 20: Biodégradabilité et stabilité des déchets en fonction du rapport DBO₅/DCO.
(Berthe, 2006)

DBO₅/DCO	Biodégradabilité (Millot, 1986)	DBO₅/DCO	Stabilité (Swane, 1997)
> 0,3	Biodégradabilité moyenne	> 0,5	CSD Jeune et instable
0,1 - 0,3	Biodégradabilité faible	0,1 - 0,5	CSD modérément stable
< 0,1	Biodégradabilité très faible	< 0,1	CSD Vieux et stable

Les caractéristiques du lixiviat produit ne sont pas toujours représentatives de l'état de dégradation de l'ensemble de la masse de déchet, à cet effet ce paramètre n'est pas toujours fiable (Berthe, 2006).

III.2.2.6. Carbone Organique Total, COT

C'est la quantité totale de carbone présent dans les lixiviats. Il est mesuré en quantifiant le CO₂ produit par la combustion des lixiviats. Il est exprimé en mg de C par litre de lixiviats.

III.2.2.7. Indice SUVA : rapport Abs (254 nm)

L'indice SUVA traduit l'absorbance UV spécifique correspondant au rapport de l'absorbance UV à 254 nm sur le COD. Cet indice est caractéristique de l'aromaticité et du caractère hydrophobe des molécules organique. Il augmente avec l'aromaticité et le poids moléculaire des molécules (Labanowski, 2004)

III.2.2.8. Le rapport DCO / COT

Il représente l'état d'oxydation des lixiviat et renseigne sur le type et l'origine des contaminations organiques des eaux usées.

III.2.2.9. Quantification des lixiviats

La production de lixiviats est principalement fonction des quantités d'eau de pluie précipitées pendant la période d'exploitation ou infiltrées au travers des couvertures qui recouvrent les déchets (CREED, 2000). La première approche quantitative des lixiviats générés par un casier de décharge consiste à vérifier le bilan hydrique pour un temps donné (Bellenfant, 2001)

III.2.2. 9.1 Bilan hydrique

Le bilan hydrique permet de comprendre les phénomènes de production de lixiviat au sein du massif de déchets dans un centre de stockage. Il permettra d'évaluer le volume d'eau de pluie infiltrée et de dimensionner les ouvrages de collecte, de drainage et de traitement à mettre en place.

L'équation de base du bilan hydrique peut s'écrire (Billard, 2001c):

$$E = P + ED + I_{\text{ext}} - I_{\text{int}} - ETR + R_{\text{ext}} - R_{\text{int}} \pm \Delta\sigma$$

E : Quantité d'effluents pouvant être produite;

P : Quantité d'eau pluviale tombant sur le site;

ED : Eau de constitution des déchets;

ETR : Evapotranspiration réelle;

I_{int} : Infiltration de l'intérieur vers l'extérieur;

I_{ext} : Infiltration de l'extérieur vers l'intérieur

R_{ext} : Quantité d'eau ruisselant de l'extérieur du site vers les fossés de collecte des eaux de ruissellement;

R_{int} : Quantité d'eau ruisselant de l'intérieur du site vers l'extérieur;

$\Delta\sigma$: Variation de la teneur en eau des déchets= variation du stock d'eau dans le massif

Remarque : Les termes R et I peuvent généralement être négligés dans le cas de CET construits dans les normes

III.2.2.9.2. Autres modèles de prédiction de la production de lixiviat:

Peu de modèles spécifiques aux CSD ont été développés à l'heure actuelle, certains restant encore au stade de développement (Bellenfant, 2001):

***HELP** (Hydrological Evaluation of Landfill Performance):

Le logiciel de prédiction le plus répandu est HELP, c'est un modèle mathématique qui permet de simuler l'hydrologie d'un CET en fonction des données climatiques locales (précipitations, température, évapotranspiration etc..), et de la conception proposée pour le dit CET (épaisseur, fonction et propriétés physiques des différentes couches).

Ces simulations peuvent être effectuées à divers stades de l'exploitation pour permettre d'établir le bilan hydrologique global du CET et déterminer les débits des lixiviats produits.

Le Modèle HELP, considère que la décharge est composée de cellules ou de colonnes de cellules mises en place à différents temps de stockage

Cette approche suppose une répartition uniforme de l'humidité au sein du massif de déchets et combine deux composantes principales:

- Une composante hydrique, décrivant l'écoulement du lixiviat et la distribution de l'humidité pendant le stockage.
- Une seconde composante, tient compte de la dissolution de la matière organique et inorganique, du mécanisme d'acidogénèse et de méthanogénèse, de la production de méthane et de l'évolution du pH.

Néanmoins ce modèle, ne peut pas être généralisé à d'autres sites et le choix du modèle sera fait au cas par cas.

***MOBYDEC** : il est utilisé comme programme de recherche et comme outil d'études par BRGM. Le bilan hydrique est effectué sur le volume total de déchets contrairement au modèle HELP. Ce modèle ne tient pas compte de la conductivité hydraulique des déchets, qui varie énormément, vu l'hétérogénéité des déchets. La non utilisation de ce paramètre peut apporter plus d'incertitude sur les résultats de MOBYDEC (Aina, 2006).

Les deux modèles sont insuffisamment calibrés par des données fiables, recueillis sur le site. Aussi, il est courant d'utiliser des formules empiriques et des ratios pour tenter de cerner les ordres de grandeur en jeu (Billard, 2001c).

III.2.3. Paramètres de suivi du biogaz

III.2.3.1. Caractérisation du biogaz

Le biogaz est produit par la décomposition anaérobie de la matière organique contenue dans les déchets. La directive européenne 1999/31/CE définit le gaz de décharge "comme étant tous les gaz produits par les déchets mis en décharge "d'autres produits sont également présents tels le sulfure d'hydrogène, l'hydrogène, les mercaptans et des composés organiques volatils (Chiriac, 2004). Il est produit par la décomposition anaérobie de la matière organique contenue dans les déchets.

III.2.3.2. Composition du biogaz

Le biogaz est un mélange gazeux hétérogène et évolutif, résulte de la dégradation de la matière organique. En condition anaérobie il est constitué de 40% à 60% de méthane, de 35% à 50% de dioxyde de carbone, de composés sulfurés (mercaptan et hydrogène sulfuré) et de nombreux autres éléments à l'état de traces, sa composition chimique dépend de la nature des déchets, le taux de compactage, l'humidité, la température....(CNIID, 2001).

Le tableau 21 résume les paramètres et les appareils à utiliser pour l'analyse du biogaz.

Tableau 21 : Paramètres à analyser dans le biogaz et Appareils nécessaires pour ces analyses.
[Zahrani, 2006]

Classes	Paramètres	Méthode de mesure
Propriétés chimiques : Composés inorganiques	CO ₂ , CO, O ₂ , N ₂ , NH ₃ , H ₂ S....	- Analyse infrarouge (IR) pour le CO ₂ - Capteur électrochimique pour O ₂ - Chromatographie gazeuse pour tous les gaz
Propriétés chimiques : Composés organiques	CH ₄ , Alcanes, Alcènes, Composés Organiques Volatils (COV) : Hydrocarbures Aliphatiques Polycycliques (HAP), Composés soufrés ou aromatiques...	- Analyse infrarouge (IR) pour CH ₄ et pour CO ₂ - Chromatographie gazeuse pour tous les gaz
Propriétés physiques	Température, Pression, Débit et Humidité	- Capteurs utilisés dans l'industrie : Thermocouple - Capteurs de pression, sondes ou anémomètres pour la pression et le débit

III.2.3.3. Quantification du biogaz

Le calcul de la production de biogaz d'un site a pour objectifs :

- L'évaluation du potentiel de pollution atmosphérique d'un site;
- L'évaluation du potentiel de valorisation d'un gaz.

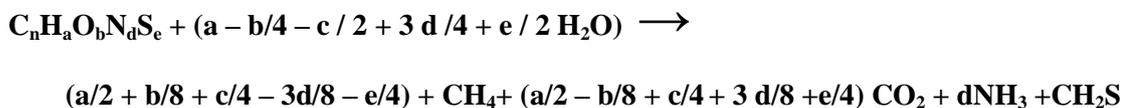
III.2.3.3.1. Modèles de prédiction de Production de biogaz

Selon Billard (2001c), l'évaluation de la production de biogaz d'un centre de stockage de déchets ménagers, peut se faire par prédiction théorique, par mesure des flux de biogaz sur site et par modélisation.

* **Prédiction théorique** : deux approches sont à signaler

• **Approche stœchiométrique** : qui consiste à considérer la composition élémentaire des différents constituants des déchets et les produits finaux de la réaction globale (Méthane et dioxyde de carbone).

L'équation suivante résume la quantité théorique de méthane produite par la dégradation supposée complète de chaque constituant:



Il faut souligner qu'une partie du carbone est convertie en biomasse. Cette fraction ne dépasserait pas 4 % en masse et peut être donc négligeable, et à travers cette équation, la connaissance à la fois de la composition du biogaz et sa production sera possible.

• **Approche biodégradabilité** : Elle consiste à considérer différents taux de biodégradabilité pour les différents composants des déchets et à utiliser un taux moyen de production de méthane. Les valeurs reportées dans la littérature pour le potentiel de production de méthane sont de 60 à ~ 70 m³/l de déchets sec.

Trois modèles, fondés sur des observations faites sur le site, qui montrent qu'il existe une phase de latence entre la mise en place des déchets et la production significative de biogaz, puis une croissance exponentielle de production de biogaz suivie d'une décroissance exponentielle plus lente (Aina, 2006) :

• 1^{er} modèle : Modèle SWANA

C'est un modèle développé par l'association américaine, Solid waste Association of North America (SWANA), qui considère la production de gaz d'une certaine masse de déchets au cours du temps.

$$\text{Equation principale : } G = WLo (K + S) S (1 - a)^{-s(t-t_1)} K a^{-K(t-t_2)}$$

Avec G (m³/an) : Production de biogaz au temps t ;

$W(t)$: Déchets stockés;

L_0 (m³/T de déchets) : Potentiel de biogaz total; valeur standard $L_0 = 161 \text{ m}^3 / \text{T}$ de déchets;

T (au) : Temps écoulé depuis le début du stockage;

T_i (au) : Temps de latence (entre le début du stockage et le début de la production de biogaz);
valeur standard $t_i = 1,5 \text{ an}$

K (an⁻¹) : Constante de temps de décroissance du premier ordre; valeur standard $K = 0,03 \text{ an}^{-1}$

S (an⁻¹) : Constante de temps de croissance du premier ordre; valeur standard $S = 1 \text{ an}^{-1}$

• **2^{ème} modèle : Modèle EPA (Environmental Protection Agency)**

C'est un modèle réalisé sur des données collectées sur site.

$$\text{Equation principale : } G = L_0 R (e^{-Kc} - e^{-Kt})$$

Avec G (m³/an) : Production de biogaz au temps t ;

L_0 (m³/T de déchets) : Potentiel de biogaz total; valeur standard $L_0 = 161 \text{ m}^3 / \text{t}$ de déchets;

R (T/an) : Taux moyen de déchets acceptés pendant la période d'activité du site;

K (an⁻¹) : Constante de temps de décroissance du premier ordre; valeur standard $K = 0,03 \text{ an}^{-1}$

C (an) : Temps écoulé depuis la fermeture du site ($C = 0$ pour les sites en activité).

La différence entre les deux modèles, est la suivante : le **modèle EPA**, fait la somme de la production de gaz de l'ensemble d'un site en considérant différentes couches de déchets placés à taux constant par an, alors que le **modèle SWANA**, modélise la quantité de gaz générée dans le temps par une masse donnée de déchets placée en une seule fois.

• **3^{ème} modèle : Modèle Landfill Odor Characterization Model (Thomas J *et al.*, 1992)**

La première étape du **LOCM**, correspond à une exponentielle croissante, donc de production de biogaz et la deuxième étape à une diminution exponentielle. L'hypothèse de base ici est que la production de biogaz doit suivre un modèle cinétique de premier ordre. Les constituants organiques des déchets sont classés en trois catégories:

- Une fraction rapidement décomposable : aliments;
- Une fraction moyennement décomposable : papier, carton;
- Une fraction lentement décomposable : caoutchouc, cuir, bois.

$$t_x < t_{1/2} : \frac{dG}{dt} = K_1 L_0 N_x \text{Expo} [- K_1 (t_{1/2} - t_x)]$$

$$t_x < t_{1/2} : \frac{dG}{dt} = K_1 L_0 N_x \text{Expo} [- K_2 (t_x - t_{1x})]$$

$$\text{Avec } L_0 = 1,868C_{\text{org}} [0,014(T - 273) + 0,28] \text{ m}^3/\text{t}$$

Lo : potentiel théorique de production

K1 : constante cinétique de première étape (1/ an) = $\ln(50 / t_{1/2})$

K2 : constance cinétique de deuxième étape (1/ an) = $\ln(50/ (t_{99/100} - t_{1/2})$

Remarque

Le protocole d'expertise propose un autre modèle empirique:

Le **Modèle de l'IPCC** (Intergouvernemental Panel on Climate Change) calcule la production de méthane notamment à partir de la mesure du potentiel méthanogène.

Ce modèle est couramment utilisé aux Etats – Unis et en Europe ; il est basé sur l'algorithme de Rettenberger décrit ci-dessous:

$$P_{CH_4} = \sum FE_0 * (\sum A_i * p_i * K_i * e^{-k_i * (t-x)}) \text{ en m}^3/\text{T de déchets.}$$

Avec :

FE₀: Potentiel méthanogène, potentiel de CH₄ émissile par tonne de déchets correspondant à une dégradation total de celui-ci, généralement compris entre 0 et 200 m³ /t. Ce paramètre est déterminé à l'aide des méthodes proposées dans la fiche paramètre n° 14. Cependant l'ICPP donne le calcul suivant:

$$FE_0 = 0,934 * Co * (0,014 * T + 0,28) \text{ en m}^3/\text{t de déchets.}$$

Co = Teneur en carbone organique biodégradable, difficile à évaluer

T : Température lors de la dégradation, T = 30°C

Ai : Facteur de normalisation assurant que la somme des valeurs discrètes sur chaque année, équivaut au potentiel de CH₄ émissile par un déchet pour une dégradation complète, $A_i = (1 - e^{-k}) / K$

Pi = Fraction des déchets ayant une constante de dégradation K_i

Ki : Constante de dégradation

Trois constantes de dégradation peuvent être retenues selon la biodégradabilité des déchets :

K1 = 0,5 pour 15% des déchets (fraction facilement biodégradables);

K2 = 0,10 pour 55 % des déchets (fraction moyennement biodégradable) ;

K3 = 0,04 pour 30 % des déchets (fraction faiblement biodégradable).

III.2.3.4. Mesure des flux de Biogaz sur le site : flux surfacique

L'arrêté du 31 décembre 2001, dans la législation française suite à AR-FR/97, impose des campagnes de mesure du biogaz et des rejets de fumées des torchères. De même l'arrêté du 19 janvier 2006 impose de faire une estimation sur la production de gaz durant la période

d'exploitation et la période de suivi à long terme du CET, et la circulaire du 12 décembre 2000 pour les installations classées pour l'environnement (ICPE rubrique 2910 B) fixe les valeurs de rejets admissibles pour les installations de valorisation ou d'élimination du biogaz.

Le protocole d'expertise propose deux méthodes qui sont les suivantes :

- La mesure de débit à l'aide d'une chambre à flux de surface. La chambre d'accumulation de biogaz est une cage dont la base s'étend sur 1 m² et dont la hauteur est d'environ 20 cm. Un petit dispositif mélangeur d'air est disposé sous la cage, relié à un analyseur de biogaz. Le principe est de poser la chambre sur le massif des déchets et de laisser s'accumuler le biogaz produit par les déchets. Un détecteur mesure à des intervalles de temps réguliers la proportion de méthane dans la chambre. Ainsi pour un temps donné, on évalue la quantité de méthane accumulée dans la chambre et on en déduit le débit de biogaz produit par unité de surface;
- La mesure de débit par le biais d'un débitmètre installé sur les puits de collecte dans le cas où la décharge serait équipée d'un réseau de collecte de biogaz.

D'autres moyens de mesures sont signalés par (Billard, 2001c ; ADEME, 2001) qui sont les tests de pompage qui consistent en la réalisation de puits sur une surface de l'ordre de 1 à 2 hectares, de la mise en place d'une unité d'aspiration avec incinération et une campagne de suivi avec variation du débit d'aspiration et mesure du débit et la qualité du gaz, pendant 2 à 3 mois, dans le but d'avoir des indications sur le potentiel de production d'une zone donnée.

Conclusion

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 France, un protocole de caractérisation des flux et de la composition des déchets urbains existe, **MODECOM**. 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.

PARTIE II METHODES ET MOYENS D'ANALYSE

Chapitre 1 : Outils d'évaluation et descriptions des sites d'étude

L'analyse bibliographique a mis en évidence les nombreuses difficultés de la gestion des déchets en Algérie et la nécessité d'élaborer une grille d'évaluation faisant ressortir la spécificité locale (niveau de vie, mode de gestion, compétences techniques et les responsabilités institutionnelles).

Dans ce Chapitre, nous présenterons de manière synthétique un protocole d'expertise qui propose des paramètres et des méthodes qui seront un outil de vérification du dysfonctionnement d'un centre de stockage des déchets, et apporteront des améliorations sur les modalités de conception et d'exploitation des CET .

Trois CET avaient été sélectionnés, le CET d'Ouled Fayet (Alger) à climat sub humide, le CET d'El.Outaya (Biskra) à climat aride et celui de M'Sila à climat intermédiaire. Pour le troisième à M'Sila, malheureusement son expertise n'a pas pu être programmé dans la période de cette thèse du fait que le CET n'est pas encore opérationnel.

I.1. Présentation du protocole d'expertise

I.1.1. Principe, objectif et contenu

Le protocole général d'expertise est un programme préalable de l'ADEME qui rassemblait deux bureaux d'études (CSD Azur et le Cabinet Merlin) et deux équipes de chercheurs de l'INSA de Lyon et de l'ENSIL de Limoges permettant ainsi d'élaborer un guide d'expertise basé sur une recherche bibliographique qui a mis en évidence les nombreuses difficultés de la gestion des décharges dans les pays en voie de développement.

La validation de ce guide a pu être réalisé sur plusieurs CET au Maroc, au Cameroun et en Algérie en partie dans le cadre de cette étude. Les objectifs principaux du programme sont :

- L'acquisition d'une base de données pour la connaissance de l'état des décharges dans les pays en voie de développement;
- L'orientation pour un choix technologique au niveau local;
- et, La mise en application d'une démarche méthodologique d'expertise.

Le contenu du programme de l'expertise repose sur un suivi expérimentale rendant compte, sur une période d'une année et selon des paramètres très variables (saison, nature des déchets,

climat.), de l'ensemble des données nécessaires à la compréhension du fonctionnement de la décharge (ADEME, 2005a).

Ce programme s'articule en deux parties :

- La 1^{ère} partie regroupe les aspects organisationnels, et la définition du rendu de l'expertise;
- La 2^{ème} partie quant à elle présente le cadre technique de l'expertise.

21 paramètres répartis dans 4 rubriques sont à prendre en considération, et chacun fait l'objet de fiche technique présentant les objectifs et l'intérêt de suivre ce paramètre, les protocoles recommandés et alternatifs de mesure, les références bibliographiques et les besoins en matériels, pour 4 rubriques principales:

- Déchets entrants (nature, flux et origine);
- Déchets stockés (comportement mécanique, hydraulique et biologique);
- Conditions extérieures;
- Exploitations.

I.1.2. Eléments techniques de l'expertise

I.1.2.1. Paramètres d'audit

Le tableau 22 résume les 21 paramètres d'analyse à prendre en considération pour l'expertise.

Tableau 22 : Paramètres d'expertise. (G. MATEJKA ET Y. KEHILA, 2007)

Problématique fonctionnelle	N°	Paramètres d'analyse
Déchets entrants		
Nature (caractérisation)	1	Caractérisation physique
	2	Caractérisation chimique de base
	3	Teneur en eau
	4	Densité
Flux et origine	5	Origine et flux des déchets entrants
Déchets stockés		
Comportement mécanique	6	Tassement
Comportement hydraulique	7	Comportement des déchets à l'eau
	8	Perméabilité
	9	Bilan hydrique et Production de lixiviats
	10	Composition des lixiviats
Comportement biologique	11	Mesure de production du gaz
	12	Calcul de production de gaz
	13	Composition du biogaz
	14	Potentiel méthanogène des déchets stockés
	15	Température
Conditions Extérieures	16	Milieu souterrain
	17	Milieu naturel et hydrographie
	18	Environnement humain et réglementaire
	19	Contexte général du stockage des déchets
Exploitation	20	Aménagements fonctionnels et suivi d'exploitation
	21	Coûts d'exploitation

Nota : Un exemple de Fiche Paramètre (Paramètre1) est donné en Annexe.

I.2 Démarche globale de l'expertise

I.2.1. Organisation générale

I.2.1.1. Partenaires et participants

- L'**ADEME** est Co-financier de l'opération ; elle est représentée par le Responsable du Programme Bernard Foully.
- Le **Bénéficiaire** : **EPIC NETCOM** (**Entreprise** publique à caractère public et industriel chargée de la collecte et le transport des ordures ménagères) et **EPIC NET BIS (Biskra)** gèrent directement les site expertisés, participent au déroulement de l'expertise sur le plan logistique et organisationnel par la mise en place de moyens techniques et humains.

➤ Les **Institutions locales**

MATET (le Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme) les DE (Direction de l'Environnement de la wilaya d'Alger et de la wilaya de Biskra) sont intéressés par les résultats du programme pour les intégrer dans le choix d'une politique de traitement des déchets.

➤ Les Experts : EPAU (Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme) et ENSII (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Limoges).

➤ Ce sont les entités localisatrices de l'expertise qui possèdent une compétence en matière de stockage des déchets et définissent le contenu précis de l'expertise.

I.2.2 Phasage de la démarche

La figure 14 ci-dessous, résume la démarche globale menant à l'expertise d'un site.

I.2.2 .1. Phase Préalable

La phase préalable est la phase qui s'appuie sur les résultats de l'étude documentaire donc bibliographique, qui a fait le point sur les informations disponibles au niveau des publications scientifiques, organismes internationaux, rapport, et enquêtes sur les différents aspects propre à caractériser la décharge vis-à-vis de son environnement, nature des déchets, exploitation, conception, risques et impacts potentiels, leur traitement, modèles de bilan hydrique et cout de l'exploitation .

Elle permet d'identifier les différents intervenants (nationaux, internationaux), de réunir les laboratoires qui travaillent sur les mêmes thématiques, d'établir deux questionnaires (le premier permettra d'appréhender la situation de la gestion des déchets au niveau local (il est adressé à NET COM et NET Bis), et le deuxième sera adressé aux exploitants de la décharge. Elle permet aussi de mettre en place l'équipe d'expert pour la réalisation de l'expertise.

I.2.2 .2. Phase de consolidation

La phase de consolidation confirme et encadre la mise en place du programme de l'expertise. Cette phase a permis le contact avec le laboratoire de l'université de Limoges, l'identification des trois sites d'étude, et l'établissement d'un accord de principe qui fixe les moyens financiers et humains.

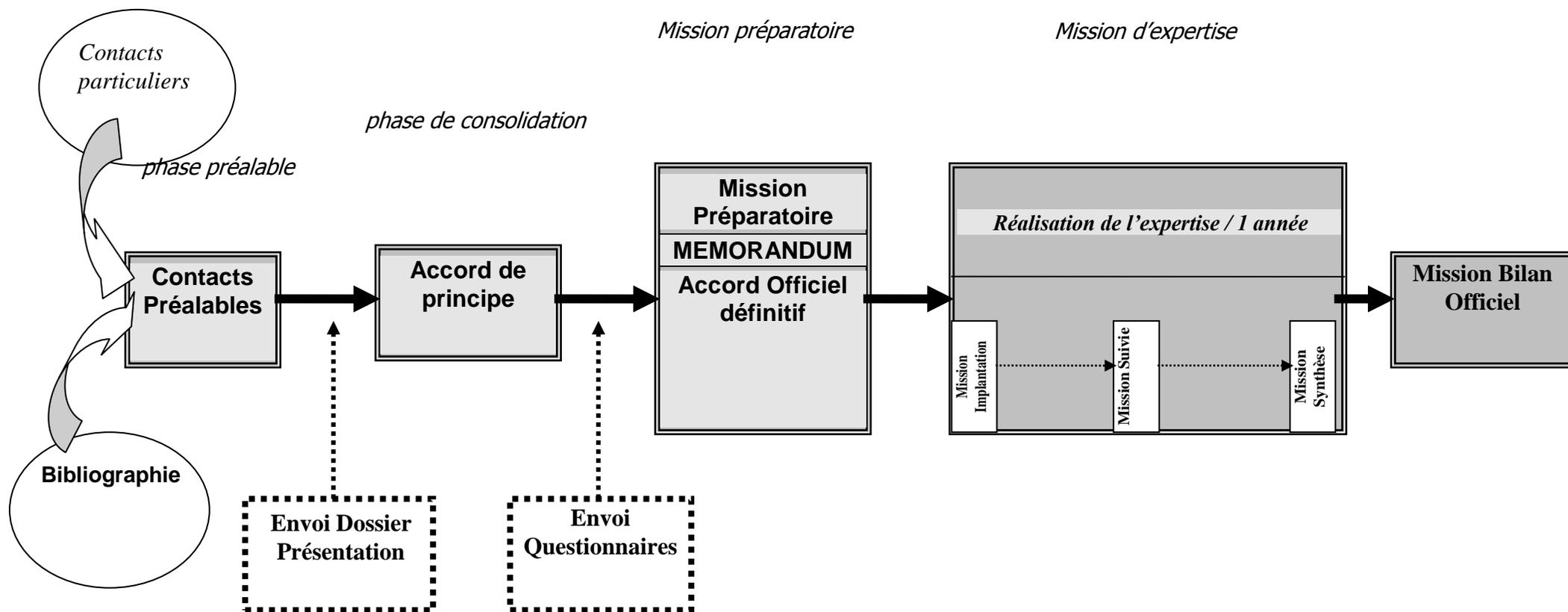


Figure 14: Les différentes phases d'un programme d'expertise. (ADEME ,2005a)

I.2.2 .3. Mission préparatoire

Cette phase a réuni les différents acteurs (ENSIL, EPAU, NETCOM et NETBIS), elle a permis la signature des différentes conventions de partenariats, et la définition des objectifs et orientations des deux études d'expertises.

I.2.2 .4. Mission d'expertise

Cette mission a nécessité la formation du personnel, l'organisation de l'expertise, la mise en place du matériel et les dispositifs expérimentaux. Elle repose sur une période d'une année.

C'est la phase qui a permis de valider les différents paramètres cités, à travers plusieurs expertises (5 expertises au niveau du CET d'Ouled Fayet et 4 au niveau du CET d'El.Outaya).

I.3. Description des sites

I.3.1. CET d'Ouled Fayet

Le CET d'Ouled Fayet ouvert en 2001, situé à 15 km au sud ouest d'Alger, reçoit 800 t/j de déchets, couvre une superficie de 40 ha dont 20 ha pour l'enfouissement, et il est géré par NETCOM (EPIC). Cinq casiers ont été construits et étanchéifiés (Argile + Membrane + Géotextile) : C₁, C₂ (360.000 m³) et C₃ (1.000.000 m³) et C₅ remplis et couverts, C₄ (exploitation) (Figure 15 et 16).



Figure 15 : Site d'Ouled Fayet, Alger (Google) (2009).

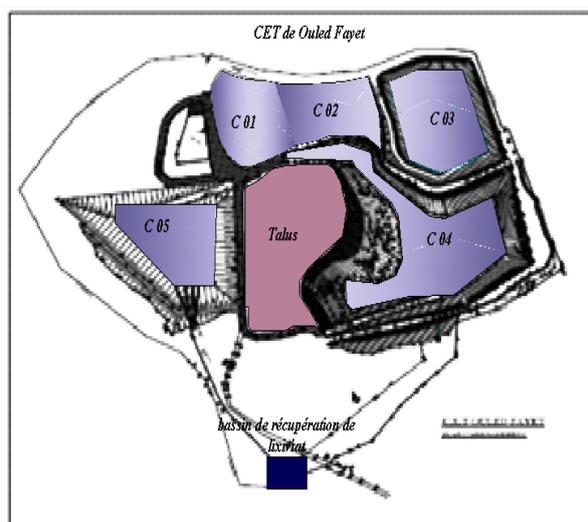


Figure 16 : Plan de masse du CET d'Ouled Fayet (Source : AMENHID, 2008).

Le climat local est de type sub - humide, les précipitations moyennes annuelles se situent entre les 400 mm et 700 mm et les températures se situent entre les valeurs extrêmes de -2 à 45 °C peuvent atteindre 60°C au soleil. (Tableau 23)

Tableau 23: Moyennes annuelles des précipitations sur dix ans.
(Office National Météorologique 2008, Alger)

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
P _p (mm)	610	488	736	610	488	736	705	456	564	685	656

Ce CET a été doté d'éléments de base d'un pont bascule (en juillet 2007), des locaux pour les employés, d'un réseau de drainage d'eau de pluie et d'un bassin de décantation des lixiviats.

I.3.2. CET d'El Outaya (Biskra)

Le CET d'El.Outaya (Biskra), ouvert en 2004 situé à la sortie nord de la ville à 10 km du centre ville de Biskra, reçoit depuis février 2008 110 t/j des déchets, couvre une superficie de 32.97ha, il est géré par NET BIS (EPIC).

- 19 casiers sont programmés, 2 ont été construits étanchéifiés (Argile + Membrane + Géotextile) : C3 de surface égale à 5100, 17 m² est rempli et couvert et le C2 est en exploitation (Figure 17 et 18).



Figure 17 : Site d'El.Outaya , Biskra.
(Google 2008).



Figure 18 : Plan de disposition des casiers
CET d'El.Outaya) (Net Bis 2008).

Le climat est de type aride, les précipitations annuelles dépassent rarement 200 mm / an, et les températures dépassent souvent 65 °C. La vitesse des vents peut atteindre 100 km /h.

Le CET est équipé d'un pont bascule, des locaux pour les employés, d'un réseau de drainage d'eau de pluie et de deux bassins de décantation des lixiviats.

I.3.3 .CET de Mouilha (M'Sila)

Le CET de Mouila est situé dans la commune de M'Sila à 7 km du chef lieu de la wilaya, à une altitude de 530 m.

Il est accessible par la route nationale n° RN60, c'est un terrain domanial, inculte en forme de dépression naturelle. Les coordonnées géographiques sont : longitude (x : 275.8-276.8) et latitude (663-663 .5) Il est délimité à l'Est par des terrains incultes, à l'Ouest par un talweg (Oued Mouilha) et l'agglomération secondaire de Mouilla, au Nord par des terrains incultes et la commune d'ouled Mansour, et au Sud par l'agglomération chef lieu de M'Sila.

Le CET est situé sur un terrain sédimentaire à formations quaternaires, couvre une superficie de 32 ha, d'une capacité de 880 m³; 6 casiers sont programmés (Figure 19) pour une durée de vie estimée à 22ans. Les cours d'eau les plus proches sont situés à proximité de l'oued Mouilha qui est le principal effluent de l'oued K'sob, et la nappe phréatique est à 5mètre (Ben houhou, 2008).



Figure 19 : Site de Mouila, M'Sila - (Google 2008).

Chapitre II : Matériels et méthodes analytiques

Dans ce chapitre, nous présentons de manière synthétique la partie analytique du protocole d'expertise qui propose pour certains paramètres le choix entre plusieurs méthodes de mesure, précise tous les aspects pratiques du suivi expérimental (appareillage, nature et fréquence des analyses, et procédés de prélèvement ou d'échantillonnages). Des essais comparatifs ont été réalisés afin de choisir la mieux adaptée pour la mise en œuvre dans notre pays, répondant aux objectifs fixés en termes de traitement.

II.1. Caractérisation des déchets entrants

II.1.1. Flux et origine des déchets

La connaissance de la nature, de l'importance, de l'origine et de la variabilité des flux de déchets entrants sur le site d'enfouissement ainsi que leur mode de collecte est fondamental pour concevoir et planifier le mode de gestion, la capacité et la durée de vie d'un centre d'enfouissement technique (ADEME, 2005a).

La fiche du paramètre proposée dans le protocole général d'expertise, renseigne par le biais d'une enquête par questionnaire sur les caractéristiques et origine des déchets entrants.

Le suivi de ce paramètre nécessite l'acquisition des informations suivantes :

- Collecte des données existantes au près de l'exploitant, des services organisateurs et opérateurs sur : - le flux moyen connu : annuel, mensuel et journalier; -le bassin de chalandise : localisation, population desservie, taux et mode de collecte, densité et composition des déchets; -d'autres informations annexes : études existantes, réglementation spécifique.
- Conduite d'enquêtes sur site qui permettra d'identifier le nombre et le type de véhicule, la date d'entrée, le type des déchets déversés.
- Réalisation d'un document guide traduit par un nombre de tableaux qui renseignent sur : la typologie des déchets, leurs quantités et leurs origines ; et la fréquence des mesures pro proposées dans le protocole est de 2 à 3 par an et par saison.

Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode proposée par le protocole, sauf pour les fréquences des mesures, une par saison et par campagne d'échantillonnage.

II.1.1.1. Echantillonnage des déchets

Pour une meilleure représentativité des échantillons, il est préférable que la ville soit divisée en secteurs homogènes selon le niveau de vie et le type d'activité des habitants, la quantité minimale d'échantillon représentatif ne doit pas être inférieure à 500 Kg après quartage pour éviter les erreurs de mesure (ADEME, 1993).

Pour les deux CET nous avons appliqué la méthode MODECOM. Une Tonne des déchets entrants regroupant les secteurs homogènes a été mélangée, et après quartage des prises d'échantillons (dont les valeurs de masse en kg sont résumées dans les tableaux 24 et 25) les déchets bruts ont été triés sur le site par taille et par catégorie.

La taille de notre échantillon a été déterminée par la formule de Bernoulli, et le niveau d'incertitude est fixé à 0,06, ce qui signifie que l'échantillon présente les mêmes caractéristiques que la population mère à 6% près.

La formule de calcul de la taille de l'échantillon est la suivante :

$$n = \frac{1,96^2 \cdot N}{1,96^2 + L^2 (N-1)}$$

Avec :

n = Taille de l'échantillon

N = Taille de l'univers investigué correspondant à la masse totale quotidienne de déchets entrants.

L = Largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur

Tableau 24: Masse de l'échantillon par campagne de caractérisation CET d'Ouled Fayet.

	Avril 2006	Mai 2006	Juil 2006	Nov 2006	Mars 2007
	1 ^{ère} Campagne	2 ^{ème} Campagne	3 ^{ème} Campagne	4 ^{ème} Campagne	5 ^{ème} Campagne
Masse d'échantillon Kg	253	263	502	358	255

Tableau 25: Masse de l'échantillon par campagne de caractérisation CET d'El.Outaya.

	Mai 2008	Juil 2008	Nov 2008	Mars 2009
	1 ^{ère} Campagne	2 ^{ème} Campagne	3 ^{ème} Campagne	4 ^{ème} Campagne
Masse d'échantillon Kg	190	210	235	210

II.1.1.2. Caractérisation par taille et par catégorie

La méthode de caractérisation la plus répandue en France est proposée par le protocole est la méthode MODECOM (MODECOM TM,1993). Cette méthode prend en compte treize catégories de constituants : déchets putrescibles, papiers, cartons, composites, textiles vestimentaires, textiles sanitaires, plastiques, combustibles non classés (CNC), verres, métaux, combustibles non classés (INC), déchets dangereux, éléments fins < à 20mm.

II.1.1.2.1. Séparation granulométrique

Il est conseillé de séparer les déchets selon plusieurs tranches granulométriques. Deux cribles plans superposables d'environ 2 m², de mailles ronds ou carrées de 20 mm pour l'un et 100 mm pour l'autre. Les déchets sont séparés par taille, généralement en 4 fractions (supérieure à 100 mm, 20-100 mm, 8-20 mm et inférieure à 8 mm) (Figure 20). Pour des raisons de possibilité de séchage d'un volume important, le tri n'a pu se faire sur des déchets secs (Morvan, 2000), confirmé par la norme XP X 30- 466 , 2005) et dont les avantages ont été cités par François en 2004 et Charnay en 2005.



Figure 20 : Table de tri des déchets entrants.

II.1.1.2.2. Composition des déchets entrants

La connaissance de la composition ordures ménagères est indispensable pour la bonne gestion. Elle éclaire les choix techniques et d'organisation, permet des gains d'efficacité et une meilleure maîtrise de coûts au niveau local.

Les principales failles des déchets déjà cités, peuvent être subdivisées en sous catégories. Il est important de savoir que la fraction putrescible comprend les déchets d'alimentation et les déchets verts, la fraction de combustibles non classées se compose de bois, de cuir, le caoutchouc et la fraction

des combustibles non classés comprend les matériaux inertes tels que les graviers et sables, pierres, coquillage et cendres.

L'objectif principal du protocole est de caractériser les déchets entrants en portant attention sur les deux grandes catégories qui provoquent des nuisances dans le CSD:

- Déchets biodégradables (putrescibles, papiers, cartons, générant des émanations de biogaz et des lixiviats très chargés en matière organique) ;
- Déchets dangereux, générant des émanations de molécules toxiques entraînés par le biogaz et des lixiviats chargés en molécules organiques ou minérales toxiques ou écotoxiques.

Le tableau 26 résume les différentes classes et catégories des déchets entrants pour la caractérisation dans les CSD des PED (ADEME, 2005a).

Dans cette étude le protocole MODECOM modifié a été appliqué, le tri a été effectué sur déchets bruts, la seule différence étant :

La séparation granulométrique a été effectuée sur une table de trie constituée de deux cribles de plans superposables, de mailles rondes de dimensions (100, 30 mm) au lieu (100, 20mm), et au lieu de 13 catégories recommandées par MODECOM (1993) et la norme XPX30 - 408 (1996), une liste de 10 a été adoptée :

- 1 Putrescibles
- 2 Papiers Cartons, (remarque : il est difficile de différencier les papiers des cartons dans un déchet en cours de dégradation)
- 3 Textiles- Textiles sanitaires : Pièces de tissu, vêtements et couches principalement
- 4 Plastiques : Sacs plastiques, bouteilles en plastiques, polystyrène etc....
- 5 Combustibles Non classés (CNC) : Bois, cuir (chaussures), caoutchouc, poils, liège
- 6 Verres
- 7 Métaux
- 8 Incombustibles Non classés (INC) : graviers et sables, pierres, coquillage et cendres
- 9 Déchets spéciaux : Piles, chiffons souillés (huiles, cirage)
- 10 Fines : fines (10-30 mm) superfines (<10mm)

La figure 21 résume le protocole de tri d'un échantillon de déchets

Tableau 26 : Les différentes classes et catégories des déchets entrants pour caractérisation des déchets entrants au niveau des PED (ADEME, 2005a).

Classes	Catégories minimales	Catégories correspondantes
Déchets non dangereux	Déchets facilement biodégradables	Déchets putrescibles Textiles sanitaires
	Papiers et cartons	Papiers Cartons
	Autres déchets de nature organique difficilement biodégradables	Composites
		Textiles
		Plastiques
Autres déchets de nature minérale	Combustibles non classés Incombustibles non classés Métaux	
Eléments fins < 20 mm	Fines	
Déchets dangereux	Déchets dangereux des ménages	Séparer selon les différents types de déchets rencontrés : piles (bâton, bouton, rechargeables), batteries, thermomètres, lampes au mercure, peintures, solvants, pesticides, seringues, médicaments, ...)
	Déchets d'activités de soins	
	Déchets de l'artisanat et du commerce	
	Déchets industriels	

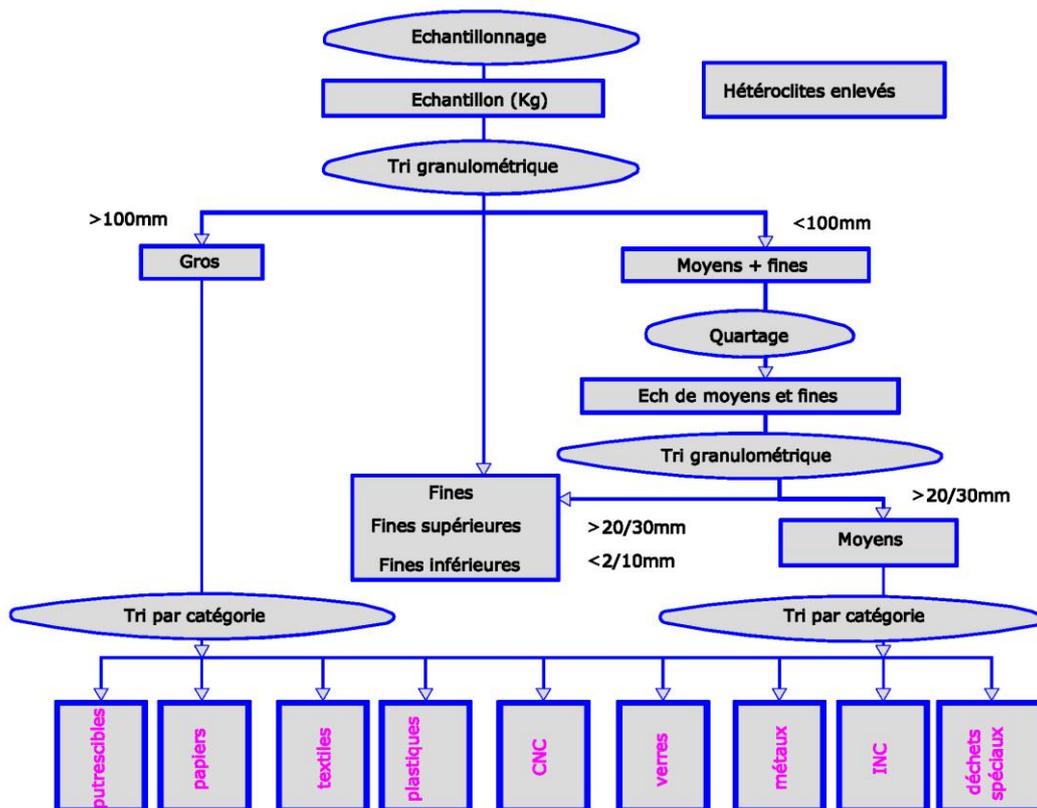


Figure 21 : Protocole de tri d'un échantillon de déchets entrants et stockés. (Aina, 2006)

II.1.2. Techniques analytiques

II.1.2.1. Analyses physiques

II.1.2.1.1. Densité, ρ

La densité représente le rapport de la masse des déchets sur le volume et elle s'exprime en T/m³. Dans un substrat aussi hétérogène que les déchets ménagers, la densité est assimilée à la masse volumétrique. Dans le cas spécifique aux ordures ménagères brutes, cette densité est évaluée après le déchargement des camions sur le quai de réception, et après la prise de l'échantillon au godet (Charnay, 2005). Le volume est obtenu par mesure ou l'évaluation du volume des déchets en place dans le camion si la cargaison est accessible, si non après dépotage dans le cas contraire.

La masse est mesurée par passage d'un véhicule taré sur pont bascule. En l'absence de ce dernier, la masse de déchets peut-être mesurée à l'aide de dispositifs plus simple comme le crochet peseur (dynamomètre) soutenu par un engin. La mesure de la densité des déchets entrants au niveau du CET d'Ouled Fayet a été obtenue par l'utilisation d'un seau de 11 L pesé vide, puis rempli avec un échantillon. Les pesées sont effectuées avec une balance de précision $\pm 0,250$ Kg. La valeur de la densité obtenue est une moyenne de 20 mesures. La densité des déchets est calculée selon la formule :

$$d = \frac{M}{V} \quad (T / m^3)$$

$$M = \text{Masse de l'échantillon (Kg ou T)}$$

$$V = \text{Volume du seau (L ou m}^3\text{)}$$

Alors qu'au niveau du CET de Biskra, la masse des déchets entrants est mesurée par passage des camions et des bennes sur le pont bascule chargés dont le volume vide est connu sur la carte grise du conducteur, ainsi le volume des déchets est déterminé par le type de camion et le taux de remplissage.

II.1.2.1.2. Humidité, H%

La teneur en eau pondérale d'un échantillon de déchets donné représente le rapport entre la masse d'eau présente dans un échantillon et la masse sèche de cet échantillon. Elle s'exprime en %.

Le protocole propose deux méthodes:

*La première propose le séchage à l'étude de l'échantillon à 70 °C jusqu'à poids constant et cela pendant une semaine (Figure 22);

*La deuxième utilise un séchage naturel, les déchets sont pesés régulièrement, jusqu'à stabilisation du poids et la durée du séchage ne doit pas dépasser 15 jours.

La méthode normée AFNOR NF U44-171 d'Octobre 1982, consiste en un prélèvement d'une quantité maximale d'échantillon, de préférence une masse supérieure à $100 \pm 0,1$ g, mise à l'étuve à

105±2°C jusqu'à poids constant, environ 24 h. La matière sèche (MS %) est le taux complémentaire du degré d'humidité est calculé comme suit:

$$\% \text{ MS} = \frac{[M_0 - M_1] \times 100}{M_0} \qquad H \% = 100 - \% \text{ MS}$$

Avec Mo: Masse de l'échantillon brute (g)

- M1: Masse de l'échantillon après passage à l'étuve (g)
- MS% : Pourcentage de matière sèche contenu dans l'échantillon
- H%: Pourcentage d'humidité contenu dans l'échantillon (exprimé par rapport à la masse brute)

Certains auteurs préfèrent sécher les déchets ménagers à des températures plus basses, 75 °C, 80°C, 85°C (Charnay, 2005).

Au niveau du CET d'Ouled Fayet, nous avons utilisé la première méthode qui est le séchage à l'étuve des déchets brutes avec une température égale à 105°C, et pour le CET d'El Outaya les deux méthodes ont été utilisées (le séchage à l'air libre et en étuve à une température égale à 105°C).

Le pourcentage d'humidité est calculé par rapport à la masse humide des déchets. Il est possible de calculer ce pourcentage d'humidité rapport à la masse sèche (Bellenfant, 2001), et également en volume d'eau par volume de déchets, H% (v/v).



Figure 22 : Séchage des déchets à l'étuve.

II.1.2.1.3. Capacité de rétention, Cr %

La méthode recommandée par le protocole consiste à isoler une balle de déchets sur un sol étanche permettant la collecte des eaux de percolation. Le volume varie entre 0,5 et 1 m³ de déchets

qui sont entourés d'un géotextile et confinés dans une cage constituée d'une armature et de treillis métallique permettant la pesée .Le déchet est confiné dans une bâche plastique .Sous le géotextile, des armatures métalliques renforcent la balle pour éviter sa déformation pendant la pesée .Le tout repose sur un sol pentu et étanche permettant la collecte des eaux. Le but est de simuler les conditions de stockage sur cette balle et d'exercer différentes pressions afin que l'on puisse récupérer le maximum de percolât. (Zahrani, 2006).

La méthode appliquée dans les deux centres de stockage est plus simple. Un dispositif a été fabriqué. Il s'agit de :

- Un fût de 150 l (hauteur 60cm, diamètre 57cm (pour le fut utilisé au niveau d'Ouled Fayet) et une hauteur de 46,5cm, un diamètre égale à 57cm pour le fut utilisé au niveau d'El.Outaya) ouvert dans sa partie supérieure ;
- Un robinet soudé à la partie inférieure du fût afin de collecter l'eau relarguée ;
- La partie haute du tonneau est munie d'un couvercle amovible pour éviter l'évaporation de l'eau. Plusieurs charges sont appliquées sur le couvercle afin de simuler les conditions de stockage (de pression égale à $673,11 \text{ N/m}^2$ plus la pression atmosphérique 10^5 N / m^2) (Figure 23).

Le principe consiste à introduire les échantillons de déchets séchés au soleil plus de 48 heures de masse égale à 5 Kg obtenue par quartage d'un échantillon d'environ 20 Kg constitué à partir de 5 bennes, dans des fûts, jusqu'à immersion complète, pendant une période de temps variant de 1 heure à 72 heures. La quantité d'eau relarguée naturellement est mesurée à chaque fois.

La capacité de rétention d'eau peut être calculée de plusieurs manières:

$$\text{CR \% (v/v)} = \frac{\text{V. injectée} - \text{V restituée}}{\text{Volume de la balle}}$$

Et par rapport à la masse brute des déchets la formule de calcul est :

$$\text{CR \% (Me/Mt)} = \frac{\text{Q Injectée (kg)} - \text{Q restituée (kg)}}{\text{Masse brute des déchets (kg)}}$$

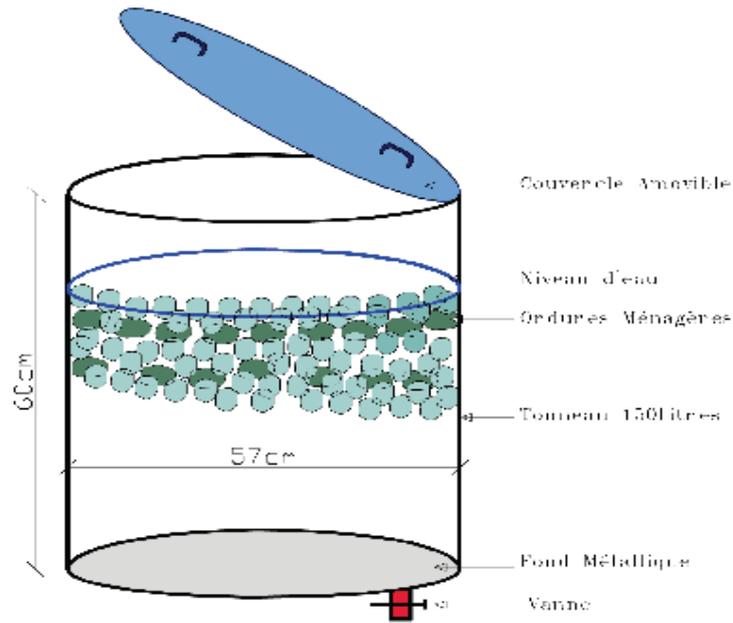


Figure 23 : Dispositif de mesure de la capacité de rétention des déchets entrants.

II.1.2.1.4. Température, T_e

De nombreux paramètres sont conditionnés par la température (ADEME, 2005a) : Le bilan hydrique, production du biogaz, composition de biogaz, et comportement des déchets à l'eau.

Suivre les valeurs de température aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur du massif de déchets, permettra de comprendre l'évolution des déchets. Le protocole propose la mesure de la température extérieure et la température des déchets enfouis, et préconise le suivi des paramètres climatiques à l'aide d'un thermomètre intégré à la station météo qui sera placée en dehors de la zone d'influence des déchets.

La mesure de la température ambiante s'est faite par le suivi des paramètres climatiques enregistrés par la station météo de Dar El Beida (pour la décharge Ouled Fayet) et la station météo proche de l'aéroport pour la décharge de Biskra. Des mesures de température à l'intérieur des casiers en exploitation ont été effectuées à l'aide d'une caméra IR Therma CAM TM B2.

II.1.2.1.5. Perméabilité, C

La perméabilité est un paramètre clé décrivant le comportement hydrique du massif de déchets et des sols encaissants. Elle désigne l'aptitude d'un matériau à se laisser traverser par l'eau sous l'effet d'un gradient hydraulique (charge). Elle présente la résistance du milieu à l'écoulement de l'eau et s'exprime en n/s.

Les méthodes présentées ici permettent la détermination in – situ de la perméabilité à l'eau :

- du massif de déchets stockés;
- de la formation géologique encaissante;
- de la couverture;
- des éléments constructifs de la décharge : massif drainant, digue etc....

Le protocole d'audit propose 4 méthodes de détermination de la perméabilité de déchets : doubles anneaux, essai Lefranc, essai Nesberg, et la méthode simplifiée en fouille. La méthode appliquée dans le cas des deux CSD est la méthode simplifiée en fouille.

Des excavations dans les sols d'un des casiers fermés (au niveau du CET d'Ouled Fayet et ouvert au niveau du CET d'El.Outaya) ont été réalisées, les trous sont remplis d'eau et suivi, au fur a mesure de leur percolation dans les terrains (Figure 24).



Figure 24 : Méthode en fouille pour l'évaluation de la perméabilité CET d'Ouled Fayet (casier 1 fermé).

L'analyse radio cristallographique aux RX de la couverture a été effectuée pour la détermination de la perméabilité au niveau des deux CET:

- Pour le CET d'Ouled Fayet, la composition chimique a été déterminée par Aina en 2006, la méthode appliquée est celle par diffractométrie SIEMENS D5000, de tubes en filaments en cuivre de longueur d'onde 1,54 nm.

Une mesure granulométrique a en outre été réalisée pour déterminer la répartition par taille selon l'échelle granulométrique AFNOR; le tamisage est réalisé à sec par vibration.

- Pour le CET d'EL Outaya, Trois échantillons de terre ont été prélevés dans la région de Biskra qui ont servi de couverture pour le casier 2 en exploitation, et ont fait objet d'analyse au niveau du laboratoire des sciences de la terre au niveau de l'Université des Science et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB).

II.1.2.1.6. Tassement, τ

L'optimisation du mode d'exploitation de la décharge passe en partie par une bonne connaissance des tassements. Deux types de tassement sont distingués:

- le tassement primaire résultant des actions mécaniques, directement lié à l'application d'une surcharge, sa durée de mise en place ne dépassera pas les trois mois (et généralement de l'ordre d'un mois);
- le tassement secondaire est supposé durer une trentaine d'année (en l'absence de prétraitement mécanique ou biologique et de réinjection).

Le protocole d'expertise propose trois méthodes pour le calcul du tassement d'un CSD :

- Méthode par suivi topographique et modèle de Sowers;
- Mise en place de plaques et tiges télescopiques;
- Mise en place de bèches et de fouilles à la pelle.

Seul le pourcentage de tassement a été déterminé pour le CET d'El.Outaya l'aide d'un compacteur Type Vondel de 30 tonnes avec pointes en forme de +.

II.1.2.2. Analyses chimiques

Après la caractérisation physique des déchets, une analyse chimique est indispensable pour compléter les informations sur la nature des déchets et appréhender leur condition de dégradation.

Le protocole propose plusieurs étapes afin d'identifier la nature chimique des déchets.

II.1.2.2.1. Teneur en matière organique

La méthode la plus répandue pour la détermination de la teneur en matière organique est la perte en feu. La matière organique est calcinée à 550°C (François, 2004 ; Charny, 2005 ; Alouemine, 2006). Les temps de chauffage et les masses prélevées varient selon les auteurs. Elles peuvent être de 20 minutes, de 2 heures ou de 60 heures (François, 2004). Le pourcentage en matière organique totale (MOT%) est obtenu par différence de pesée entre la masse de l'échantillon séché à 105 °C et la masse de l'échantillon après calcination.

$$\% \text{ MOT} = \frac{[M_s - M_c] \times 100}{M_s}$$

MS : Masse de l'échantillon après passage à l'étuve (g).

MC : Masse de l'échantillon après calcination (g).

% MOT : Pourcentage de matière sèche contenu dans l'échantillon.

C'est la méthode qui a été appliquée au niveau des deux CET(S).

II.1.2.2.2. Teneur en carbone organique

Les deux principales méthodes pour déterminer la teneur en carbone organique d'un échantillon de déchets consistent à une oxydation par voie sèche ou par voie humide (Charnay, 2005):

La première, est celle de Walkey et black (1934). La matière organique est oxydée à froid par un excès de bichromate de potassium (1M) en milieu acide (H₂SO₄).

Le bichromate n'ayant pas réagi avec la matière organique est réduit par un excès de Fer (II) (solution de sulfate double de fer ferreux et d'ammonium à 0,5 N) dosé en retour par du bichromate (1 M).

Les teneurs sont déduites en considérant 77 % du carbone organique total oxydé, et l'approximation que 1 mL de bicarbonate correspond à 3 mg de carbone organique. Le pourcentage de carbone organique mesuré dans les déchets peut-être estimé à partir de la formule suivante :

$$\% C_{\text{org}} = [x + (10 - y)] * 0,003 \cdot \frac{(100)}{77} * \frac{(100)}{m}$$

Avec :

m : masse de déchets (g)

x : volume de bichromate versé (ml)

y : volume de bichromate servant à titrer la solution de sulfure double de fer ferreux et d'ammonium ou de sel de Mohr

Le protocole indique des prises d'échantillons faibles comprises entre 0,125 à 1g de déchets de façon à ce que le bichromate utilisé soit réduit à 75%, ce qui correspond à un volume inférieur à 8 ml (François, 2004).

II.1.2.2.3. Teneur en azote

Les teneurs en Azote sont estimées par la méthode kjeldhal (NF U44-050), appliquées sur les composts. Les échantillons, de déchets sont minéralisés dans un minéralisateur " Kjeldatherm " pendant 1heure à 360°C en milieu acide (recta pur H₂SO₄ et Se). Les résidus obtenus après digestion sont distillés à la lessive de soude 30% à l'aide de distillateur Gerhardt Vapodest 12. Le distillat est récupère dans un erlenmeyer avec de l'acide chlorydrique normadose à 0,1 M. Le dosage réalisé avec

de la soude normadose 0,1M et du rouge de méthyle permet de déterminer les teneurs en Azote de l'échantillon (François, 2004), et la teneur d'un déchet est calculée de la façon suivante :

$$\text{Azote (mg/g de déchet)} = \frac{(\text{Echantillon} - \text{V blanc})}{\text{m échantillon}} \cdot 0,1.14 \cdot 01.1000$$

L'évolution du rapport C/N est souvent considérée comme indicateur d'une bonne dégradation.

Ce rapport C/N est calculé à partir des valeurs Corg mesuré par oxydation et la quantité d'azote N mesurée par la méthode NTK (Charnay, 2005).

II.1.2.2.4. Teneur en métaux lourds

Les échantillons sont minéralisés à chaud avec de l'eau régale (1/3 HNO₃ + 2/3 HCl) selon la norme Pr EN 13657 de 2002 (AINA, 2006).

Les principaux métaux lourds qui doivent être étudiés sont : nickel, cuivre, cadmium, plomb, fer zinc, et sont déterminés sur les fractions fines.

Les concentrations en métaux sont mesurées, soit par spectrophotométrie d'absorption atomique four pour la majorité des métaux, soit par spectrophotométrie d'absorption atomique flamme pour le Zinc [Charnay, 2005].

➤ Pour le CET d'Ouled Fayet l'expérience a été réalisée sur les fines < à 30mm par Aina en 2006, la mesure a été effectuée par spectrophotomètre d'absorption atomique four (Varian Spectra AA 800) disposant d'un système de correction Zeeman de l'absorption non atomique due à la matrice résiduelle), la limite de détection est de l'ordre de 0,1µg L⁻¹, elle est variable selon l'élément dosé, et un spectrophotomètre d'absorption atomique flamme VARIAN AA 180 de limite de détection variable selon les éléments.

Les échantillons sont au préalable minéralisés (minéralisation à chaud par l'eau régale 3 volumes de HCl pour un volume de HNO₃, ce qui a permis d'éviter les interactions de la matrice organique). La minéralisation a été réalisée dans des matras en pyrex dans lesquels l'échantillon est porté à ébullition, et dans un système de four micro-ondes suivant Le programme de température "XP 15000 SOL MEL". Les essais comparatifs de ces deux méthodes ne mettent pas en évidence des différences sur ce type de matrice; toutefois la méthode par micro-ondes permet un gain de temps important et une plus grande rigueur dans le protocole de minéralisation.

➤ Pour le CET d'El.Outaya, les analyses ont été réalisées sur des échantillons de lixiviats des différents bassins de décantation au niveau du laboratoire et la méthode appliquée est le dosage par four et par flamme.

II.1.2.2.5. Test de lixiviation

Le test de lixiviation a été réalisé au niveau du laboratoire régional de contrôle des eaux de Limoges, appliqué sur deux échantillons de déchets entrants et de déchets stockés du CET d'El.Outaya séchés et broyés à 103°C, et évalué suivant la norme NF EN 12457 - 2 après 24 h de contact avec un ratio liquide /solide (MS) de 10.

II.2 Caractérisation des déchets enfouis

II.2.1. Analyses physiques

Les analyses physiques sur les déchets stockés sont les même que celles réalisées sur les déchets entrants, sauf que le prélèvement se fait directement dans le massif après le creusement d'une tranchée à la pelle mécanique

Certaines analyses physiques des déchets ont été réalisées :

La caractérisation physique par catégorie pour les deux CET (S), en 2006 par Aina pour le CET d'Ouled Fayet où les déchets ont été prélevés à l'aide d'une tarière manuelle de diamètre égale à 6 cm jusqu'à une profondeur de 2 m, en 2008 pour le CET d'El.Outaya, le prélèvement a été réalisé à l'aide d'une pelle métallique à une profondeur de 1, 4 m.

II.2.2. Analyses chimiques

Aucune analyse chimique n'a été réalisée au niveau des deux CET (S).

II.3. Caractérisation des rejets liquides et gazeux

II.3.1. Lixiviats

Les lixiviats proviennent de la percolation de l'eau à travers le massif de déchets dès lors que l'humidité des déchets est supérieure à leur capacité de rétention. Leur composition varie en fonction:

- De facteurs extérieurs à la décharge (géographie, pluviométrie, origine des eaux, infiltration, température, etc.);
- De facteurs internes à la décharge (mode de gisement, morphologie du massif de déchets (compact, étoilé.), mode d'exploitation (géo membrane, taux de compactage, déchets broyés, recirculation de lixiviat.), mode de dégradation (aérobie, anaérobie, brûlage..);
- Des caractéristiques des déchets (nature, composition, âge, densité, humidité initiale.);
- Les paramètres de suivi ainsi que les fréquences normatives sont résumés dans le Tableau 27 (Annexe 3) recommandés par le protocole d'expertise pour les CSD dans les PED (ZAHRANI, 2006).

II.3.1.1. Composition des lixiviats

Le suivi qualitatif de lixiviats collectés à l'entrée du bassin de décantation et au point rejet dans le milieu naturel, a été effectué par deux laboratoires d'analyse de l'ASSEAL (Algérienne des Eaux) et l'ONA (Office National d'Assainissement) pour le CET d'Ouled Fayet, et au laboratoire physico-chimique des analyses des eaux de l'entreprise Tissage Finissage (TIFIB-SPA) de Biskra pour le CET d'El.Outaya.

Le Tableau 28 résume les paramètres analysés, les méthodes et les références normatives appliqués au Niveau du laboratoire d'analyse de l'ONA, pour la détermination des paramètres globaux des lixiviats du CET d'Ouled Fayet.

Tableau 28 : Paramètres, méthodes et normes d'analyses suivis sur des échantillons de lixiviat du CET d'Ouled Fayet. (ONA, 2006)

Paramètres	Méthodes d'analyse	Normes
pH (u.pH)	Potentiométrie (électrochimique)	NFT 90-008
Conductivité (mS.cm⁻¹)	Conductimétrie (électrochimique)	NFT EN 27888
Température	Thermométrie	NFT 90-100
DCO (mg.L⁻¹)	Bichromate de potassium	ISO 6060-1989
DBO₅ (mg.L⁻¹)	Manométrique (DBO mètre)	NFT 90-103
NH₄⁺ (mg.L⁻¹)	Colorimétrique (Spectrométrique)	ISO 7150/1-1984
NO₃⁻ (mg.L⁻¹)	Colorimétrique (Spectrométrique)	ISO 7890-3-1988
NO₂⁻ (mg.L⁻¹)	Colorimétrique (Spectrométrique)	ISO 6777-1984
PO₄³⁻ (mg.L⁻¹)	Colorimétrique (Spectrométrique)	ISO 6878/1-1986
NTK (mg.L⁻¹)	Minéralisation, Distillation, Titration	ISO 5663-1984
MES (mg.L⁻¹)	Centrifugation et Séchage à 105C°	NFT 90-015
MVS %	Centrifugation et calcination à 560°C	-

- Pour le CET d'Ouled Fayet, pendant la période 2006-2007, les prélèvements des échantillons provenant du casier 1 et 2 ont été réalisés à l'entrée du bassin de décantation et au point rejet dans le milieu naturel.

Un problème de colmatage est apparu au niveau des casiers 3 en janvier 2007 a nécessité la déviation des drains de collectes des lixiviats vers l'Oued Beb Brahem, ou sont à ce jour collectés les lixiviats des casiers (1, 2 et 3), pour le casier 5 le drain est indépendant, réalisé au niveau du bassin de décantation.

- Pour le CET d'El.Outaya (Biskra), les échantillons de lixiviats ont été collectés à la sortie du premier bassin de décantation.

Le suivi est réalisé à chaque campagne d'échantillonnage soit chaque saison sur des lixiviats brutes et aérés, dont l'objectif est la caractérisation de leurs charges organiques et minérale et leurs stades de décomposition.

II.3.1.2. Techniques de mesure du lixiviat

II.3.1.2.1. Débit des lixiviats

Les méthodes appliquées pour l'évaluation et le calcul du débit est la même citées par Aina en 2006 qui consiste en :

Les mesures de débit sont effectuées plusieurs fois dans la journée et durant toute la durée de l'expertise en mesurant des volumes écoulés pendant un certain Temps. Les volumes sont déterminés par des éprouvettes graduées ou par des récipients de capacités connues selon les moyens à disposition.

$Q \square V/t$ avec Q : Débit de lixiviat en m^3/s ou L/j , V : Volume recueilli en m^3 ou Litre pendant le temps t en seconde ou jour.

Nous avons procédé à la mesure du débit depuis le début de l'expertise jusqu'à la fin pour les deux études d'expertises au niveau des deux CET(S), à l'aide d'un récipient gradué accompagné d'une mesure du temps de remplissage qui a permis de connaître le débit de production de lixiviats.

II.3.1.2.2. Bilan hydrique et production des lixiviats

Le bilan hydrique d'un CSD permet d'évaluer la quantité de lixiviats produites et de dimensionner les bassins de rétention. Le bilan est effectué par périodes mensuelles et cumulé sur une période d'un an. Le protocole d'audit propose plusieurs méthodes pour la détermination des quatre termes suivants : Infiltration, Ruissellement, Evaporation et Capacité de rétention en eau des déchets, nécessaires à l'équation :

Entrée d'eau = Sortie d'eau

$$P + R_1 + Ed = I + L + R_2 + ETR \pm \Delta S \text{ d'où } L = (P + R_1 + Ed) - (I + R_2 + ETR) \pm \Delta \sigma$$

P : Eaux de pluie

R1 : Eaux de drainage extérieur au site

Ed : Eaux constitutives des déchets

R2 : Eaux de ruissellement de la décharge vers l'extérieur

I : Eaux d'infiltration dans le substratum

L : lixiviats produits

ETR : Evapo- transpiration

$\Delta\sigma$: Variation du stock d'eau dans la décharge

Dans le cas où les décharges sont conformes aux réglementations (réseaux de drainage, dispositifs d'étanchéité...) R1, R₂ et I sont négligeable donc l'équation sera simplifiée de la manière suivante:

$$L = P + Ed - (ETR \pm \Delta\sigma)$$

Le tableau 29 ci-dessous, résume les paramètres utilisés pour le calcul du bilan hydrique.

Tableau 29 : Calcul de bilan hydrique au niveau des deux CET.

	Paramètres	Significations – commentaires	Expression
A	Surface de stockage m ²	Surface du casier en cours de remplissage	Donnée
B	Densité des déchets après compaction T/m ³	Masse volumique des déchets	Donnée
C	% du volume de pluie passant directement à travers les déchets	% de pluie empruntant les chemins préférentiels	Donnée
D	% d'eau contenue dans les déchets entrants	Exprimé en % du poids humide des déchets	Donnée
E	% d'eau contenu dans les déchets potentiellement évaporable	% d'eau qui pourrait s'évaporer des déchets	Donnée
F	% maximal d'eau dans les déchets	Exprimé en % du poids humide des déchets	Donnée
G	% d'eau critique	% d'eau au dessus duquel les déchets relarguent de l'eau, en poids humide des déchets	Donnée
H	Temps de demi – percolation (mois)	Temps que met un déchet pour relarguer la moitié de l'eau qu'il a emmagasinée	Donnée
I	Volume mensuel de déchets stockés (m ³)		Donnée
J	Volume total de déchets stockés (m ³)		I+J(n-1)
K	Précipitation moyenne (mm)		Donnée
L	ETP par jour (mm/j)	Valeur moyenne sur une période de 30 ans	Donnée
M	ETP (mm)		L*(nombre de jours)
N	Volume de pluie (m ³)	Volume de pluie reçu par la surface de stockage	A*K/1000
O	Volume de pluie passant directement à travers les déchets (m ³)	Volume de pluie empruntant des chemins préférentiels	N*C/100
P	Volume de pluie percolant dans les déchets (m ³)	Volume de pluie qui s'infiltré dans l'installation de stockage sans emprunter des chemins préférentiels	N-O
Q	Volume d'eau apportée par les déchets (m ³)	Volume d'eau contenu dans les déchets entrants	I*B*D/100
R	Volume total d'eau apportée (m ³)	Volume de pluie percolant dans les déchets + volume d'eau apportée par les déchets	P+Q
S	Volume mensuel d'eau potentiellement évaporable des déchets (m ³)	Volume maximum d'eau qui pourrait s'évaporer des déchets	Q*E/100
T	Volume d'ETP (m ³)	Volume d'ETP correspondant à la surface de	A*M/1000

		stockage	
U	Volume d'ETR (m3)	Volume d'eau réellement évapotranspirée	min de P+S et de T
V	Volume d'eau contenue dans les déchets déjà stockés (m3)	Quantité des déchets retenus par l'ensemble des déchets stockés les mois précédents	$Y(n-1) - AC(n-1)$
W	Volume total d'eau apportée – volume ETR (m3)	Volume d'eau qui s'infiltré réellement dans l'installation de stockage après évaporation	R-U
X	Volume maximal d'eau pouvant être retenue par l'ensemble des déchets stockés (m3)	Volume maximal d'eau pouvant être retenue par les déchets stockés les mois précédents ainsi que le mois en question.	$X(n-1)+F*I*B*(1-D)/(1-F)$
Y	Volume d'eau retenue par l'ensemble des déchets (m3)	Volume d'eau réellement retenue par l'ensemble des déchets stockés	minimum de V+W et de X
Z	Volume d'eau non retenu par les déchets (m3)	Volume d'eau que les déchets n'ont pas pu retenir	V+W-Y
AA	% d'eau contenu dans l'ensemble des déchets stockés (m3)	Exprimé en % du poids humide des déchets	$Y/(Y+J*B(1-D))$
AB (*)	% d'eau dans les déchets après relarguage	Exprimé en % du poids humide des déchets	si AA>G alors =G*(1+(AAG) /G*exp(-ln2/H)) sinon G
AC	Volume d'eau relarguée (m3)	Volume d'eau qui a été libéré par les déchets pendant la phase de relarguage	$Y-J*B*(1-D)*AB/(1-AB) G*(1 + (AA-G) / G*EXP(-ln2/H))$
AD	Volume de lixiviat réel (m3)	Somme des eaux produites	O+Z+AC

Et les données météorologiques (pluviométrie, température, évapotranspiration potentielle) sont les moyennes mensuelles de valeur sur 10 ans, recueillies auprès des services météo de Dar El Beida (Alger) et de l'Aéroport de Biskra.

Quelques valeurs de paramètre sont données dans le tableau 30 ci-dessous. Elles sont été mesurées ou tirées de la bibliographie.

Tableau 30: Valeurs de paramètres utilisées pour le calcul du bilan hydrique.

Données		Signification	Valeurs prises
B	Densité des déchets après compaction T/m ³	Masse volumique des déchets	0,5 (Ouled Fayet) 0,42 (El- Outaya)
C	% du volume de pluie passant directement à travers les déchets	% de pluie empruntant les chemins préférentiels	10 10
D	% d'eau contenue dans les déchets entrants	Exprimé en % du poids humide des déchets	58 65
E	% d'eau contenu dans les déchets potentiellement évaporable	% d'eau qui pourrait s'évaporer des déchets	30 75
F	% maximal d'eau dans les déchets	Exprimé en % du poids humide des déchets	70 65
G	% d'eau critique	% d'eau au dessus duquel les déchets relarguent de l'eau, en poids humide des déchets	33 30
H	Temps de demi – percolation (mois)	Temps que met un déchet pour relarguer la moitié de l'eau qu'il a emmagasinée	8 8

II.3.2. Biogaz

II.3.2.1. Composition du biogaz

Le biogaz est généralement constitué de CH₄ de l'ordre de 40 à 60 % et de CO₂ de l'ordre de 40 à 60 % mélangés à d'autres composés gazeux en trace. Ces émissions peuvent générer des risques (incendie, explosion, toxicité).

La connaissance des caractéristiques physico-chimiques du biogaz est déterminante pour :

- Evaluer l'évolution de la dégradation des déchets stockés;
- Evaluer l'impact de rejets sans traitement;
- Choisir un type de filière de valorisation énergétique du broyer;
- Dimensionner le réseau de drainage et de collecte du biogaz;
- Contrôler l'efficacité des réseaux de drainage; et
- Détecter l'éventuel dysfonctionnement au sein du massif (incendie interne, fuites de biogaz).

La composition du biogaz n'a pas été déterminée au niveau des deux CET étudiés à cause de la non disponibilité du matériel adéquat pour sa réalisation.

II.3.2.2 Mesure de production de gaz : Flux surfacique

Les mesures de la production des différents gaz constituant le biogaz n'ont pas été réalisées.

II.3.2.3 Calcul de la production de biogaz

Le calcul de la production de biogaz d'un site a pour objectifs, l'évaluation du potentiel de pollution atmosphérique d'un site et l'évaluation du potentiel de valorisation d'un gaz. Le volume du biogaz produit a été estimé au niveau des casiers 1,2, 3 et 5 pour le CET d'Ouled Fayet et le casier 3 pour le CET d'El.Outaya.

Le modèle appliqué est le modèle LOCM : Landfill Odor Caractérisation (Thomas J et al .,1992) qui se traduit par les équations suivantes (Aina ,2006) :

$$t_x < t_{1/2} : \frac{dG}{dt} = K_1 L_0 N_x \text{Expo} [- K_1 (t_{1/2} - t_x)]$$

$$t_x > t_{1/2} : \frac{dG}{dt} = K_1 L_0 N_x \text{Expo} [- K_2 (t_x - t_{1/2})]$$

Avec:

$$G_0 = 1,868C_{org}[0,014(T - 273) + 0,28] \text{ m}^3/T$$

G_0 : potentiel théorique de production.

K_1 : constante cinétique de première étape (1/ an) = $\ln (50 / t_{1/2})$

K_2 : constance cinétique de deuxième étape (1/ an) = $\ln (50/ (t_{99/100} - t_{1/2}))$

L'hypothèse de base ici est que la production de biogaz doit suivre un modèle cinétique de premier ordre. Les constituants organiques des déchets sont classés en trois catégories :

- Une fraction rapidement décomposable : aliments;
- Une fraction moyennement décomposable : papier, carton;
- Une fraction lentement décomposable : caoutchouc, cuir, bois.

Partie III : Résultats et discussions

Partie III : Résultats et discussions

Cette troisième et dernière partie est organisée en **quatre chapitres** :

- **Les premier, deuxième, et troisième chapitres** portent sur les résultats obtenus sur les deux sites d'étude. Ces résultats nous ont permis l'acquisition de données de terrain durant deux années complètes et l'amélioration de la compréhension des mécanismes qui régissent le comportement des déchets, leur analyse permettra de juger de leur pertinence.
- Le **dernier chapitre** synthétise les principales conclusions et les propositions d'actions d'amélioration en termes d'exploitation et de maîtrise des coûts pour la conception et l'exploitation de CET en ALGERIE.

Les 21 paramètres et rubriques visent à caractériser les déchets entrants, les déchets stockés et leur comportement mécanique hydraulique et biologique, l'environnement extérieur et les caractéristiques de l'exploitation. Leur validation permet la compréhension du système dynamique représenté par une décharge (ADEME, 2005a).

Parmi les 21 paramètres cités dans le tableau 31 cité ci-dessous, seuls 17 paramètres ont été suivis au niveau des deux CET en raison de l'insuffisance d'équipements nécessaires

Tableau 31: Liste des paramètres d'expertise des CET.

Problématique fonctionnelle	N°	Paramètres d'analyse	Validés	
			Ouled Fayet	Biskra
<i>Déchets entrants</i>				
Nature (Caractérisation)	1	Caractérisation physique	x	x
	2	Caractérisation chimique de base	x	x
	3	Teneur en eau	x	x
	4	Densité	x	x
Flux et origine	5	Origine et flux des déchets entrants	x	x
<i>Déchets stockés</i>				
Comportement mécanique	6	Tassement	-	-
Comportement Hydraulique	7	Comportement des déchets à l'eau	x	x
	8	Perméabilité	x	x
	9	Bilan hydraulique et production de lixiviats	x	x
	10	Composition des lixiviats	x	x
Comportement biologique	11	Mesure de production de gaz	-	-
	12	Calcul de production de gaz	x	x
	13	Composition du biogaz	-	-
	14	Potentiel méthanogène de déchets stockés	-	-
	15	Température	x	x
<i>Conditions extérieures</i>	16	Milieu souterrain	x	x
	17	Milieu naturel et hydrographie	x	x
	18	Environnement humain et réglementaire	x	x
	19	Contexte général du stockage des déchets	x	x
<i>Exploitation</i>	20	Aménagement fonctionnel et suivi d'exploitation	x	x
	21	Coûts d'exploitation	-	x

Chapitre I : Déchets entrants

I.1. Caractérisation physique (paramètre 1)

La caractérisation physique regroupe le tri manuel sur des déchets humides et la composition des déchets par catégorie, réalisée suivant la méthode présentée dans la figure 21 page 123. Les 9 campagnes d'échantillonnage réalisées [5 au niveau du CET d'Ouled Fayet (Tableau 32), et 4 au niveau du CET d'El.Outaya (Tableau 33)] ont permis de connaître la nature des déchets collectés pendant les 4 saisons.

Les résultats de la première et de la deuxième campagne réalisées au niveau du CET d'Ouled Fayet ont été publiés au niveau de la thèse de Aina Martin en 2006.

Tableau 32 : Composition en % par catégorie des déchets entrants du CET d'Ouled Fayet 2006-2007.

Fraction granulométrique	Catégorie	Avril 2006	Mai 2006	Juillet 2006	Nov 2006	Mars 2007
Gros d >100 mm	Putrescibles	8,6	11,1	6,7	2,1	4,4
	Papiers – cartons	23,6	28,5	27,7	21,6	28,9
	Textiles	24,3	23,6	26,2	34,9	27,6
	Plastiques	32,9	29,2	31,1	33,7	29,3
	CNC	2,9	1,4	1,5	6,4	4,7
	Verres	2,9	1,4	0,0	0,0	2,2
	Métaux	3,6	2,1	3,1	1,2	1,3
	INC	1,4	2,8	2,7	0,1	1,6
	Déchets Spéciaux	0,00	0,00	0,0	0,0	–
Moyen 30 <d<100 mm	Putrescibles	75,9	78,1	84,6	84,6	86,6
	Papiers – cartons	6,0	6,7	2,8	2,8	2,2
	Textiles	5,7	5,0	2,7	2,7	3,0
	% Plastiques	6,3	7,0	3,5	8,1	6,0
	CNC	0,7	1,7	1,8	0,1	0,3
	Verres	3,0	0,3	0,8	1,2	0,8
	Métaux	2,0	0,7	1,1	0,9	1,1
	INC	0,3	0,3	0,0	0,5	0,0
	Déchets Spéciaux	0,13	0,1	0,8	0,1	0,0
Fines supérieures 10-30 mm	Fines 10-30	13, 2	7,8	8,2	5,9	7,4
Fines inférieures <10mm	Fines <10		8,3	7,4	2,2	4,6

Tableau 33 : Composition en % par catégorie des déchets entrants du CET d'El.Outaya 2008-2009.

Fraction granulométrique	Catégorie	Mai 2008	Juillet 2008	Nov 2008	Mars 2009
Gros d >100 mm	Putrescibles	11,1	17,1	2,2	2,2
	Papiers – cartons	24,6	21,0	20,44	18,8
	Textiles	22,2	22,0	34,6	38,0
	Plastiques	26	29,3	30,0	26,7
	CNC	7,4	2,4	5,5	5,9
	Verres	1,5	1,2	1,6	1,8
	Métaux	3,7	4,4	6,4	5,4
	INC	1,8	2,5	2,4	1,4
	Déchets Spéciaux	1,7	0,00	0,0	0,00
Moyen 30 <d<100 mm	Putrescibles	68	67,2	65,0	67,1
	Papiers – cartons	7,4	7,4	8,2	7,5
	%Textiles	6,4	10,5	11,0	15,4
	Plastiques	13,3	10,5	10,0	7,5
	CNC	1	0,2	1	1,4
	Verres	1	3,2	2,9	1,1
	Métaux	2	0,8	1,1	1,7
	INC	0,6	0,0	0,7	0,8
	Déchets Spéciaux	0,5	0,00	0,1	0,1
Fines supérieures 12-30 mm	Fines 12-30	8,4	16,2	13,7	13,4
Fines inférieures <12 mm	Fines <12	8,4	6	10	5,8

Les résultats obtenus à travers les différentes campagnes réalisées au niveau du CET d'Ouled Fayet (Tableau 32) montrent que les déchets ménagers sont principalement constitués de déchets putrescibles avec une proportion pouvant atteindre les 57 % et de déchets d'emballage (Papier Carton, Textiles, Plastiques), les fines constituent 16 % de l'ensemble.

La composition des déchets entrants varie selon les saisons avec une forte augmentation de la portion des putrescibles et les résultats obtenus des deux campagnes réalisées au Printemps 2006 et 2007 le montrent.

Le pourcentage en plastique a connu une légère augmentation en Automne 2006 (4^{ème} campagne), alors que le pourcentage en Papier- Carton et Textiles n'a pas changé.

Pour le CET d'El.Outaya Les déchets entrants sont principalement des déchets putrescibles et déchets d'emballages, constituant environ 70 % de la masse des déchets, les fines constituent environ 23 % de l'ensemble (Tableau 33).

Nous constatons la forte proportion des putrescibles au niveau des moyens, une augmentation du pourcentage des plastiques et des textiles dans les quartes campagnes (Printemps, Eté, Automne et Hiver).

Les déchets entrants des deux CET sont essentiellement des **Putrescibles** .

Les déchets d'emballage sont en proportions plus élevées au niveau du CET d'Ouled Fayet, cela est dû à la différence sociale au sein de la population et à l'hétérogénéité des espaces urbains.

Le pourcentage des CNC reste élevé au niveau des deux CET comparé aux autres constituants.

Les pourcentages des fines sont plus élevés au niveau du CET d'El.Outaya, atteignant les 23 %, elles sont composées essentiellement de putrescibles, car parfois cette fraction contient d'autres matières organiques qui ne proviennent pas des ménages. C'est le cas des zones rurales ou même des agglomérations urbaines ou les crottins animaux domestiques qui vivent avec les humains, ainsi que les débris de leur litière et du fourrage avec lequel ils se trouvent mélangés (Beb Ammar, 2006).

Le régime alimentaire des deux Wilaya(s) est différent, à Biskra il est basé sur des aliments de nature secs (fèves, etc.) et à base de semoule et farine représentatif du milieu rural, alors qu'à Ouled Fayet pour la Wilaya d'Alger, la majorité des putrescibles étaient des fruits. Cela est dû au mode, au niveau de vie, à la nature du milieu et au caractère socio économique.

I.1.1.Répartition granulométrique des déchets entrants

La séparation par taille des déchets a permis d'avoir des résultats sur les proportions des fractions granulométriques: fines (<30mm), moyennes (entre 30 et 10mm) et grosses (supérieur à 100mm) (Tableaux 34 et 35).

Tableau 34: Répartition en % par taille des déchets d'Ouled Fayet - ALGER.

Campagne Taille	Avril 2006	Mai 2006	Juil 2006	Nov 2006	Mars 2007
	1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %	4 ^{ème} Campagne %	5 ^{ème} Campagne %
Gros d >100 mm	27,6	27,3	19,4	26,3	22,3
Moyens 30 <d<100 mm	59,2	56,6	65	65,6	65,5
Fines supérieures 10<d<30 mm		7,8	8,2	5,9	7,4
Fines inférieures d<10 mm	13,2	8,3	7,4	2,2	4,6

Tableau 35: Répartition en % par taille des déchets entrants
CET d'El.Outaya BISKRA.

Campagne Taille	Mai 2008	Juillet 2008	Novembre 2008	Mars 2008
	1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %	4 ^{ème} Campagne %
Gros d >100 mm	28,4	27,6	25,5	30,2
Moyens 30 <d<100 mm	53,5	50,3	51	50,5
Fines supérieures 12,5<d<30 mm	8,4	16,2	13,7	13,4
Fines inférieures d<12,5 mm	8,4	6	9,8	5,8

Les résultats obtenus à travers les différentes campagnes concernant la répartition par taille des déchets pour les deux sites d'étude montrent que la fraction granulométrique la plus importante est celle comprise entre 20 et 100 mm (les Moyens). Elle est suivie par la fraction granulométrique supérieure à 100mm (les Gros) (Figures 25 et 26).

Une légère différence des proportions de moyens dépassant les 60 % à Alger alors qu'elle est de 50 % à Biskra, la proportion de gros est de 50% et les fines est de ¼ pour les deux sites d'étude.

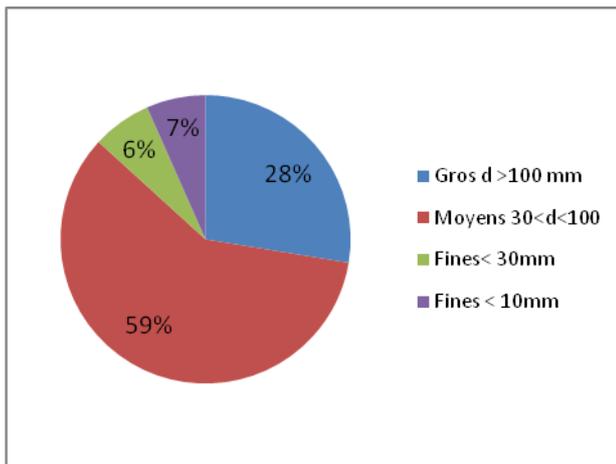


Figure 25 : Répartition par taille des déchets entrants CET d'Ouled Fayet.

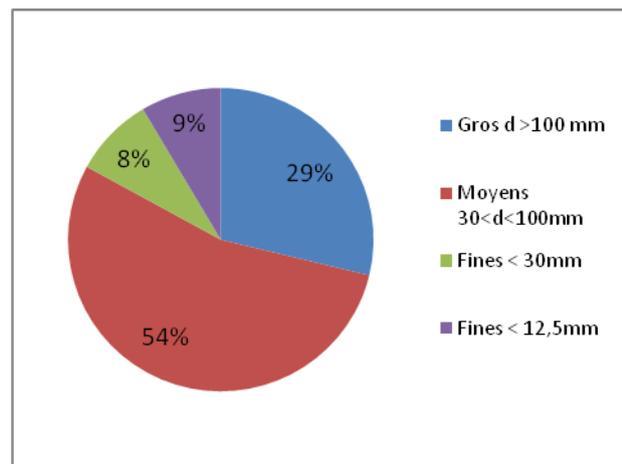


Figure 26 : Répartition par taille des déchets entrants CET d'El.Outaya.

Une proportion de moyens de plus de 50 % qui dépasse les 60 % dans la 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} campagne au niveau du CET d'Ouled Fayet est à noter, soit une augmentation de 15 % à cause d'une forte teneur en fruits et légumes, et les fines et gros dans un rapport de 1/4.

La répartition des fines correspond à 50 % entre 10 et 30 mm pour les cinq campagnes, mais la proportion des fines < 10 mm a connu des variations pendant les deux dernières campagnes car les proportions passent de 50 % (résultats des deux premières campagnes) à 25 %.

Les résultats des quatre campagnes obtenus au niveau du CET d'El.Outaya montrent la même proportion des moyens égale à 50 %, et de fines et gros dans un rapport de 1/4. La répartition des fines entre 12,5 et 30 mm correspond à 50 % pour la 1^{ère} campagne alors qu'elle est plus élevée dans la 2^{ème} campagne (75 %), la 3^{ème} et 4^{ème} campagne (60 %).

I.1.2. Composition globale des déchets entrants

Les tableaux 36 et 37 ci-dessous, résument la composition globale des déchets entrants ou les proportions des gros, moyens et fins ont été prises en considération au niveau des deux CET.

L'augmentation de la proportion des putrescibles durant les 5 campagnes, à saisons différentes (printemps, été et automne) a été remarquée au niveau du CET d'Ouled Fayet ainsi que la diminution de la proportion des fines durant les deux dernières campagnes, qui reste toujours élevée par rapport aux autres constituants (Tableau 36), alors que pour le CET d'El.Outaya, la proportion des putrescibles diminue durant les 3 campagnes, elle passe de 40 à 34%, la proportion des fines augmente pour atteindre les 24% et la proportion des textiles passe de 9,9 à 19,3% soit une augmentation de plus de 100% (Tableau 37).

Tableau 36 : Composition globale en % des déchets entrants CET d'Ouled Fayet.

Campagne Catégories	Avril 2006	Mai 2006	Juil 2006	Nov 2006	Mars 2007
	1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %	4 ^{ème} Campagne %	5 ^{ème} Campagne %
Putrescibles	47,3	47,2	57,5	56,0	57,7
Papiers – Cartons	10,0	11,6	7,9	7,5	7,9
Textiles	10,0	9,3	7	11	8,1
Plastiques	12,8	11,9	8,3	14,2	10,5
CNC	1,2	1,3	1,5	1,8	1,2
Verres	2,6	0,6	0,7	0,8	1,00
Métaux	2,2	0,9	1,3	1	1,0
INC	0,6	0,9	0,5	0,3	0,4
Déchets Spéciaux	0,1	0,1	0,5	0,1	0,00
Fines	13,2	16,1	15,6	8,1	12,0

Tableau 37 : Composition globale des déchets entrants CET D'El Outaya.

Campagne Catégories	Mai 2008	Juil 2008	Nov 2008	Mars 2009
	1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %	4 ^{ème} Campagne %
Putrescibles	40	38,6	35,2	34,6
Papiers – Cartons	11,1	9,5	9,8	8,1
Textiles	9,9	11,4	13,8	19,3
Plastiques	14,7	13,3	9,9	11,9
CNC	2,7	0,8	1,9	2,5
Verres	1,0	1,9	2,0	1,1
Métaux	2,1	1,7	2,3	2,5
INC	0,9	0,7	0,4	0,8
Déchets Spéciaux	0,7	0,0	0,1	0,0
Fines	17	22,1	24,5	19,2

Les résultats obtenus à travers les différentes campagnes réalisées montrent que les déchets ménagers sont principalement constitués de déchets putrescibles avec une proportion pouvant atteindre les 57 % à Ouled Fayet et 40% à El.Outaya (Figure 26, 27, 28 et 29), et des déchets d'emballages (Papier Carton, Textiles, Plastiques), les fines constituent 16 % et 19% de l'ensemble respectivement dans les deux CET.

La composition des déchets entrants varie selon les saisons avec une forte augmentation de la portion des putrescibles et les résultats obtenus des campagnes réalisées au Printemps 2006 et 2007 et 2008 le montrent.

Le pourcentage en plastique a connu une légère augmentation en Automne 2006 (4^{ème} campagne à Ouled Fayet), alors que la forte quantité a été observée au printemps à El.Outaya, le pourcentage en Papier- Carton et Textiles est plus élevé pour le CET D'El.Outaya.

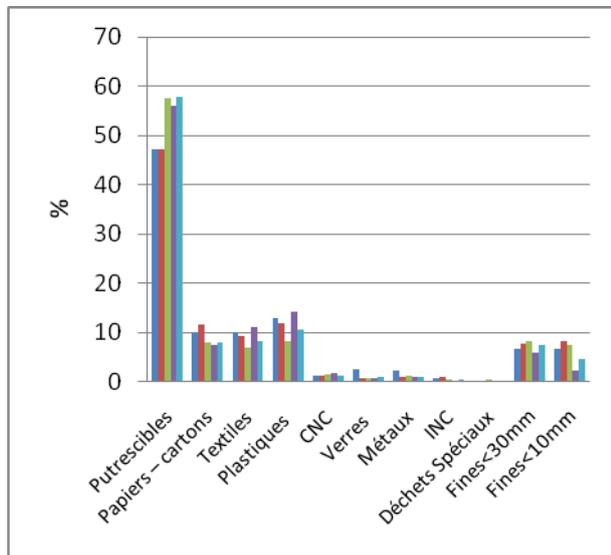


Figure 27 : Composition des déchets d'Alger

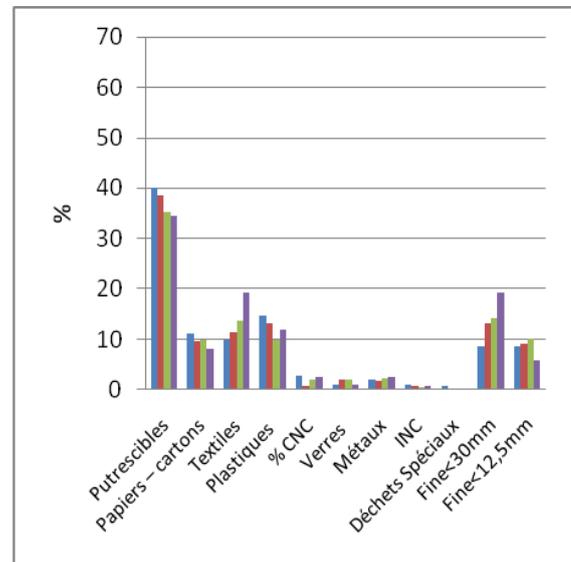


Figure 28 : Composition des déchets de Biskra.

I.2. Caractérisation chimique (Paramètre 2)

L'analyse concerne la fraction organique, azotée et les métaux lourds présents dans les déchets.

I.2.1. Matière organique (Perte au feu ou MVS)

La teneur en matière organique a été mesurée sur les déchets de taille inférieure à 30mm pour les deux CET, et sur les putrescibles pour le CET d'Ouled Fayet. Les résultats sont les suivants (Tableaux 38 et 39).

Tableau 38 : Teneur en matière organique en % dans les putrescibles de différentes tailles CET d'Ouled Fayet.

Campagne Taille	Avril 2006	Mai 2006	Juil 2006	Nov 2006	Mars 2007
	1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %	4 ^{ème} Campagne %	5 ^{ème} Campagne %
Putrescibles Gros d >100 mm	83,9	80,6	86,0	nd	
Putrescibles Moyens 30 <d<100 mm	76,0	79,2	80,0	nd	70,3
Fines supérieures 12,5<d<30 mm	74,0	65,7	82,0	nd	

Tableau 39: Teneur en matière organique en % dans les fines CET d'El.Outaya.

Campagne Taille	Mai 2008	Juil 2008	Nov 2008	Mars 2009
	1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %	4 ^{ème} Campagne %
Fines < 30 mm	nd	nd	58,9	nd
Fines < 12,5 mm	nd	nd	51,1	nd

Les résultats obtenus des expériences réalisées sur les putrescibles (gros et moyens) et sur les fines pour la détermination de la teneur en matière organique, montrent que pour le CET d'Ouled Fayet toutes les fractions sont essentiellement constituées de matière organique tandis que pour le CET de Biskra le pourcentage est moins élevé cela est dû à la présence de minéral comme le sable.

les gros et moyens, les proportions sont proches, une légère variation a été observée pour les fines (58% à El.Outaya) et 82 % (CET d'Ouled Fayet), à cause des fruits qui constituent la majorité des putrescibles.

I.2.2. Teneur en carbone organique

La teneur en carbone organique a aussi été mesurée sur les déchets de taille inférieure à 30 mm et sur les putrescibles durant les trois premières campagnes échantillonnage seulement au niveau du CET d'Ouled Fayet (Aina ,2006) et les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 40.

Tableau 40 : Teneur en carbone organique en % dans les putrescibles de différentes tailles CET d'Ouled Fayet.

Campagne Taille	Avril 2006	Mai 2006	Juil 2006
	1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %
Putrescibles Gros d >100 mm	66,7	64,3	67,2
Putrescibles Moyens 30 <d<100 mm	55,9	54,5	57,6
Putrescibles Global (Gros+Moyens)	51,5	48,4	50,5
Fines supérieures 12,5<d<30 mm	44,2	50,5	58 ,0

Les teneurs en carbone et en matière organique mesurées sur les gros moyens et fines suivent la même évolution, et la forte teneur est observée pour les putrescibles.

Le rapport carbone organique et matière organique a été calculé pour les putrescibles au niveau du CET d'Ouled Fayet (Tableau 41).

Tableau 41: Rapport % C org / MO pour les putrescibles de différentes tailles CET d'Ouled Fayet.

Campagne Taille	Avril 2006	Mai 2006	Juil 2006
	1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %
Putrescibles Gros d >100 mm	0,8	0,8	0,78
Putrescibles Moyens 30 <d<100 mm	0,74	0,69	0,72
Putrescibles Global (Gros+Moyens)	0,76	0,72	0,73
Fines	0,60	0,67	0,71

Le rapport nous renseigne sur la dégradation des déchets au sein du massif et en général quand la matière organique est dégradée sous forme de substances humiques (compost) le rapport est proche de 0,5.

I.2.3. Teneur en métaux lourds

La quantité de métaux lourds a été mesurée sur les fines < à 30 mm des déchets entrants : plusieurs mesures ont été réalisées par Aina en 2006 (Tableau 42), alors que pour le CET d'El Outaya l'analyse a porté sur des échantillons de lixiviats du regard de contrôle du drainage et des deux bassins de décantation sur les déchets stockés qui seront résumés au chapitre 3 ci-dessous. L'estimation de la proportion métallique s'est orientée vers la mesure des métaux lourds suivants : Cd, Cu, Ni, Pb, Zn connus par leur fort caractère polluant vis-à-vis de l'environnement.

Tableau 42: Teneur en métaux lourds (mg. kg⁻¹MS) dans les fines <30 mm CET d'Ouled Fayet (AINA, 2006).

Métaux	Précision	Fines (1)	Fines (2)	Fines (3)
Cadmium (Cd)	± 2	55,2	50,6	55,0
Cuivre (Cu)	± 3	200,0	245,1	210,1
Nickel (Ni)	± 3	354,6	365,0	300,5
Plomb (Pb)	± 5	552,3	503,5	522,3
Zinc (Zn)	± 2	320,4	360	275,8

Nous constatons une forte teneur en métaux lourds dans les fines <30mm (cf Tableau 42).

Cette fraction fine composée de particules de faible diamètre en partie dégradées, contient un grand nombre de métaux sous leurs formes éventuellement les plus actives ce qui la qualifie de dangereuse pour l'environnement (Flyhammar, 1998 dans François, 2004).

I.3.Teneur en eau (Paramètre 3)

Tableau 43 : Humidité en % des différentes catégories des déchets du CET d'Ouled Fayet.

Fraction granulométrique	Catégorie	Avril 2006	Mai 2006	Juillet 2006	Nov. 2006	Mars 2007
		1 ^{ère} Campagne %	2 ^{ème} Campagne %	3 ^{ème} Campagne %	4 ^{ème} Campagne %	5 ^{ème} Campagne %
Gros d >100 mm	Putrescibles	56,1	68,5	67,6	nd	nd
	Papiers – cartons	31,1	32,2	26,1	nd	31,25
	Textiles	35,0	48	27,2	nd	59,53
	CNC	nd	nd	40,0	nd	nd
	Global /taille	20,6	28,1	19,5	nd	nd
	Global/déchets	45,3	52	56,4	nd	nd
Moyens 30 <d<100 mm	Putrescibles	65,3	72,3	74,1	nd	82,4
	Papiers – cartons	36,4	51,3	53,7	96	70,2
	Textiles	46,0	46,3	41,3	nd	71,3
	CNC	nd	54,7	41,7	nd	nd
	Global/taille	54,4	63,2	67,5	nd	nd
	Global/déchets	52	52	56,4	nd	nd
Fines	Global/taille	56	53,2	56,0	nd	nd

Les résultats obtenus après mesure de l'humidité (en % d'eau sur matière humide) sur les différents composants des déchets humides à travers les différentes campagnes, sont résumés dans les tableaux 43 et 44.

Tableau 44 : Humidité en % des différentes catégories des déchets du CET d'El.Outaya.

Fraction granulométrique	Catégorie	Mai 2008	Juil 2008	Nov 2008	Mars 2009
		1ère Campagne %	2ème Campagne %	3 ^{ème} Campagne %	4ème Campagne %
Gros d >100 mm	Putrescibles	nd	81	68,4	29 ,5
	Papiers – cartons	nd	47	60,7	72,4
	Textiles	nd	58	60,8	63,9
Moyens 30 <d<100 mm	Putrescibles	nd	85	68,3	nd
	Papiers – cartons	nd	52	29,8	nd
	Textiles	nd	61	25,5	nd
Fines		63,6	64	52,7	69,1

Les ordures ménagères des deux villes (Alger et Biskra) renferment une grande quantité d'eau.

La teneur en humidité des déchets d'Alger est très élevée, elle atteint les 74 % pour les putrescibles, 54 % pour les papiers-cartons, 41 % pour les textiles et 66 % pour les fines. La forte présence des couches culottes très humides explique l'humidité élevée des textiles.

Un déchet a une forte teneur en humidité, relative à une quantité importante de putrescibles qui atteint les 57 % de la composition globale des déchets.

La teneur en humidité des déchets de Biskra est élevée, elle atteint les 84 % pour les putrescibles, 61% pour les textiles, 61 % pour les papiers - cartons et 64 % pour les fines.

La forte proportion des putrescibles qui a atteint les 39 %, engendre une forte teneur en humidité, les textiles et papiers- cartons ont une teneur a peu près égale atteignant les 60 %.

Cependant, les conditions de stockage et de collecte spécifiques aux PED (abandon des ordures en tas ou stockage dans des récipients sans couvercles) peuvent expliquer aussi la teneur élevée en eau des déchets.

I.4. Densité ou masse volumique spécifique (Paramètre 4)

Deux méthodes ont été appliquées pour la mesure de la densité des déchets entrants au niveau du CET d'Ouled Fayet.

La première mesure est réalisée à l'aide de seaux de 11 litres remplis puis peser, et la deuxième à l'aide de futs coupés de volume égal à 76,5 litres mis à l'intérieur des casiers ou les déchets sont déversés à l'arrivée des camions et des bennes tasseuses. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 45 ci-dessous.

Tableau 45 : Densité des déchets entrants (T/m^3) CET d'Ouled Fayet.

	Densité des déchets entrants T/m^3	
	Méthode 1	Méthode 2
Moyenne	0,49	0,55
Nombre de mesures	20	10
Ecart type	0,05	0,04

Pour le CET d'El Outaya, la masse des déchets entrants est mesurée par passage des camions et des bennes sur le pont bascule chargés dont le volume vide est connu sur la carte grise du conducteur, ainsi le volume des déchets est déterminé par le type de camion et le taux de remplissage.

Plusieurs mesures de densité ont été réalisées à chaque campagne d'échantillonnage sur tous les véhicules (camions et bennes tasseuses) arrivant sur le site (Tableau 46).

La densité moyenne apparente des déchets entrants au niveau du CET d'El Outaya est de l'ordre de $0,33 t/m^3$.

Selon Ben Ammar(2006), la densité des déchets varie de 0,3 à 0,5 en raison de :

- La grande proportion de matières organiques fermentescibles et par conséquent de la faible part des emballages (papiers, plastiques, etc.);
- L'importante teneur en eau des déchets et l'effet des pluies;
- Une proportion élevée de cendres, résultant de la cuisson des aliments et/ou du chauffage, ainsi que de cailloux et graviers, en raison des voies non recouvertes.

Les résultats obtenus dans la littérature: 0,3 pour la Tunisie et la Colombie et 0,35 pour le Maroc (Zahrani, 2006), ne sont pas très différents bien que la densité des déchets soit relative à la quantité d'eau contenue.

Tableau 46 : Densité des déchets entrants (T/m³) CET de El.Outaya.

	Densité des déchets entrants T/m³
	Campagne
Moyenne	0,33
Nombre de mesures	08
Ecart type	0,07

I.5. Origine et flux des déchets entrants (Paramètre 5)

Le CET d'Ouled Fayet reçoit actuellement les déchets de 41 communes de la wilaya d'Alger et des environs. Plus de 40% des communes payent pour l'enfouissement de leurs déchets, et 60% sont conventionnées avec NET COM pour la collecte et pour le stockage des déchets.

800T de déchets sont enfouis par jour, et le nombre de voyage des camions transportant les déchets est d'environ 7500.

Seuls des déchets ménagers sont autorisés sur le site (sur présentation de bons remis par NET COM, datés et signés par le détenteur), puis déversés dans les casiers après vérification de leur nature.

Le CET d'El.Outaya quant à lui reçoit les déchets d'une seule commune celle de BISKRA dont l'accès est gratuit. Prés de 110T/J de déchets sont enfouis par mois et le nombre de voyage des camions transportant les déchets est d'environ 2040. Seuls les déchets ménagers sont autorisés sur le site sur présentation de carte grise et l'identité du transporteur. Les déchets sont déversés dans le casier après vérification de leur nature, puis compactés à l'aide d'un compacteur de type VANDAL QS 250, marque CUMMINS.

Le tonnage des déchets entrants est évalué par passage des camions sur le pont bascule, un logiciel traite les informations, et regroupe des résultats dans une base de données en indiquant la structure donc leur origine, le mois de déversement, et le tonnage des déchets (Figure 29).

**Entreprise publique de gestion et traitement des déchets
Municipaux de la wilaya de Biskra**

EPIC NET BIS

Fiche d'entrée

Date d'Entrée:	<input type="text"/>
Heure d'Entrée :	<input type="text"/>
N° Enregistrement :	<input type="text"/>
Structure concernée :	<input type="text"/>
Type d'Engin :	<input type="text"/>
N° Immatriculation :	<input type="text"/>
Nom du chauffeur :	<input type="text"/>
Poids à Vide :	<input type="text"/>
Poids à Charge :	<input type="text"/>
Poids des Déchets :	<input type="text"/>

Visa P/ structure

Signature P/ NET-BIS

Figure 29 : Fiche d'entrée des déchets au niveau du CET d'El.Outaya.
(EPIC NET BIS ,2009)

Les quantités de déchets déversés au niveau des deux CET depuis leur ouverture au niveau des différents casiers sont reportées au niveau des tableaux (47 et 48) ci-dessous.

Tableau 47 : Quantité de déchets déversés au niveau du CET d'Ouled Fayet (Année 2006-2009) Casiers (1,2 et 3).
Le taux de compactage pour les casiers 1,2et3 est de 0,56 et pour les casiers 4 et 5 il est de 0,7).

CASIER	Période d'exploitation	Nombre de Voyages			Tonnage			Quantité compactée	Taux d'exploitation
		Ordures Ménagères	Terre de Couverture	Total	Ordures Ménagères	Terre de Couverture	Total (T)		
N°1	Du 22/10/2002 au 18/07/2003 Du 01/01/2004 au 31/03/2004	29 130	2 743	31 873	132 791	19 168	151959	85 097	119 % (saturé)
N°2	Du 19/07/2003 au 31/12/2003 Du 01/04/2004 au 05/06/2004	19 090	668	19 758	79 420	4 676	84096	47 093	116 % (saturé)
N°3	Du 06/05/2004 au 31/08/2007	180 952	12 905	193 857	972 771	86287	1059058	593 072	123% (saturé)
N°4	Du 01/05/2010 au 30/06/2010	19042	590	19632	61500	6140	67640	47348	8%
N°5	Du 22/08/2007 au 26/07/200	179323	5539	185462	554680	50090	604770	423339	165% (saturé)

Tableau 48 : Quantités des déchets entrants en tonne et par an dans le CET d'El.Outaya
Année (2008, 2009) (Net Bis).

Structure	Année 2008	Année 2009
APC	25 746	33 491,7
ENICAB	37,05	1 023,6
TIFIB	30,8	32,9
GPL	0,7	10,6
ECO DATTE	1,4	8,7
IMP/SAH	5	4,2
IMP/QODS	4,5	8,2
ADM	6,4	8,4
Autres (privé)	7,6	8,36
TOTAL	25839,45	34596,66

Chapitre II Déchets stockés

II.1.Caractérisation physique (paramètre 1)

Pour la caractérisation des déchets enfouis, il n'a pas été possible de déterminer la composition physique des déchets enfouis au niveau du cet d'Ouled Fayet à cause des remontées de lixiviats au niveau des différents casiers exploités. Seule la densité de ces derniers a été mesurée.

Pour le CET d'El.Outaya, le tableau 49 ci-dessous résume la composition des déchets stockés à 1,4 m de profondeur déterminée lors de la 3^{ème} campagne d'échantillonnage en juillet 2008.

Tableau 49 : Composition en % des déchets enfouis au CET d'El.Outaya

Fraction Granulométrique	Catégorie	Jul. 2008
		3 ^{ème} Campagne %
Gros d >100 mm	Putrescibles	0,00
	Papiers – cartons	0,00
	Textiles	0,00
	% Plastiques	61,9
	CNC	18,7
	Verres	0,0
	Métaux	19,4
	INC	0,0
	Déchets Spéciaux	0,0
Moyen 30 <d<100 mm	Putrescibles	0,0
	Papiers – cartons	3,6
	Textiles	25,2
	% Plastiques	52
	CNC	3,6
	Verres	6,3
	Métaux	3,8
	INC	5,8
	Déchets Spéciaux	0,00
Fines supérieures 12,5<d<30 mm		0,96
Fines inférieures < 12, 5 mm		1,97

Les résultats de la caractérisation des déchets enfouis ont mis en évidence la dégradation avancée des putrescibles pour les fractions (gros et moyens), car c'est la matière organique facilement biodégradable. Ils montrent ainsi un fort pourcentage des déchets constitués de matière minérale et organique inerte très peu dégradables comme le plastique, les CNC et les métaux.

II.2. Masse volumique spécifique (paramètre 4)

Le tableau 50 informe des valeurs de densité mesurées durant la 1^{ière} campagne en avril 2006 des déchets stockés retrouvés juste au dessous de la couverture finale du casier 2 pour le CET d'Ouled Fayet.

Tableau 50 : Densité des déchets enfouis (T/m³) CET d'Ouled Fayet.

	Densité T/m ³
Moyenne	0,76
Maximale	0,80
Minimale	0,73

Remarque : Pour le CET d'El.Outaya la densité des déchets enfouis n'a pas été évaluée.

La densité des déchets stockés est supérieure à la densité des déchets entrants dont les valeurs sont résumées dans le tableau 47. Cette augmentation en profondeur est évidemment liée au tassement des déchets. Ce tassement est relativement faible compte tenu de la faible hauteur de déchet enfouis depuis peu de temps.

II.3. Tassement des déchets (Paramètre 6)

Les tassements résultent à la fois d'actions mécaniques, d'actions biochimiques, et d'actions physicochimiques des particules fines au travers des macropores tels qu'ils sont définis par Olivier et Barral (2006), ils définissent aussi deux types de tassement :

- Le tassement primaire dont la durée est courte qui est fonction de la charge sur l'effet du compactage, donnant naissance à un phénomène de distorsion d'écrasement et de réaménagement des particules .A lors que le tassement secondaire est fonction du temps écoulé, une perte de masse et un tamisage des particules fines au travers les éléments les plus grossiers. Le compactage des déchets n'a été évalué qu'au niveau du CET d'El.Outaya.

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé un compactage des déchets au niveau du CET d'El.Outaya, dans le Casier 3 en exploitation assuré par un engin de type Vandel à pointes en formes de +, de 30 tonnes. Le compactage n'a été mesuré après 5 passes (aller - retour) de l'engin. La densité peut atteindre 0,7 T/ m³ avec un taux de compactage d'environ 60%.

II.4. Teneur en eau, capacité de rétention (Paramètre 7)

Plusieurs essais ont été réalisés en appliquant les deux méthodes, statique (réalisée sur le site) et dynamique réalisée au laboratoire par Aina (2006) pour le CET d'Ouled Fayet durant les 3 premières campagnes. Pour les deux dernières campagnes réalisées au niveau du même CET, et toutes les campagnes réalisées au niveau du CET d'El.Outaya, seule la méthode statique a été appliquée (Tableau 51 et 52)

Tableau 51: Mesure de la Capacité de rétention (CR) CET d'Ouled Fayet.

	Nombre d'essais	CR % (V/V)	CR % (MB)
1^{ère} Campagne (avril 2006)	Trois essais sur déchet sec	17	30,9
		18	33,2
		16,7	30,3
4^{ème} Campagne (novembre 2006)	Un essai sur déchet sec	16,6	30,2
5^{ème} Campagne (mars 2007)	Un essai sur déchet sec	17,6	32
Moyenne		17,2	31,3

Tableau 52 : Mesure de la Capacité de rétention (CR) CET d'El.Outaya.

	Nombre d'essais	CR % (V/V)	CR % (MB)	CR % (MS)
1^{ère} Campagne (Mai 2008)	Un essai sur déchet brut	17	42,5	74,0
2^{ème} Campagne (Juillet 2008)	Un essai sur déchet sec	24,4	60,9	167,4
	Un essai sur déchet brut	16,8	42,1	72,9
4^{ème} Campagne (Mars 2009)	Trois essais sur déchet brut	15,4	38,6	62,9
		23,2	57,9	137,7
		25,7	64,2	179,5
Moyenne		20,4	51,0	105,0

Les résultats obtenus résumés dans les deux tableaux 51 et 52, montrent que la valeur de la capacité de rétention des déchets séchés est plus élevée au niveau du CET d'El Outaya. Cette différence est due aux différences de densité.

Nous avons voulu comparer ces résultats de terrain à ceux obtenus théoriquement à partir de la capacité de rétention des catégories de déchets susceptibles de retenir l'eau, c'est-à-dire, putrescibles, papiers-cartons, textiles, CNC, fines (Tableau 53 et 54).

Des essais ont été réalisés en France pour la détermination de la capacité de rétention des différentes catégories, et nous avons supposé que les différentes catégories de déchets avaient le même comportement. Les différentes catégories déchets étaient sorties de la poubelle d'OMR (ordures ménagères résiduelles) de deux centres de transfert (Rochechouart et Saint Yrieix) gérés par le SYDED (SYndicat Départemental d'Elimination des Déchets) de la Haute Vienne.

Tableau 53 : Calcul théorique de la capacité de rétention des déchets entrants CET d'Ouled Fayet (Alger).

Catégorie	Composition moyenne %	CR% (V/V)	CR% (MB)	CR% (MS)
Putrescibles	53,1	32,4	63,9	184,2
Papiers	8,8	27,2	69,8	235,4
Cartons	0	27,2	69,8	235,4
Textiles vestimentaires	9,1	19,5	76,5	325,3
Plastiques recyclables	11,5	0,0	0,0	0,0
Verres	1,4	0,0	0,0	0,0
Métaux/Ferrailles	1,1	0,0	0,0	0,0
CNC	1,3	33,4	62,0	164,0
INC	0,5	0,0	0,0	0,0
Spéciaux	0,1	0,0	0,0	0,0
Fines <30 mm	13,1	28,0	46,3	86,4
Capacité de rétention	100,0	25,4	53,9	161,6

Tableau 54 : Calcul théorique de la capacité de rétention des déchets entrants CET d'El Outaya (Biskra)

Catégorie	Composition Moyenne %	CR% (V/V)	CR% (MB)	CR% (MS)
Putrescibles	37,1	32,4	63,9	184,2
Papiers	9,6	27,2	69,8	235,4
Cartons	0,0	27,2	69,8	235,4
Textiles vestimentaires	13,6	19,5	76,5	325,3
Plastiques recyclables	12,5	0,0	0,0	0,0
Verres	1,5	0,0	0,0	0,0
Métaux/Ferrailles	2,1	0,0	0,0	0,0
CNC	2,0	33,4	62,0	164,0
INC	0,7	0,0	0,0	0,0
Spéciaux	0,2	0,0	0,0	0,0
Fines <30 mm	20,7	28,0	46,3	86,4
Capacité de rétention	100,0	23,7	51,6	156,3

Les valeurs mesurées et calculées de la capacité de la rétention des déchets entrant sur le CET d'El. Outaya sont très proches sauf pour la valeur relative à la matière sèche, qui est certainement du à un problème de séchage des déchets. Par contre pour le CET d'Ouled Fayet, les valeurs théoriques et mesurées de la capacité de rétention sont plus éloignées ce qui est vraisemblablement en relation avec le petit nombre de mesures réalisées.

II.5. Production de lixiviats : Bilan hydrique (Paramètre 9)

Pour évaluer la production de lixiviat les bilans hydriques des deux sites étudiés ont été réalisés pendant la durée de l'expertise et même après.

II.5.1. CET D'OULED FAYET

Le débit moyen a été mesuré au niveau du CET d'Ouled Fayet entre avril 2006 et novembre 2007 pour les Casiers 1, 2 et 3 et le modèle théorique du bilan hydrique a été appliqué aux trois casiers (1,2, et 3) ensemble car ils sont reliés hydrauliquement et au Casier 5 (Figure 30 et 31).

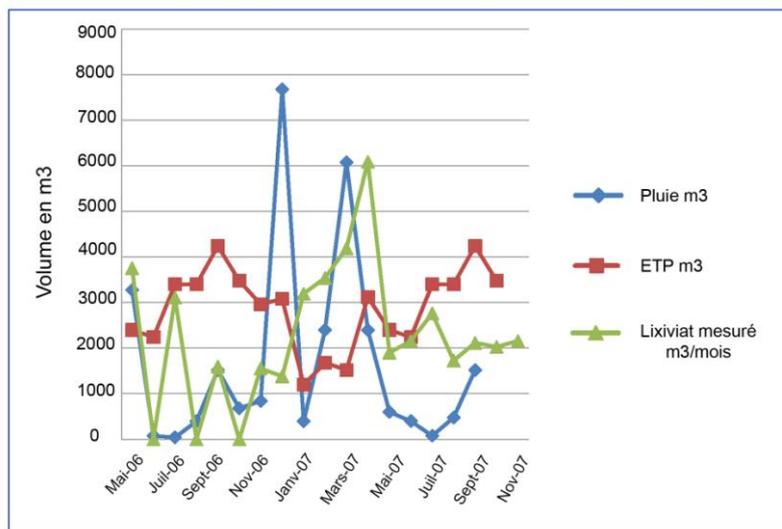


Figure 30 : Bilan hydrique sur les casiers 1,2 et 3 au CET d'Ouled Fayet 2006-2007.

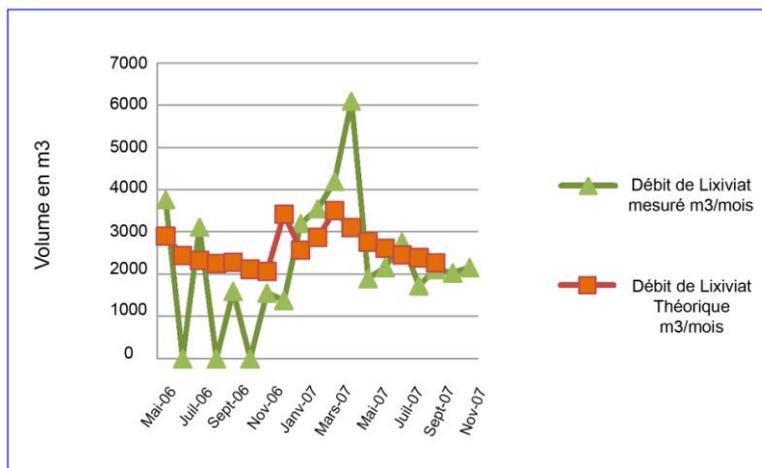


Figure 31 : Débit mesuré et théorique sur les casiers 1, 2, et au CET d'Ouled Fayet 2006-2007.

Les écarts constatés sont dus aux lixiviats non drainés au niveau des casiers 1 et 2 (les lixiviats s'accumulent et remontent par les puits d'évacuation des biogaz (Figures 32 et 33), et cela est confirmé par l'écart entre les différentes valeurs de lixiviats mesuré et calculé.



Figure 32: Remontée des lixiviats par les puits d'évacuation des biogaz au niveau du casier 1 fermé CET d'Ouled Fayet (Année 2007).



Figure 33: Remontée des lixiviats par les puits d'évacuation des biogaz au niveau du casier 2 fermé CET d'Ouled Fayet (Année 2007).

Des mesures de débits du casier 5 des lixiviats drainés ont été aussi effectuées entre septembre 2007 et juillet 2009, à raison de deux mesures par semaine. Ces dernières, montrent une fluctuation en fonction des saisons, mais aussi en relation avec la quantité et la qualité des déchets déversés (Figures 34 et 35).

Un pic est enregistré au mois de décembre avec un débit de plus de $7251,84\text{m}^3/\text{mois}$

La moyenne mensuelle durant la période septembre 2007 et juillet 2009 est d'environ 3499 m³/mois. Pour le calcul théorique (Aina 2006), en plus des données climatiques, nous avons utilisé les principaux paramètres en relation avec l'eau : humidité, capacité de rétention et la densité des déchets stockés.

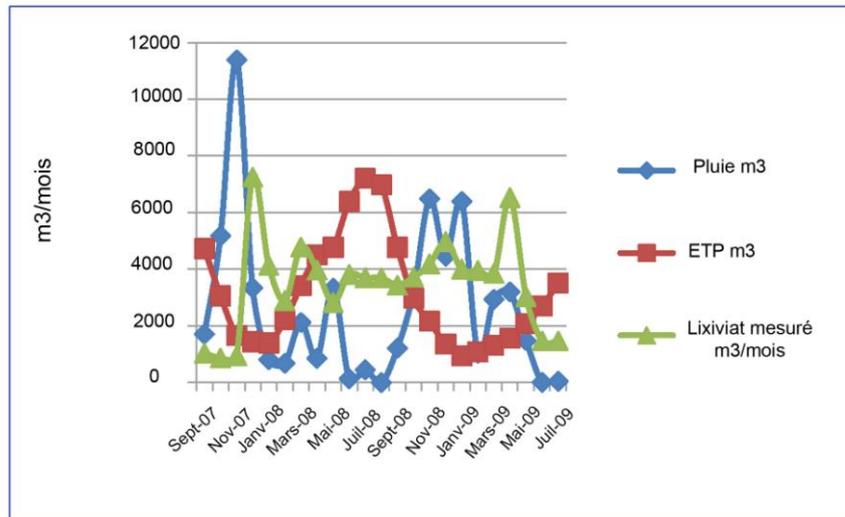


Figure 34 : Bilan hydrique sur le casier 5 au CET d'Ouled Fayet (2007-2009)

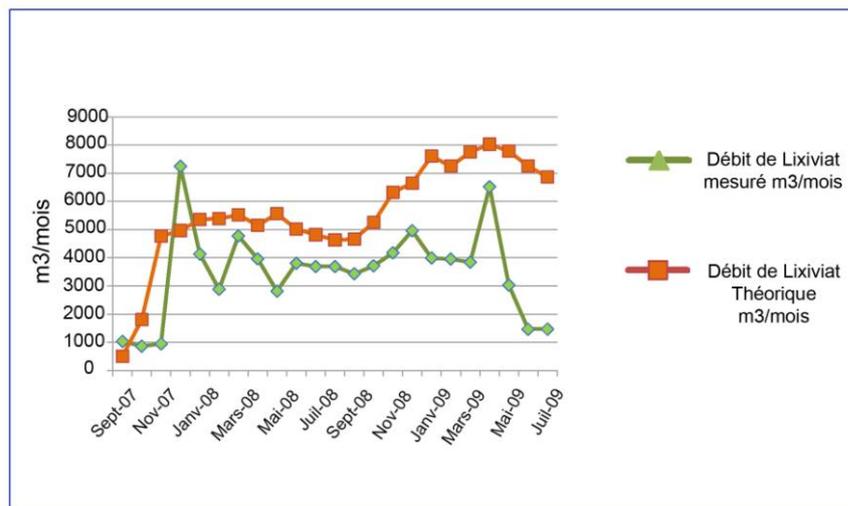


Figure 35: Débit de lixiviat mesuré et produit du casier 5 au CET d'Ouled Fayet 2007-2009.

On remarque que le volume de lixiviats généré par les déchets stockés dans le casier dans les deux cas (mesuré et calculé) est assez important (entre 7251,8 et 8033m³/mois). Les deux courbes présentent à peu près la même allure avec une légère différence entre les mesures expérimentales et le calcul théorique. Cette différence est assez prononcée entre février et juin, ce qui peut s'expliquer par trois raisons essentielles:

- La fréquence insuffisante de mesures réalisées (deux fois par semaine);
- Les approximations du modèle théorique du bilan hydrique.

II.5.2. CET D'EL OUTAYA

La production des lixiviats sur le CET de Biskra reste relativement faible. L'évaporation extrême et le déficit en pluviométrie sont à l'origine de cette déficience de production de lixiviat. Selon Bagchi (1994), même en absence d'infiltrations d'eau, un petit volume de lixiviat sera toujours généré à cause des réactions biochimiques de dégradation de la masse de déchets. Les résultats du suivi expérimental et le calcul théorique sont assez proches à l'exception des résultats du mois de septembre où l'écart entre les deux valeurs est significatif (Figures 36 et 37).

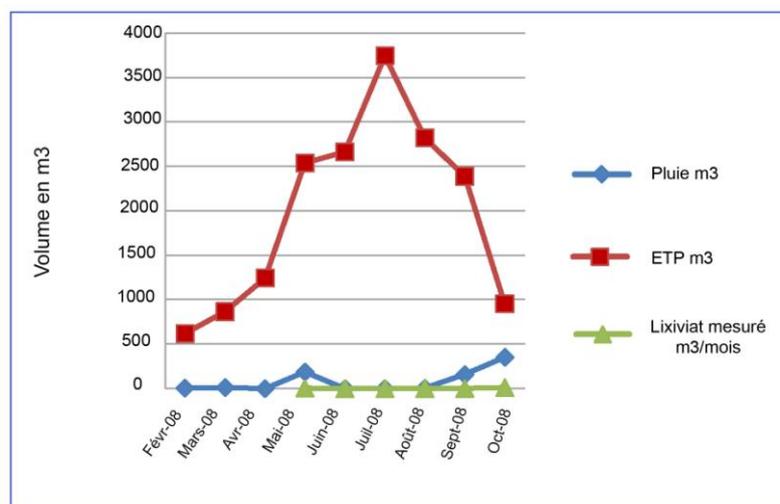


Figure 36: Bilan hydrique sur le casier 2 au CET d'El.Outaya 2008.

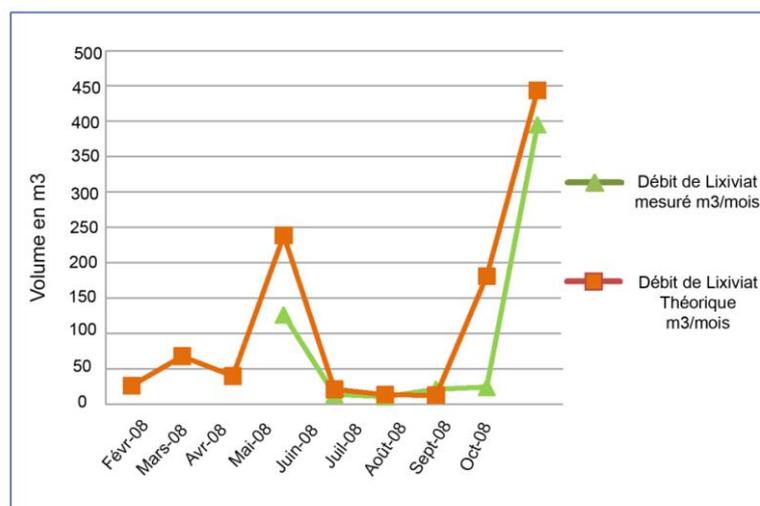


Figure 37: Débit de lixiviat mesuré et produit du casier 2 au CET d'El.Outaya 2008.

II.6. Composition du lixiviats (Paramètre 10)

Les analyses physico-chimiques effectuées permettent de suivre l'évolution dans le temps en fonction de la qualité des lixiviats, l'évaluation de la charge organique et de la biodégradabilité de certains composés carbonés et azotés, et la présence des éléments toxiques.

II.6.1 CET d'OULED FAYET

Pour le CET d'Ouled Fayet, pendant la période 2006-2007, les prélèvements des échantillons provenant des Casiers 1 et 2 ont été réalisés à l'entrée du bassin de décantation et au point rejet dans le milieu naturel.

En janvier 2007 un problème de colmatage est apparu au niveau des casiers 3 a nécessité la déviation des drains de collectes des lixiviats vers l'Oued Beb Brahem, ou sont à ce jour collectés les lixiviats des casiers (1,2 et 3), pour le Casier5 le drainage est indépendant, et par conséquent le prélèvement est réalisé au niveau du bassin de décantation (Figures 38 et 39).

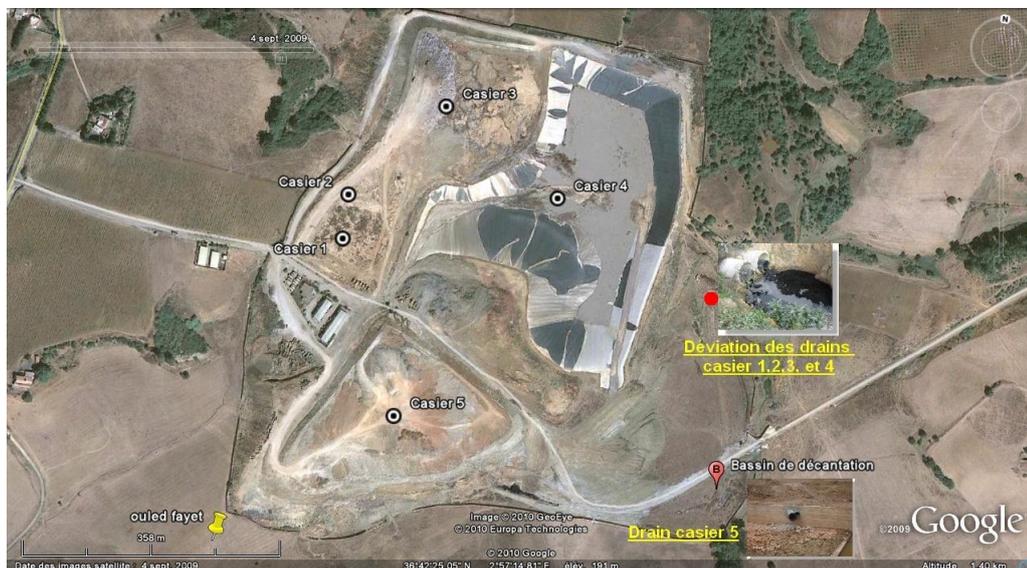


Figure 38 : Collecte des lixiviats aux points de prélèvement P1 et P2.

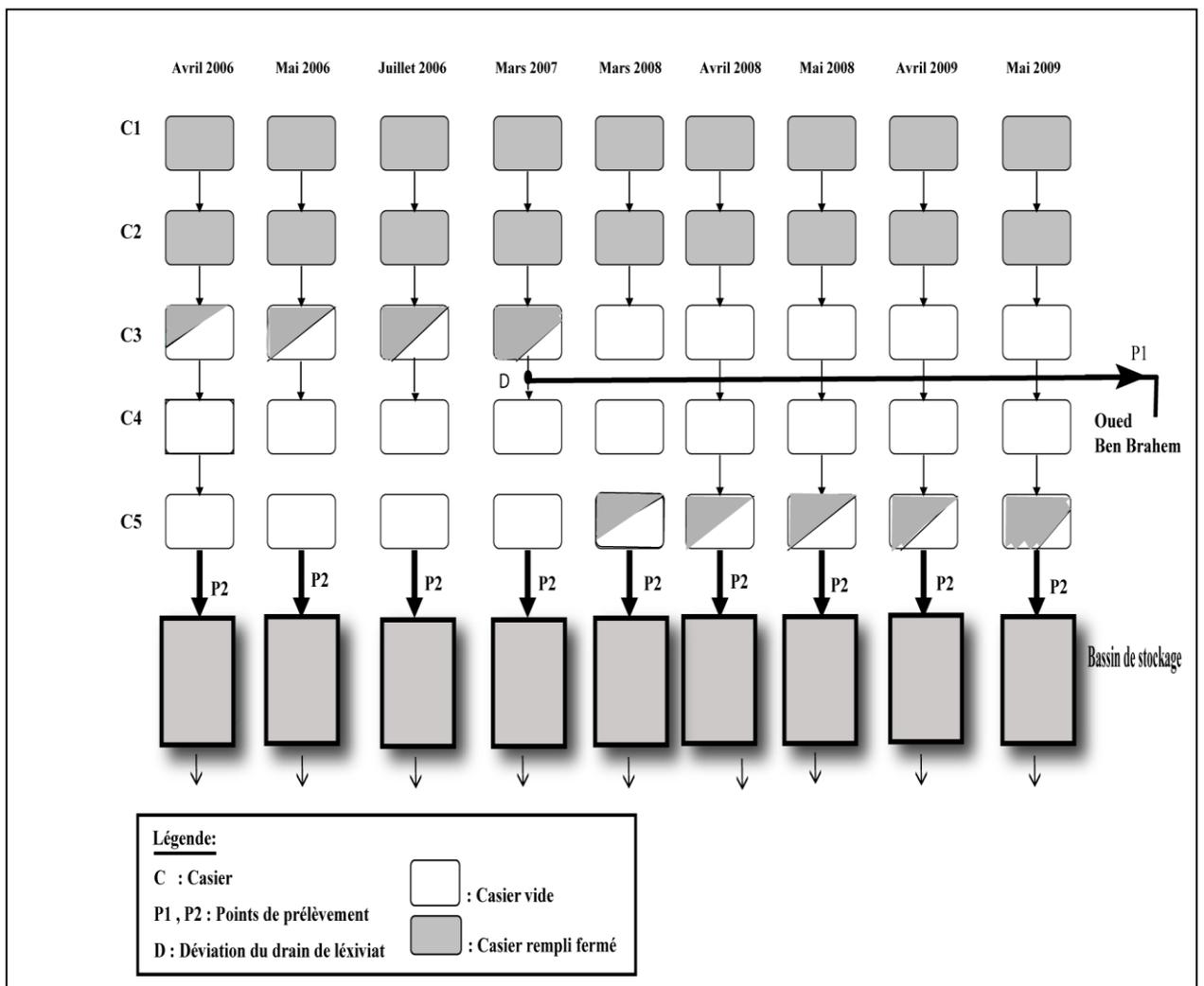


Figure 39 : Collecte des lixiviat aux points de prélèvement P1 et P2.

Les résultats ont été résumés dans les différents tableaux (55, 56, 57 et 58) donnés en Annexe 4 du document. De par leur composition, les lixiviats peuvent être classés parmi les lixiviats jeunes, intermédiaires et vieux conformément à la classification de Millot (Berthe, 2006) (cf. Tableau 59).

Tableau 59 : Synthèse des résultats d'analyse de la composition des lixiviats et leur classement (jeunes, intermédiaires et vieux).

		Lixiviats Casiers (C1, C2, C3)			Lixiviats Casier C5		
Date(s) [Campagne (s)]		Avril 2006 Mai 2006 Juill. 2006 Nov. 2006	Mars 2007	Mai 2009	Mai 2008	Oct. 2008	Avril 2009 Mai 2009
% de remplissage des Casiers		Casiers 1,2 et 3 remplis à 100 %	Remplis à 100 %	Remplis à 100%	45 %	75 %	85 % 90 %
pH	u.pH	7,8 – 8,5 (Vieux)	8,2 – 8,5 (Vieux)	8 – 8,1 (Intermédiaire)	5,8 - 6,7 (Jeune)	7,2 - 8,1 (Intermédiaire)	
Pollution organique							
DCO	mgO ₂ .L ⁻¹	3148 – 2525	3456-17472	2465 - 4641	76800 - 94080	28566,6 - 33066,6	
DBO₅	mgO ₂ .L ⁻¹	460 - 480 (Vieux)	500-16000	318 - 427 (Intermédiaire)	20.000 - 48000 (Jeune)	8000 - 13650	
DBO₅ / DCO	-	0,13 - 0,18 (Vieux)	0,14 - 0,91 (Intermédiaire)	0,091 – 0,17 (Intermédiaire)	0,15 - 0,62 (Jeune)	0,26 - 0,41 (Jeune)	
Pollution azotée							
NTK	mgN.L ⁻¹	1050 - 1450 (Vieux)	nd	4480 - 5592 (Intermédiaire)	2244,6 - 3475,9 (Jeune)	24467,4 - 48440 (Jeune)	
NH₄⁺	mg.L ⁻¹	nd	nd	1912 - 5868	713,6 – 2573,8 (Jeune)	30000 - 53676,4	
Pollution saline							
Conductivité	m.cm-1	20 - 31, 40	25,3 - 25,8	nd	21,7- 38,5	22,4 - 27,5	
Salinité	mg.L ⁻¹	659 - 900	nd	9,7 – 11	1820 – 3474,9	1345 - 2334	
SO₄²⁻	mg.L ⁻¹	nd	nd	665 - 1440	Nd	35,74 - 111,8	
PO₄³⁻	mg.L ⁻¹	42,7 - 73,6	nd	22 - 205	32,6 - 364,1	92,3 - 178,8	

D'autres analyses ont été réalisées sur des échantillons de lixiviats pour la détermination des métaux lourds en 2006 et en 2009. Les résultats sont présentés dans le tableau 60 ci-dessous.

Tableau 60 : Teneurs en métaux lourds (mg.Kg⁻¹ MS) dans des échantillons de lixiviats. casier 1,2 et 3 et le Casier 5 (Hammouri et Djemma ,2006)

	Pb (mg.L ⁻¹)	Zn (mg.L ⁻¹)	Cu (mg.L ⁻¹)	Cr (mg.L ⁻¹)	Fe (mg.L ⁻¹)	Cd (mg.L ⁻¹)	Co (mg.L ⁻¹)	Ni (mg.L ⁻¹)	Mn (mg.L ⁻¹)	Référence
Lixiviat Casier 1,2et 3	3.49	1.43	0.39	0.19	7.32	<0.03	0.085	0.37	0.407	<i>Hammouri et Djemma,, 2006</i>
Lixiviat Casier 5	3.09	1.01	0.24	0.01	5.29	<0.03	<0.20	0.21	0.348	<i>Hammouri et Djemma,2006</i>
Lixiviat Casier 5	nd	2.9	2.5	nd	97.1	nd	nd	2.2	nd	<i>Tabouchount, 2009</i>

Les deux premières expertises réalisées au niveau du CET d'Ouled Fayet en mai et juillet 2006 au point de prélèvement P1 (casiers 1,2 et 3), ne nous ont pas permis de connaître l'état de dégradation et le type de lixiviat (jeune ou vieux) au niveau du casier 3 (âgé de 2 ans) après fermeture et recouvrement en 2004 du casier 1 (âgé de 4 ans), le casier 2 (âgé de 3 ans) à cause du mauvais drainage. Tous les résultats obtenus ont prouvé qu'il s'agissait d'un mélange de lixiviats.

Les deux dernières expertises réalisées en novembre 2006 et Mars 2007, au même point de prélèvement P1 (casiers 1,2 et 3) confirment cette interprétation car les valeurs de pH à 8 plaident pour un lixiviat vieux et les valeurs de DCO sont spécifiques à un lixiviat jeune.

II.6.1.1. pH

Le pH est un indicateur des différentes phases de dégradation des déchets.

Les résultats synthétisés au niveau du Tableau 59 au point de prélèvement P1 (casier 1, 2 et 3) montrent une évolution de la valeur du pH qui se stabilise autour de la valeur 8 (la valeur moyenne du pH est de 8,2), nous sommes dans une phase méthanogène où le pH remonte essentiellement durant la libération des acides gras volatils (AGV). La valeur moyenne en P2 est de 6.8 correspondant à un lixiviat jeune se situe en phase acidogènes où les concentrations des acides gras volatils (AGV) sont très élevées.

II.6.1.2. Pollution organique (DCO, DBO₅, DBO₅/DCO)

La mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) estime la matière organique d'un lixiviat.

La charge organique, représentée par la DCO est très variable et élevée par rapport à la norme de rejet (Journal officiel du 23 avril 2006, Annexe I) qui est de 120mg/l. En effet les valeurs de DCO moyenne sont de 3847,7 et 30449 mg/l aux points de prélèvement P1 et P2 (Année 2009) (Tableau 57 et 58, Annexe 4), Cette forte teneur est due à la fraction organique constituée d'acides gras volatils dégradables.

Ces valeurs nous permettent de dire que les lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet sont dans l'étape réactionnelle de dégradations anaérobies correspondant à la fin de la phase acidogène et au début de la phase méthanogène, et de classer les lixiviats au point P1 (casiers plus âgés).

Les moyennes des valeurs obtenues de DBO₅ aux points de prélèvement P1 et P2 sont respectivement 424 mg d'O₂. L⁻¹ et de 10000 mg d'O₂. L⁻¹ (Annexe 4). Nous remarquons que ces valeurs sont élevées par rapport à la norme (Journal officiel du 23 avril 2006, Annexe I) qui est de 35 mg. L⁻¹. pour le rejet dans un milieu naturel.

La valeur moyenne de ce rapport est de 0.13 au point de prélèvement P1 (casiers 1,2 et 3, et de 0.32 au point de prélèvement du casier 5 (Tableau 57 et 58, Annexe 4).

D'après les résultats obtenus au niveau du point de prélèvement P1. On peut dire que ces lixiviats évoluent d'un lixiviat jeune vers un lixiviat stabilisé, nous sommes dans le cas de lixiviat intermédiaire.

Pour le casier 5, la phase de biodégradation des déchets correspond à la phase acide de dégradation anaérobie, avec une charge organique facilement biodégradable, nous sommes dans le cas de lixiviat jeune.

II.6.1.3. Pollution azotée (NTK, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻)

L'azote peut se trouver sous quatre formes, dont la somme constitue l'azote global. L'azote organique (R-NH₂), l'azote ammoniacal, nitrites (NO₂⁻) et nitrates (NO₃⁻).

Nous nous sommes intéressés à la forme de pollution par l'azote qui se trouve sous la forme ammoniacal (NH₄⁺) et organique, uniquement aux formes réduites de l'azote compte tenu de la nature anaérobie des lixiviats. Deux paramètres ont été mesurés, N- (NH₄⁺) et N-Kjeldahl (NTK).

Pour l'azote ammoniacal, les valeurs moyennes obtenues aux différents points de prélèvement P1 et P2 sont respectivement de 4061,5 mg. L⁻¹ et 40294,1 mg. L⁻¹ (Tableau 57 et 58, Annexe 4), elles sont nettement supérieures à la norme (Journal officiel du 23 Avril 2006, annexe I) qui est de 20 mg L⁻¹.

Les concentrations moyennes en azote total aux points P1 et P2 sont respectivement de 5238 mg/l et de 385574 mg/l, plus riche en azote organique (Tableau 57 et 58, Annexe 4),

Ces deux valeurs sont très élevées, la limite de rejets dans le milieu naturel est égale à 30 mg. L⁻¹ (Journal officiel du 23 avril 2006, Annexe 1).

II.6.1.4. Pollution saline (Conductivité, anions et cations majeurs de lixiviat)

La mesure de la conductivité apporte une information globale sur la quantité d'espèces chargées présentes dans les différents lixiviats. C'est un paramètre qui permet l'évaluation de la charge minérale polluante présente dans un effluent.

Au cours des premiers mois de dégradation des déchets, la conductivité augmente, elle atteint une valeur justifiant une pollution minérale importante, c'est la phase acidogène où un lessivage important des espèces chargées est le plus important, à cause de l'acidité du milieu qui favorise la solubilisation des espèces. Ce phénomène est remarqué au point de prélèvement du casier 5 où la valeur de la conductivité augmente pour atteindre la valeur 38,5 ms/cm (Tableau 59), et la valeur moyenne est de 27,8 ms/cm. Alors que la valeur de la conductivité au point de prélèvement des différents casiers est inférieure (valeur moyenne de 12,7 mS.cm⁻¹) (Tableau 55, Annexe 4). Cette différence peut s'expliquer par un état de dégradation plus avancé.

Les valeurs obtenues sont élevées, car les valeurs limites de conductivité citées par Christens et al en 1994 varient entre 2,5 et 25 mS.cm⁻¹. Cela est probablement dû à la forte concentration minérale dans les lixiviats, et la forte teneur en chlorure (la valeur enregistrée au niveau du point de prélèvement du casier 5 est égale en moyenne à 4171,2 mg.L⁻¹ (Tableau 57, Annexe 4).

La couleur grise des lixiviats du point de prélèvement du casier 5 témoigne de la présence de sulfures, issus de la dégradation de la matière organique des déchets, pendant la phase acidogène et qui servent de substrats aux bactéries sulfato-réductrices qui réduisent les sulfates en sulfures pendant la phase méthanogène. Ces sulfures peuvent dans le domaine de pH faire précipiter les métaux lourds dont la majorité est ainsi piégée dans les fonds de décharge

Les sulfates sont en général fortement présents dans les lixiviats (Robinson et Lucas, 1985 cités par Berthe en 2006), ces espèces proviennent de déchets riches en soufre tels que le bois et le plâtre. C'est le cas dans les lixiviats du CET d'Ouled Fayet (cf Tableau 59) où les teneurs sont relativement élevées.

La présence de sulfates et donc de sulfures qui en résulterait peut s'avérer un problème pour la méthanisation et donc la stabilisation des déchets dans le massif, dans la mesure où les bactéries sulfato-réductrices sont concurrentielles des bactéries méthanogènes.

Les ions phosphate se trouvent dans un déchet frais, puis ils sont lessivés et dilués dans le lixiviat où ils peuvent être consommés par les microorganismes. La présence de phosphore dans les lixiviats provient de certaines catégories de déchets comme les os, les INC et putrescibles (ADEME 1999a). Les résultats moyens obtenus en ions phosphates exprimés en PO_4^{3-} , mais présents sous formes H_2PO_4^- ou HPO_4^{2-} , aux deux points de prélèvement du CET d'Ouled Fayet sont respectivement 15,8 et 118.3mg.L⁻¹ (Tableau 57 et 58, Annexe 4). Les valeurs sont très élevées par rapport à la norme de rejet qui est de 10 mg.L⁻¹ (Journal officiel du 23 avril 2006, Annexe 1).

II.6.1.5. MES

La détermination des matières en suspension complète l'analyse de la charge polluante présente dans les lixiviats au cours du temps et selon les différentes conditions (François, 2004). Les valeurs moyennes obtenues sont respectivement 10.4 et 1835 mg.L⁻¹ (Tableau 57et 58, Annexe 4). Pour les deux points de prélèvement P1 (Casier 1,2 et 3) et le point de prélèvement P2 (Casier 5), les lixiviats sont très chargés en MES. Ce sont des valeurs très élevées par rapport à la norme de rejet qui est de 35mg.L⁻¹.

II.6.1.6 Métaux lourds

Quelles que soient les méthodes utilisées, les résultats sont variables cela est dû à l'hétérogénéité de la composition des ordures ménagères et aussi aux variations de pH des lixiviats.

Les métaux lourds sont présents dans les plastiques, verre, papiers – cartons, métaux, pigments utilisés dans les peintures, papiers colorés d'emballages (Moum et le Clerc, 1999 dans Charnay, 2005), les métaux tel que (Hg,Zn,Pb,Cd) dans les peintures, (Pb) dans les papiers cartons, (Pb, Cd) composants électriques, peuvent se retrouver dans les céramiques ou les cosmétiques (Miquel,2001 ; Meoum et Clerc, 1999 dans Charnay, 2005).

D'après les résultats obtenus, le plomb est le métal présent en plus grande quantité avec des concentrations de l'ordre 3,49 mg /l au niveau du point de prélèvement P1 et de 3,09 au point de prélèvement P2. Néanmoins une forte teneur en fer est remarquée au niveau du Casier 5 durant l'année 2009.

Les autres métaux classés comme suit : zinc, nickel, cuivre et cadmium sont de concentration moins importante.

II.6.2. CET d'El OUTAYA

Le CET d'El.Outaya a été ouvert le 6 février 2008, les premières analyses des échantillons de lixiviat ont été réalisées durant la deuxième campagne d'échantillonnage (Tableau 61)

Tableau 61: Synthèse des résultats d'analyse de la composition des lixiviats et leur classement (jeunes, intermédiaires et vieux).

		Lixiviat Casier 3			
Date(s) campagne(s)		Mai 2008	Juil. 2008	Nov. 2008	Mars 2009
% de remplissage		25%	35%	55%	75%
pH		nd	7,5	7,47	6,8
		Jeune			
Pollution organique					
DCO	mgO ₂ .L ⁻¹	nd	1845,4	7710	2370
DBO₅	mgO ₂ .L ⁻¹	nd	nd	1400	1900
DBO₅/DCO	-	nd	nd	0,18	0,8
		Jeune Jeune			
Pollution saline					
Salinité	mg.L-1	nd	30	nd	45,6
Conductivité	mS.cm ⁻¹	nd	1058	nd	nd

II.6.2.1. pH

Les analyses des lixiviats révèlent des valeurs de pH qui varient de 6,8 à 7,5 avec une valeur moyenne égale à 7,1, le lixiviat est donc encore relativement jeune.

II.6.2.2. Pollution organique (DCO, DBO₅, DBO₅/DCO)

Le rapport de DBO₅/DCO, entre 0,18 et 0,8, qui le situe dans la phase de dégradation Acidogène. C'est un lixiviat jeune.

II.6.2.3. MES

Les valeurs de MES obtenues sont résumés dans le tableau 60, atteignent la valeur de 45mg.L⁻¹, valeur voisine de la norme de rejet qui est de 40mg.L⁻¹, mais qui reste faible compte tenu de l'effet filtrant du massif de déchets.

II.6.2.4 Métaux lourds

Pour la teneur en métaux lourds les analyses ont porté sur des échantillons de lixiviats du regard de contrôle du drainage et des deux bassins de décantation (Figure 40), et les résultats sont résumés dans le tableau 62 ci-dessous.



Figure 40 : Regard de contrôle du drainage des lixiviats et les deux bassins de décantation CET d'El.Outaya

Tableau 62 : Teneur en métaux lourds des lixiviats CET d'El.Outaya.

Métaux	Mode du dosage	Regard de contrôle du drainage des lixiviats	Bassin de décantation n°1	Bassin de décantation n°2
Cd (ug.L ⁻¹)	SAA, four	1,1	0,57	0,6
Cu (ug.L ⁻¹)		54	23	21
Ni (ug.L ⁻¹)		58	34	36
Pb (ug.L ⁻¹)		20	10,5	18
Zn (ug.L ⁻¹)	SAA flamme	180	170	170
Fe (ug.L ⁻¹)		1100	570	1200

Le lixiviat du CET d'El.Outaya peut être classé jeune, il contient davantage de cuivre et de nickel, cette observation avait déjà été faite par François (2004) sur des déchets de 8ans comparés à ceux de 20 ans, et explique que le cuivre semble lié à des composés organiques simples, facilement mobilisables ; quant au nickel sa libération se fait grâce à la solubilité importante du carbonate à pH acide ou neutre.

Legret (2003) cité par François (2004), a suivi les teneurs en métaux lourds relargués par une colonne de déchets ménagers types au cours de 2ans de dégradation, et a montré qu'à l'exception du nickel et du zinc les autres métaux restent piégés au cœur de la décharge.

II.7. Calcul de production du biogaz (Parametre12)

Le modèle adopté pour le calcul de la production du Biogaz pour le casier 1,2, 3 et 5 pour le CET d'Ouled Fayet et le casier 3 pour le CET d'El.Outaya est le modèle : Landfill Oder Characterization Model (Thomas Jet al.,1992).

Deux phases l'une exponentielle croissante et l'autre exponentielle décroissante sont considérées dans la production du Biogaz, et qui se traduisent par les équations suivantes (Aina ,2006):

$$t_x < t_{1/2} : \frac{dG}{dt} = K_1 G_0 N_x \text{Expo} [- K_1 (t_{1/2} - t_x)]$$

$$t_x < t_{1/2} : \frac{dG}{dt} = K_1 G_0 N_x \text{Expo} [- K_2 (t_x - t_{1/2})]$$

début au terme d'une période (début de l'exploitation) Pour tous les Casiers, elle augmente ensuite de manière très rapide pour atteindre un maximum après 1 année pour les casiers (1 et 2), 3 années pour le casier 3 et 2 années pour le casier 5. La production décroît lentement après quelques années puis tend à se stabiliser.

La quantité de gaz émise est évaluée à $232052873 \text{ m}^3 \cdot \text{an}^{-1}$ à partir de la huitième année, c'est la quantité maximum produite après 7 années d'exploitation.

II.7.2 CET D'EL OUTAYA

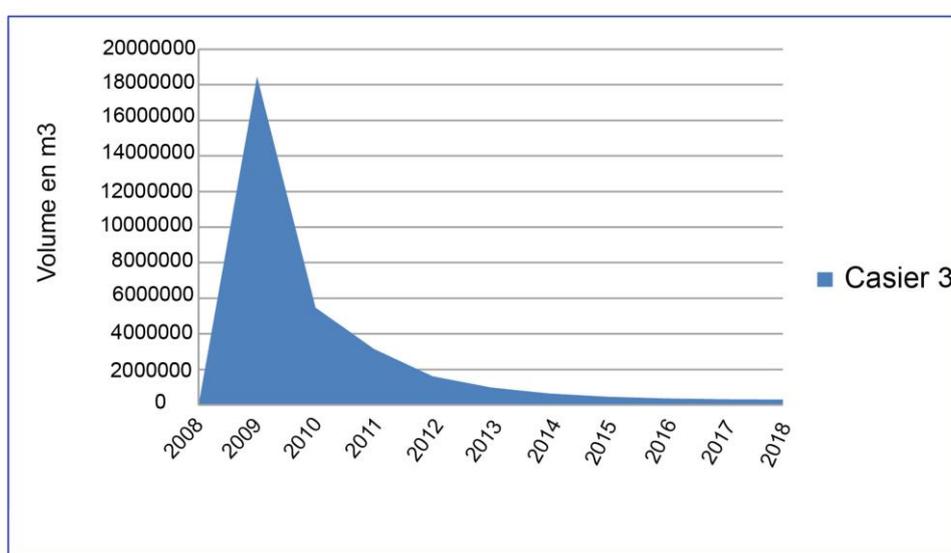


Figure 42 : Production théorique de biogaz en $\text{m}^3 \cdot \text{an}^{-1}$ sur le CET d'El.Outaya.

Une phase de latence entre la mise en place du déchet et la production du biogaz est observée pour les quatre casiers du CET d'Ouled Fayet et le Casier 3 du CET d'El.Outaya, suivie respectivement d'une croissance exponentielle et une décroissance exponentielle plus lente, ce phénomène a été décrit par Billard en 2001c.

L'estimation de la production du biogaz au niveau des deux CET est respectivement égale à 697 et 442 en $\text{m}^3 \text{T}^{-1}$ des déchets enfouis.

Le cumul de la production du biogaz au niveau du CET d'Ouled Fayet depuis le début de l'exploitation (Année 2002) jusqu'à l'année 2010, nous a permis l'évaluation du PRG (Potentiel de Réchauffement Global) qui désigne le potentiel de réchauffement d'un gaz émis dans l'atmosphère spécialement des gaz à effet de serre (PRG) sur 100ans en équivalent CO_2

(Figure 43), en prenant les PRG 1 et 21, pour CO₂ et CH₄, ce qui veut dire que 1m³ de CH₄ équivaut à 21 m³ de CO₂.

Comme la quantité de biogaz produite est connue après 2010, le biogaz doit être capté, drainé et brûlé dans des torchères, cela permettra de réduire les émissions en équivalent CO₂

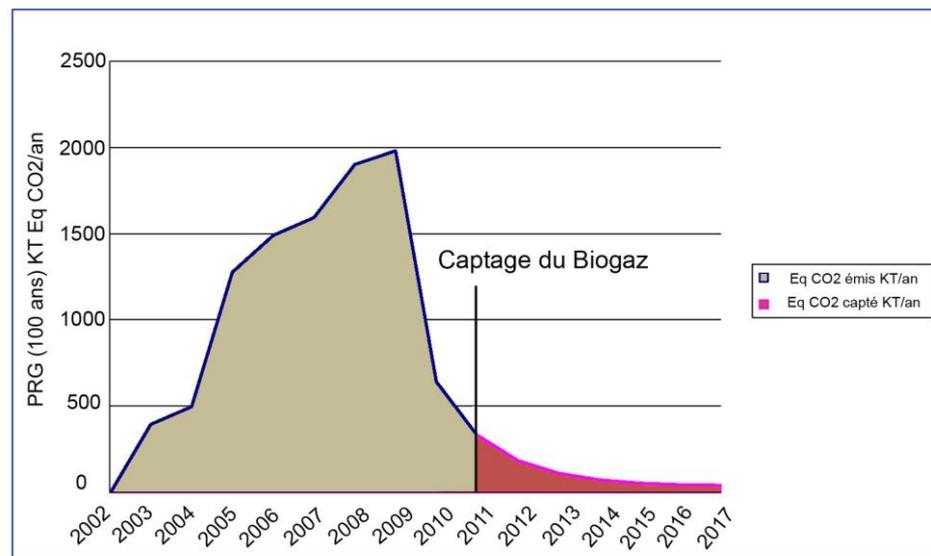


Figure 43 : Emissions de GES sur Ouled Fayet.

II.8. Température (Parametre15)

Les valeurs de températures obtenues, mesurées avec la caméra IR au niveau du massif des déchets du casier en exploitation pour le CET d'El.Outaya au mois de juillet année 2008 étaient égales à 57,3 °C pour les déchets entrants et 49,8 °C pour les déchets stockés et la valeur de température de lixiviats collectées au niveau du canal d'évacuation du deuxième bassin de décantation était égale à 38,7 °C.

Chapitre III : Conditions extérieures

III.1. Milieu souterrain (Parametre16)

Une connaissance approfondie du milieu souterrain permet de comprendre et d'anticiper les directions potentielles des écoulements superficiels et souterrains (Belle, 2008).

III.1.1. Caractéristiques géologiques et hydrologiques

III.1.1.1. Caractéristiques géologiques

La zone d'implantation du CET d'Ouled Fayet est placée à l'endroit du pliocène supérieur - Astien avec des faciès gréseux ou argilo-gréseux avec ou sans galets. L'Astien est couvert, sur presque toute la surface, par des dépôts sédimentaires formés de sables argileux plus ou moins rubéfiés et pouvant contenir des graviers, creusés par les oueds où ils ont atteint la couche sous-jacente, de nature marneuse ou argileuse, datant du pliocène (NEE,1999) (Figure 44).

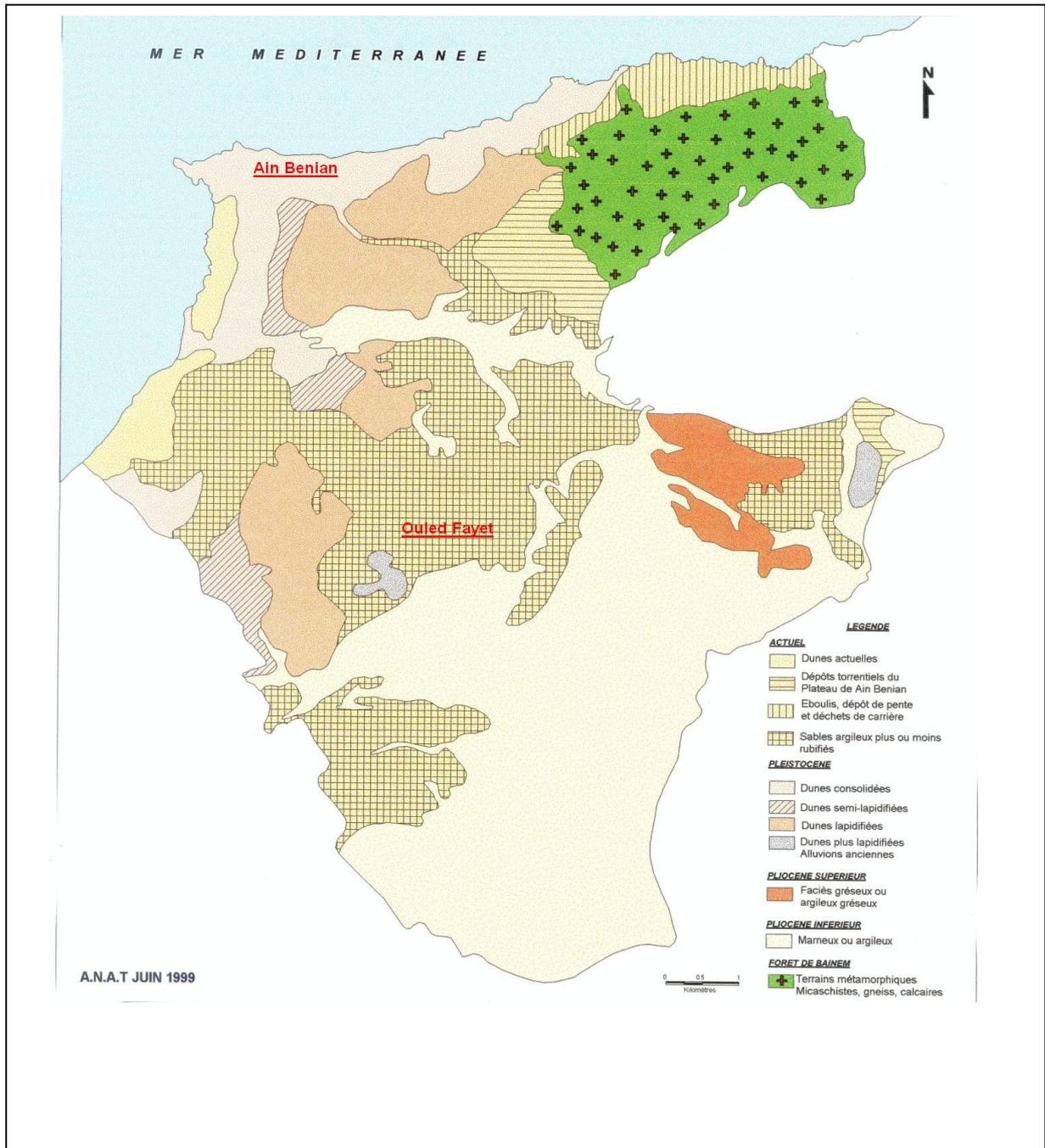


Figure 44 : Carte Géologique de la région de CHERAGA (ANAT, Juin 1999).

Le site d'implantation du CET d'El.Outaya est formé de massifs calcaires à calcaires dolomitiques compacts et durs, composé de dépôts appartenant au mi pliocène (grés et sable, argiles et marnes brunes à gypse), au sénonien inférieur (dolomies et calcaires massifs, marnes), et le quaternaire qui se localise sur les parties supérieures du piedmont, avec des dépôts sableux et argileux (NEE, 2001) (Figure 45).

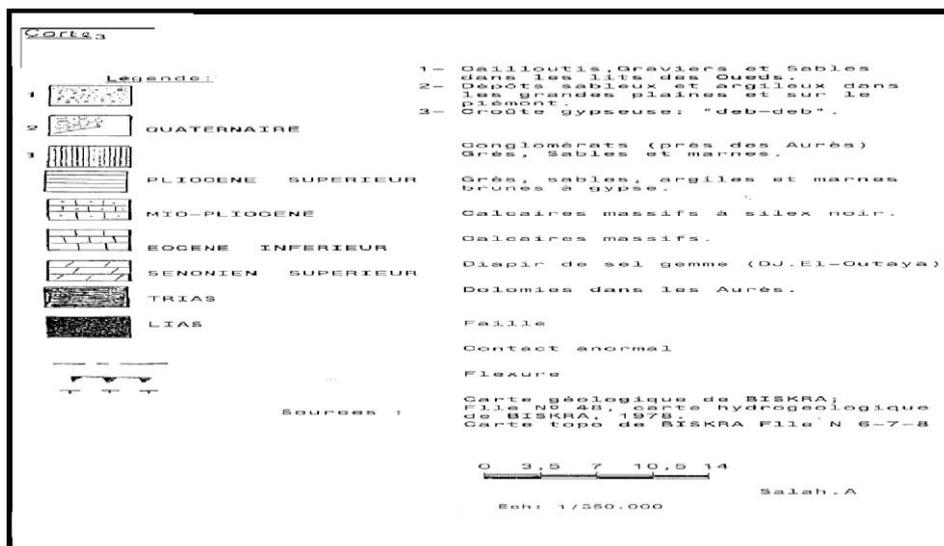
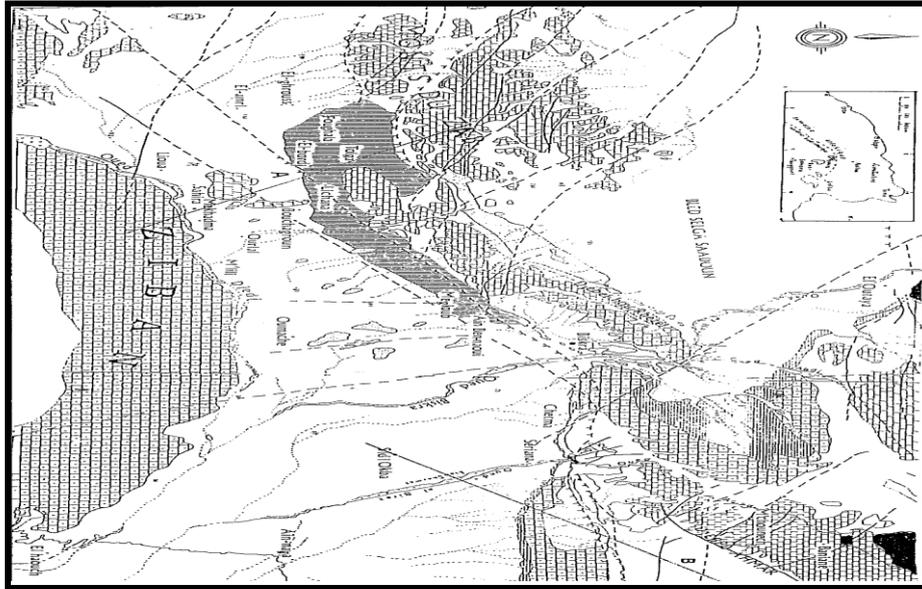


Figure 45: Carte Géologique de la région de Biskra (NEE,2001).

La nature de la roche, le relief et le climat ont une influence directe sur l'évolution des sols (Aidaoui, 1994). En effet les caractéristiques géologiques et lithologiques des deux CET (S) le montrent. Situés dans des étages bioclimatiques différents (subhumide pour le site d'Ouled Fayet et Aride pour le site d'El Outaya qui est connu pour ses sols alcalins, gypseux renferment près de 68% de sulfates de chaux (Aidaoui, 1994).

III.1.1.2. Caractéristiques hydrogéologiques

L'étude hydrogéologique permet de visualiser le sens de l'écoulement des nappes phréatiques présentes au sein du substratum.

Pour le CET d'Ouled Fayet les analyses effectuées en 1987 par le Centre National de Contrôle Technique des Travaux Publics (CTTP) sur la situation géotechnique à l'emplacement de la décharge, l'étude détaillée réalisée en 1994 sur le site et la nouvelle campagne de sondages carottés réalisée en octobre et décembre 1998 par le laboratoire National de l'habitat et construction (LNHC) dans le but de vérifier la nature du substrat au niveau du lieu de la décharge, permettent de connaître les conditions géologiques locales de la zone de la décharge.

Soixante seize sondages carottés ont été implantés de manière à quadriller le domaine étudié, afin de déterminer avec précision la lithologie des matériaux de recouvrement :

- les sondages carottés sur une profondeur de 10 m ont mis en évidence des formations argileuses d'âge quaternaire avec parfois interaction sablo- argileuses;
- Les argiles compactes reposent sur un substratum marneux compact d'âge plaisancien, qui sont des matériaux peu à non perméables, d'où la conclusion que les ressources en eaux souterraines sont quasiment inexistantes dans le secteur.

Lors de l'étude géotechnique, trois forages ont été effectués, pour observer le niveau d'eau souterraine.

L'étude réalisée en 1987 a permis de contrôler l'existence des eaux souterraines à une profondeur de 5 à 6,5 m, mais n'ont pas montré d'aquifères hydrauliques importants seulement des nappes phréatiques sous jacentes, mélangées à des couches de sables, alimentées par des infiltrations d'eau de pluie de ruissellement. Il n'y a également aucun résultat d'essais de pompage.

L'étude géotechnique confirme l'absence de nappe phréatique et la parfaite étanchéité du sol.

Pour le CET d'El Outaya, Les études géologiques hydrogéologiques réalisées au niveau de la région de Biskra en 1964, 1971 et 1974, ont permis de mettre en évidence l'existence de plusieurs réservoirs aquifères qui appartiennent au Quaternaire, au Mio-Pliocène, à l'Eocène inférieur et le Sénonien supérieur et à l'Albien (Bouziane et Abadi., 2009).

Ces mêmes auteurs informent que La wilaya de Biskra a connu la réalisation de son premier forage en 1956 à Sidi Khaled dont les travaux ont été entrepris par la SN-REPAL et sa mise

en service en 1956, Le second forage a été réalisé en 1974 à Ouled Djellal dans le cadre du programme spécial Aurès dont la profondeur est de 2138 m et d'un débit de 104 l/s pour alimenter la ville de Ouled Djellal (30 l/s) et irriguer la palmeraie (74 l/s) .Et en 1978 à cause de la persistance de la sécheresse d'autres forages plus profonds ont été réalisés situés dans la partie sud- ouest de la wilaya (Ouled Harkate, Sidi Khaled, Ouled Djellal et Doucen) , puis cette opération a été généralisée à l'ensemble des palmeraies, notamment ceux de Tolga, d'El Hadjeb, de Bouchagroune, de M'lili, de Oumache et de Fougala. La SONATRACH et les entreprises issues de sa restructuration (ENTP, ALGEO, ENSP) étaient les réalisateurs de ces opérations.

Une autre étude a été réalisée par la nationale des eaux et Environnement (NEE) en 2001, nous renseigne sur l'existence de 4 nappes phréatiques au niveau de la zone d'étude :

✓ La nappe phréatique du quaternaire qui se localise dans les accumulations alluvionnaires de l'oued Biskra et de l'oued Djeddi situés respectivement à l'Est et au Sud du site d'implantation de la décharge. Elle est connue pour ses eaux salées;

✓ La nappe des sables du Mio-Pliocène qui regroupe toutes les formations continentales récentes. Le niveau statique des forages à une profondeur de 250 m est égal à 7m à El Haouch situé au Sud Est de la zone d'étude. Ses eaux sont sulfatées –alcalins, sulfaté calcique, et sulfaté calcomagnésien, inutilisables pour l'alimentation et parfois pour l'irrigation;

✓ La nappe des calcaires de l'éocène inférieur dite " nappe de TOLGA ". Elle est la mieux connue grâce à ses exutoires naturels (source d'Oumache, M'lili et Megloub situé au Sud de la zone d'étude).

Cette dernière est alimentée par deux zones, à l'Ouest de Doucene et Oued Djellal situés respectivement au Sud Ouest et au Nord de la zone d'étude.

✓ La nappe profonde des grés du continental intercalaire dite " nappe albienne ". Présente une profondeur de 1500 m et couvre la région de d'ouled djellal et de Sidi Khaled.

Le descriptif hydrogéologique réalisé par le bureau d'étude NEE en 2001 démontre que l'aire du projet est imperméable et ne fait pas partie des zones d'alimentation des différentes nappes qui existent au niveau de la zone d'étude.

III.2. Milieu naturel et hydrographique (Paramètre 17)

III.2.1. Végétation

Le site d'Ouled Fayet présente des formations arbustives et arborescentes telles que, Le pin d'Alep, pin pignon, le chêne vert, le cyprès, le peuplier blanc, le pistachier, la phyllaie, l'arbousier, le romarin, le ciste et l'asperge et au alentour de la décharge des cultures fourragères, céréalières, des vignes .Alors que pour le Site d'El.Outaya, le couvert végétal est réduit. Le site est complètement dénudé, à cause de l'exploitation des carrières avoisinantes.

Des plantations expérimentales ont été réalisées en 2004 sur la couverture finale des casiers 1 et 2 au niveau du CET d'Ouled Fayet (Tableau 63), mais beaucoup d'espèces n'ont pas survécu à cause des biogaz dégagés au niveau des différents casiers. Le choix des espèces n'était pas basé sur une étude approfondie suivant leur adaptation avec le milieu. Les Eucalyptus ont été plantés alors qu'ils peuvent endommager la géo membrane.

Tableau 63: Etat des plantations au niveau du casier 1 du CET d'Ouled Fayet

	Caroubier	Peuplier	Brise Vent	Faux poivrier	Pin maritime	Sapin	Eucalyptus
Plantées	200	164	211	280	193	44	70
Survécus	82	65	109	100	90	44	40
%	49	64	54	43	63	100	57

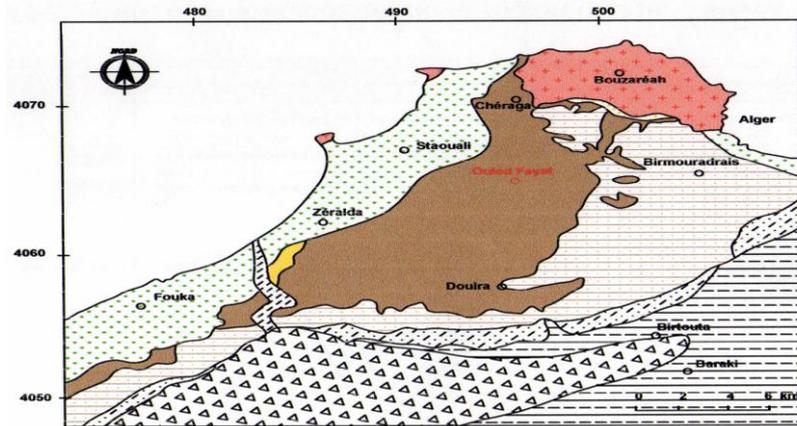
Parmi les 1312 arbres plantés, seuls 812 ont survécu et 500 sont morts sur pied à cause des remontées de lixiviat, par les puits de dégazage du biogaz.

III.2.2. Pédologie

Deux études géotechniques ont été réalisées respectivement par le Laboratoire National de l'Habitat et Construction (LNHC) en octobre et décembre 1998 et en 2007 par SOTHYR/LIBAN CONSULT pour le site d'Ouled Fayet. Les deux études ont vérifié la nature du substrat au niveau du lieu de la décharge, et ont démontré avec précision la lithologie des matériaux de recouvrement.

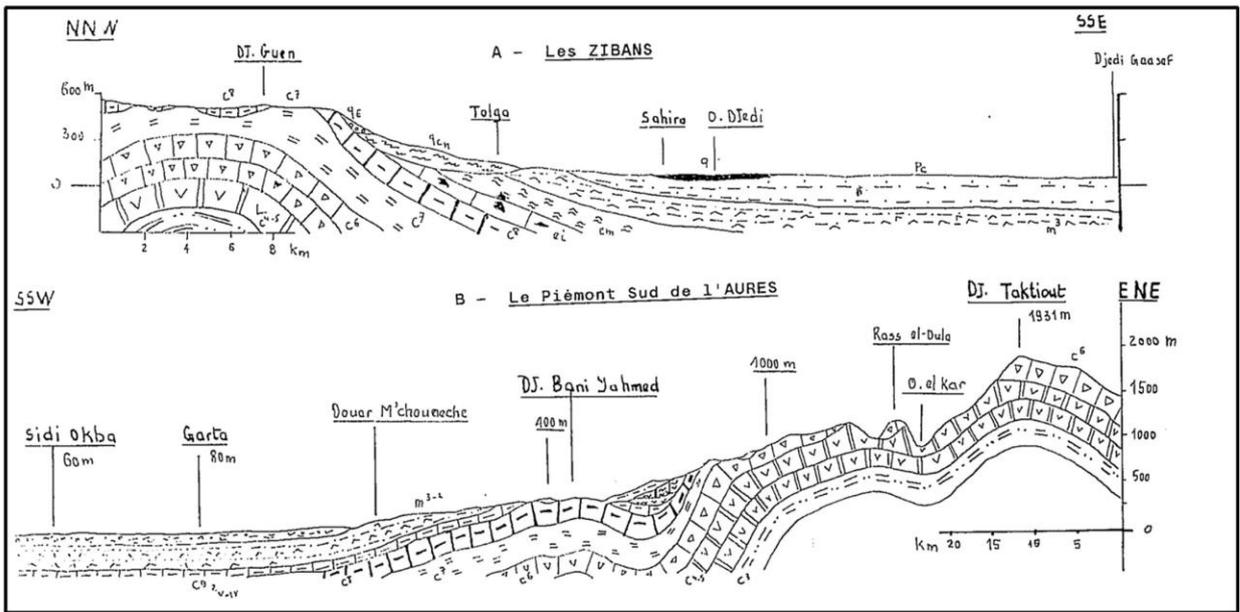
Des sondages carottés sur une profondeur de 10 m pour la première étude et 30 m pour la deuxième ont mis en évidence des formations argileuses avec parfois interaction sablo-argileuses et des argiles compactes reposant sur un substrat marneux compact d'âge plais ancien, qui sont des matériaux peu à non perméables (Figure 46).

Pour Biskra et le CET d'El.Outaya, la plupart des études montrent que les sols du Sahara sont étroitement liés à la géomorphologie et à la géologie du substratum de chaque région. Aidaoui (1994) lie l'évolution des sols de Biskra aux conditions climatiques sévères et leur structure est définie comme les éléments minéraux assez altérés, les éléments solubles sont concentrés en surface et accumulés à un niveau ou un autre du profil jusqu'à donner naissance à des nodules ou à des croûtes calcaires gypseuses dites " deb deb " (Figure 47). Selon le PDAU (2001) d'El Outaya, le site est un terrain non constructible, sans valeur agricole.



CLASSEMENT HYDROGEOLOGIQUE DES TERRAINS I II III	STRATIGRAPHIE	LITHOLOGIE
	QUATERNAIRE	Alternances d'argiles et de graviers (Mitidja), sable et gravier (Chélif)
		Limons de faible perméabilité surmontant les formations ci-dessus
		Argiles et cailloutis de villafranchien (Mitidja) sables, graviers et argiles (Chélif)
		Formations à prédominance argileuse
	PLIOCENE SUPERIEUR (ASTEIN)	Formations dunaires consolidées Quelques lumachelles poudingues et grès
		Calcaires gréseux, calcaires construits Mames jaunes, sables
	PLIOCENE INFÉRIEUR	Mames et argiles bleues (plaisancien et astein argileux)
	MIOCENE SUPERIEUR	Mames
	MIOCENE INFÉRIEUR	Poudingues et grès

Figure 46 : Carte Hydrogéologique de la région d'Alger (Source : NET COM).



 Quaternaire : argiles, calcaires-gypseux à l'ouest sur les pentes, en pied-stromboliques. Alluvions, sables et argiles dans la plaine.	 Maastrichtien : calcaires, marne noirs ou marne chauxsées.
 Pliocène : poudingues, grès et argiles sableuses.	 Campanien : calcaires marneux et dolomitiques.
 Pli-Quaternaire : poudingue et grès alluvions miocènes (à récentes) dans le Zol' Elargui.	 Comaçon : calcaires, calcaires marneux et marne blanchâtres.
 Miocène Supérieur Continental (sommet du Fontien) : Argiles, sables, graviers et marneux.	 Santonien : calcaires, dolomites, L'amarre.
 Eocène moyen : dépôts lapissaire, argile, gypse et calcaire dur et mi-dur.	 Cretacé inférieur : calcaires blancs, riches en silex noirs.
 Lutétien : marne blanches avec bancs calcaires et gypses localement phospha. sous l'amarre.	 Albien C : grès et calcaires rouges, marneux.
 Eocène inf. / Danien : calcaires blancs, riches en silex noirs.	 Danien / Paléocène : marne blanches, calcaires blanchâtres-gypseux. Marne noire, localement phospha.

Figure 47 : Coupe géologique de Biskra (Aidaoui, 1994.)

La nature pédologique des deux sites d'étude est différente, à dominance d'argile pour le premier site, et calco-gypseux pour le deuxième.

III.2.3. Hydrologie

Le site de la zone d'étude pour le CET d'Ouled Fayet se situe à l'intérieur du bassin versant hydrologique de la plaine de la Mitidja. Il se situe à l'amont et sur le versant droit de l'oued Ben Brahim qui est lui même un effluent de l'Oued El Kerma (Figure 48). Le sens d'écoulement des dépressions de la vallée s'oriente en général vers les pentes, le bassin versant du terrain s'écoule dans l'Oued El Kerma.

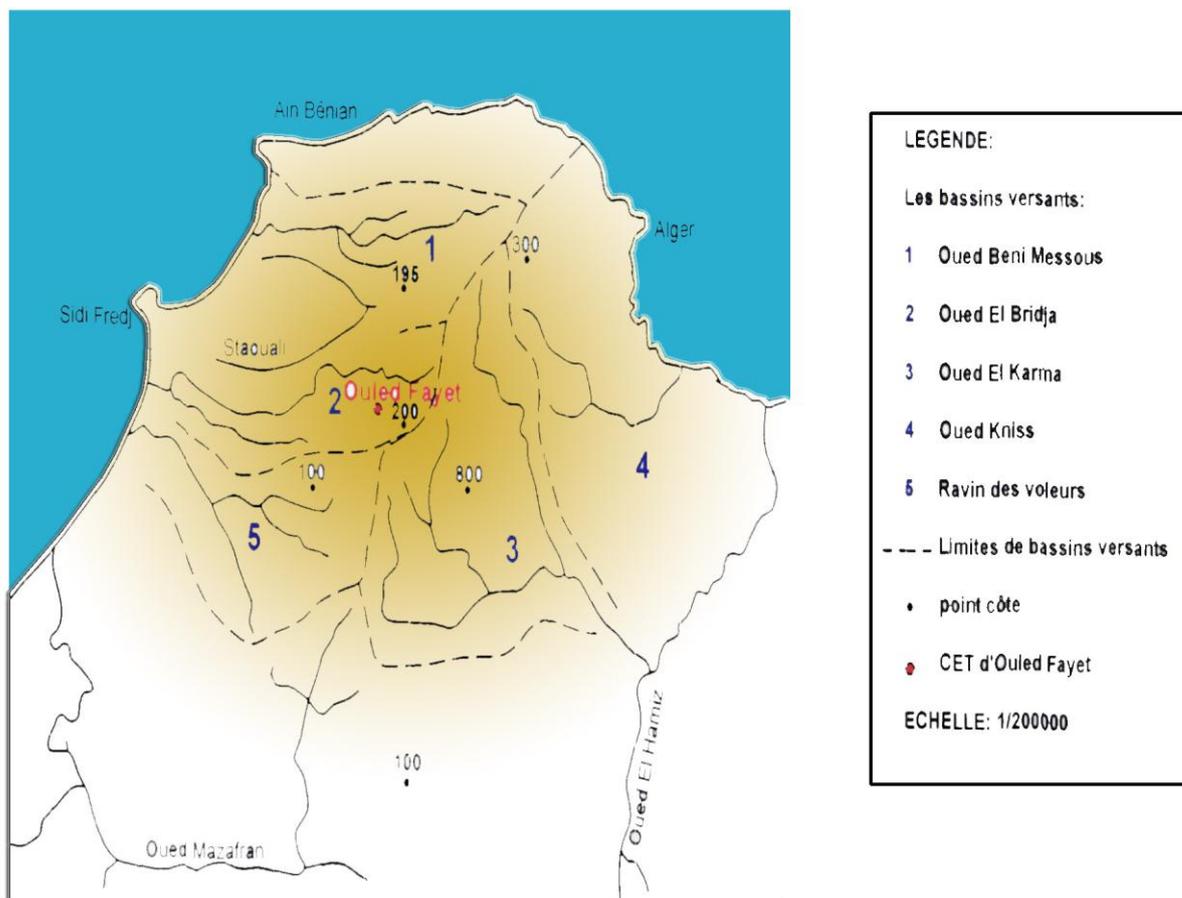


Figure 48 : Carte Hydrographique du Sahel d'Alger (Hocine, 2006).

La petite dépression de la vallée, dans le tiers nord du terrain, présente un talweg naturel à l'oued Ben Brahim qui n'a un débit qu'après des précipitations, et son bassin versant débouche directement à l'extérieur de la zone du projet.

Pour Le site d'El.Outaya le réseau hydrographique se situe dans le bassin versant Melghir. Le principal collecteur est l'Oued Djeddi qui occupe une gouttière qui s'étire du Sud Ouest vers le Nord et de l'Ouest vers l'Est.

Les écoulements périodiques concentrés s'acheminent vers le chott Melghir, et les jours de crues varient de 5 à 7 jours (Meghezzi, 2001b) (Figure 49).

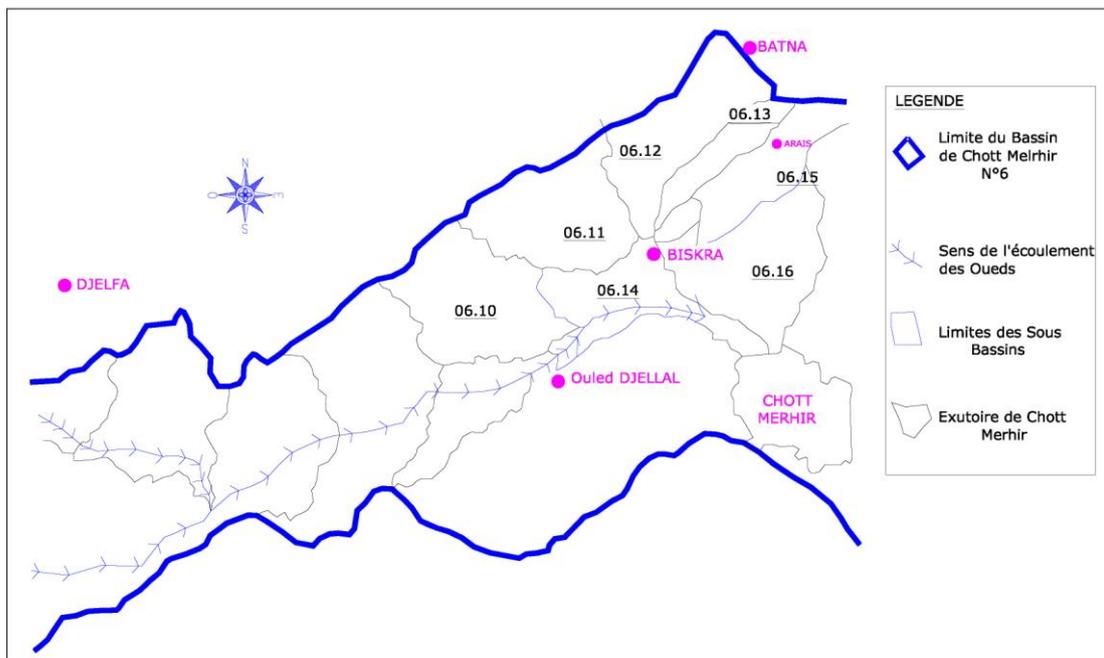


Figure 49: Réseau hydrographique wilaya de Biskra. (EEC EDIL, 2001)

III.3. Climatologie

III.3.1. CET D'OULED FAYET

La région d'Ouled Fayet bénéficie d'un climat local de type méditerranéen subhumide. Dans la zone d'étude, les pluies sont abondantes en automne et en hiver, elles atteignent leur maximum au mois de novembre (97.3 mm) et décembre (95.3mm), puis elles décroissent au printemps (50mm) pour le mois de mai. Elles deviennent très faibles en été voire presque inexistantes au mois de juillet (1.9mm). Les précipitations annuelles durant les 10 dernières années se situent entre 456 mm et 736 mm, soit une moyenne d'environ 600 mm (Figure 50). L'eau influe directement sur l'alimentation des nappes phréatiques comme sur le débit des lixiviats produits par les déchets stockés au niveau des Casiers (Kehila, 2009).

Précipitations Moyennes 1998 - 2007

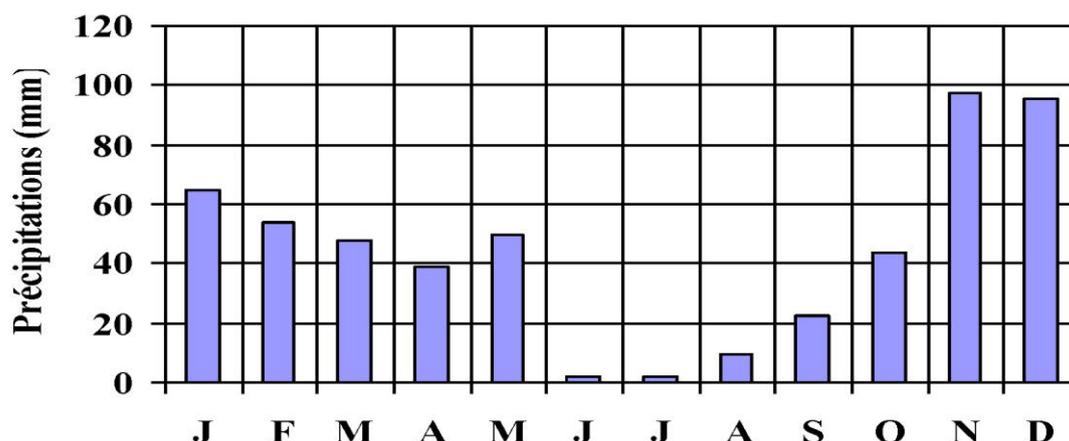


Figure 50: Précipitations moyennes mensuelles (période 1998-2007).

Les précipitations moyennes mensuelles durant cette même période montrent un déficit en pluviométrie durant la période de juin à septembre tandis que les plus importantes sont enregistrées entre novembre et février.

La période de décembre à avril représente les mois les plus froids de l'année, la période de juin à septembre comprend les mois les plus chauds. Les températures enregistrées se situent entre les valeurs extrêmes de 6°C et 32°C. Le Tableau 64 ci-dessous, illustre les données moyennes de températures maximum et minimum et des précipitations durant les dix dernières années.

Tableau 64: Moyennes annuelles des températures de la région d'Ouled Fayet en relation avec les cumuls des précipitations (ONM* 1998-2007).

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
T_{Max}	23,8	24	24,4	25	25,6	24,3	24,1	24,2	25,3	24,2
T_{min}	11,5	12,7	12,6	11,5	12,7	12,6	11,9	11,3	12,5	12
T_{moy}	17,7	18,4	18,1	18,3	19,15	18,5	18	17,5	18,1	17,7

Pour mettre en évidence la saison sèche, nous avons réalisé le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953) et, Bagnouls et Legris (1970). Selon ces auteurs, un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double de la température (°C) mensuelle, c'est-à-dire $P \leq 2T$. Le diagramme (Figure 51) permet de visualiser et de quantifier la période sèche et humide par la

relation citée ci-dessus. Elle se situe entre les deux intersections des deux courbes (Kehila, 2009).

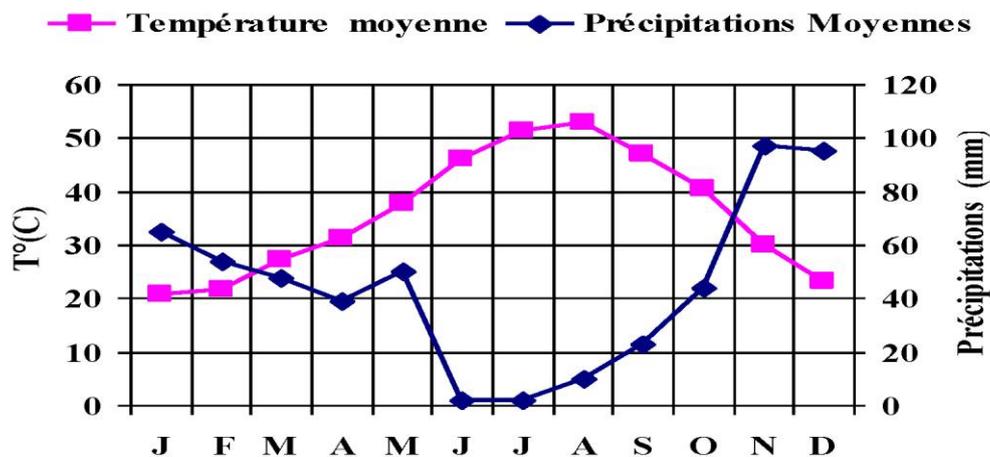


Figure51: Diagramme Ombrothermique
Alger (1998 – 2007).

Selon le diagramme, la période sèche s'étale sur plus de sept mois, c'est-à-dire de la mi-mars à fin octobre, tandis que la période humide, elle dure à peine cinq mois. La saison sèche reste dominante.

Pour l'état des vents de la région d'Ouled Fayet (Alger), le changement de direction des vents dominants est fonction des saisons. En automne et en hiver (octobre - mars), les vents soufflent d'Ouest à Sud-Ouest, au printemps et en été (avril - septembre), ils soufflent du Nord à Nord-Est.

La moyenne mensuelle de la vitesse du vent est comprise entre 2,8 et 4,2m.s⁻¹ (Kehila, 2009).

III.3.2. CET D'EL OUTAYA

La ville de Biskra est représentative d'un contexte climatique aride (Boulanouar, 2008) :

- Une aridité représentée par un été chaud et sec et un hiver tempéré et sec ;
- Les températures de l'air sont caractérisées par des écarts saisonniers atteignant 47°C, un écart de température journalier estival atteignant 15° C et des températures maximales dépassant les 43°C;
- Une humidité relative faible entre 10 et 50%;
- Des précipitations très rares et faibles;
- Les vents froids nord-ouest en hiver et les vents sablonneux chauds et forts en été.

La zone d'étude est caractérisée par des hivers doux, courts plus ou moins humides et des étés chauds et secs. Le climat est classé dans l'étape bioclimatique aride à tendance semi aride. Les précipitations moyennes annuelles ne dépassent pas les 200 mm (Kehila, 2009).

L'évaporation atteint des proportions considérables. Selon Ozenda (1977), entre 3000 et 5000 mm d'eau s'évaporent chaque année pour une pluviométrie très faible (< 200 mm). Pour les 10 dernières années (1999/2008), on note une évaporation moyenne annuelle de 2591 mm, tandis que les précipitations n'ont pas dépassé les 156 mm. Cette disproportion entre précipitations et évaporation, fait que l'air des couches superficielles du sol est toujours complètement desséché (Figure 52).

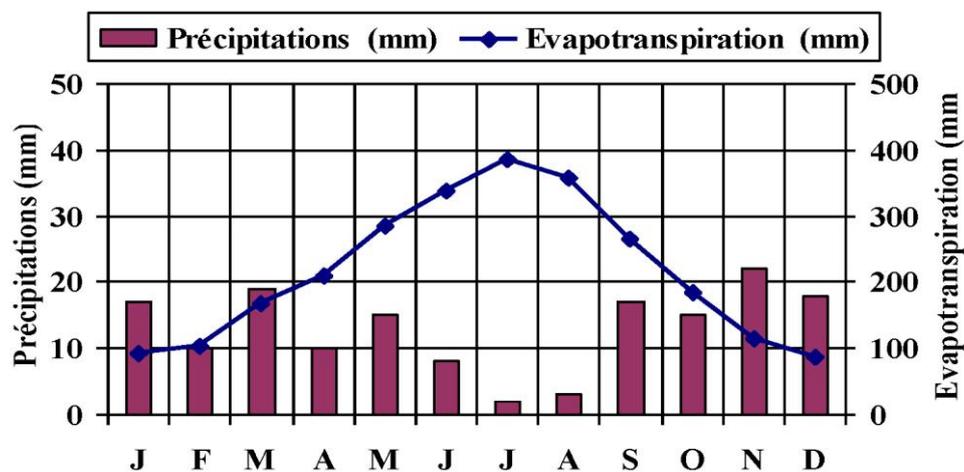


Figure 52: Précipitations moyennes mensuelles (période 1999-2008) De la ville de Biskra.

Le diagramme ombrothermique de (Bagnouls et Legris, 1970) (Figure 53) montre clairement que la période sèche de la région de Biskra s'étale sur toute l'année.

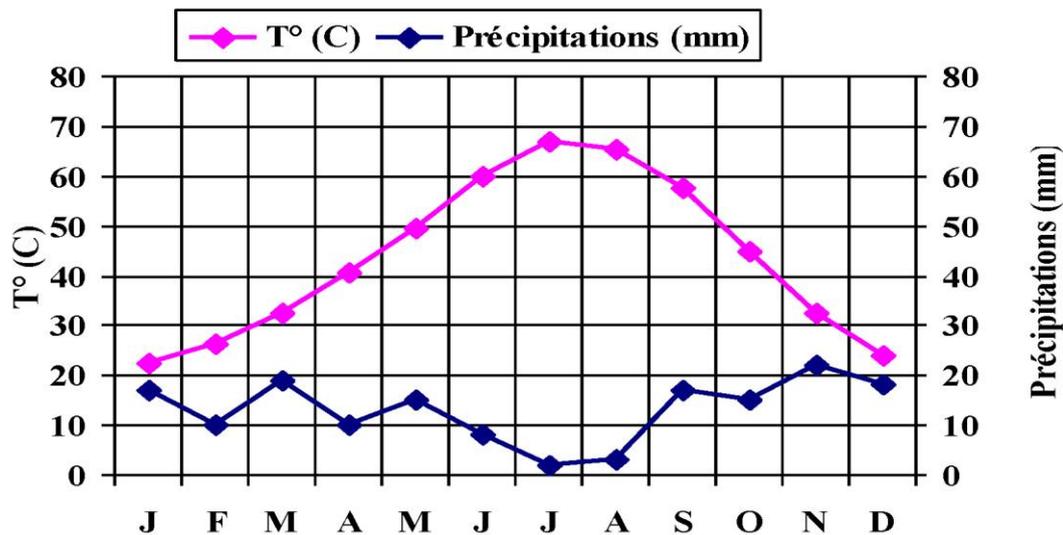


Figure 53: Diagramme Ombrothermique Biskra (1999-2008).

Les vents sont des phénomènes continentaux majeurs en régions arides ; leurs vitesses peuvent atteindre $27,8 \text{ m.s}^{-1}$. Les vents dominants sont principalement ceux du Nord-Ouest venant de l'Atlantique et du Nord, et les vents secondaires sont de direction Sud Est et Nord-Ouest (NEE, 2001).

La région présente de forts maxima et de grandes amplitudes thermiques, du fait de sa position continentale. L'écart diurne dépasse 50°C dans la station de Biskra (Aéroport). Le sol se réchauffe beaucoup plus que l'air pendant la journée. Il faut noter que cette région reçoit une très forte quantité de lumière solaire. Le nombre annuel d'heures de soleil se situe entre 3000 et 3500 h.

Le climat est le facteur le plus déterminant des ressources en eau. Les pluies, les températures, le vent, l'évapotranspiration et d'autres phénomènes atmosphériques. Les variations des précipitations et les facteurs climatiques expliquent quantitativement les variations du régime hydraulique dans une région (Aidaoui, 1994)

III.4. Environnement Humain et Réglementaire (Paramètre 18)

III.4.1 Population : Démographie et Urbanisme

III.4.1.1. CET D'OULED FAYET

La commune d'Ouled Fayet a été créée lors du découpage administratif de 1984, elle dépend de la Daïra de Chéraga. Située dans le sahel Algérien à 16 km au Sud - Ouest

d'Alger. Elle est imitée au Nord par la commune de Baba Hasen, et à l'Ouest par la commune de Souidania (Figure,54).

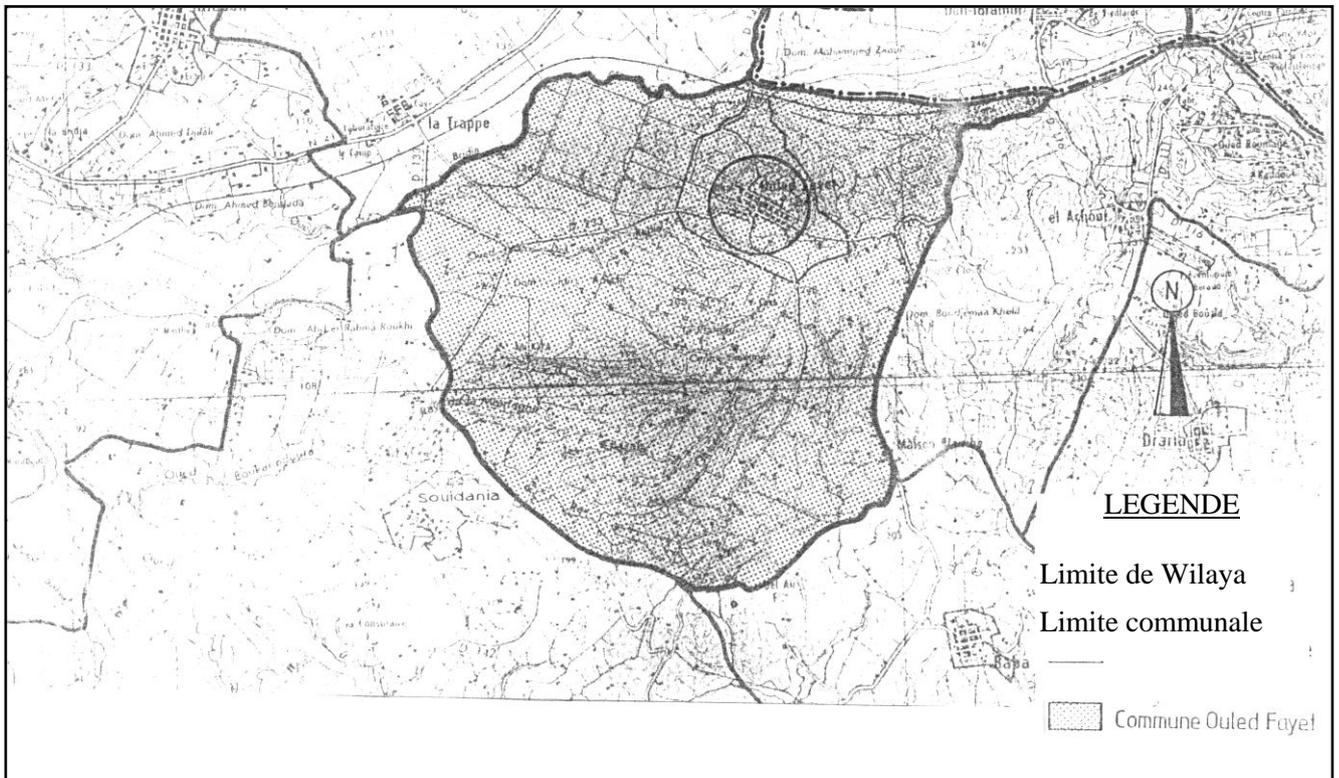


Figure 54: Situation géographique de la Commune de OULED FAYET. (CNERU, 1983)

Le CET d'Ouled Fayet, se trouve à 15 Km au Sud Ouest d'Alger, situé à 3 Km au Sud de la localité d'Ouled Fayet entre la Route Nationale n° 36 (Alger- Boufarik) à l'Est et le chemin de Wilaya 142 à l'Ouest.

III.4.1.2. CET D'EL OUTAYA

Le CET d'El Outaya se situe à la sortie Nord de la ville à 10 km du centre ville de Biskra, sur la route menant vers Batna. L'accès au site se fait par la RN n° 3 qui relie Biskra à Batna. Dans la Wilaya de Biskra 05 grandes concentrations peuvent être retenues : Biskra, Sidi Okba, Tolga, Ouled Djellal et Sidi Khaled (Figure.55).

Par ailleurs, ces grandes concentrations urbaines comptent 46.061 logements sur les 81.342 habitations (y compris les tentes) soit 56,6 % du parc logement de la Wilaya.

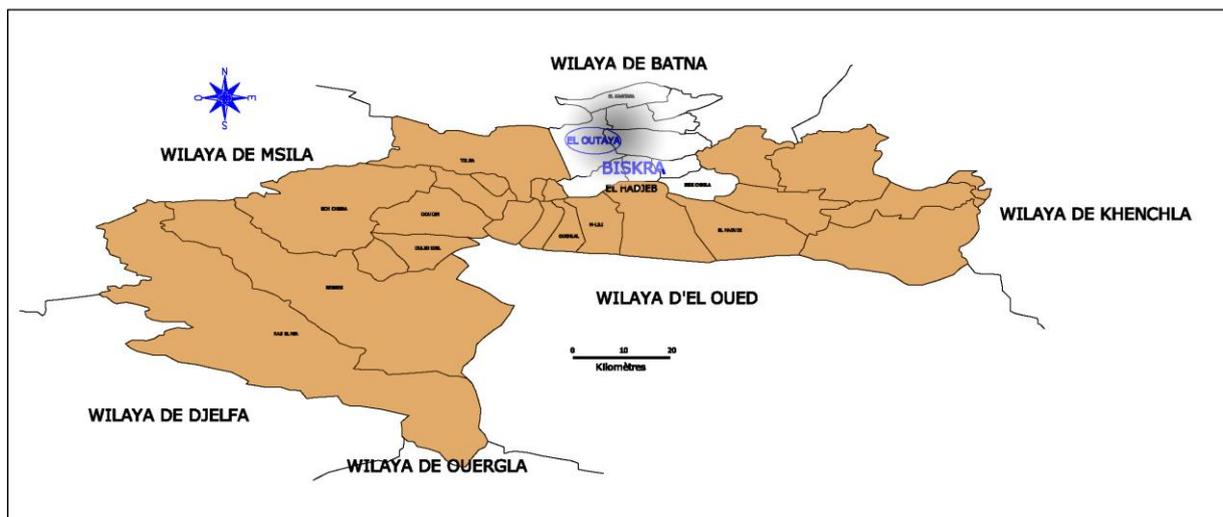


Figure 55: Situation géographique de la commune d'El.Outaya.

Les deux sites choisis présentent une capacité compatible avec les besoins, accessibles et bien desservis grâce aux voiries existantes, cela évitera les traversées d'agglomération, à l'exception de la ferme Belair, située à 100 m au sud du CET d'Ouled Fayet, le site reste isolé.

Plusieurs instruments de planification ont été élaborés (PUP (Plan urbanisme provisoire), PDAU (Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme), POS (Plan d'occupation des sols), mais aucun diagnostic n'a été établi sur les décharges ni sur leurs lieux d'implantation future. Le décharge d'Ouled Fayet, décharge officielle créée par Arrêté présidentiel n°76.53 en date du 25 Mars 1976, n'a même pas été évoquée par le PDAU d'Alger. Alors que le PDAU classe le site d'El.Outaya dans la catégorie de terrains non constructibles et sans valeur agricole.

Le PDAU d'Alger n'a inclus qu'une partie du territoire de la commune d'Ouled Fayet, il a défini deux POS, l'U113 et l'AU13 qui sont actuellement lancés en étude. Ces derniers présentent des contraintes qu'il ne faut pas négliger

Dans le but de bien maîtriser la situation en matière de construction et d'urbanisme, les services de la DUC (direction d'urbanisme et de la construction) de la wilaya de Biskra ont réalisé des études d'urbanisme pour l'ensemble des communes. Seule la région des Zibans (qui comprend les communes de Tolga, Lichana, Bouchagroune, Bordj Ben Azzouz et Leghrous) a bénéficiée d'un PDAU global réalisé par l'ANAT (Agence Nationale

D'aménagement et du territoire) de Biskra. Et au 31 /12/ 1999, les mêmes services de la DUC ont réalisé 18 POS., 17 autres étaient en voie d'achèvement.

Le service de l'APC d'Ouled Fayet le bureau d'étude GEO BISKRA chargés du recensement de la population et de l'habitat, ont effectué des opérations de dénombrement en juillet 1995 sur l'ensemble du territoire de la commune d'Ouled Fayet, et en 2006 pour la commune d'El Outaya. 185499 habitants sur une superficie de 127,55 km² avec une densité de l'ordre de 1599 hab / Km² et un taux d'accroissement de 3,66 % pour la population d'Ouled Fayet (NEE, 1999), et de 16899 pour la commune d'El.Outaya avec un taux d'accroissement égale à 1,96 %.

Ces instruments d'urbanisme censés être de véritables tableaux de bords en matière d'aménagement et de planification sont souvent médiocres. La réalisation de ces importants outils est hâtive. Les phénomènes sociaux économiques, les données physiques du site, les données culturelles et historiques et les tissus urbains, sont traités séparément et d'une manière quantitative (Boulanouar, 2008). Entre les bâtiments et édifices qui se suivent avec monotonie et sans recherche, traînent librement papiers, déchets divers, bidons ...etc (Meghezzi, 2001b).

III.4.2. Activités informelles

Les deux CET étaient le siège d'une activité informelle de récupération des matériaux recyclés avant leur réalisation. Après installation de l'EPIC NETCOM en 2001 et de l'EPIC NETBIS en 2007, toute activité informelle a été interdite.

Pour les deux sites Les éboueurs chargés de la collecte, récupèrent les matériaux recyclés pendant la collecte des ordures, et les vendent aux récupérateurs intermédiaires.

Sur le CET d'El.Outaya, l'activité des récupérateurs a repris en 2008.

Les récupérateurs sont bien organisés, ils récupèrent le plastique et ils le revendent, 1,2 tonne/mois est la quantité recyclée .

III.6. Contexte général de stockage des déchets (Paramètre 19)

III.6.1. Réglementation :

Elle regroupe le cadre institutionnel et l'aspect législatif déjà développé dans la Partie 1 Chapitre 2 page 49 pour les deux villes.

III.6.2. Gestion communale des déchets urbains.

Ville d'Alger

Avant 1977, le "Bureau Municipal de l'hygiène" de la ville d'Alger avait de larges prérogatives au niveau de tout Alger, à savoir (Kittelberger, 1994) pour, le Contrôle de la salubrité de l'habitat, des commerces, des industries, l'Hygiène Alimentaire (Contrôle de l'eau et des aliments), L'hygiène du milieu Urbain, la lutte anti - vectorielle (dératisation, désinsectisation et désinfection), l'inspection vétérinaire des viandes et poissons, la fourrière canine (lutte antirabique), le suivi des campagnes de vaccination, les enquêtes épidémiologiques et l'élaboration de statistique en matière d'épidémiologie et causes de mortalité.

Par la suite Alger a été réorganisée en 33 communes et des bureaux communaux de l'hygiène ont été créés. A cet effet toutes les activités en matière d'hygiène étaient décentralisées et ont été la cause de l'inefficacité de ces différents organismes.

La loi du 07 avril 1990 portant code communal confirme la compétence de la commune dans le domaine de l'élimination des déchets solides Urbain.

D'autre part, le décret exécutif n° 90 - 207 du 14 juillet 1990, organise les communes de la Wilaya d'Alger en cinq **Conseils Urbains de Coordination (CUC)**, en leur attribuant plusieurs compétences notamment celle de l'élimination des déchets (Chapitre III, Article 15 du décret).

Le **Conseil Intercommunal d'Alger (CIVA)**, regroupait au départ 15 communes relevant de l'ancien **Conseil Populaire de la ville d'Alger (CPVA)** sur un total de 33, il était le seul opérationnel. Les quatre autres "CUC" n'ont pas été mis en place, faute de moyens matériels et financiers.

Les services de la CIVA en matière de nettoyage, collecte, transport et traitement des déchets urbains, ont été étendus à 13 autres communes. A cet effet le conseil intercommunal d'Alger a assuré la gestion des déchets dans 28 communes de la Wilaya d'Alger.

Les cinq communes restantes de la Wilaya d'Alger ont été gérées par les Assemblés Populaires Communales (APC) en plus des 20 communes appartenant aux Wilaya de Boumerdes, de Tipaza et de Blida.

Les APC ont été également chargées de la gestion des décharges dans les communes disposant de leur propre décharge publique. Quant au CIVA, il réglait par ces délibérations les questions d'intérêt commun telles que fixées par l'article 15 Chapitre II du décret.

La fonction de la gestion des déchets urbains est assurée par un service administratif et technique dénommé "Division de la propreté" qui était chargé de toutes les opérations, de collecte, de transfert et traitement de ces déchets.

Dans la pratique, le conseil intercommunal était une machine lourde. En effet le manque de pièces de rechange, l'insuffisance en équipement d'ateliers et le manque de personnel qualifié ont fait que la maintenance était inefficace.

En juin 1995, avec l'événement du nouveau gouvernement, l'ancien système de gestion ainsi que son mode de financement ont été réaménagés. Et par l'Arrêté du 07 juin 1995 N° 449/ SAJE, a été créé "L'**EPIC NETCOM**" (l'entreprise publique à caractère administratif et commercial) est issue de la dissolution du CPVA qui est jusqu'à ce jour responsable de la gestion des déchets de la wilaya d'Alger.

L'**EPIC NETCOM** est chargée des missions suivantes :

- Enlèvement et collecte des ordures ménagères des cités, quartiers, voie publique, marchés etc;
- Balayage des trottoirs, de la chaussée et des caniveaux des places publiques;
- Nettoyage des rues;
- Transport des déchets à la décharge publique Oued Smar et Ouled Fayet ;
- Gestion de la décharge publique et élimination de déchets;
- Gestion et maintenance des engins;
- Intervention dans les 22 communs représentant Alger.

La centre d'Ouled Fayet est le premier CET construit à Alger, géré par (NET COM) qui gère aussi la collecte et le transport de plusieurs autres communes d'Alger.

28 APC sont sous sa charge. La zone d'intervention concerne 2 millions d'habitants. L'EPIC gère 1600 à 1700 tonnes par jour de déchets et assure 300 missions par jour. Les itinéraires sont définis sur la base d'un schéma directeur (en cours d'actualisation par le bureau d'étude STUDI (UBIFRANCE,2007).

Ville de Biskra

Dans la Wilaya de Biskra, la prise en charge des déchets solides urbains est précaire depuis la pré-collecte jusqu'au déchargement des déchets (Meghezzi,2001).

Dans la commune de Biskra la gestion des déchets est confiée à l'APC, sous le contrôle du président de l'APC (Figure 56).

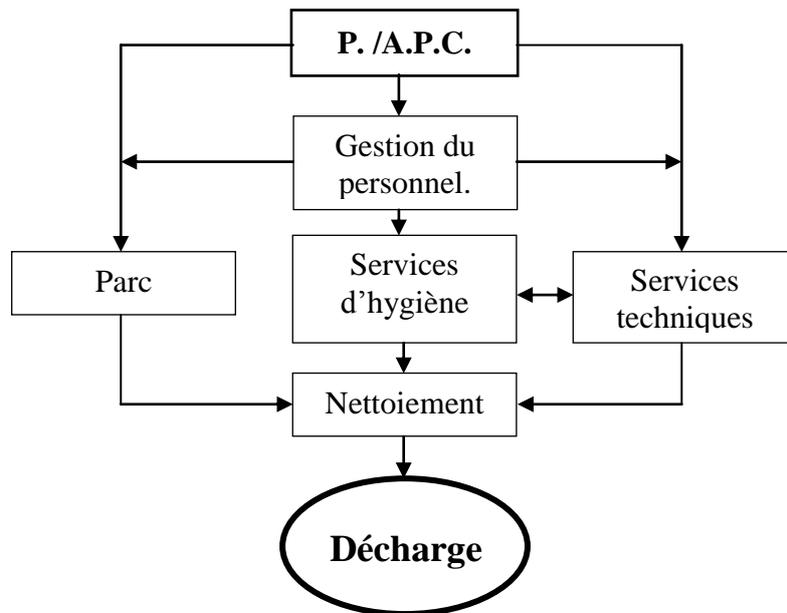


Figure 56 : Organigramme de la gestion des déchets à Biskra.
(Meghezzi, 2004)

D'après Meghezzi (2001a), Les véhicules dont dispose la commune, sont :

- Vétustes (en panne, manque de pièces de rechange) excepté les 2 bennes tasseuses acquises en 2002 ;
- Inadaptés (cas des tracteurs agricoles et des camions à bennes simples) ;
- Surexploités (véhicules à tout faire).

Les déchets sont le plus souvent rassemblés dans des récipients usés, des cartons, des fûts ou des sachets en plastique noirs. Parfois, les ménages ne rassemblent pas leurs ordures. Les déchets se retrouvent alors enveloppés dans de simples feuilles de journaux ou de magazines, ou des sacs en papiers éventrés.

Au milieu de certains quartiers de la ville de Biskra, des niches en béton ou en métal ont été construites, pour rassembler les ordures ménagères, mais avec le temps ces dernières sont devenues des dépotoirs, sources de nuisances et de danger.

A Biskra, la collecte était donc de type ouvert ou par récipient perdu. Les services chargés de la collecte rassemble des déchets sur des bennes surchargées, déchets non stabilisés par filets et déversaient dans des décharges non contrôlées.

Une étude d'impact a été réalisée par le bureau d'étude EEC EDIL en 2001, qui était le point de départ d'une étude par le bureau d'étude GEO en 2001, dont l'objectif était

l'amélioration et la modernisation des méthodes de gestion des déchets dans la wilaya par la création des schémas directeurs de collecte et de gestion des déchets solides.

Après prospection des lieux et des besoins en surface, en moyens matériels et humains, elle proposa la création de quatre centres d'enfouissement technique des déchets dans quatre régions :

Région de Ouled Djellal – Sidi Khaled

Région de Tolga et Zab Gherbi

Région de Sidi Okba et de Zab Chergui

Région de Zeribet El-Oued.

A ces centres d'enfouissement seront reliés 16 centres de transit.

Le tissu urbain de chaque chef lieu de commune (y compris celui de Biskra) était analysé sur la base de :

- La densité des constructions par unité de surface ;
- La largeur et l'état des voiries ;
- L'état moyen des constructions.

Ces informations ont été tirées du P.D.A.U de la wilaya de Biskra (décembre,2001).

Cinq zones homogènes ont été considérées :

- Une zone d'habitats pavillonnaires et / ou résidentiels caractérisée par une trame urbaine lâche et une faible densité de constructions par unité de surface (type individuel) ;
- Une zone d'habitat collectif caractérisée par une haute densité de constructions par unité de surface (type H.L.M., cités ...);
- Une zone mixte et / ou principalement commerçante avec ou sans services;
- Une zone d'habitat vétuste (vieilles habitations, K'sar, habitat type vernaculaire);
- Une zone périphérique caractérisée par des constructions spontanées.

Après estimation des besoins en volume de décharge, en moyens mécaniques, et en moyens humains en collaboration avec des chercheurs de l'USTHB et le bureau d'étude Allemand (BERICH ZUR), un programme a été dégagé pour chaque commune et les besoins exprimés selon les échéances ont été définis.

Pour les deux CET(Ouled Fayet et El Outaya) , les déchets contrôlés et pesés sont transportés par les camions qui les livrent jusqu'au casier en cours d'exploitation, puis

déversés sur une aire de tri, compactés, poussés à l'aide de chenille jusqu'au secteur de mise en place, étalés en couches fines et pré compactés par le passage répété des véhicules, compactés une deuxième fois pour atteindre une densité maximum égale à $0,8 \text{ t} / \text{m}^3$ et $0,7 \text{ t} / \text{m}^3$.

Les sols des couvertures intermédiaires des deux CET ont été analysés, par diffractomètre aux rayons X et une caractérisation granulométrique suivant la norme Afnor (Aina, 2006) pour le CET d'Ouled Fayet, et une étude macroscopique (à l'œil nu) et microscopique (loupe binoculaire professionnelle) pour le site d'El.Outaya.

L'analyse de l'échantillon a révélé qu'il s'agissait d'une terre plus argileuse que végétale pour le site d'Ouled Fayet, alors que les trois échantillons récupérés au niveau du site d'El.Outaya qui ont servi de couverture pour le casier 3 en exploitation, proviennent du même endroit ou des endroits proches, ils sont probablement éboulés d'un glacis alimenté par les mêmes sources sédimentaire ou alluvionnaire. Ils sont d'âge très récent quaternaire voire actuels. Ce sont les terrains les plus superficiels. Leur nature meuble, leur contenu hétérogène, quartz, détritique, gypse et autres leur confère un caractère perméable, donc absorbant.

III.6.3. Cahier des charges

Seul le CET d'Ouled Fayet possède un cahier des charge relatif à l'exploitation (Annexe 5). Le CET d'El Outaya quant à lui possède un registre de commerce.

Le cahier des charges du CET d'Ouled Fayet est constitué de 22 pages en 7 Chapitres.

- ✓ Le premier chapitre souligne la conformité de la gestion des déchets au décret n°84.378 du 16/12/84 fixant les conditions de nettoyage et de traitement des déchets solides urbains et la Loi relative à la protection de l'environnement (Article 2), précise les communes autorisées à déverser les déchets solides (Article 3), et arrête les modalités d'accès à la décharge (Article 4);
- ✓ Les deux chapitres suivants concernent l'aménagement de la décharge (Chapitre II) et les résidus acceptés en décharges qui sont (les cendres et mâchefers refroidis, déchets industriels et commerciaux solides à condition qu'ils ne soient ni toxiques, ni explosifs, ni susceptibles de s'enflammer spontanément, et les boues séchées, non toxiques, en provenance de stations d'épuration, et précise les catégories (Art11);

✓ Le Chapitre 4 est relatif à l'exploitation de la décharge, détermine les techniques d'exploitation;

Les résidus seront mis en décharge par couches successives d'épaisseur moyenne de 1 m, les résidus ne seront pas déversés d'une grande hauteur de plus de 10 mètres, la couverture intermédiaire aura une épaisseur de 10 à 30 cm, des torchères seront mises en place au fur et à mesure de l'exploitation et séparés d'une distance variant de 20 à 30 m.

✓ Les interdictions, selon l'article 23 à 25 du Chapitre 5, sont " Le brûlage à l'air libre, le chiffonnage et l'entrée à la décharge ";

✓ La réhabilitation de la décharge en espace vert a fait objet du Chapitre 6 (Art26), les sanctions pour non paiement, le contrôle de la nature et l'organisation de la gestion des déchets entrants est abordée au chapitre 7 (Art 29, 30,31 et 32). Conçu en 1995, ce dernier n'a pas connu de modification ni amendement concernant le traitement des ordures ménagères à ce jour.

Le registre de commerce du CET d'El.Outaya regroupe les informations relatives à la personne physique qui exerce des activités à caractère commerciale : son nom, la forme réglementaire (entreprise publique à caractère industrielle et commerciale EPIC), adresse du site d'implantation du CET (Commune d'El.Outaya et la ville (Biskra), le budget de la société, date et début des activités (le 28/10/2007), et le propriétaire de l'assiette commerciale.

III.6.4. La taxe d'enlèvement

Le budget de fonctionnement de NETCOM est de 1,5 milliards de dinars (la masse salariale représentant 90% de ce montant) ; 90% proviennent d'une subvention de la wilaya et 10% de recette propre (prestations rémunérées auprès d'entreprises de la wilaya) plus de 100 conventions signées (UBIFRANCE, 2007).

La taxe d'enlèvement des ordures ménagères qui existe depuis longtemps a été relevée en 2002. Elle est prélevée au même temps que l'impôt foncier et reste insuffisante, elle ne couvre au mieux que 20 à 30% du budget dépensé par la commune pour la gestion actuelle des déchets solide (UBIFRANCE, 2007). Toutefois la collecte et l'enlèvement des déchets a été estimée par UBIFRANCE à environ 1500-2000 DA/tonne.

Chapitre IV : Exploitation

L'aménagement fonctionnel, le suivi de l'exploitation et l'évaluation de son cout est l'objectif de ce chapitre qui comprend la description des deux derniers paramètres d'expertise paramètres 20 et 21, qui permettent une analyse fine du site et son fonctionnement.

IV.1. Aménagement fonctionnel et suivi d'exploitation (Paramètre 20)

Le CET d'Ouled Fayet et le CET d'El.Outaya ont été retenus comme sites d'implantation, par le schéma Général d'Assainissement du Grand Alger (Kittelberger, 1974), approuvé par le décret présidentiel n°76.53 en date de 25 / 03/ 76 pour le premier CET et par le Programme Spécial des Régions du Sud (FSDRS 2001-2002) et le Programme Normal 2006 pour le deuxième.

Deux études d'impact ont été réalisées par l'EDIL, en 1999 en prenant en considération l'étude géotechnique du LNHC en 1999 qui confirmait que le site convenait parfaitement à l'implantation d'une décharge contrôlée à Ouled Fayet et en 2001 pour le site d'El.Outaya. Les deux CET occupent une superficie 20 ha seulement pour le véritable dépôt des déchets en raison de la situation topographique locale et des besoins en locaux et bâtiments administratifs. Tous les deux ont été ouverts respectivement en 2002 et en 2008 pour ne recevoir que les déchets ménagers de 14 communes pour le premier site et ceux de la circonscription de Biskra pour deuxième site

Le type de conception retenu pour les deux sites est celui de l'enfouissement compacté dans neuf casiers pour le CET d'Ouled Fayet et dix neuf casiers pour le CET d'El.Outaya. Les équipements réalisés sont :

***Clôture** : Les deux sites sont clôturés sur la totalité de leur périmètre. Pour le CET d'Ouled Fayet la hauteur de la clôture est égale à 2m, alors que pour le CET d'El.Outaya la longueur de la clôture en préfabriqué est de 2445 m.

***Portail** : Les deux portails des deux CET sont constitués de deux battants de dimension respective de 4,0m et 2,0m (pour le CET d'Ouled Fayet), en ferronnerie munie d'un revêtement anti corrosion et d'une clef pour interdire l'accès au dépôt en dehors des heures d'ouvertures.

***Locaux :**

- Un poste de contrôle pour chaque CET;
- Un bâtiment administratif (19 bureaux, 01 salle de réunion ,02 WC et 0 2 douches) pour le CET d'Ouled Fayet), et un bloc administratif constitué de trois bureaux, 1 WC et 1 douche pour le CET d'El.Outaya);
- Un hangar de stationnement d'une superficie de 450 m² et une hauteur de 06 m, de structure légère en charpente métallique et une clôture inclinée sur le côté, et un magasin (CET d'Ouled Fayet);
- Un atelier de maintenance à structure métallique inclinée sur les deux cotés comprenant:
 - ✓ un atelier de lavage graissage, un atelier de vulcanisation et un atelier d'électricité de superficies respectivement égales à 100 m², 80 m² et 40 m² (CET d'Ouled Fayet);
- Un atelier d'entretien pour les engins lourds, une station de lavage et graissage et une guérite (CET d'El.Outaya).

***Voiries :**

Pour le CET d'Ouled Fayet des voiries d'accès consolidées ont été réalisées à partir du chemin de Wilaya (CW 142), goudronnées, d'une longueur égale à 385 m, disposant d'aires de croisement ; la largeur de la chaussée est de 8 m avec des fossés en ½ buses (ø 250) de part et d'autre ; une piste intérieure de circulation en gravillons, tracée dans le prolongement de la route d'accès, permet l'accès à tous les casiers et supporte le trafic sans travaux d'entretien, renforcée par une couche de roulage.

Pour celui d'El.Outaya, un accès vers le CET en bicouche de 1,6 Km avec 2 ouvrages d'art a été construit

Des pistes temporaires sont aussi aménagées au niveau des deux CET , du secteur d'entrée aux zones de déversement, appuyées sur une couche de remblai de 30 cm d'épaisseur compactée pour le CET d'Ouled Fayet, et des pistes intérieures qui mènent du portail au bâtiment administratif pour le CET d'El.Outaya.

***Pont bascule :**

Chaque CET est doté d'un pont bascule de 60 tonnes de charge relié à un appareil de pesage, une imprimante pour les données journalières.

***Alimentation en eau :**

Une citerne de 2 000 L d'eau potable, une deuxième tractable de 5 000 L, une troisième de 22 000 L sont disponibles sur le CET d'Ouled Fayet.

Une bâche à eaux de 80000 L avec adduction en AEP de 1.5 Km de longueur alimentée d'un forage de 3 L/S et une station de pompage automatique pour le réseau d'incendie sont aussi disponibles sur le CET d'El Outaya.

***Alimentation en fuel :**

Une station carburant existe au niveau des deux CET dont les volumes de gasoil sont respectivement de 20 m³ et 10 m³.

***Système d'alimentation en électricité** avec un transformateur de 100 KVA.

***Bassin de rétention de lixiviats :**

- ✓ **CET d'Ouled Fayet** : Un bassin de décantation a été conçu dont les dimensions sont : 12,0 x 24,0 x 4,0 avec une capacité de stockage égale à 1120 m³ de volume égale à 124 m³ pour la collecte des lixiviats issus de différents casiers exploités, et en voie d'exploitation.

- ✓ **CET d'El.Outaya** : deux bassins ont été conçus dont les dimensions sont respectivement égales à (6,65 x 4,65 x 1,7) et (13,10 x 10 x 1,06) et de volume respectivement égales à 52,57 et 138,86 m³.

Les trois bassins sont sous dimensionnés, nous assistons à un débordement des lixiviats et leur rejet dans la nature.

*** Casiers d'enfouissement**

Cinq casiers ont été construits au niveau du CET d'Ouled Fayet et trois au niveau du CET d'El.Outaya. Les tableaux 65,66,67,68 et 69 résument les différentes caractéristiques.

Tableau 65 : Caractéristiques des casiers du CET d'Ouled Fayet.

Casier(s)	Profondeur (m)	Volume (m ³)	Capacité (m ³)	Etat actuel	Période d'exploitation
01	12	58.400	130.000	Saturé	Du 22/10 /2002 au 18 /07/2003
					Du 01/01/2004 au 31 /03/2004
02	10	87.600	806.000	Saturé	Du 19/07/2003 au 31 /12/2003
					Du 01/04/2004 au 05 /06/2004
03	20	246.240	960. 000	Saturé	Du 06/05/2004 au 22 /08/2007
04	22	173.166,00	1250. 000	En cours d'exploitation	-
05	16	179.270	500 .000	Saturé	Du 22/08/2007Au 27/07/2009

Tableau 66 : Caractéristiques fonctionnels des différents casiers CET d'Ouled Fayet .

Casier	Géo-membrane en PEHD		Géo-textile de protection g/m ²	Massif drainant	Réseau de captage				
	Epaisseur mm	Surface m ²			tube PVC perforé	tube PVC perforé		tube PEHD fendu	
						Φ cm	Φ cm	L mL	Φ cm
01	1.5	12 000	-	30	25	1086	-	-	
02	1.5	14 000	-	30	25		-	-	
03	1.5	60 000	-	30	25		-	-	
04	2	100 000	1200	30	-	-	30	677	
05	2	50 000	1200	30	-	-	30	372	

Tableau 67 : Caractéristiques, les volumes et l'état de chaque casier
CET d'El.Outaya.

Casier	Capacité m ³	Volume m ³	Etat actuel	Période d'exploitation
01	16530,84	20400,68	En exploitation	1/10/2009 au 10/04/2010
02	-	18721,80	Non exploité	-
03	56565,73T	44150,00	Saturé	6/02/2008 au 10/09/2009

Tableau 68 : Caractéristiques fonctionnels des différents casiers
CET d'El.Outaya .

Casier	Géo-membrane en PEHD		Géo-textile de protection g/m ²	Massif drainant	Réseau de captage			
	Epaisseur mm	Surface m ²		Tube PVC et PEHD perforé	tube PVC perforé		tube PEHD fendu	
				Φ cm	Φ cm	L mL	Φ cm	L mL
01	1,5	6938	1200	30(PVC)		110	30	/
02	1,5	2950	1200	30(PVC)	30	20	/	/
03	2	3200	1200	31,5(PEHD)	30	40	/	/

Tableau 69: Caractéristiques, les surfaces et volumes des différents casiers programmés CET d'El.Outaya (EDIL, 2001).

Casier(s)	Surfaces (m ²)	Volume (m ³)
Casier n°1	5100,17	20400,68
Casier n°2	3120,30	18721,80
Casier n°3	8830,00	44150,00
Casier n°4	9637,51	53006,30
Casier n°5	7772,869	46637,34
Casier n°6	9311,34	46556,7
Casier n°7	7740,12	46440,72
Casier n°8	6811,70	44276,05
Casier n°9	7638,15	45828,90
Casier n°10	8328,28	45805,54
Casier n°11	7660,03	45960,18
Casier n°12	9345,64	51401,02
Casier n°13	7681,91	46091,46
Casier n°14	8120,03	48720,18
Casier n°15	7703,79	46222,74
Casier n°16	8980,58	49393,19
Casier n°17	7982,58	47895,48
Casier n°18	6918,58	44970,77
Casier n°19	9091,16	50001,38
VOLUME TOTAL		842 480,43

IV.2. Coût d'exploitation (Paramètre 21)

Ce paramètre permet d'évaluer les performances économiques du site. Les couts de fonctionnement sont valables pour chaque année d'exploitation et les couts d'investissement sont à repartir sur la durée de vie du projet.

Le calcul des couts d'investissement et de fonctionnement permettront de définir le cout de stockage des déchets entrants.

L'ADEME en 2005a dans le guide d'expertise propose un tableau, pour l'évaluation des couts d'exploitation et d'investissement d'une décharge. Le tableau 69 résume les dépenses au moment de la conception et l'exploitation d'un centre de stockage de déchets urbain.

Tableau 70: Coûts de fonctionnement et d'investissement du CSD dans les PED
(Zahrani, 2006).

COÛTS DE FONCTIONNEMENT					
Postes	Sous-postes	Unité	Cout unitaire	Quantité	Total
PENSES					
Personnel	Chef de centre				
	personnel polyvalent				
Entretien du matériel d'exploitation	compacteur lourd				
	Chargeur				
	relevage et réinjections				
	Torchère				
	broyeur				
	camion et benne				
	module de valorisation				
Énergie consommée par matériel d'exploitation	compacteur lourd				
	Chargeur				
	relevage et réinjections				
	broyeur				
	camion et benne				
	module de valorisation				
COÛTS D'INVESTISSEMENT					
Poste	Sous-poste	Unité	Cout unitaire	Quantité	Total
Clôture	Clôture, portail				
Aménagement paysager	Digue, végétalisation				
Voirie	accès, site				
Bâtiments	Administration, garage,				
Etanchéité	Fond				
	Flan				
Matériel d'exploitation	Compacteur				
	Chargeur				
	Broyeur				
	Par-levol				
	Outillage divers				

Le cout d'exploitation n'a été évalué qu'au niveau du CET d'El.Outaya et les tableaux suivants (71 et 72) informent des couts d'investissement et de fonctionnement pour l'année 2008, la somme est de 34.023.644.67 DA pour le traitement 32400 t de déchets.

Tableau 71 : Cout de fonctionnement du CET d'El.Outaya.

Couts de fonctionnement					
Postes	Sous - postes	unité	Cout unitaire	quantité	Total
Dépenses					
Matériel de fourniture		Dinar			954060
Service (S)	Loyer, entretien et réparation				1052672
	Redevance électricité				
	Publicité				
	Frais de déplacements et séjours				
	Réceptions				
	Frais téléphone et internet				
	Frais d'abonnement				
Frais du personnel	Traitement des salaires				5606539
	Cotisations sociales				
	Charge fiscale				
Impôts et taxes	Taxe d'activités professionnelles				203252
	Droits et timbres				
	Autres droits				
Frais divers	Assurances et autres frais divers				245838
Frais financiers					8353
Charge hors exploitation					90
Dotations aux amortisseurs					82562

Total 1 : dépenses 8.153.367 DA

Subventions					
ETUHP					2777750
Wilaya de Biskra	Taxe de paiement des particuliers et privés				14667026
	Accord collaboration seconde				5128250
					2000.000
Recyclage					44440

Le total (B) des couts de fonctionnement annuels regroupent les frais des charges salariales, les impôts et taxes et les frais divers .

Le total (B) des couts de fonctionnement annuels est de 32.770.833DA

Tableau 72 : Cout d'investissement du CET d'El.Outaya.

Couts d'investissement					
Poste	Sous-poste	unité	unitaire Cout...	quantité	Total
Site de la décharge	Investissement dans le cadre de : FSDRS (2001-2003) et PSD(2006)				82.500.000
Clôture externe en béton					19.204.750
Aménagement paysager	Surface végétalisée				1.295.190
Voirie	accès, site				
Bâtiments	Administration, maintenance				3.294.218
	local gardien				983.161
	Pont bascule				2.887.487
	Station de distribution de gaz				1.821.690
	Appareil de pompage d'eau				1.774.582
	Réseaux d'évacuation d'eau				362.544
	Réseau anti incendie				2.988.180
	Puits d'eau et surveillance du réservoir				1.499.058
Etanchéité (3 casiers)	Fond et flan				58.704.018
Matériel d'exploitation et réseau d'électricité					3.849.060
Traitement de lixiviats	Bassin de décantation				2.066.583
Traitement et valorisation du biogaz					
Maitrise des eaux					

Le cout d'investissement correspond aux couts de construction du CET et de conception des 3 casiers.

Le total A est égale à 925.730.521DA

Le protocole général d'expertise donne une formule pour le calcul du cout du stockage des déchets à la tonne :

Coût à la tonne : (TOTAL A/n + TOTAL B)/ tonnage annuel

Soit n le nombre d'années de vie de la décharge.

Total A = Coût d'investissement

Total B = Coût d'exploitation

Pour le CET d'El.Outaya :

Le tonnage moyen mensuel des déchets est égale à (110x 30=3300 t) donc le tonnage annuel est égale à : 12x 3300 = 39600t

Cout à la tonne= (925.730.521 /20+32.770.833) /39600= 20271DA

Chapitre V : Recommandations

Les résultats d'expertises sur les deux sites d'étude ont apporté des enseignements qui nous permettent de faire des propositions pour un enfouissement modèle dans les centres de stockages des déchets urbains en Algérie et de définir les conditions minimales d'enfouissement en fonction des conditions locales notamment climatiques.

V.1 Conception des CET

Les études préliminaires constituent une phase très importante et délicate. Elles permettent de choisir les sites après étude d'impact afin d'étudier les incidences du projet d'implantation du CET sur l'environnement, et pour s'assurer que l'impact d'une décharge est le plus faible possible. Une description détaillée sera fournie, regroupant des informations propres au projet et du milieu récepteur. Les nouvelles installations doivent s'intégrer à l'existant, se sont les différentes obligations qui seront liées au permis de construire et qui limiteront les effets du bâtiment sur l'environnement locale (Seveque, 2001) et limiteront les incidents sur la qualité paysagère par l'évaluation de la compatibilité du projet par rapport aux documents liés à l'aménagement du territoire, et en fonction des caractéristiques dimensionnelles et architecturales du CET (DGRINE, 1998).

L'emplacement du CET est choisit selon les qualités suivantes :

- Il doit être implanté dans un contexte topographique géologique, géotechnique et hydrogéologique favorable, et aussi avoir des données sur l'urbanisme, les servitudes, le foncier, les accès routiers, ferrés ou fluviaux et les équipements publics;
- Le site ne peut pas être implanté à moins de 200 mètres des zones d'habitation, des distances par rapport aux aéroports et des sources d'eau potable ou des cours d'eau;
- Il doit être imperméable, d'épaisseur minimale de 5 mètres après prise en compte des travaux d'aménagement, caractérisé d'un coefficient de perméabilité inférieur à 1×10^{-9} m sur le fond et les flancs de l'installation .Cela permettra de définir la localisation de la nappe phréatique, la profondeur, la perméabilité et l'état réel du sol et des roches, confirmer les conditions adéquates pour aménager les sites et les cellules d'enfouissement, et garantir la faisabilité du projet.

- L'étude géologique et hydrogéologique du site doit prendre en compte l'examen des risques naturels (inondations, affaissements, glissements de terrain...) susceptibles d'affecter le site (Article 10 de l'Annexe à la Circulaire n° 000870 du 04 juillet 2002 de la réglementation française).

V.1.1. Aménagement du CET

V.1.1.1. Cellules d'enfouissement (Casier et alvéoles)

Les casiers ont fréquemment des surfaces maximales allant de 5000 m² dans le cas d'une petite décharge à 1,5 ha pour une grande décharge. Des digues étanches entourent les Casiers, et l'ensemble des Casiers est entouré d'une digue périphérique avec des pentes de 2/1 à l'intérieur et de 3/1 à l'extérieur.

L'étanchéification des alvéoles et le contrôle des eaux, sont réalisés à l'aide de plusieurs couches : matériaux drainants 20/40 sur 50 cm, géomembrane PEHD de 2 mm et géotextile de 500 g/m².

Les déchets sont entreposés dans un lieu confiné, sans échange avec les milieux environnementaux (eaux souterrains, sol et atmosphère) (Figure 57).

Entre le stockage et ces différents lieux, des dispositifs de sécurité sont aménagés sous forme de " barrières ", passives et actives.

La sécurité passive est constituée par l'environnement géologique du CET, alors que la sécurité active fait intervenir le déchet, le drainage de lixiviat et la couverture du CET (ADEME, 1998)

La barrière active est constituée du bas vers le haut : d'une géomembrane, ou tout dispositif équivalent, surmontée d'une couche de drainage :

- La géomembrane (PEHD) est le dispositif le plus largement utilisé, d'épaisseur égale à 2mm ;
- D'un réseau de drains en PEHD de diamètre égale à 30 cm, perforé permettant l'évacuation des lixiviats vers le collecteur principal ;
- D'une couche drainante et filtrante, d'épaisseur minimale de 50 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, constitué de particules de 9,5 mm de diamètre et de

conductivité hydraulique minimale de 10^{-2}) ou géotextile (géotextile avec une ouverture de préférence supérieure à 5000 micromètre) qui permettront d'éviter le colmatage (Johanessen,1999) et offrira une protection à la couche étanche et aux divers conduites.

La barrière passive : le terrain naturel

Elle doit présenter de haut en bas, une perméabilité (K) inférieure à 10^{-9} m/s sur au moins 1 m et inférieure à 10^{-6} m/s sur au moins 5 m.

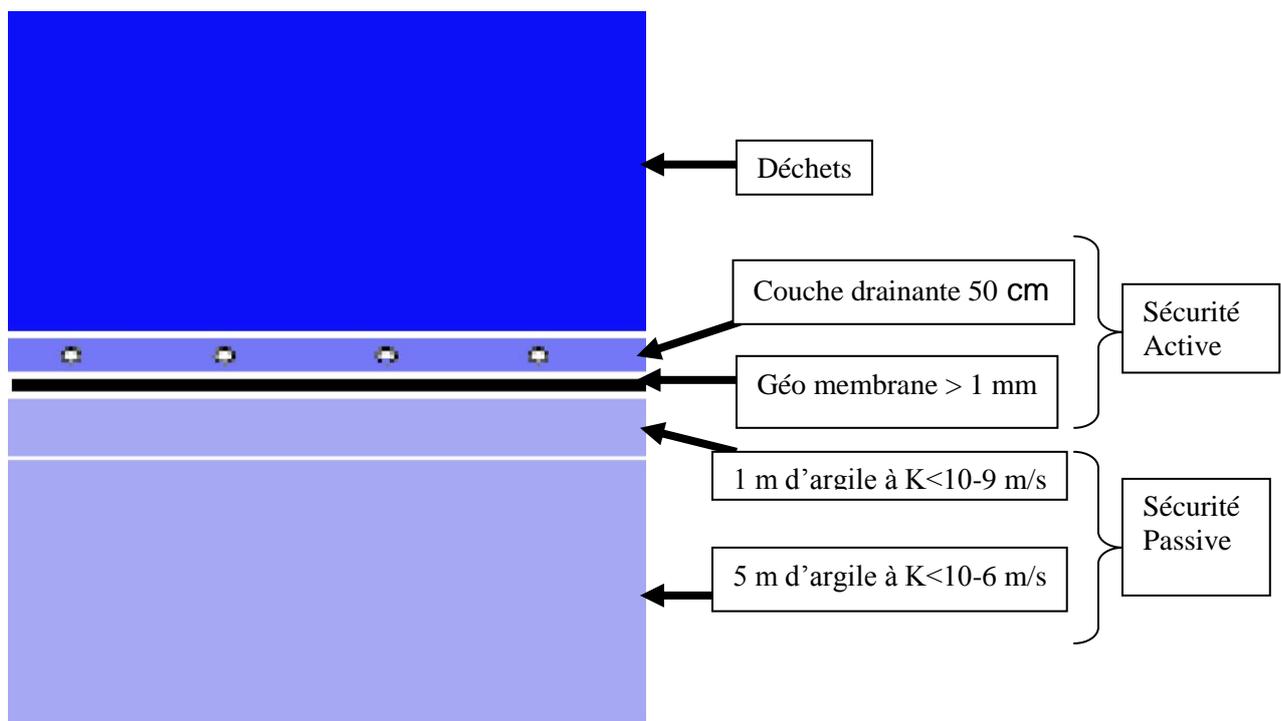


Figure 57 : Aménagement d'un fond de décharge de classe 2 (CNIID, 2001).

V.1.1.2. Maîtrise des eaux souterraines

Un terrain imperméable est recommandé par la nature du substratum (argile, schiste), avec une étanchéité dont l'infiltration théorique doit être < 50 mm/an (Johanessen, 1999) et qui empêche l'infiltration des lixiviats.

Trois puits d'observation placés en triangle et couvrant l'ensemble du terrain pour le contrôle des eaux souterraines est recommandé, leur installation doit s'effectuer dans l'unité stratigraphique saturée la plus proche de la surface (Environnement Québec, 2003).

L'expertise des eaux souterraines, en aval d'un CET de classe II, nécessite la connaissance de l'aquifère, de son fonctionnement et un accès facile à des piézomètres ou à des puits, qui permettra l'échantillonnage des eaux (Vilomet,2000).

V.1.1.3. Maîtrise des eaux pluviales

Les réseaux de collecte des effluents doivent être séparés des eaux pluviales (Seveque, 2001). Ils doivent être conçus à l'extérieur de la zone d'exploitation, avec un fossé périphérique au tour des casiers et sur l'ensemble du site du CET (Zahrani,2006). Cela permettra le suivi et la qualité des eaux souterraines et la vérification de l'absence d'impact sur le milieu.

En effet, l'implantation des forages de contrôle de la qualité des eaux souterraines est préconisée (BRGM, 2003) :

- Pour les sites utilisant une barrière passive naturelle, un forage tous les 100 m le long de la limite aval hydraulique du site ;
- Pour les sites utilisant une barrière en géosynthétique, un forage tous les 50 m le long de la limite aval hydraulique du site.

Et les mesures plus d'une fois par an, et au minimum 4 fois par cycle saisonnier.

Le réseau d'eaux pluviales est constitué de fossé et/ ou de collecteurs reliés à un bassin de contrôle ou directement au point de rejet qui peut-être l'exutoire final dans le milieu naturel (ADEME, 2005c).

V.1.1.4. Les équipements nécessaires

Plusieurs équipements sont indispensables dans un CET tel que :

- Clôture du site;
- Poste de contrôle ;
- Parking ;
- Routes externes menant au site ;
- Voirie permettant l'accès à l'intérieur du CET et menant aux casiers d'exploitation ;
- Bâtiment administratif pour les employés Sanitaires (toilettes, douches) ;
- Pont bascule pour la pesée des déchets entrants ;
- Station de carburant pour les engins de l'exploitation ;

- Garage d'entretien et lavage des engins de l'exploitation ; Matériel d'exploitation; (chargeur et compacteur) ;
- Eclairage, moyen de télécommunication.

V.1.1.5. Durée de vie

La durée de vie du CET est de 20 ans, à cet effet le site peut-être agrandi à fur et à mesure de l'exploitation.

V.1.1.6. Accès au CET

Le contrôle du trafic et du public est préconisé seuls les employés et les éboueurs chargés du transport des déchets sont autorisés.

V.1.2. Gestion des émissions liquides

V.1.2.1. Les lixiviats

Les lixiviats de décharges résultent de la percolation à travers le massif de déchets de l'eau contenue dans les déchets et de l'eau apportée par les précipitations confirmé à travers nos résultats dans les deux CET étudiés. C'est le facteur polluant des CET dont la maîtrise est indispensable.

La quantité produite de lixiviats en m³ par mois et par m² a été calculée pour les deux CET . Elle est respectivement égale à **142 L/mois/m²** pour le CET de Ouled Fayet, et de **13 L/mois/m²** pour le CET d'El.Outaya.

Ces valeurs ont été déterminées par l'application du modèle de prédiction cité dans la Partie 2 par mesure de débit plusieurs fois par jours, l'équation : entrants = sortants, avec l'intégration de tous les paramètres nécessaire pour le calcul du bilan hydrique. C'est la formule de calcul du bilan hydrique la plus utilisée.

A travers les résultats obtenus nous préconisons ce qui suit:

- Pour le CET d'Ouled Fayet, il est nécessaire de renforcer la barrière passive par une barrière active (géomembrane), un système de drain bien dimensionné (cité ci-dessus) et un port de sortie avec une possibilité de prise des échantillons. Cela permettra de récupérer la totalité des lixiviats générées dans un bassin bien dimensionné.

- Pour le CET D'El.Outaya, si la barrière constituée par la couche géologique naturelle présente les caractéristiques suivants de haut vers le bas : une perméabilité (K) inférieure à

10^{-9} sur au moins 1 m et inférieure à 10^{-6} sur au moins 5 m et la non présence d'une de nappe phréatique, nous pouvons s'affranchir d'un étanchement artificiel donc d'un dispositif géomembrane avec la mise en place d'un massif drainant un port de sortie avec possibilité de prise des échantillons et qui permettra de récupérer la totalité des lixiviats générés.

Nous adoptons le stockage en casier non étanche, modèle 3 appliqué dans les zones semi arides avec des conditions hydrogéologiques jugées acceptables comme l'exemple de la décharge de Johannes borgen en Afrique du Sud (Pugh et Al, 2002).

Pour les deux CET étudiés le suivi des paramètres globaux et spécifiques doit ce faire régulièrement. Si les lixiviats sont rejetés dans les milieux naturels comme le cas des deux CET étudiés, ils doivent être traités avant rejet et le respect des normes de rejet est indispensable. Un bon drainage permet un compactage optimal et un important gain de volume des déchets enfouis.

Il faut intégrer dès la conception, la gestion des lixiviats et dimensionner les bassins de récupération .DGRINE (1998) préconise un double dispositif d'étanchéité, pour le bassin de stockage des lixiviats.

Des bassins de stockage des lixiviats ont été construits pour les deux CET , ils restent sous dimensionnés car un débordement a été observé aux niveaux des deux CET , le dimensionnement de ces derniers est important.

Pour dimensionner le volume des bassins de décantation des lixiviats il est nécessaire de connaitre les paramètres suivants :

- Le nombre d'habitants de la ville dans 20ans [représente la durée de vie des deux CET ;
- La quantité d'ordures ménagères générées par habitant et par jour; et
- La densité des déchets entrants.

Pour le CET d'Ouled Fayet :

- Le nombre d'habitants de la ville d'Alger est estimé à 100000 habitants;
- La quantité d'ordures ménagères générée par habitant et par jour est estimée à 1Kg/j soit 150000Kg/J de déchets generés; et
- La densité des déchets entrants est estimée à $0,5 \text{ Kg/m}^3$ soit 500T/m^3 .

Pour le CET d'El.Outaya

Le volume de déchets pour les 20 ans à venir a été estimé à 3389670,35 m³ par EEC EDIL en 2001, lors de l'étude d'impact de la décharge intercommunale de la wilaya de Biskra. La quantité de déchets générée par habitant est estimée à 0,45 Kg/hab./j, la densité des déchets est de 0,32 Kg/m³.

V.1.2.2. Biogaz

Le biogaz est un mélange hétérogène, les origines de ces substances sont les dégradations biologiques et chimiques des déchets. Son captage et son traitement sont imposés pour réduire les nuisances olfactives et limiter l'effet de serre. Les risques liés au biogaz sont nombreux :

Risques pour les humains (asphyxie, explosion, incendie) et Toxicité des substances et risques de pollution de l'atmosphère (effet de serre, smog).

V.2. Exploitation

La connaissance de la nature, de l'importance de l'origine et de la variabilité des flux de déchets entrants et leur tonnage sur le site d'enfouissement ainsi que de leur mode de collecte est fondamentale pour concevoir et planifier le mode de gestion, la capacité et la durée de vie d'un centre d'enfouissement technique.

Il ne peut-être exploité qu'un casier ou une alvéole lorsque le casier est subdivisé en alvéoles, et l'exploitation du deuxième casier n'aura lieu que lorsque le premier est réaménagé ou atteint un stade avancé d'exploitation (Art 27 de l'Arrêté du 09 septembre 1997 de la réglementation française).

Le contrôle des camions transportant les déchets à l'entrée du CET est obligatoire. Seuls les déchets solides urbains sont acceptés conformément au cahier des charges.

Le passage des camions sur le pont bascule permettra d'enregistrer l'origine et la qualité de déchets entrants, la vérification visuelle du changement et par prise périodique de l'échantillon.

Le tri des déchets doit se faire en amont, avec aménagement d'une plate forme de tri au niveau du CET, cela permettra d'organiser et de régler la récupération informelle qui se fait à l'intérieur du CET à coté des casiers d'enfouissement des déchets.

La reconnaissance des acteurs de la filière Informelle de récupération et de recyclage (récupérateurs ambulants et intermédiaires) par dotation de badges, recensement participation aux séances de travail avec la commune et amélioration de leur condition de travail par les équipements (vestimentaires, outillage), et suivi sanitaire par les services de la commune.

Une autre plate forme de compostage est préconisée, qui ne concerne que la fraction organique permettant la valorisation des déchets d'origine diverses (papier, carton et déchets verts). Un terrain de dimension plus grande et la disponibilité de l'eau sur le CET pour arroser les andains est préconisé. Les deux CET étudiés sont dotés de bache d'eau de grande capacité et de terrains vastes.

La méthode de caractérisation préconisée est la méthode proposée par le protocole MODECOM qui permet aux utilisateurs de réaliser leur propre campagne d'échantillonnage, d'évaluer le gisement des matières recyclables (déchets d'emballage : papier, carton plastique..) et de déterminer les variations et les spécificités liées à la nature de l'habitat. Elle permet aussi de déterminer la toxicité et l'écotoxicité des déchets par l'analyse chimique, et le traitement préalables à l'élimination finale.

Après la caractérisation physique des déchets, une analyse chimique est indispensable pour compléter les informations sur la nature des déchets et appréhender leur condition de dégradation. On recherchera la part de matière organique et celle de matière minérale et on vérifiera les ratios de carbone, azote, phosphore, potassium, chlore, et soufre.

V.2. 1. Compactage des déchets

Les déchets une fois triés sont déversés au niveau du casier. Ils sont étalés en fines couches de 30 à 80 cm d'épaisseur, compactés à l'aide d'engins à pieds de moutons (pour densifier le déchet donc limiter les tassements post-exploitation et augmenter la capacité de stockage du site), et le nombre de passes est autour de 3 à 5 passes (ADEME, 2005c).

L'ADEME (2005c), préconise le compacteur à pied de mouton de 20 à 80 tonnes dans le cas des déchets ménagers, et spécifie que le compactage inclut un certain nombre de règles d'homogénéisation qui se résument en un mélange d'éléments grossiers avec des éléments fins, secs avec humides et des déchets durs avec constituants mous pour éviter le foisonnement des constituants fibreux qui rendent l'exploitation difficile.

V.2. 2.Couverture des déchets

V.2. 2.1.Couverture journalière (périodique)

Après compactage des déchets dans le casier, ils sont recouverts périodiquement d'une couche de terre de 10 à 30 cm d'épaisseur pour limiter les nuisances. La quantité minimale de matériaux de recouvrement doit être toujours disponible, doit être au moins égale à celle utilisée pour quinze jours d'exploitation (Art 28 de l'Arrêté du 09 sept 1997 de la réglementation Française).

V.2. 2.2.Couverture finale

La couverture finale du site est l'élément principal pour minimiser l'accès aux déchets, réduire l'infiltration des eaux de surface, et diminuer la vitesse d'écoulement et donc minimiser la qualité de lixiviat à traiter (Pouget, 2004). L'objectif réglementaire est d'atteindre un état de site compatible avec l'usage prévu (ADEME, 2005c).

Cette couverture permettra le développement de la végétation choisie adaptée aux conditions du milieu pour améliorer son insertion dans le paysage, la lutte contre l'érosion et l'augmentation de l'évaporation.

Les espèces végétales plantées seront choisies en fonction des caractérisations du sol et du climat local.

L'ADEME (2005), préconise dans le cas des couvertures multicouches (semi perméables et perméables), les espèces à racines superficielles ou traçantes car les espèces à racines pivotantes peuvent endommager les géo membranes.

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la nature de la couverture finale dans les casiers d'enfouissement, nous citerons ADEME et BRGM en Mars 2005 dans le guide "pour le dimensionnement et la mise en oeuvre des couverture des sites de stockage de déchets ménagers et assimilés" et LIRIGM en Mars 2005 lors d'un workshop internationale dont le thème est "Hydro-physicomechanics of landfills", tous s'adressent en priorité aux exploitations des CET(S) et apportent des éléments d'orientation pour le suivi des CET. Ils préconisent dans le cas des sites de déchets ménagers présentant un environnement peu vulnérable, une couverture multicouche semi perméable, dont la perméabilité est en générale comprise entre 10^{-6} et 10^{-9} m/s, et dans le cas des sites de déchets à fort potentiel polluant, une couverture multicouche imperméable dont les performances en termes de perméabilité sont en générale inférieures ou égales à 10^{-9} .

Cintec environnement (2006), préconise comme couche de couverture finale, un toit multicouche constitué d'une première couche de remblai de 30 cm, une géomembrane, une seconde couche de remblai et une couche de terre organique pour favoriser l'apparition de la végétation. Et l'ADEME (2005c) propose une structure type d'une couverture (Figure, 58).

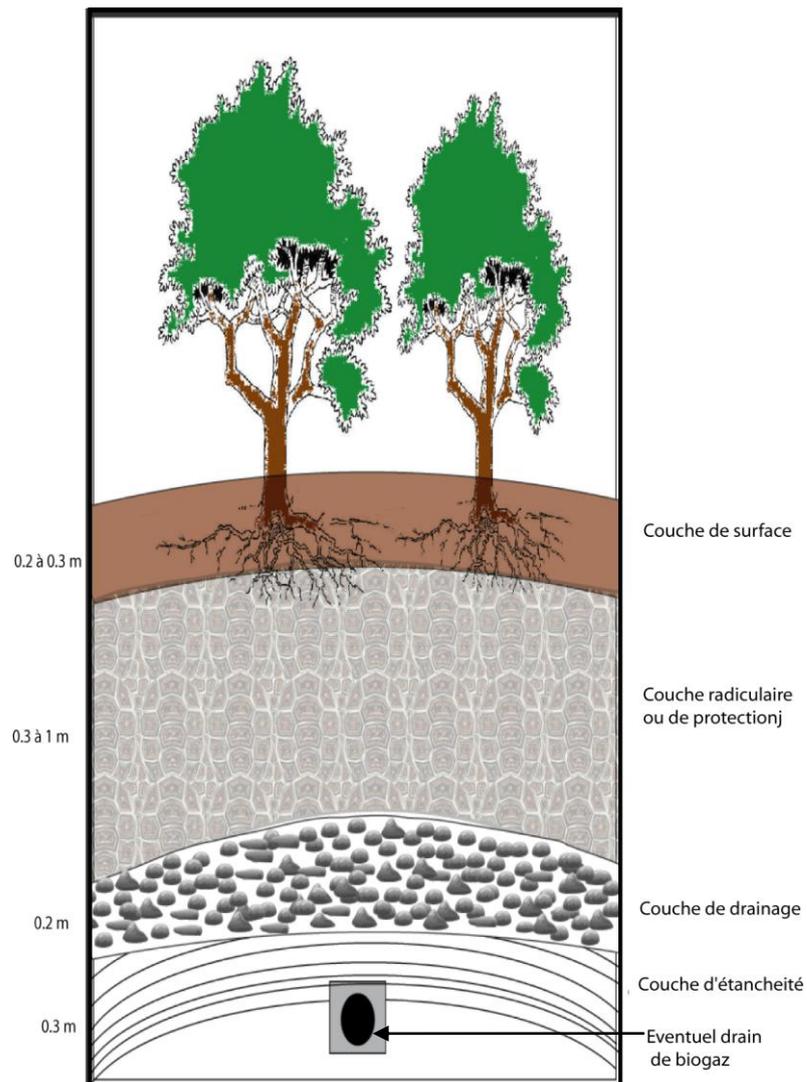


Figure 58 : Structure d'une couche type (ADEME, 2005c).

V.3. Contrôle et suivi du centre

Il est nécessaire d'indiquer les exigences auxquelles les CET (S) doivent satisfaire en ce qui concerne leur contrôle et suivi dans une perspective de coût à long terme, pour lutter contre la pollution des eaux souterraines, les eaux de surface, du sol, du sous sol et la santé humaine.

V.3. 1. Critères et procédure d'admission des déchets

L'exploitation au moment de livraison des déchets vérifie :

- Visuellement les déchets à l'entrée et au point de déversement ;
- Leur nature, et
- Les documents relatifs aux déchets respectant le cahier de charges.

La tenue d'un registre pour le suivi journalier des déchets entrants est exigé doit contenir les informations suivantes :

- Le nom de la société ou de l'entreprise transportant les déchets;
- Le nom du chauffeur;
- Le numéro d'immatriculation, la nature, le poids brut, le poids vide et le poids net du véhicule;
- La nature et quantité des déchets déposés;
- Le numéro du Casier ou alvéole où seront déversés les déchets.

Toutes ces informations doivent être authentifiées, signées par le responsable de la réception et le ramasseur (le chauffeur du véhicule).

L'exploitant de la décharge doit remettre au chauffeur un accusé de réception de chaque livraison admise sur le site (Article 11 de la Directive 31/CE/1999 du 26 Avril 1999 de la réglementation Française).

V.3. 2. Contrôle des eaux, lixiviat et biogaz

V.3. 2.1. Contrôle des eaux

V.3. 2.1 .1. Surveillance des eaux souterraines

La surveillance des eaux souterraines aux abords des sites de stockage de déchets est un aspect essentiel de la bonne question des sites et permet de détecter les anomalies dans le fonctionnement du site et les corriger (Vilomet, 2000).

La fréquence de suivi des analyses des eaux souterraines est de 2 fois par an pendant 5 ans et une fois par an pendant 25 ans (Environnement et technique, 2002).

La quantité des eaux souterraines sera évaluée par installation des piézomètres implantés en amont et en aval hydraulique par apport au site, le nombre est défini en fonction de la taille du site et le nombre d'acquières (DGRINE, 1998).

Pour déterminer la présence ou l'absence d'une contamination, l'analyse de certains paramètres telque (les chlorures, le fer et la demande chimique en oxygène (DCO) peut se révéler suffisante (Environnement Québec ,2003).

V.3. 2.1.2. Contrôle des eaux de surface

Tous les points d'eaux (cours d'eau, fosse, lac) situés en amont et en aval du terrain d'étude doivent faire l'objet de prélèvement et d'analyse.

Le contrôle de la qualité des eaux est préconisée en aval hydraulise du CET comparés à une eau de qualité de référence, prélevée en amont hydraulise de l'unité de travail, et 2 points de contrôle au minimum sont suggérés (Vilomet, 2000).

V.3. 2.2. Contrôle des lixiviats

Le suivi de la composition des lixiviats est fonction de nombreux facteurs (nature des déchets enfouis, mode d'exploitation du CET, conditions climatiques...). Les paramètres à prendre en compte lors de l'analyse des lixiviats sont:

- Les paramètres généraux : température, Ph, conductivité électrique, matières en suspension;
- Les sels: chlorures, sulfates, sulfures, phosphates...;
- Les paramètres organiques: DBO₅, DCO;
- Les métaux lourds: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cd, Hg;
- Les substances organiques : hydrocarbures chlorés.

Les résultats obtenus seront comparés à des valeurs calculées connues par la littérature afin d'évaluer l'impact qualitatif de leur rejet sur les eaux des surfaces par la détermination de l'évolution de sa charge dans le temps.

La fréquence de suivi des analyses de lixiviats est de 2 fois par an pendant 5 ans et une fois par an pendant 25 ans (Environnement et Technique, 2002).

Pour l'évaluation quantitative de ces rejets liquides, le débit et le volume des lixiviats générés sera mesuré, la comparaison des quantités observées à la valeur calculées par les modèles de bilan hydrique permettra de déceler un dysfonctionnement du réseau drainant ou du dispositif de couverture selon que la différence de volume est négative ou positive (Environnement et Technique, 2000).

V.3. 2.3. Contrôle et suivi des émissions de biogaz

Les émissions de gaz à effet de serre proviennent de la production du méthane (CH₄) et du dioxyde de carbone (CO₂) qui résultent de la dégradation anaérobie des déchets mis en CET.

Le suivi de la nature et de la concentration des gaz générés est préconisé. Les fréquences de suivi de l'analyse du biogaz recommandé est 4 fois par an de 1 à 5 ans et 1 fois par an pendant 25 ans (Environnement et Technique, 2002). Le traitement du biogaz limitera les risques d'incendie et les expositions.

Le contrôle de l'état de la végétation plantée dans les casiers, permettra aussi de détecter les fuites de méthane dues à des défauts d'étanchéité.

D'autres mesures de contrôles des nuisances et suivi du CET sont préconisées :

- Nettoyage régulier de la route d'accès et des abords du site ;
- Arrosage des voies de circulations pour limiter l'émission de poussières ; et
- Limitation de la prolifération d'insectes porteurs de germes de maladies par les opérations de fumigation.

Le suivi de l'exploitation doit aussi porté sur les informations transmises une fois par an par l'exploitant à la direction de l'environnement, regroupant les résultats des analyses réalisées et interprétation des données et l'état de lieux. Toutes ces informations seront consignées sur un registre, actualisées si d'autres informations nouvelles sont à signaler. Le résumé doit être détaillé et claire.

La collecte et le transport, la valorisation et l'élimination et le recyclage des déchets sont essentiels. Ils permettent le recyclage et la valorisation d'une partie des déchets et une minimisation des couts de transport et de mise en décharge par les activités de compostage. Le déchet est une ressource, c'est une activité créatrice d'emploi.

Concevoir un CET dans un souci de protection de l'environnement, c'est minimiser les impacts qui sont dus aux effluents liquides et gazeux.

L'amélioration continue des techniques permet aujourd'hui de concevoir de nouveaux types de stockage qui seront aussi des filières de valorisation (Golvan et Gosset, 2000)

Conclusion Générale

Le travail de thèse présenté dans ce mémoire avait pour objectif de proposer une méthodologie pour la conception et l'exploitation des centres de déchets urbains par obtention des données techniques optionnelles permettant d'aborder les problèmes d'exploitation et l'aboutissement à l'amélioration de la compréhension des mécanismes particuliers qui régissent le comportement des déchets.

Nous avons caractérisé un ensemble de paramètres pour mieux appréhender les déchets et leur comportement hydraulique, biologique et mécanique sur deux sites à climat différent, et leur analyse comparative a permis de tirer des enseignements spécifiques et de définir des modalités de conception et de gestion des CET.

La démarche adoptée pour mener cette étude est basée sur:

- Une étude bibliographique pour faire une analyse de la situation actuelle de la gestion des déchets, de leurs traitements, de la réglementation, de la politique urbaine appliquée en Algérie et d'identifier les éventuels programmes équivalents mis en œuvre par les institutions internationales;
- Une étude expérimentale sur deux sites à climat différent qui repose sur un suivi expérimental des différents paramètres sur une période d'une année pour l'acquisition des données expérimentales et leur analyse;
- Proposition d'actions d'amélioration en terme d'exploitation et de conception.

L'Etude Bibliographique, sur la gestion des Centres de Stockage des déchets et décharges en Algérie, a permis d'identifier les principaux obstacles rencontrés pour mener à bien la gestion de ces installations.

L'aspect réglementaire présente un manque de textes juridiques et l'inapplication des textes existants, même ceux qui existent et qui font référence au Centre de Stockage des déchets, restent très généraux et ne renseignent pas sur les différents modes de traitements des rejets polluants, source de pollution de l'environnement.

La littérature sur les Centres de Stockage des déchets est très riche d'informations scientifiques et de textes réglementaires notamment Français (qui encadrent de plus en plus la

gestion des déchets, toujours vers des exigences élevées concernant les critères d'évaluation du danger sur l'homme):

- ❖ Sur la méthodologie de conception et d'exploitation des Centres de Stockage des Déchets et surtout sur le suivi et le traitement des effluents (liviviats et biogaz), qui sont issus des réactions biologiques complexes, aérobies puis anaérobies;
- ❖ Sur l'évaluation de l'impact d'un CSD et sur son environnement hydrogéologique, fondée sur l'analyse des polluants générés (métaux, matière organique), et sur la détermination d'indices globaux de la qualité des eaux (demande chimique en oxygène, pH....).

Le diagnostic de la gestion des déchets solides en Algérie a permis de relever, entre autres, des dysfonctionnements sur le plan organisationnel ainsi que l'absence de savoir-faire en matière de modernisation de la collecte, de traitement et d'élimination.

Les CET sont appelés à être gérés par des établissements publics à caractère industriel et Commercial (Epic) qui seront chargés des activités de tri, de collecte, de transport, de traitement, de valorisation et d'élimination des déchets au niveau du centre. Ces Epic doivent réfléchir à des actions pour la récupération et la valorisation des déchets d'emballage et au mode de concession des activités en amont des CET.

Les études expérimentales ont été réalisées sur le CET d'Ouled Fayet à Alger et le CET d'El Outaya à Biskra tous les deux en cours d'exploitation. Les deux sites sont situés dans un étage bioclimatique différent, le Sub humide pour le premier CET et l'aride pour le deuxième. Parmi les 21 paramètres proposés dans le guide d'expertise, seuls 17 paramètres ont été suivis au niveau des deux CET en raison de l'insuffisance d'équipements nécessaires.

Les études expérimentales ont permis l'acquisition d'une base de données pour la connaissance de l'état des décharges en Algérie, l'orientation pour un choix technologique au niveau local, et la mise en application d'une démarche méthodologique d'expertise.

Pour les déchets entrants la composition physique et la composition chimique de certains paramètres ont été réalisées, la teneur en eau, la densité et le flux des déchets ont été mesurés:

- Les ordures ménagères des deux sites d'étude sont essentiellement des **Putrescibles**
Les déchets d'emballage sont en proportions plus élevées au niveau du CET d'Ouled

Fayet, cela est dû à la différence sociale au sein de la population et à l'hétérogénéité des espaces urbains.

- Une forte teneur en humidité est observée au niveau des deux CET à cause de la forte teneur en putrescibles ;
- La densité moyenne apparente des déchets entrants est de l'ordre de 0,42 à 0,33 au niveau du CET d'El.Outaya et de 0,49 à 0,55 au niveau du CET d'Ouled Fayet ;
- Seuls les déchets d'origine ménagère sont admis au niveau des deux CET.

Pour les déchets stockés, nous avons caractérisé les déchets enfouis, mesuré la densité, évalué le comportement hydraulique (capacité de rétention, bilan hydrique et production des lixiviats), et le comportement biologique (estimation de la production de biogaz). La caractérisation des déchets enfouis au niveau du CET d'Ouled Fayet a révélé un mauvais drainage au niveau du casier vu les remontées de lixiviat. La densité des déchets enfouis est égale à 0,76 pour le CET d'Ouled Fayet, Le compactage n'a été évalué qu'au niveau du CET d'El Outaya égale à 60%. La valeur de la capacité de rétention des déchets séchés est plus élevée au niveau du CET d'El Outaya.

Les effluents sortants ont été suivis, par la mesure du débit de lixiviat généré et sa composition, le calcul du bilan hydrique et l'estimation de la production du biogaz. Cela a confirmé le mauvais drainage au niveau du CET d'Ouled Fayet car les lixiviats ne parviennent pas au niveau du bassin de décantation et le mauvais dimensionnement des bassins au niveau du CET d'El Outaya vu le débordement et le déversement en plein nature. Un problème d'hygiène, de santé publique et de nuisances pour l'environnement est observé.

Les conditions extérieures au niveau des deux CET ont été identifiées : les deux CET ont fait objet d'étude d'impact pour leur implantation, les sols sont imperméables et étanchéifiés par une geomembrane en PEHD. Un manque de textes juridiques et la mise en application des règles sont observés au niveau des deux CET. A El Outaya le secteur " informel " est autorisé connu par les dirigeants du CET permet le recyclage du plastique et une entrée d'argent couvrant certaines dépenses.

L'exploitation : le suivi de l'exploitation a été réalisé, de la pesée des déchets entrants à l'intérieur du CET par le pont bascule jusqu'au déversement au niveau du Casier en exploitation. Le nombre d'engins de compactage et d'agents pour l'assurer est faible.

L'analyse du cout d'exploitation au niveau du CET d'El Outaya présente un cout d'investissement très élevé.

Le traitement des déchets est une nécessité, permettra la protection de l'environnement par la réduction des rejets polluants, la bonne gestion des déchets à travers le recyclage et la valorisation des déchets, la création d'emploi, la lutte contre la pollution des eaux, et l'enrichissement des sols agricole par le compostage.

Le partage des expériences est préconisé, permet les échanges d'expériences et de savoir faire, développera des partenariats en matière de gestion des déchets et de conception et d'exploitation des centres de stockage des déchets.

Les Centre de Stockage des déchets, constituent un traitement indispensable puisque son objectif est l'enfouissement de tous les résidus générés, qui présentent un caractère polluant qu'il faut maîtriser pour limiter l'impact sur l'environnement et la santé public.

Références Bibliographiques

ACHOUR F.(2008). Caractérisation de la matière organique dans les ordures ménagères. Recherche d'indicateurs de stabilité. Thèse de doctorat. ISAL, INSE de Lyon.

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, 62 pages.

ADEME (1996). Guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères et assimilés. Connaître pour agir. ADEME éditions, 108 pages et annexes.

ADEME (1993).MEDECOM : Méthode de caractérisation des ordures ménagères, Paris, 61 pages.

ADEME (1996). Guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères et assimilés. ADEME éditions, Paris, 108 pages et annexes.

ADEME (1998). Démarche qualité pour la mise en œuvre des géosynthétiques : application aux centres de stockages de déchets. Angers. ADEME éditions, 72 pages.

ADEME (1999a). La composition des ordures ménagères en France (Données et Références), ADEME éditions, Paris, 60 pages.

ADEME (1999b) : Les installations de stockage des déchets ménagères et assimilés : Techniques et Recommandations. ADEME éditions, Paris, 106 pages et annexes..

ADEME (1999b). Les installations de stockage de déchets ménagers et assimilés: Techniques et Recommandations. ADEME éditions, Paris, 106 pages et annexes.

ADEME (1999c). Procédés de confinement appliqués aux sites pollués. Connaître pour agir. ADEME éditions, 184 pages.

ADEME (1999d). Les déchets en Aquitaine. Guide régional. Connaître pour agir. ADEME éditions, 203 pages.

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, 167 p.

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, 182 pages.

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

AIDAOUI S. (1994). Resource en eau et hydro agricole dans la région de Biskra "ZIBAN" (Algérie). Thèse de doctorat, Nancy II.

AINA P. (2006). Expertise des centres d'enfouissement des déchets urbains dans les PED : contribution à l'élaboration d'un guide méthodologique et sa validation expérimentale. Thèse de doctorat, Université de Limoges.

ALOUÉIMINE S.O.(2006). Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers à NOUAKCHOUT (Mauritanie) contribution à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision. thèse de doctorat. Université de Limoges.

ALOUÉMINE S.O., MATEJKA G., ZURBRUGG G. et SIAI Mohamed M.E.O (2005a). Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott – Partie 1 : Méthode d'échantillonnage " Déchets - Sciences et Techniques.

ALOUÉMINE S.O., MATEJKA G., ZURBRUGG G. et SIAI Mohamed M.E.O (2005a). Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott - Partie 2 : Résultats en saison sèche et saison humide "Déchets – Sciences et Techniques.

AMOKRANE A. (1994). Epuration des lixiviats des décharges, prétraitement par coagulation, floculation, traitement par osmose inverse, post-traitement par incinération. Thèse doctorat, spécialité Gestion et Traitement des déchets , INSA de Lyon.

ARAN C. (2001). Modélisation des écoulements de fluides et de transferts de chaleur au sein de déchets ménagers. Application à la réinjection de lixiviat dans un centre de stockage. Thèse de doctorat. INP Toulouse, 242 pages.

BELLE E. (2008). Evolution et impact environnement al de lixiviats d'ordres ménagères sur les eaux superficielles et souterraines approche hydro biologique et hydrogéologique.

BELLEN FANT G. (2001). Modélisation de la production de Lixiviats au centre de stockage de déchets ménagers .Thèse de doctorat, Institut polytechnique de Lorraine Nancy, 180 pages.

BEN AMMAR S. (2006). Les enjeux de la caractérisation de déchets ménagers pour le choix de traitements adoptés dans les pays en développement : Résultats de la caractérisation dans le grand Tunis. Mise au point d'une méthode adoptée. Thèse de doctorat. Institut Polytechnique de Lorraine.

BENHOUBOU M.N. (2008). Présentation de la gestion des déchets et le centre d'enfouissement Technique de la ville de M'Sila. Rapport de thèse ,1^{ière} Année post graduation option : Architecture et Technologie. 28 pages.

BERDOULAY U ; SOUBEYRAN(2002). Écologie Urbaine et l'Urbanisme : Aux fondements des jeux actuels. 255 pages.

BERTHE C. (2006). Etude de la matière organique contenue dans des lixiviats issus de différentes filières de traitement de déchets ménagers et assimilés. Thèse de doctorat, Université de Limoges.

BESSIX A (2000). Surveillance des centres de stockage des déchets. Environnement et Technique n°202. P 27 – 29

Billard (2001a). Centres de stockage des déchets : Impacts et prospective, Technique de l'ingénieur, Traité environnement, G2, 11 pages.

Billard (2001b). Centre de stockage des déchets : Exploitation, Technique de l'ingénieur, Traité environnement, G2 102. 22pages.

Billard (2001C). Centre de stockage des déchets : Conception, Technique de l'ingénieur, Traité environnement, G2 101. 16 pages.

BODA P (2002). Evaluation of stability parameters for Landfills. Master of Science in civil and Environmental Engineering. Blacksburg, Virginia, 14 pages.

BORDES J-L. (2005). Géomembranes : Utilisation en génie Civil, Technique de l'Ingénieur, C 5430, 13 pages.

BOULANOUAR K. (2008). Analyse des outils de planification Urbaine : Cas du POS dans la ville de Biskra. Mémoire de Magister, 186 pages.

BOUZIANE M.T et LABADI. A (2009). Les eaux profondes de la région de Biskra (Algérie).Européen journal of scientific Reasearch ISSN 1450-216x : vol. 25N°4,pp . 256-537.

BUENROSTRO O. et BOCCO G. (2003). Solid waste management in municipalities in Mexico. Goal and perspectives. Resources, Conservation and Recycling 39 page 251 – 263.

CABRAL (2002). Géotechnique environnementale chapitre 5 : Production de lixiviat. P. 1-7.

CENTRE TRICONTINENTAL (2007). Explosion Urbaine et mondialisation : Points de vue du sud. Editions SYLLEPSE. Pages 42 - 49.

CHARNAY F. (2005). Compostage des déchets urbains dans les PED : Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de doctorat. Université de Limoges.

CHASSAGNAC T. (2005). Réhabilitation des décharges, Mécanismes de dégradation et impacts, technique de l'Ingénieur, G 2680, 13 pages.

Chiampo F., Conti R. et Cometto D. (1996). Morphological characterisation of MSW landfills. Resources, Conservation and Recycling, 17,37- 45.

CHIKBOUNI L. (2009). Traitement des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet par la combinaison des deux procédés coagulation et oxydation Fanton. Mémoire de fin d'étude , Ecole polytechnique.

CHIRIAC R. (2004). Caractérisation des émissions des composés chimiques volatils issus des centres de stockage de déchets ménagères et assimilés suite à leur dispersion dans l'environnement. Thèse de doctorat , INSA Lyon

CINTEC ENVIRONNEMENT (2004). Site d'enfouissement Technique : Traitement / valorisation des déchets et résidus.

CNES (2003). La prise en charge des actions de l'environnement au niveau des collectivités locales, 72 Pages + Annexes.

CNIID (2001). Les décharges d'ordures ménagères un danger potentiel près de chez nous. Dossier de synthèse.

COUTURIER C. (2003). Du centre d'enfouissement au bioréacteur P.1-8.

CREEP (2000). Le stockage, un maillon essentiel de la gestion des déchets. Pages 1- 4.

DEQUIED F. (1996). L'élaboration d'un tableau de bord de l'environnement Urbain : Les indicateurs de l'environnement Urbain. Rapport de stage. Diplôme d'études supérieures spécialisées "Gestion et Génie de l'environnement".111 pages.

DESSUS B ; LAPONCHEB ; LETREUT H. (2008). Global Warning: The signification of methane. P.1-7.

DGRNE (1998). Direction Générale des ressources Naturelles et de l'Environnement. Guide méthodologique pour l'évaluation des incidents sur l'environnement : Centre d'enfouissement Technique. 30 Pages.

Disponible sur :

http://europa.en.int/comm/environment/enveco/waste/cowi_ext_from_landfill.pdf (**consulté le 26/06/2007**)

El Fadel M., Bou-Zeid E., Chanine W. et Alayli B. (2002). Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content. Waste Management, (22), 269 - 282.

ENVIRONNEMENT. Québec (2003). Guide relative à la construction sur un lieu d'alimentation, 70 pages.

EPA (1993). Criteria of Solid waste disposal facilities: A guide for owners / operators, 18 pages.

Europeau Journal Of scientific Research ISSN 1450 - 216 X. Vol.25 n° 4, pp.526 -537.

FRANCOIS V. (2004). Détermination d'indicateurs d'accélération et de stabilisation de déchets ménagers enfouis et étude de l'impact de recirculation de lixiviats sur colonne de déchets. Thèse de doctorat. Université de limoges.

GACHET C. (2005). Evolution bio physico-chimique de déchets enfouis au centre de stockage de déchets Ultimes du Sydom du Jura, sous l'effet de la recirculation de lixiviat.

Gillet (1985). Traité de gestion des déchets solides. 1^{ier} volume. Programme minimum de gestion des ordures ménagères et des déchets assimilés OMS / PNND – Copenhague, 397 pages.

GOUVERNORAT DU GRAND ALGER (1998). " Alger, capitale du 21^{ème} Siècle"- Volume 1 – le grand projet Urbain de la capitale. Urbanis éditions – Alger, 265 pages.

GRELLIER (2003). Etude de la recirculation de lixiviats dans une décharge par la méthode de panneaux électrique. Colloque Géo France, Paris, Université Pierre et marie Curie. Pages 8 - 11.

GUICHARDAZ D. (2008). Bioréacteur : La décharge en mieux plébiscite. Environnement Technique n° 279. P.22-25.

HOCINE S. (2006). Gestion des déchets solides Urbains et diagnostics du centre d'enfouissement Technique d'Ouled Fayet,. Mémoire de Magister ,212 Pages

Indiana Department of Environmental Management Office of Land Quality (2000). A final Cover and Closure certification requirement for solid waste disposal facilities. 4 pages. INP TOULOUSE, 242 pages.

ISMAIL A.R. (2008). Caractérisation et Traitement des lixiviats générés par les déchets du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet. Mémoire de fin d'étude, Ecole polytechnique.

JOACIO, M. (2006). Influence des prétraitements mécaniques et biologiques des ordures ménagères résiduelles (OMR) sur leur comportement bio- physico-chimique en Installation de stockage des déchets. Thèse de doctoral, INSA de Lyon.

JOACIO.D (2006). Influence de prétraitements mécaniques et biologique des ordures ménagères résiduelles (OMR) sur le comportement bio-physico-chimique en installation des stockages des déchets.

JOHANNESSEN L.M. (1999). Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas from Municipal Solid Waste Landfills Urban Development Division, Urban Waste Management thematic group World Bank, 29 pages.

JOHANNESSEN LM; BOYEG (1999). Observations of solid waste Landfills in developing countries: Africa, Asia, and Latin America. 41 pages.

Journal officiel de la république n° 26,24 Rabie El Aoul 1427. (2006). Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels.

KADI A (2006). Ecologie Urbaine en Algérie. El Watan Archives – 2006. P 1 – 3

KAIDTLILANE N. (2005c). Espace, Emploi et Environnement : Cas de l'Algérie, 17 pages.

KEHILA Y (2009). Impact de l'enfouissement des déchets solides Urbains en Algérie. Expertise de deux Centre d'Enfouissement Technique (CET) à Alger : Partie 1. Matériel et Méthode déchets industriels constituent de grands dangers. Résultats et Analyses.

KEHILA Y (2009). Impact de l'enfouissement des déchets solides Urbains en Algérie. Expertise de deux Centre d'Enfouissement Technique (CET) à Alger : Partie 2. Résultats et Analyses.

KITTELBERGER (1994). Projet de contrôle de la pollution dans le Grand Alger collecte et élimination des déchets solides. Rapport Mission1- Tome 1 – Ministère de l'Equipement / Direction de l'Hydraulique, Wilaya d'Alger.

KITTELBERGER (1995). Projet de contrôle de la pollution dans le Grand Alger, collecte et élimination des déchets solides. Rapport de mission D, dossier d'appel d'offres. Tome 2 Réalisation de la décharge d'Ouled Fayet, Ministère de l'Equipement / Direction de l'Hydraulique. Wilaya d'Alger.

LABANOWSKI J.(2004). Matière organique naturelle et anthropique. Vers une meilleure compréhension de sa réactivité et de sa caractérisation. Thèse de doctorat. Université de limoges.

LAGIER T. (2000). Etude des macromolécules de lixiviats caractérisation et comportement vis-a- vis des métaux. Thèse de doctorat. Université de limoges.

LANINI S. (1998). Analyse et modélisation des transferts de masse et de chaleur au sein des déchets- d'ordures ménagères. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse.

MAALLEM A. (2000). Caractérisation et Traitement des lixiviats du Centre d'Enfouissement Technique d'Ouled Fayet par la Bentonite de Maghnia. Mémoire de fin d'étude, Ecole polytechnique.

MAMMERI F. (2006). Caractérisation des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet et proposition d'un traitement. Mémoire de fin d'étude, Ecole polytechnique.

MATE (2005). Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement 2005. 490 pages.

MATEJKA (1995). Gestion maîtrisée des déchets solides Urbains et de l'assainissement dans les pays en voie de développement : Les besoins en études scientifiques, et en outils méthodologiques adaptés.

MATEJKA G. (1995). La gestion des déchets ménagers et la qualité des eaux (OIE), Paris.

MATEJKA G., BOUVET Y., EMMANNUEL E., KOULI DIATI J., NGNIKAME., TANAWAE. Et VERMANDE P. (2005). Gestion maîtrisée des déchets solides Urbains et de l'assainissement dans les pays en voie de développement, les besoins en études scientifiques et technique spécifique en outils méthodologiques adaptés, 11 pages.

MATEJKA G., KEHILA Y (2007). Conditions d'enfouissement des déchets Urbains en Algérie. Projet CMEP - TASSILA 06 MDU – 682. Rapport intermédiaire, 39 pages.

MBULIGWESE et KASSENKA GR. (2004). Feasibility and Strategies for anaerobic digestion of solid Waste for energy production in Dar es Salaam City, Tanzania " Resources, conservation - and Recycling 42".

MEGHEZZI D.L (2001a). Etude du schéma directeur de collecte et de gestion des déchets solides à travers la wilaya de Biskra. Synthèse, 22 pages.

MEGHEZZI D.L. (2001a). Plan de balayure et de collecte de la ville de Biskra, 36 pages.

Millot N. (1986). Les lixiviats de décharges contrôlées. Caractérisation analytique et étude des filières de traitement .Thèse de doctorat, INSA Lyon, 180 pages.

MOHEE R. (2002). Assessing the recovery potential of solid waste in Mauritius; Resources, Conservation and Recycling 36 . 33 - 43.

MOHEE R. (2002). Assessing the recovery potentiel of solid waste in Mauritius. Resources, conservation and recycling 36 : 33 - 43.

Morvan B. (2000). Méthode de caractérisation des déchets ménagers : Analyse sur produit sec. Déchets Sciences et Techniques, 20, 9 :11.

Navarro A., Bernard D. et Millot N. (1988). Les problèmes de pollution par les lixiviats de décharge. Techniques Sciences et Méthodes, 3, 541- 545.

NEE (1999). Diagnostic de la décharge publique de Biskra et de la situation actuelle de la collecte des déchets (Biskra et El Hadjeb), 62 pages.

NEE (1999). Etude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation de la décharge intercommunale d'Ouled Fayet. Mission I: Etat actuel du site de la décharge et de son environnement, 44 pages.

NEE (2001). Etude d'impact sur l'environnement de la décharge intercommunale de Biskra, 58 pages.

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

ONA (2007). Paramètres, Méthodes et Normes d'analyse.

ONYX (1995). Conduite des études géologique. 27 pages + Annexes.

PNNE (2004). Programme d'Aménagement côtier (PAC) " Zone côtière Algéroise". Lutte contre la pollution liée aux déchets solides – Diagnostic, 70 pages.

PNUE (2005d). Programme d'aménagement côtier (PAC) " Zone côtière Algéroise" - Lutte contre la pollution liée aux déchets solides. Phase II – Programme de gestion, 17 pages.

POUGET L.E (2004). Le Traitement des déchets par stockage : La construction et la gestion d'un Centre d'Enfouissement Technique, 62 pages.

POUGET L.E. (2004). Le Traitement des déchets par stockage : La construction et la gestion d'un centre d'enfouissement Technique, 62 pages.

REINHARI DR ; TOWNSEND TG. (1998). Landfill bioreactor design operation. Lewiw publishers, Boca Raton NY by CRC Press LLC, 189 pages.

REJSEK F. (2002). Analyse des eaux , Aspects réglementaires et Techniques. Edition CRDP Aquitaine, 357 pages.

RINKE M. (1999). Migration de la pollution minérale dans les sols sous les décharges d'ordures ménagères : Etude de cas.

ROLLIN A.; MARCOLLE. M. (2005). Landfill copping: Advantages & limits of impermeable US semi permeable Cover. International work stop "Hydro phisico - Mechanic of Landfills" LIRIGM, Grenoble 1 University, France.

SEVEQUE J- L (2001). Etude d'impact des ICPE, Technique de l'Ingénieur, G 4 202, 24 pages.

Soyez K. et Plickert C.G et Ahlert R.C (1985). Mechanical-biological pretreatment of wast: State of the art and potentials of biotechnology. Acta Biotechnological, 22, 3- 4, 271 - 284.

SOYEZ K. et PLICKERT S. (2003). Material flux management of waste by mocha, ical-biological pretreatment. In: T-H.CHRITENSEN, R.COSSU and RC. STEGMANN (Eds). Proceeding Sardinia, Boda. Celine Berke. Novella.

TABEL - AOUL. (2001).Type de Traitement des déchets solides Urbains : Evaluation des coûts et impacts sur l'environnement. Revue. Energ.Ran / Production et Valorisation - Biomasse, P 93 -98.

TABOUCOUNT (R). (2000). Traitement des lixiviats du CET d'Ouled Fayet par la combinaison des procédés boues activées et oxydation Fanton. Mémoire de fin d'étude Ecole polytechnique.

THOGERSEN J. (1999). Waste fuf food Consumption. Trend, In Food and packaging Waste, Scandinavia Journal of Management, volumes 12, Issue 3, pages 291 -304.

Townsend T.G., Miller W.L., Lee H-J et Earle J.F.K (1996). Acceleration of landfill stabilization using leachate recycle. Journal of Environment Engineering, 263 – 267.

UBIFRANCE (2007). Filière déchets Algérie : Dossier d'information marché, 69 pages.

VILOMET J.D. (2000). Traçage des pollutions lixiviats de CET sur les eaux souterraines. Université d'Aix Marseille3.

Walkey A. et Black I.A (1934). An examination of degtjareff method of determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37, 29 - 37.

ZAHRANI F. (2006).Contribution à l'élaboration et validation d'un protocole d'audit destiné à comprendre le dysfonctionnement des centres de stockage de déchets (CSD) dans les pays en développement. Application à deux (CSD). NKOL FOULOU (Cameroun) et Essaouira (Maroc). Thèse de doctorat. Institut INSA Lyon.

Textes réglementaires Algériens

Loi n° 06 - 06 du 21 Moharram 1427 correspondant au 20 février 2006 portant loi d'orientation de la ville.

Loi n° 01 – 19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre relative à la gestion au contrôle et à l'élimination des déchets.

Loi n° 01 – 20 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du Territoire.

Loi n° 02 – 08 du 25 Safar 1423 correspondant au 8 mai 2002 relative aux conditions de création des villes nouvelles et de leur aménagement.

Loi n° 03 – 10 du 19 Joumada ElOula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Décret n° 84 – 378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets solides Urbains.

Loi n° 83 – 03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement.

Textes réglementaires Français :

Directives n° 99 / 31 : CE du 26 avril 1999, concernant la mise en décharge des déchets (JOCE L 182 du 16 juillet 1999, JOCE L 282 du 5 novembre 1999). 19 pages.

Arrêté du 9 septembre 1997 relatif aux installations de stockage des déchets ménagères et assimilés (JO du 2 octobre 1997), modifié par l'arrêté du 31 décembre 2001 (JO du 2 mars 2002), modifié par l'arrêté du 3 avril 2002 (JO du 19 avril 2002), 27 pages.

Annexe à la circulaire n° 000870 du 4 juillet 2002.

Références normatives

AFNOR. Déchets. Guide d'élaboration de procédures d'échantillonnage XPX 30 – 411. Partis : AFNOR, Février 1996, 12 Pages.

AFNOR – EN 12457 – 2 (2002). " Mise en décharge - Caractérisation".

AFNOR (1997). Recueil des normes AFNOR. Qualité de l'eau, méthodes d'analyses (4 tomes) 2^{ème} édition, Eds AFNOR.

AFNOR (2002). Recueil des normes AFNOR. Mise en décharge des déchets, caractérisation. Eds Afnor .

ANNEXES

Annexe 1

L'Article 4, de l'Arrêté du 09 Septembre 1997

- **Catégories D** : Les déchets de catégorie D, sont ceux dont le comportement en cas de stockage est fortement évolutif et conduit à la formation de lixiviats et de biogaz par dégradation biologique. Ces déchets sont : les ordures ménagères, les objets encombrants avec des composants fermentescibles, les déchets de voirie, les déchets verts, les matières de vidanges, certains déchets fermentescibles issus d'activités artisanales, commerciales ou industrielles, enfin les boues d'épuration qui contiennent au moins 30 % de matière sèche.
- **Catégorie E** : Les déchets de catégorie E, sont ceux dont le comportement en cas de stockage est peu évolutif. Ils présentent un caractère polluant modéré. Cette catégorie est subdivisé en 4 sous catégories: les métaux et les ferrailles, les déchets de plastiques, de verre, les déchets industriels et commerciaux assimilables aux ordures ménagères et non fermentescibles, le refus de tri non fermentescibles, les résidus de broyage de biens d'équipement, les mâchefers, les sables de fonderie dont la teneur en phénols est inférieur à 50 mg / Kg et les déchets minéraux à faible potentiel polluant.

Annexe 2

Figure 2 : Exemple de fiche descriptive d'un paramètre protocole d'audit des CSD dans les PED.
(ADEME ,2006)

PARAMETRE 1 : CARACTERISATION PHYSIQUE DES DECHETS
NOM DU PARAMETRE
PROBLEMATIQUE, OBJECTIF ET AUTRES PARAMETRES CONCERNES <ul style="list-style-type: none">- Définition du paramètre- Importance et objectifs de sa caractérisation- Liens avec les autres paramètres- Difficultés et recommandations
PROTOCOLE DE MESURE
<u>MODE DE RENSEIGNEMENT DU PARAMETRE</u> Type de paramètre <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Mesure<input type="checkbox"/> Enquête<input type="checkbox"/> Evaluation
<u>METHODE PROPOSEE ET VARIANTES</u> Présentation de plusieurs méthodes de mesures et de caractérisation du paramètre. Les méthodes recommandées pour les PED sont détaillées avec justification du choix de ces méthodes.
<u>MATERIEL / DOCUMENTS NECESSAIRES</u> Moyens techniques et besoins nécessaires pour la mesure du paramètre.
<u>PERSONNEL /ORGANISME CONCERNE/ COMPETENCE</u> Qualification et compétences des personnels censés mesurer le paramètre et répartition des tâches entre différents partenaires.
<u>FREQUENCE, DUREE, DENSITE DES MESURES, PROGRAMME MINIMUM</u> Cette rubrique fixe pour le paramètre un cadre spatio-temporel et propose également un programme minimum.
<u>FORMALISATION DES RESULTATS/ TRAITEMENT DES DONNEES</u> Modalité de traitement des résultats obtenus et des données collectées.
<u>NORMES ET REFERENTIELS EXISTANTS</u> Cette rubrique donne les sources et les normes ayant servi à la réalisation de la fiche.
<u>ANNEXES</u> Les annexes comprennent le plus souvent des illustrations de dispositifs expérimentaux.

Annexe 3

Tableau 27 : Paramètres physico-chimiques et bactériologiques pour la caractérisation des lixiviats. (zahrani,2006)

Classe	Paramètres	Normes et références
Les indicateurs globaux	PH, Conductivité, Température, Potentiel d'oxydoréduction, oxygène dissous, COT, hydrocarbures totaux (HT), DBO, DCO, AGV, MES	<ul style="list-style-type: none"> - NF T90-008 Février 2001 Qualité de l'eau - Détermination du PH - NF EN 27888 Janvier 1994 Qualité de l'eau – Détermination de la conductivité électrique - NF EN 25814 Mars 1993 Qualité de l'eau - Dosage de l'oxygène dissous - Méthode électrochimique à la soude - NF EN 1484 Juillet 1997 Analyse de l'eau - Lignes directrices pour le dosage du carbone organique total (COT) et carbone organique dissous (COD) - NF NE 1899-1 Mai 1998 Qualité de l'eau - Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours (DBO_n) - NF NE 1899-2 Mai 1998 Qualité de l'eau - Détermination de la demande biochimique en oxygène après n jours (DBO_n) - Partie 2 : Méthode pour les échantillons en oxygène non dilués - NF T 90 -101 Février 2001 Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) - Matières en suspension (MES) NF EN 872
Paramètres chimiques : les anions majeurs	N ^{O-3} , NO ⁻² , SO ₄ ⁻² , CL ⁻ , F, PO ₄ ⁻² S'ils n'ont pas mis des phosphates, ne les rajoute pas !	<ul style="list-style-type: none"> - Ammonium NF EN ISO 11732 - Nitrate NF EN ISO 10 304-1 - Nitrite EN 26 777 - Sulfate NF EN ISO 10 304-1 - Bromure NF EN ISO 10 304-1 - Chlorure NF EN ISO 10 304-1 - Fluorure DIN 38405 D4 Eq NF T90-004 - Iodure NF EN ISO 10 304 -1
Paramètres chimiques : les cations majeurs	NH ⁴⁺ , Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ ...	<ul style="list-style-type: none"> - Arsenic (As) NF EN ISO 11885 / ISO 17294 – 2 - Cadmium (Cd) NF EN ISO 11885 / ISO 17294 – 2 - Chrome total (Cr) NF EN ISO 11885 / ISO 17294 – 2 - Cuivre (Cu) NF EN ISO 11885 / ISO 17294 – 2 - Mercure (Hg) EN 1483 - / ISO 17294 – 2
Les métaux lourds	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Fe, Mn...	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrocarbures totaux GC FID En 9377-2 - HAP DIN 38407 F8 Eq NF T 90-115 (liste EPA) - COhV : NF EN ISO 10301-3 - BTEX : NF ISO 11423-1 - Aox : En 1485
Les molécules indésirables	Hydrocarbures totaux (HCT), Phénols, Hydrocarbures Aromatiques Volatils (BETX), Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), Hydrocarbures Halogènes (AOX)	-
Microbiologie	Germes et Bactéries	-
Tests d'écotoxicité	Tests sur daphnies	-
	Test microtox	-
	Tests sur poissons	-
	Tests sur algues	-
Indice biotique global normalité (IBGN)	Indice biotique global normalisé (IBGN)	-

Tableau 55: Caractérisation des lixiviats du CET d'Ouled Fayet, point de prélèvement P1 (casiers 1,2 et 3). Mammeri 2008.

Paramètres	Jours de prélèvement								Valeur moyenne
	23 / 04 / 2007	02 / 05 / 2007	07 / 05 / 2007	28 / 05 / 2007	30 / 06 / 2007	03 / 07 / 2007	13 / 11 / 2007	20 / 11 / 2007	
T (°C)	20,5	22,8	22	23,40	23,3	23,9	23,1	22,3	22,7
pH	8,3	8,1	8	8,1	8,5	8,4	8,6	8,7	8,3
Conductivité (mS .Cm ⁻¹)	120	111,9	129,8	140,1	146,3	138,5	122	111,3	127,5
MES (mg l ⁻¹)	880	700	700	580	880	700	-	-	740
MMS (mg l ⁻¹)	440	400	380	280	520	360	-	-	380
MVS (mg l ⁻¹)	440	400	320	300	360	340	-	-	360,00
DBO ₅ (mg l ⁻¹)	850	825	810	846	786	810	7,64	791	810,2
DCO (mg l ⁻¹)	3600	3575	3935	3840	3880	3902	3422	4013	3770,9
DBO ₅ /DCO	4,2	4,3	4,8	4,5	4,9	4,8	4,5	5,1	4,6
PO ₄ ⁻³ (mg l ⁻¹)	15,6	14,6	19,7	16,5	13,6	15,1	-	-	15,9
SO ₄ ²⁻ (mg l ⁻¹)	-	-	-	-	83,1	82,9	93,1	100,4	89,9
NO ₃ ⁻ (mg l ⁻¹)	-	-	-	-	611,3	1071,2	505,2	735,1	730,7
NO ₂ ⁻ (mg l ⁻¹)	-	-	-	-	1,1	1,2	1,2	1	1,1
NH ₄ ⁺ (mg l ⁻¹)					3301,4	3275,6	3022,7	3172,4	3193

Tableau 56 : Teneur des différents paramètres caractérisant les lixiviats au niveau du casier 5 (Point de prélèvement P2) " CET d'Ouled Fayet " (Maalam, 2008).

Paramètres	Période pluviale 01 / 03 / 2008	Période pluviale 02 / 04 / 2008	Période ensoleillée 06 / 05 / 2008	Valeur moyenne
pH	5,8	6,1	6,4	6,1
T (°C)	26	31,5	25,5	27,6
Conductivité (mS .Cm ⁻¹)	29,1	21,7	38,5	29,7
MES (g. L ⁻¹)	3,4	1,8	4,8	3,3
MVS %	54,1	50,6	58,8	54,5
DCO (mg. L ⁻¹)	78720	94080	85333	86044
DBO ₅ (mg. L ⁻¹)	35000	22000	20000	25667
DBO ₅ /DCO	0,4	0,2	0,2	0,3
PO ₄ ⁻³ (mg. L ⁻¹)	60,9	32,6	364,1	152,5
NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	349,1	1235,3	329,3	637,9
NO ₂ ⁻ (mg. L ⁻¹)	0,3	2,3	58,2	20,3
NH ₄ ⁺ (mg. L ⁻¹)	713,6	2573,8	1297,8	1530,8
NTK	3475,9	2619,1	1521,5	2538,8
Fe (mg. L ⁻¹)	-	10,7	35,5	23,1
Zn (mg. L ⁻¹)	-	0,1	0,2	0,15

Tableau 57 : Caractérisation des lixiviats du CET d'Ouled Fayet
Point de prélèvement P1 (Casiers 1,2 et 3). (Chikbouni 2009)

Paramètres	Jours de prélèvement			Valeur moyenne
	11/05/09	19/05/09	06/06/09	
pH	8,1	8,2	8	8,1
T°C	20	20	18	19,3
MES (mg. L ⁻¹)	10,5	11,0	9,7	10,4
MVS (mg .L ⁻¹)	3,5	3,9	3,5	3,6
DCO (mg O ₂ .L ⁻¹)	4641	2465	4436	3847,7
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	421	427	318	424
DBO ₅ /DCO	0,1	0,2	0,1	0,1
PO ₄ ³⁻ (mg.L ⁻¹)	-	22	205	113,5
SO ₄ ²⁻ (mg.L ⁻¹)	665	1325	1440	995,3
NO ₃ ⁻ (mg. L ⁻¹)	-	3	4,5	3,6
NO ₂ ⁻ (mg. L ⁻¹)	0,7	5	1,9	2,5
NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹)	4404	5868	1912	4061,5
NTK (mg.L ⁻¹)	4480	5992	-	5238

Tableau 58: Caractérisation des lixiviats du CET d'Ouled Fayet Point de prélèvement P2 (Casier 5) (Tabouchount, 2009).

Paramètres	Jours de prélèvement				Valeur moyenne
	29/04/09	08/05/09	11/05/09	17/05/09	
T °C	24	25	29	26	26
pH	7,2	7,9	7,9	8,1	7,7
Conductivité (mS .Cm ⁻¹)	22,4	-	-	27,5	24,9
MES (g .L ⁻¹)	1,3	2	2,3	1,7	1,8
MVS %	51,1	46,8	58	52,5	52,1
DCO (mg O ₂ .L ⁻¹)	33066,6	31133,3	29000	28566,6	30449
DBO ₅ (mg O ₂ .L ⁻¹)	13650	8100	8000	10250	10000
DBO ₅ /DCO	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
PO ₄ ³⁻ (mg .L ⁻¹)	179,9	96	108	92,3	118,3
SO ₄ ²⁻ (mg .L ⁻¹)	48,7	111,8	58	35,7	63,5
NO ₃ ⁻ (mg .L ⁻¹)	96,9	73,8	139,78	164,3	118,7
NO ₂ ⁻ (mg .L ⁻¹)	91,5	31,3	35,2	30,1	47
NH ₄ ⁺ (mg .L ⁻¹)	30000	45882,3	31617,6	53676,5	40294,1
NTK (mg .L ⁻¹)	48441	5137,1	34467	59951	48557
Fe (mg .L ⁻¹)	97,1	-	-	-	97,1
Zn (mg .L ⁻¹)	2,9	-	-	-	2,9
Pb (mg .L ⁻¹)	-	-	-	-	-
Cu (mg .L ⁻¹)	2,5	-	-	-	2,5
Ni (mg .L ⁻¹)	2,2	-	-	-	2,2
Hg (mg .L ⁻¹)	-	-	-	-	-

Annexe 5

CAHIER DE CHARGES RELATIF A L'EXPLOITATION DE LA DECHARGE CONTROLEE D'OULED FAYET

Gouvernorat du Grand Alger
Etablissement de Nettoiement et de Collecte
des Ordures Ménagères

(EPIC – NETCOM)

Art : 1 Objet du cahier de charges :

Ce cahier de charges a pour objet l'exploitation de la décharge publique de la commune d'Ouled Fayet par NETCOM (Entreprise Publique de Nettoiement et Collecte des Ordures Ménagères).

Chapitre I

DISPOSITIONS GENERALES

Art : 2

L'exploitation de cette décharge devra être conforme au décret n°84.378 du 16 / 12 / 1984 fixant les conditions de nettoiement, d'enlèvement et de traitement des déchets solides urbains et la loi 83 - 03 du 05 / 02 / 83 relative à la protection de l'environnement.

Art : 3

Les 20 communes du Gouvernorat du Grand Alger qui sont admises à y déverser les déchets solides collectés sont les suivantes : Ouled Fayet, Chéraga, Hammamet, Ain Benian, Delly Brahim, Zeralda, Rahmania, Souidania, Mahalma, Staoueli, Draria, Douera, Khraissia, Baba Hassen, El Achour, Birtouta, Ouled Chebel, Tessaia El Merdja, El Biar et Ben Aknoun.

Art : 4

L'accès à la décharge est soumis à une convention et au paiement de droit de mise en décharge fixés par l'exploitant. La détermination des tarifs doit être approuvée par l'administration du Gouvernorat du Grand Alger.

Chapitre II

AMENAGEMENTS DE LA DECHARGE **ET** **IMPLANTATION DE MATERIELS FIXES**

Art : 5

Afin d'en interdire l'accès, la décharge sera entourée d'une clôture en matériaux d'une hauteur minimum de 2 m et d'une haie végétale intérieure et extérieure.

Art : 6

Toutes les issues seront surveillées et gardées pendant les heures d'exploitation, elles seront fermées à clef en dehors de ces heures.

Art : 7

Une ou plusieurs voies de circulation intérieures seront aménagées à partir de l'entrée jusqu'au poste de contrôle et en direction des zones d'exploitation. Ces voies seront dimensionnées et constituées en tenant compte du nombre, du gabarit et du tonnage des véhicules appelés à y circuler.

Une aire d'attente sera aménagée dans le cas où le nombre de véhicules arrivant serait important.

Les voies d'accès extérieures et intérieures doivent être suffisamment éclairées.

Art : 8

Les locaux d'exploitation seront aménagés conformément aux dispositions de la législation du travail et de la santé publique.

Art : 9

A proximité immédiate de chaque issue et au niveau des carrefours des voies menant vers la décharge seront placés des panneaux de signalisation et d'information sur lesquels seront notés :

Décharge contrôlée d'Ouled Fayet

Date et numéro de l'arrêté

Nom ou raison social de l'exploitant, adresse, téléphone

Horaire d'ouverture...

Les panneaux seront en matériaux résistants ; les inscriptions seront indélébiles et transcrites en arabe et en français.

Chapitre III

RESIDUS ADIMS EN DECHARGE

Art : 10

Outre les ordures ménagères, les résidus suivants pourront être sur la décharge :

- Cendres et mâchefers refroidis ;
- Déchets industriels et commerciaux solides à condition qu'ils ne soient ni toxiques, ni explosifs, ni susceptibles de s'enflammer spontanément ;
- Boues séchées, non toxiques, en provenance de stations d'épuration.

L'exploitant de la décharge devra toujours être en mesure de justifier l'origine, la nature et les quantités des déchets mis en décharge.

Art : 11

Déchets admis en décharge par catégorie :

Catégorie D

La catégorie D comprend les déchets suivants :

- Les ordures ménagères;
- Les objets encombrants d'origine domestique avec composants fermentescibles;
- Les déchets de voirie;
- Les déchets industriels et commerciaux assimilables aux déchets ménagers;
- Les déchets verts;
- Les boues provenant de la préparation d'eau potable ou d'eau à usage industriel, lorsqu'elles ne présentent pas un caractère spécial dont la siccité est $\geq 30\%$;
- Les boues de stations d'épuration urbaines dont la siccité est $\geq 30\%$;
- Les boues de matières de curage et de dragage des cours d'eau et des bassins fortement évolutifs, lorsqu'elles ne présentent pas un caractère spécial;
- Les boues fermentescibles et fortement évolutives de l'industrie et de l'agriculture lorsqu'ils ne constituent pas des déchets industriels spéciaux notamment:
 - ◆ Les boues provenant du lavage et du nettoyage dont la siccité est $\geq 30\%$;
 - ◆ Les déchets de l'industrie du cuir à l'exception de ceux contenant du chrome;
 - ◆ Les déchets de l'industrie du textile;
 - ◆ Les déchets provenant de la production primaire de l'agriculture, de l'horticulture, de la chasse, de la pêche, de l'aquaculture;

- ◆ Les déchets provenant de la préparation et de la transformation de la viande, des poissons et autres aliments d'origine animale;
- ◆ Les déchets provenant de la préparation et de la transformation des fruits, des légumes, des céréales, des huiles alimentaires, du cacao et du café, de la production de conserves et du tabac;
- ◆ Les déchets de transformation du sucre;
- ◆ Les déchets de boulangerie, pâtisserie, confiserie;
- ◆ Les déchets provenant de la transformation de la production de boissons alcooliques et non alcooliques;
- ◆ Les déchets provenant de la transformation du bois et de la fabrication des panneaux et de meubles; Les déchets provenant de la production et de la transformation de papier, de carton et de pâte à papier;
- ◆ Les déchets de bois, papier et carton.

Catégorie E

La catégorie E comprend les déchets suivants:

- Les déchets de plastique, de métaux et ferraille ou de verre;
- Les refus de tri non fermentescibles et peu évolutifs;
- Les objets encombrants d'origine domestique sans composants fermentescibles et évolutifs;
- Les résidus de broyage de biens d'équipements dont la teneur en PCB est < 50 mg/ kg;
- Les mâchefers issus de l'incinération des déchets, sauf dispositions réglementaires spécifiques contraires;
- Les cendres et suies de la combustion du charbon;
- Les sables de fonderies dont la teneur en phénols totaux de leur fraction lixiviale est < 50 mg / kg de sable rapporté à la matière sèche;
- Les boues, poussières, sels et déchets non fermentescibles et peu évolutifs, issus de l'industrie qui ne sont pas des déchets spéciaux;
- Les déchets minéraux à faible potentiel polluant qui ne sont pas des déchets industriels spéciaux;
- Les déchets minéraux provenant de la préparation d'eau non potable à usage industriel, lorsqu'ils ne présentent pas un caractère spécial, dont la siccité est ≥ 30 % (à l'exception des boues d'hydroxydes métalliques).

Chapitre IV

EXPLOITATION DE LA DECHARGE

Art : 12

Les résidus seront mis en décharge par couches successives d'épaisseur moyenne de 1 m. Les résidus ne seront pas déversés d'une grande hauteur de plus de 10 mètres.

Les couches seront nivelées et limitées par des talus peu inclinés. Le dépôt sera suffisamment compact pour ne pas comporter de vides importants ou nombreux pouvant former "cheminées" favorisant ainsi les foyers d'incendies.

Art : 13

La surface supérieure de chaque couche de résidus et le talus recevront le jour même ou au plus tard le lendemain de leur mise en place, une couverture de terre ou de matériaux pulvérulents appropriés dont l'approvisionnement sera toujours effectué à l'avance, la quantité minimale de matériaux de couverture toujours disponible sera au moins égale à celle utilisée pour huit jours d'exploitation avec un minimum de.....m³. Cette couverture intermédiaire aura une épaisseur de 10 à 30 cm.

Art : 14

Des écrans mobiles, en grillages dont les mailles ne dépasseront pas 50 mm, ou tout autre moyen présentant des garanties équivalentes, d'une hauteur de 3 m au moins, seront placés autour de la zone en exploitation afin de limiter la dispersion des éléments légers emportés par le vent.

Des torchères seront mises en place au fur et à mesure de l'exploitation. La distance entre les torchères sera de 20 à 30 m.

Art : 15

Chaque partie terminée de la décharge sera convenablement entretenue au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Une couverture finale de terre végétale sera mise en place et un reverdissement sera opéré. Néanmoins les torchères seront maintenues une année après la fermeture de la décharge.

Art : 16

Les voies de circulation et aires de stationnement à l'intérieur de la décharge, visées à l'article 7 seront soigneusement nettoyées et entretenues pour permettre la circulation aisée des véhicules par tous les temps.

Art : 17

Tous les camions qui auront circulé sur la décharge devront avant de sortir avoir leurs roues nettoyées à l'aide d'un jet d'eau.

Art : 18

La décharge sera mise en état de dératisation permanente.

Art : 19

On luttera contre l'éclosion et la prolifération d'insectes par un traitement approprié.

Art : 20

En cas de dégagement d'odeurs, la zone émettrice sera immédiatement traitée.

Art : 21

Dès qu'un foyer d'incendie sera repéré, il devra être immédiatement et efficacement combattu. A cet effet, on disposera en permanence d'une quantité de matériaux de couverture importante. Cette réserve sera uniquement affectée à la lutte contre l'incendie et ne sera pas confondue avec celle d'extincteurs mobiles

Des consignes particulières d'incendies seront établies;, elles seront affichées, ainsi que les numéros de téléphones et l'adresse du poste de sapeurs pompiers le plus proche, près de l'accès à la décharge et dans le local de gardiennage s'il existe.

Art : 22

Les eaux de percolation et de ruissellement doivent être évacuées à l'aide d'un système de drainage vers un bassin de décantation situé au point le plus bas de la décharge.

Chapitre V

INTERDICTIONS

Art : 23

Le brûlage à l'air libre de tout déchet est interdit sur la décharge.

Art : 24

Le chiffonnage est interdit sur la décharge. Toute éventuelle récupération ne peut être organisée par l'exploitant et ne peut être autorisée que si elle répond à des règles d'hygiène et de sécurité.

Art : 25

L'entrée à la décharge est interdite à toute personne non autorisée par l'exploitant.cette interdiction sera affichée d'une manière bien visible.

Chapitre VI

REHABILITATION DE LA DECHARGE

Art : 26

L'utilisation ultérieure de la décharge étant un espace vert, le recouvrement final doit obéir aux techniques propres à la valorisation de décharges contrôlées (topographie, drainage, reverdissement).

Art : 27

En attendant la réalisation définitive de l'aménagement de la décharge prévu, la couche finale de couverture devra être soigneusement nivelée et régularisée s'il a lieu de façon à présenter en tout temps un aspect satisfaisant.

Art : 28

Aucune construction lourde ne sera admise sur la décharge après sa fermeture.
Le réseau du dégazage et les torchères seront maintenues jusqu'à la fin de l'émission des gaz.

Chapitre VII

DISPOSITIONS GENERALES

Art : 29

L'exploitation est un droit de mettre en demeure une commune ou un établissement pour non paiement des sommes dues.
Passé un délai d'un mois, l'exploitant interdira l'accès à la décharge.

Art : 30

L'exploitant est tenu de contrôler systématiquement par une personne compétente la nature des déchets à l'entrée de la décharge. Une liste des déchets non admis sera affichée à l'entrée de la décharge.

Art : 31

Un registre des entrées comportant les matrices, provenances tonnage et horaires de travail doit être tenu en permanence par des agents qualifiés (Voir annexe I). Il sera outre délivré pour chaque véhicule collecte une fiche de contrôle mensuelle mentionnant les coordonnées, la nature des déchets,... (Voir annexe II).

Art : 32

Les services chargés de protection de l'environnement tant au niveau local que régional, sont tenus d'effectuer des contrôles périodiques. Les passages seront consignés sur un registre tenu par le directeur de la décharge avec mentions des remarques et suggestions.

Fait à Alger le :

Le Directeur Général de
L'EPIC NETCOM

Le Représentant
Du Gouvernorat du Grand Alger

Annexe I
Registre de la décharge

N° d'Ordre	Provenance	Type de véhicules	Matricule	Tonnage	Heure d'entrée	Heure de sortie	Observation

Art : 37

Les déchets non admis à la décharge sont représentés par la liste suivante :

- Les fluides de coupes;
- Les sels solubles;
- Les biocides;
- Les cyanures;
- Les huiles à base de PCB et les déchets contaminés par ce produit;
- Les produits explosifs;
- L'arsenic;
- Les solvants organiques;
- Les produits radioactifs;
- Les pesticides;
- Les acides;
- Les bases;
- Les déchets d'amiante;
- Les déchets de peintures;
- Les produits pharmaceutiques périmés;
- Les boues de tannerie et de teinturerie;
- Les déchets septiques des hôpitaux.

Art : 38

Un registre des entrées comportant les matricules, provenances, tonnage et horaires de travail doit être tenu en permanence par des agents qualifiés (Voir annexe I). Il sera en outre délivré pour chaque véhicule de collecte une fiche de contrôle mensuelle mentionnant les coordonnées, la nature des déchets,..... (Voir annexe II).

Art : 39

Les services chargés de la protection de l'environnement tant au niveau local que régional, sont tenus d'effectuer des contrôles périodiques. Les passages seront consignés sur un registre tenu par le directeur de la décharge avec mentions des remarques et suggestions.

Art : 40

Faire subir au personnel des contrôles médicaux d'une manière périodique.

Art : 41

Aménagement d'une salle de premiers soins d'urgence à savoir une infirmerie ou à défaut une boîte de pharmacie.

Art : 42

Contrôle de la qualité des eaux par des analyses bactériologiques d'une manière périodique.

L'Exploitant

Le Représentant