

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



Département de Génie de l'environnement

*Mémoire du projet de fin d'études Pour l'obtention du diplôme
D'ingénieur d'état en Génie de l'Environnement*

Thème :

CARACTERISATION DES LIXIVIATS DE LA DECHARGE D'OULED FAYET ET PROPOSITION D'UN TRAITEMENT

Proposé par:

Pr : R.KERBACHI

Etudié par :

M^r MAMMERI Fares

Dirigé par

M^{elle} : F.BOUMECHHOUR

Soutenu devant le jury :

Pr. H.LOUNICI	professeur	(ENP)	Président.
Mr. Y.KERCHICH	chargé de cours	(CUM)	Examineur.
Pr. R.KERBACHI	professeur	(ENP)	Promoteur.
M ^{elle} .F.BOUMECHHOUR	maître assistante	(UMBB)	Promotrice.

2007-2008

Dédicaces

En premier, je remercie le bon Dieu le miséricordieux pour avoir exaucé mes vœux ;

Je dédie ce travail à :

Mes parents : ma mère, mon père pour tout ce qu'ils ont fait pour moi ;

Mes frères : chacun par son nom ;

A tous mes amis intimes ;

Je tiens à le dédier aussi à mes amis sans exception, et à tous ceux qui me connaissent.

Remerciements

C'est avec joie que je remercie de leur précieuse collaboration les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Ces remerciements vont tout particulièrement à :

Mes promoteurs Pr KERBACHI.R et Melle BOUMECHEHOR.F, pour ses aides précieuses, les conseils éclairés, et les encouragements, afin d'être ingénieur d'état en Génie de l'environnement.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements :

À Mme BOUCHFER, Directrice de l'équipe du laboratoire de l'ONA, d'avoir accepté de me recevoir au sein de son laboratoire.

Je remercie Mr BELKASSAM Samir, pour son aide sur l'ensemble de mon travail.

Je remercierais finalement les membres du jury, qui auront bien voulu évaluer mon travail.

Liste des abréviations

CET : Centre d'enfouissement technique.
DIB : Déchets industriels banals.
PME : les petites et moyennes entreprises.
OM : Les ordures ménagères.
Hu : Humidité.
PC : Pouvoir Calorifique.
PCS : le pouvoir calorifique supérieur.
PCI : le pouvoir calorifique inférieur.
DA : Dinard Algérien.
OMS : l'Organisation Mondiale de la Santé.
PH : Potentiel d'hydrogène.
T : Température.
DCO : Demande Chimique en Oxygène.
DBO Demande Biochimique en Oxygène.
DBO5 Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.
COT : Matière organique Totale.
NTK : Azote Kjeldahl.
MES : Matière en suspension.
MVS : Matière volatile sèche.
MMS : Matière Minérale sèche.
MO : matière organique.
MS : Matières sèches.
AGV : Acides volatils secs.
BRM : Bio réacteur à membranes.
UV : Ultraviolet.
CPG : chromatographie en phase gazeuse.
C.T.T.P : l'Organisation Nationale de Contrôle Technique des Travaux Publics.
L.N.H.C : Laboratoire National de l'Habitat et Construction.
PVC : polychlorure de vinyle.
EPDM : éthylène propylène diène monomère.
PEHD : Polyéthylène Haut Densité.
P : Récipient en plastique.
V : Récipient en verre.
Obsc : Obscurité.

Liste des figures

Figure I.1 : Schéma du processus de biodégradation aérobie d'un déchet organique granulaire lors du compostage.

Figure I.2 : Décharge sur terrains plats.

Figure I.3 : Décharge sur terrain en relief.

Figure II-1 : Les diverses étapes de la dégradation anaérobie.

Figure II-2-: l'influence de la concentration en acides gras volatils sur la variation du pH.

Figure II-3- : Evolution de la DCO au cours du temps.

Figure II-4- : Evolution de la DBO₅ au cours du temps.

Figure V-1: L'état de la Décharge avant 1998.

Figure V-2: L'état de la Décharge après 2002.

Figure V-3 : Carte hydrogéologique de la région.

Figure V-4 : l'ancienne décharge.

Figure V-5 : Vue aérienne de la décharge de Ouled Fayet .

Figure V-6 : Schéma Représentatif de la Centre d'enfouissement Technique d'Ouled Fayet .

Figure V-7 : Schéma Représentatif d'un casier d'enfouissement technique.

Figure V-8 : mise et soudure de la Géomembrane.

Figure V- 9 : conduite de drainage des lixiviats.

Figure V- 10 : la couche de gravier.

Figure V- 11 : le bassin de décantation de lixiviats.

Figure V-12 : les buses d'évacuation de Biogaz.

Figure V-13 : L'exploitation du casier N0 03.

Figure V-14 : Les engins nécessaires pour une décharge contrôlée .

Figure V-15 : Saturation et réaménagement du Casier N⁰ 01.

Figure VI-1 : Schéma représentant la décharge et les points de prélèvement du lixiviat P1 et P2.

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Estimation de la quantité des ordures ménagères de la wilaya d'Alger.

Tableau I-2 : Estimation de la quantité des déchets assimilables aux ordures ménagères.

Tableau I-3 : Estimation de la quantité totale des déchets urbains.

Tableau I-4 : Evolution de la composition des ordures ménagères de la ville d'Alger.

Tableau I-5 : Avantages et inconvénients des différents types de traitements .

Tableau I-6 : estimation du coût spécifique d'une tonne de déchets éliminés pour chaque Stratégie.

Tableau II-1- : Echelle de toxicité de certains éléments.

Tableau II-2- : Caractéristiques physico-chimiques moyennes d'un lixiviat moyen.

Tableau III-1 : Avantages et inconvénients des différents procédés .

Tableau III-2 : Valeurs limites des lixiviats avant leur rejet dans le milieu naturel .

Tableau III-3 : Classification des lixiviats.

Tableau IV-1 : l'évolution des principaux métaux.

Tableau IV-2 : Groupes de polluants en fonction de leur possibilité d'atténuation .

Tableau V-1 : Comparaison de la composition des déchets urbains d'Alger avec celle de la Décharge d'Ouled Fayet (1983 et 1997) [4].

Tableau V-2-: Types de déchets admissibles et interdits Dans le CET de Ouled Fayet .

Tableau V-3: Exploitation des casiers d'enfouissement du CET d'Ouled Fayet .

Tableau V-4 : Tonnage d'ordures rejetés par les communes en 2005.

Tableau V-5 : Tonnage d'ordures rejetés par les communes en 2005 (suite).

Tableau VI-1 : débit des lixiviats.

Tableau VI-2 : résultats des analyses effectuées sur les prélèvements de la première campagne.

Tableau VI-3 : résultats des analyses effectuées sur les prélèvements de la deuxième campagne.

Tableau VI-4 : résultats des analyses effectuées sur les prélèvements de la troisième campagne.

Tableau VI-5 : les teneurs moyennes des différents paramètres caractérisant les lixiviats.

Tableau VI-6 : les valeurs limites de rejet de lixiviats de décharge de certains pays

Sommaire

Introduction générale	1
I- Les déchets Solides et leurs gestions	2
Introduction.....	3
I.1 Définition de déchet	3
I.2 Nature et origines des déchets.....	3
*Selon La nature des déchets	3
I.2.1 les déchets inertes.....	3
I.2.2 les déchets ménagers et assimilés.....	3
I.2.3 les déchets spéciaux.....	4
I.2.4 les déchets ultimes.....	4
*Selon L'Origine des déchets	4
I.3 Gestion des déchets urbains et industriels du Gouvernorat du Grand Alger	4
Les problèmes en matière de gestion des déchets solides	4
I.4 Composition et évolution du quantité des déchets dans la wilaya d'Alger.....	5
a) Les ordures ménagères (OMs):.....	5
b) Les déchets assimilés	5
c) Les déchets dangereux	5
I.5 Pollutions engendrées par une décharge non contrôlée	7
I.6 Différents modes d'élimination et de traitement des déchets solides et urbains... ..	7
a)La mise en décharge sur des sites appropriés et dans des conditions hygiéniques.....	8
b)La fabrication d'un amendement organique utilisable en agriculture appelé « Compost ».....	8
c) Incinération	9
I.7 Caractéristiques des déchets rejetés	10
La densité.....	10
Humidité	10
Pouvoir Calorifique (PC)	10
Le rapport carbone sur azote (C/N)	11
I.8 Types des décharges	11
a) La décharge brute.....	11
b) La décharge sauvage	11

c) La décharge contrôlée	11
I.9 Les différents modes d'exploitation de la mise en décharge contrôlée.....	14
a) Décharge en terrains plats.....	14
b) Décharge en terrains accidentés	15
I.10 stratégie de traitement des déchets urbains.....	16
II- Généralités sur les lixiviats de la décharge.....	19
Introduction.....	20
II-1-Définition.....	20
II-2-Mécanisme de formation.....	20
II-2-1-Aspect biologique	21
II-2-1-1-La fermentation aérobie.....	21
II-2-1-2-La phase transitoire	21
II-2-1-3-La fermentation anaérobie	21
a)-Phase d'hydrolyse	23
b)-Phase d'acidogénèse	23
c)-Phase d'acétogénèse	23
d)-Phase méthanogénèse	23
II-2-2-Aspect physico chimique	24
II-3-Conditions influençant la biodégradation de la matière organique.....	24
II-3-1-Les nutriments	24
II-3-2-Le pH	24
II-3-3-Potentiel redox	25
II-3-4-La température	25
II-3-5-L'humidité	25
II-4-Les inhibiteurs	26
II-4-1-Les alcalins et les alcalino-terreux	26
II-4-2-Les métaux	26
II-4-3-Sulfures	27
II-4-4-L'ammoniac	27
II-4-5-Les hydrocarbures chlorés	28
II-5-Caractérisations des lixiviats	28
II-6-Evolution de la qualité des lixiviats au cours de temps	29
II-6-1-Les lixiviats jeunes	30

II-6-3-Les lixiviats intermédiaires.....	30
II-6-2-Les lixiviats stabilisés.....	30
II-7-Formation du biogaz.....	31
II-7-1-Evaluation de la production de biogaz d'un centre de stockage de déchets ménagers	31
II-7-2-Elimination du biogaz	32
II-7-2-1-Combustion	32
II-7-2-2-Valorisation	32
Conclusion.....	33
III- Traitement de Lixiviats.....	34
Introduction.....	35
III.1 Traitements biologiques.....	35
➤ Lagunage naturel.....	35
➤ Lagunage aéré.....	35
➤ Les boues activées.....	36
➤ Les procédés à cultures fixées.....	36
➤ Le lagunage anaérobie.....	36
➤ La digestion anaérobie.....	36
III-2 Traitements physico-chimiques.....	37
❖ L'oxydation par l'ozone.....	37
❖ La précipitation chimique.....	37
❖ La coagulation-floculation.....	38
❖ L'évaporation-oxydation chimique.....	38
❖ La filtration sur charbon actif.....	38
❖ La bio-réacteur à membranes (BRM).....	39
❖ L'osmose inverse.....	39
III-3 Rejets en station d'épuration urbaine	41
III-4 Choix de la filière de traitement	42
IV Impact des lixiviats sur l'environnement	43
Introduction	44
IV-1-Impact sur les eaux souterraines et de surface	44
IV-2-Impact sur le sol	44

IV-3-Impact sur la flore	45
IV-4-Impact sur l'air	45
IV-5-Impact sur la santé humaine	45
IV-6-Impact des interférences sur les particules argileuses	46
IV-6-1-Au niveau macroscopique	46
IV-6-2-Au niveau microscopique	46
IV-7-Influence de l'interaction entre le sol et les espèces inorganiques sur la composition finale du lixiviats.....	46
IV-7-1-Comportement des ions.....	46
IV-7-2-Comportement des métaux lourds	47
IV-7-3-Type de pollution sur l'homme et l'environnement	49
IV-7-3-1-Le chrome.....	49
IV-7-3-2-Le fer	49
IV-7-3-3-Le zinc	50
IV-7-3-4-Les phosphates	50
IV-7-3-5-Les graisses et les huiles	51
IV-8-Propagation de la pollution dans la nappe	51
Conclusion	52
V- Présentation et exploitation de la décharge de Ouled Fayet	53
Introduction...Historique du projet	54
V-1- Présentation du site	55
V-1-1- Situation géographique de la région	55
V-1-2-Topographie	57
V-1-3-Hydrographie	57
V-1-4-Géologie	57
V-2-Les déchets de la décharge.....	58
V-2-1 la composition des déchets de la région d'Ouled Fayet.....	59
V-2-2- Types de déchets autorisés	60
V-2-3-Quantité de déchets rejetés dans le C.E.T.....	62
V-3-Conception & Réalisation du CET d'Ouled Fayet	65
V-3-1-Les casiers d'enfouissement	65
V-3-2-imperméabilisation des casiers d'enfouissement	69
V-3-2-1-Géomembrane	69

V-3-2-2-Réseau de drainage des lixiviats	70
V-3-3-Elimination des biogaz	72
V-4- Gestion et Exploitation de la décharge	73
V-4-1-Technique d'exploitation de la décharge d'Ouled Fayet	73
V-4-2-Les équipements nécessaires à l'exploitation de la décharge d'Ouled Fa yet....	73
V-4-3-Horaires de travail	75
V-4-4-Phase d'exploitation.....	75
V-4-5-Réaménagement en fin d'exploitation.....	76
VI Caractérisation des lixiviats d'Ouled Fayet.....	78
Introduction.....	79
VI-1 Compagnes de prélèvements	79
VI-2 Site et mode de prélèvement.....	79
VI-3 Débit des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet	81
VI-4 Résultats des analyses	82
VI-5 Interprétation.....	87
Conclusion.....	91
Conclusion générale.....	92
Bibliographie	
Annexes	

Introduction générale

La mise en décharge de résidus urbains et de certains déchets industriels constitue, souvent la solution économiquement la plus simple ; l'un des inconvénients majeurs de cette technique est de pouvoir conduire à la production de lixiviats.

Les lixiviats représentent une grande part de la pollution liée à une décharge.

Les lixiviats de part leur nature liquide, sont une source concentrée de polluants.

Le plus grand risque lié à la production de lixiviats est la contamination de la nappe phréatique, cela aurait pour conséquence de polluer les puits d'eau de consommation.

C'est dans ce contexte et en continuité des travaux effectués antérieurement que nous nous attachons ici à effectuer une caractérisation du lixiviat issu des interactions des déchets du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet.

Ce mémoire est composé de deux parties :

- La première est une synthèse bibliographique qui se décompose en quatre chapitres, le premier fait état de la problématique des déchets ménagers et assimilés en Algérie. le deuxième met un point sur la connaissance des lixiviats de décharge. Le troisième aborde les différentes techniques utilisées pour le traitement des lixiviats de décharge. Le dernier chapitre présente l'impact des lixiviats de décharge sur l'environnement.
- La seconde partie décrit dans un premier temps le centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet et son explication. Dans un second temps, le chapitre qui caractérise les lixiviats d'Ouled Fayet décrit l'échantillonnage et l'analyse des lixiviats et puis reprend l'ensemble des résultats obtenus.

Chapitre I : Les déchets Solides et leurs gestions

Introduction

En Algérie, dans les grandes et petites villes, les problèmes posés par les déchets urbains semblent échapper à toute maîtrise.

La multiplication des décharges sauvages dans et aux abords des villes et les nuisances qui en résultent en sont la meilleure illustration. Sur le territoire national 2000 à 3000 décharges sauvages sont répertoriées, parmi lesquelles 350 au niveau de 40 grandes villes du pays.

I.1 Définition de déchet :

Selon la Directive Européenne du 18 mars 1987, « Un déchet est toute substance ou objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire ».

D'après cette définition, un objet est déchet non pas seulement lorsque son détenteur le destine volontairement à l'abandon, mais également si, pour une raison de santé publique, son élimination est nécessaire [1].

Le législateur, par la loi du 15 juillet 1975, définit le déchet comme : «< tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon >> [2].

I.2 Nature et origines des déchets

Les déchets se distinguent soit par leur nature, c'est-à-dire la nature du matériau, ou par leur origine, c'est-à-dire l'activité génératrice de déchet [3].

➤ *Selon La nature des déchets :*

Selon la nature des déchets on distingue quatre grandes classes :

1. les déchets inertes

Sans odeur, non fermentescible, non toxique, ils ne présentent pas de risque pour l'homme et son environnement. On y trouve notamment : déblais, gravats, etc....

2. les déchets ménagers et assimilés

Ils comprennent les déchets des ménages et les déchets industriels banals (DIB) des entreprises. Non toxique eux aussi, ils représentent certaines caractéristiques de fermentescibilité.

3. les déchets spéciaux

Contenant des éléments nocifs en plus ou moins grande quantité, ils présentent de grands risques pour l'environnement et doivent être éliminés avec des précautions particulières. En plus des grandes quantités produites par les petites et moyennes entreprises (PME), certaines quantités de ces déchets sont aussi produites par les ménages. Ce sont par exemple des solvants, peintures, acides,...etc.

4. les déchets ultimes

Ce sont des déchets qui ne peuvent plus faire l'objet d'une valorisation. (La Loi Française du 13 juillet 1992).

➤ Selon L'Origine des déchets :

La différenciation des déchets, de par leur origine, permet de localiser le producteur des déchets, d'identifier le responsable de leur élimination et de connaître les types de collecte et de traitement qui y sont associés.

On distinguera ainsi :

- Les déchets municipaux.
- Les déchets des activités industrielles et commerciales.
- Les déchets de l'agriculture et des industries agroalimentaires.
- Les déchets des activités de soins.
- Les déchets nucléaires.

I.3 Gestion des déchets urbains et industriels du Grand Alger

Les problèmes en matière de gestion des déchets solides :

Le problème de la gestion des déchets solides est un des problèmes qui gênent le secteur de l'environnement.

En effet, l'urbanisation accélérée, la croissance et la densité démographique dans les villes, ont eu pour conséquence une augmentation importante de ce type de déchets.

Face à cet état de fait, les collectivités locales éprouvent des difficultés à assumer la gestion des déchets solides, cette situation est due essentiellement [4] :

- Au manque de moyens humains et matériels.
- A l'absence d'une stratégie nationale en matière de gestion de déchets solides.
- Au manque de sensibilisation de la population de manière générale.

- A la fermeture depuis 15 ans de l'usine de compostage d'ALGER situé à gué de Constantine.
- A l'arrêt de la majorité des incinérateurs des grands hôpitaux, c'est le cas des deux incinérateurs de l'hôpital de Béni Messous.
- A l'absence de structures techniques spécialisées.
- A l'insuffisance de la réglementation, méconnaissance et non application des textes existants, notamment de la loi 83-03 du 05/02/1983 relative à la protection de l'environnement et le décret 84-378 du 16/12/84 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et de traitement des déchets solides .
- Les insuffisances et les lacunes constatées dans la gestion des déchets urbains ont engendré la prolifération des décharges sauvages sur l'ensemble du territoire national où les usagers viennent déposer leurs déchets sans aucun contrôle, y compris les déchets industriels toxiques et hospitaliers.

I.4 Composition et évolution de la quantité des déchets dans la wilaya d'Alger :

Il existe plusieurs types de déchets, générés par les communes du grand Alger [4].

a) **Les ordures ménagères (OMs)**: ce sont des déchets provenant des ménages et ceux de l'industrie ou artisans ayant des caractéristiques voisines des ordures ménagères pouvant être collectées par les services de ramassage dans des récipients prévus à cet effet, ils comprennent :

- Les déchets provenant des habitations, des collectivités telles que les cantines, casernes,...
- Les déchets encombrants : ce sont des déchets volumineux et d'origine domestique tels que ; les vieux meubles, appareils électroménagers détériorés,...
- Les déchets provenant du nettoyage des voies publiques, des places de marchés et les déchets des écoles.

b) **Les déchets assimilés** : ce sont des déchets provenant de quelques unités industrielles et d'artisans, qui peuvent être assimilés à des déchets ménagers tel que :

- papier, bois, emballages et chiffons.

c) **Les déchets dangereux** : les camions de collectes des communes concernés passent par les centres sanitaires et les hôpitaux, ce qui explique la présence des déchets dangereux sur la décharge tels que ; seringues usées, pansement, médicaments périmés,...

Afin de mieux situer la composition et l'évolution des déchets de la ville d'Alger, nous avons résumé certaines données dans les tableaux suivants [5]:

❖ **Evaluation de la quantité des déchets dans la wilaya d'Alger :**

Les tableaux I-1, I-2 et I-3 donnent une estimation de la quantité de déchets au niveau de la Wilaya d'Alger [5]:

Tableau I-1 : Estimation de la quantité des ordures ménagères de la wilaya d'Alger :

Année	1994	1995	2000	2005
Quantité (T/j)	1394,5	1449,5	1694,9	1919,6

Tableau I-2 : Estimation de la quantité des déchets assimilables aux ordures ménagères :

Année	1994	1995	2000	2005
Quantité (T/j)	565,3	576,0	592,8	611,9

Tableau I-3 : Estimation de la quantité totale des déchets urbains :

Année	1994	1995	2000	2005
Quantité (T/j)	1959,8	2025,7	2287,6	2531,2

❖ **Composition des déchets dans la Wilaya d'Alger [5] :**

En Algérie, seules les quelques analyses de composition ont été effectuées, le tableau nous donne l'évolution de la composition des ordures ménagères de la ville d'Alger

Tableau I-4 : Evolution de la composition des ordures ménagères de la ville d'Alger [5] :

Année	Matière organique	Matière plastiques	Papiers et cartons	Métaux	Autres	Source
1983	76	2.0	17.0	1.7	2.3	Robert Gillet OMS Algérie
1991	71	6.0	8.0	0.6	14.4	Robert Gillet OMS Algérie
1995	67	7	11	1.2	14.8	Robert Gillet OMS Algérie

I.5 Pollutions engendrées par une décharge non contrôlée

Le dépôt des déchets à la périphérie des villes ou éparpillés sur plusieurs points (les points noirs) contribuent à la dégradation des paysages et génèrent des nuisances et pollutions .

Cette manière de procéder engendrait de graves nuisances à l'environnement ;

- Défiguration du site du point de vue esthétique.
- Développement anarchique du site en l'absence de casiers d'enfouissement.
- Problème vis-à-vis de l'agriculture, suite à la prolifération des rongeurs et moustiques nuisibles générée par cette décharge sauvage.
- Les sources ponctuelles de bruit dues aux engins en mouvement sur la décharge et à la circulation des camions de collecte des déchets.
- La présence d'une décharge sauvage donne lieu à un dégagement de gaz divers, méthane (CH₄), gaz carbonique (CO₂), Hydrogène sulfuré (H₂S) et autres mercaptans qui favorisent une pollution atmosphérique gênante.
- Les eaux de pluie, mélangées aux lixiviats de la décharge peuvent polluer tout le réseau hydrographique et contaminer les nappes souterraines.
- La décharge sauvage présente plusieurs nuisances tel que la formation de brume sèche et de brouillard par les fumées chargées de gaz et de particules transportées par le vent et qui contribuent à l'augmentation de la température du globe terrestre.
- Une décharge sauvage crée ou attire ce que l'on appelle par euphémisme « les enfants de la décharge » qui sont toujours à la recherche d'articles ménagers ou industriels en cuivre ou en plastique, au milieu d'un tas d'ordures ou se dégage un nuage de fumées et d'odeurs nauséabondes y compris les produits pharmaceutiques qui sont incinérés sur site à l'air libre, les enfants fréquentant ces lieux sont exposés à un danger réel [6].

I.6 Différents modes d'élimination et de traitement des déchets solides et urbains

Les déchets solides urbains, et essentiellement les ordures ménagères sont sources de nuisances (dégradation des paysages, fumées, danger pour la santé publique entraînés par la pollution des cours d'eau et des nappes souterraines ainsi que par la prolifération des germes pathogènes) .Que pourra t-on faire ? Comment s'en débarrasser ?

Plusieurs procédés peuvent être mis en œuvre à cette fin, les plus classiques sont d'abord [6] :

- 1/ La mise en décharge sur des sites appropriés et dans des conditions hygiéniques.
- 2/ Le compostage : procédé de fabrication d'un amendement organique utilisable par l'agriculture.
- 3/ L'incinération sans récupération de chaleur ou avec récupération de chaleur.

Le traitement de déchets solides dépend essentiellement de leur quantité, composition, caractéristiques, ainsi que des capacités financières des communes et du matériel dont elles disposent.

a) La mise en décharge sur des sites appropriés et dans des conditions hygiéniques

Evidemment, il ne s'agit pas ici de décharges sauvages et inadéquates, le seul procédé que l'on puisse recommander est la mise en décharge contrôlée.

Suivant un petit éventail de techniques bien maîtrisées, ce procédé permet certaines valorisations : récupération du gaz des décharges, récupération de terrains pour aménagements divers.

La mise en décharge est le procédé le moins coûteux pour se débarrasser des ordures ménagères. C'est pour quoi, en l'absence de tout autre choix justifié par des considérations extérieures, doit-on le considérer comme l'étape d'un programme minimum de gestion de déchets urbains.

Le seul inconvénient de ces décharges est qu'elles exigent plus d'espace et cela peut être, dans certains cas, un obstacle.

b) La fabrication d'un amendement organique utilisable en agriculture appelé « Compost »

Le processus de fabrication est basé sur la fermentation naturelle de la matière organique par des micro-organismes pour obtenir le compost qui présente globalement les caractères généraux de l'humus qui est un composant naturel des sols. Ce compost produit est utilisé en agriculture comme amendement organique.

Il existe différentes techniques : - compostage aérobie

- compostage anaérobie
- fermentation accélérée.

La figure I.1 représente le processus de biodégradation aérobie d'un déchet organique granulaire lors du compostage

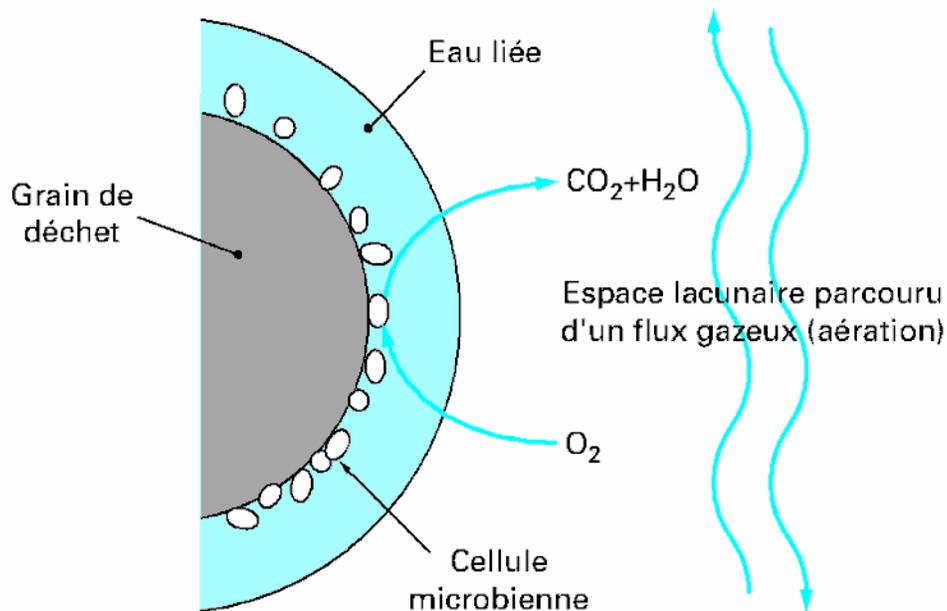


Figure I.1 : Schéma du processus de biodégradation aérobie d'un déchet organique granulaire lors du compostage [7].

c) L'incinération :

Elle consiste à porter une matière organique à haute température en présence d'oxygène pendant un temps suffisant pour qu'il y ait oxydation et minéralisation de cette matière organique. Ce mode de destruction des ordures ménagères est séduisant mais soulève beaucoup de difficultés pratiques, très généralisé dans les pays caractérisés par un fort développement industriel, il est appliqué à des ordures ayant un PCI élevé ($PCI > 7200 \text{ KJ/Kg}$) dûe à la présence d'une forte proportion de papiers cartons, plastiques, etc.... et une teneur en eau relativement faible ($Hu < 50\%$) [6].

I.7 Caractéristiques des déchets rejetés

Les déchets urbains sont caractérisés par la détermination d'un certain nombre de paramètres dont quatre sont essentiels au choix du mode de gestion de ces déchets [6].

La densité : la densité met en évidence la relation qui existe entre le poids des ordures ménagères et le volume qu'elles occupent, elle influe sur les moyens de traitement, de collecte et du choix du

site pour la mise en décharge ; le volume, qui est une composante de la densité a une influence capitale sur le choix du site.

Dans le cas de villes algériennes, la densité en poubelles est comprise entre 0.22 et 0.3 ; et s'élève à 0.35 lorsque les ordures sont entassées dans les véhicules traditionnels (benne basculant es, tracteurs agricoles...etc.), elle atteint 0.45 à 0.55 dans des bennes tasseuses, enfin elle retombe entre 0.28 et 0.32 après enfouissement en fosse.

Humidité : les déchets solides renferment une quantité d'eau qui varie considérablement suivant les saisons et les latitudes et aussi suivant les conditions sociales de s populations concernées, cette variabilité de la teneur en eau est généralement entre 25 et 60 %.

En Europe, le taux d'humidité tourne autour de 35% et 40 % avec un maximum en été et minimum en hiver, en milieu tropical, l'humidité est de 65%, en Algérie ce taux avoisine les 60%, il augmente pendant la période de récolte des fruits.

Selon une étude récente (EEC-EDIL) [4] sur les ordures ménagères de la ville d'Alger, le taux d'humidité est de 49%, l'eau a une influence sur le pouvoir calorifique des ordure s ménagères et la rapidité de décomposition des matières organiques qu'elles renferment.

Pouvoir Calorifique (PC) : On considère soit le pouvoir calorifique supérieur (PCS) qui prend en compte la chaleur de vaporisation de l'eau contenue dans les ordures ménagères, soit le pouvoir calorifique inférieur (PCI) qui ne tient pas compte de la chaleur de vaporisation de cette eau lors de la combustion.

La connaissance des deux paramètres qui sont l'humidité et le P CI est essentielle pour le choix du mode de traitement, incinération ou compostage. L'incinération n'est pas recommandable lor sque le PCI est inférieur à 7200 KJ/Kg, quand au compostage, il est possible pour un taux d'humidité compris entre 45% et 65% (Hu >50%) et il est pratiqué tant que l'h umidité est inférieur à 70%.

Le rapport carbone sur azote (C/N) : c'est un paramètre qui permet d'apprécier l'aptitude des déchets au compostage d'une part et la qualité du compost obtenu d'autre part .Un compost est valable à partir d'ordures ménagères ayant un rap port C/N ≤ 35 au départ. Le rapport C/N du compost obtenu de ces ordures au terme d'une fermentation aérobie bien con trôlée oscille entre 18 et 20 .Pour l'Algérie , le compost obtenu a un rapport C/N à 15 [6].

I.8 Types des décharges

Nous distinguons différents types de décharges [6] :

a) **La décharge brute** : est celle qui est admise ou tolérée en un lieu qui se trouve réservé à cet usage sur lequel les usagers viennent habituellement déposer leur déchets.

b) **La décharge sauvage** : est celle qui se crée en contravention des règlements, sur laquelle certains habitants viennent déposer leur déchets « à la sauvette » à moins que ce ne soit au vu et au su des autres habitants qui font de même.

c) **La décharge contrôlée** : diffère de la décharge brute ou sauvage en ceci :

- Elle est implantée sur un site approprié après autorisation de l'administration, cette autorisation n'étant accordée qu'après une étude approfondie de son impact sur l'environnement, et en particulier de tous les dangers de pollutions pouvant en résulter.
- Les déchets y sont mis en dépôt dans le respect des règlements administratifs en vigueur et suivant des techniques bien maîtrisées garantissant leur élimination hygiénique.
- Son exploitation s'effectue conformément à un plan fixé à l'avance et suivant lequel la réintégration du site dans son environnement naturel devra s'effectuer en fin de l'exploitation.

On distingue quatre types de décharges contrôlées [4] :

1- Décharge contrôlée traditionnelle : dans ce type de décharge, les déchets sont épanchés en couches successives d'épaisseur modérée (2m), elles doivent être nivelées et limitées par des talus réglés et peu inclinés afin d'éviter qu'elles ne soient découvertes par la pluie, le dépôt doit être suffisamment tassé pour éviter la formation de vide dans la masse de déchets.

Le dépôt sera couvert de matériau de couverture, d'une épaisseur de 10 à 30cm, le tassement des déchets s'opère lentement, il faudra compter 4 à 5 ans pour que le volume ait diminué de moitié, ce type de décharge est recommandé pour les zones rurales à cause des espaces disponibles et elle nécessite l'apport de quantité importante de matériaux de couverture.

2- Décharge contrôlée broyée : ce type d'exploitation consiste à fractionner les déchets à l'aide d'un broyeur à marteaux ou à couteau, ce broyeur assure une bonne homogénéisation des déchets. Les déchets broyés sont épanchés en couches minces de l'ordre de 50 cm de façon à obtenir une fermentation aérobie rapide.

La décharge de déchets broyés est une technique très valable, elle permet de tirer le meilleur profit des sites disponibles à cet usage, elle constitue une étape pour la réalisation d'une usine de compostage.

Toutefois, l'inconvénient de ce type de décharge est que l'investissement est élevé; il nécessite l'installation d'une unité de broyage et un personnel spécialisé.

3- La décharge contrôlée des déchets mise en balles ou en cubes : La mise en balles des ordures ménagères consiste à confectionner par compression des blocs en forme de cube de dimension standard qui sont faciles à transporter et à les entasser les uns sur les autres dans la décharge.

Cette opération permet de réduire le volume de déchets qui peuvent atteindre 20% du volume initial avec injection d'une quantité d'eau importante.

Pour les matériaux de couverture, il suffit d'étaler une couche de 10cm d'épaisseur tous les 03 mètres pour assurer le nivellement du terrain, supprimer les émissions d'odeurs et éviter la pollution des eaux.

L'inconvénient de ce type de décharge est que l'investissement est très élevé, il nécessite la construction d'une station de compression et un personnel qualifié.

4- La décharge contrôlée compactée : Dans ce type de décharge, l'épandage de déchets en couches minces (20-40cm) et leur compactage sont assurés par des engins spéciaux.

En effet, le degré de compactage des déchets rend la prolifération des mouches et des rougeurs difficile et réduit les risques d'incendies, ce compactage peut résulter aussi par la circulation des véhicules de collecte ou de transport des ordures sur le site même de la décharge.

Ce procédé est efficace dans le cas des zones urbaines en raison de l'accroissement incessant des tonnages, ainsi que la présence d'emballages abondants.

L'analyse comparative de toutes les méthodes a permis de choisir pour la décharge d'Oued Fayet l'exploitation en décharge contrôlée compactée.

Dans le tableau I.1 nous résumons les avantages et inconvénients des différents types de traitements des déchets urbains.

Tableau I.5 : Avantages et inconvénients des différents types de traitements [4]

Système de traitement	Contraintes et condition d'entretien	Avantages	Inconvénients
Décharge contrôlée traditionnelle	-Site convenable. -Nécessite une mise en œuvre soignée -Importante quantité de matériaux de couverture -Matériel adéquat (compacteur épandeur)	-Procédé de traitement autonome. -Grande souplesse d'adaptation. -Coût faible.	-Choix d'un site convenable. -Nécessité d'une exploitation rigoureuse. -Solution temporaire (capacité du site).
Décharge contrôlée compactée	-Site convenable. -Nécessite une exploitation rigoureuse. -Quantité de déchets minimum 60 T/j. -Matériel adéquat (compacteur-épandeur)	-Procédé de traitement autonome. -Grande souplesse d'adaptation. -Coût faible.	-Choix d'un site convenable. -Nécessité d'une exploitation rigoureuse. -Solution temporaire (capacité du site).
Décharge contrôlée broyée	-Site convenable. -Installation à l'amont d'une unité de broyage. -Matériel adéquat (compacteur-épandeur).	-Diminution des besoins en matériaux de couverture. -Facilité de roulage des véhicules de collecte sur la décharge. -Meilleur emploi du volume du site. -Peut constituer une étape intermédiaire avant la mise au point de compostage	-Choix d'un site convenable. -Nécessité d'une exploitation rigoureuse -Solution temporaire (capacité du site).
Décharge contrôlée par mise en balle	-Site convenable. -Installation à l'amont d'une presse qui -- permet de réaliser des balles de 1m ³ . -Matériel adéquat : engin à fourche.	-Diminution des besoins en matériaux de couverture. -La presse admet indifféremment les déchets solides. -Pas de fermentation, ni risque d'odeur. -Meilleur emploi du volume du site.	-Coût élevé. -Choix d'un site convenable. -Solution temporaire (capacité du site).

Tableau I.5 : Avantages et inconvénients des différents types de traitements (suite)[4]

Système de traitement	Contraintes et condition d'entretien	Avantages	Inconvénients
Compostage	-Existence d'un marché. -Quantité de déchets minimum 30T/j.	-Réduction plus de 50% des déchets -Surface inférieure à celle d'une décharge. -Triage automatique possible.	-Coût élevé à l'investissement. -Nécessite l'élimination des refus de traitement en décharge contrôlée. -Absence de souplesse d'adaptation aux quantités traitées.

<p style="text-align: center;">incinération</p>	<p>-Taux d'humidité faible (<50%). -Installation d'un incinérateur. -Quantité de déchet minimum 200T/J. -Personnel qualifié.</p>	<p>-Réduction importante du volume des déchets cendre. -Récupération d'énergie. -Espace d'exploitation réduit.</p>	<p>-Pollution atmosphérique.</p>
--------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------

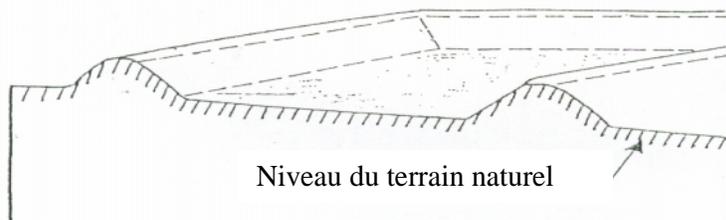
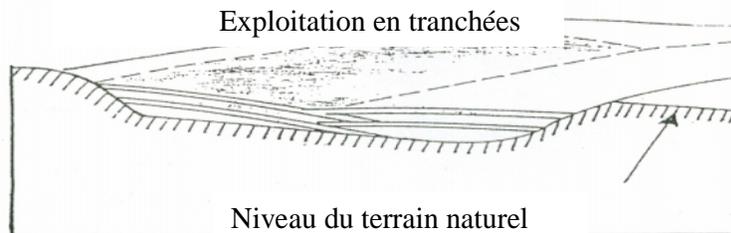
I.9 Les différents modes d'exploitation de la mise en décharge contrôlée

Les différents systèmes d'implantation et d'exploitation des décharges contrôlées diffèrent en fonction de la topographie des sites [6] :

a) Décharge en terrains plats : Le principe de base consiste à diviser l'espace disponible en un certain nombre de parcelles rectangulaires semblables que l'on délimite à l'aide d'un cordon ou digue formé de matériaux stériles pour constituer une série de compartiment ou casier ou alvéoles, un casier étant en cours de remplissage pendant la préparation du casier suivant.

On utilise alors une des deux méthodes suivantes (voir **figure I.2**) :

- La méthode des monticules (en digue) : consiste à élever sur le sol plat des digues de matériaux inertes délimitants les casiers, mais en laissant un accès pour l'entrée des véhicules de collecte et des engins.
- La méthode des tranchées : elle consiste à creuser dans le sol plat des tranchées de 3 à 5m de profondeur et une superficie de 7500m² par exemple, les dimensions pouvant varier suivant les quantités d'ordures ménagères à mettre en décharge. Les déblais sont utilisables comme matériaux de couverture, la terre végétale pouvant servir à la régénération du terrain après remplissage de la tranchée.



Exploitation en digue

Figure I.2 : Décharge sur terrains plats

b) Décharge en terrains accidentés :

- **Terrain en cuvette ou en dépression** : dans ce cas, on procède à l'enfouissement par couches successives légèrement inclinées que l'on recouvre de matériaux de couverture en procédant ainsi jusqu'au remplissage de la dépression.
- **Terrain avec relief** : si le terrain possède un relief, c'est à ses dépens que sera prélevé le matériau de couverture dont on recouvrira les couches successives et cela est un avantage, pas besoin de l'apporter de l'extérieur (voir **figure I.3**).

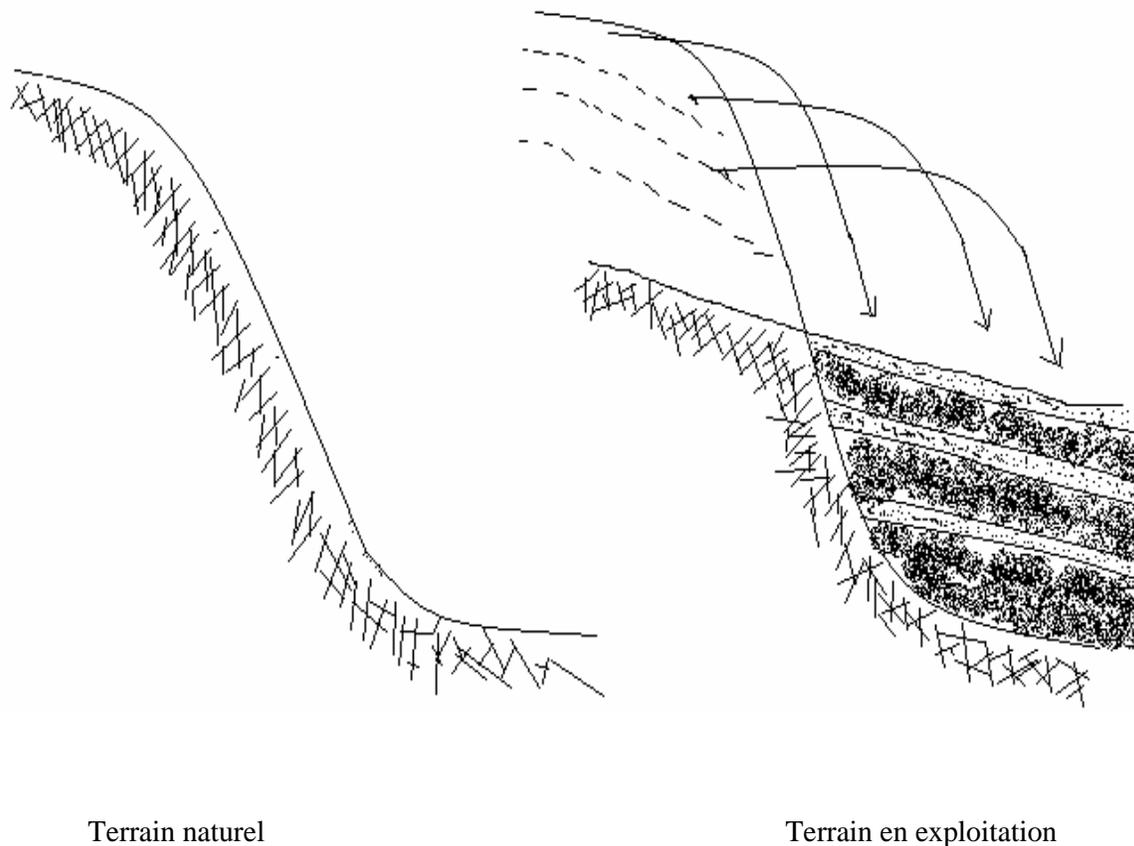


Figure I.3 : Décharge sur terrain en relief

I-10 Stratégie de traitement-élimination des déchets urbains :

Parmi ces différents modes de traitement-élimination, il est important de choisir le meilleur en tenant compte :

- Du coût du traitement.
- De son impact sur l'environnement.

Selon une étude établie par KITTELBERGER remise fin 1996, qui a porté sur une aire de 53 communes, pratiquement celles constituant l'actuelle Wilaya d'Alger (à l'exclusion des communes d'Ouled Chebel, Tessala el merdja et Sidi Moussa), ont abouti à la proposition de quatre stratégies [5] :

I-10-1. Stratégie 1 : Décharge contrôlée

Mise en décharge contrôlée de tous les déchets avec compactage mécanique sans aucun traitement préalable.

- 827.000 T/an à mettre en décharge.
- 90.000 T/an à recycler soit environs 10 % de la quantité totale des déchets [5].

I-10-2. Stratégie 2 : Incinération

Incinération de 827.000 T/an dont 248.000 T/an (refiom et autres déchets non admissibles à l'incinération) à mettre en décharge.

- 40.000 T/an de déchets toxiques à enfouir soit environs 5% de la quantité totale des déchets.
- 90.000 T/an à recycler soit environs 10% de la quantité totale des déchets.
- Le coût de cette solution par incinération est estimé à 1,3 milliards de \$ [5].

I-10-3. Stratégie 3 : Compostage-Décharge contrôlée

- Compostage de 240.000 T/an (soit environ 25% de la quantité totale des déchets) avec production de 120.000 T/an de compost.
- 587.000 T/an à mettre en décharge soit environ 65% de la quantité totale des déchets.
- 90.000 T/an à recycler soit environs 10% de la quantité totale de déchets [5].

I-10-4. Stratégie 4 : Incinération-Compostage-Décharge contrôlée

- **Compostage** de 240.000 T/an (environ 25% de la quantité totale des déchets).
- **Incinération** de 587.000 T/an (environ 65% de la quantité totale des déchets).
- **Mise en Décharge contrôlée** de 176.00 T/an (refiom et autres déchets non admissibles à l'incinération) soit environ 20% de la quantité totale des déchets.
- **Recyclage** 90.000 T/an soit environ 10% de la quantité totale des déchets [5].

I-10-5. Estimation des coûts :

Le Tableau représente le coût spécifique d'une tonne de déchets éliminés pour chaque stratégie.

Tableau I-6 : estimation du coût spécifique d'une tonne de déchets éliminés pour chaque stratégie

	Stratégie 1	Stratégie 2	Stratégie 3	Stratégie 4
Coût spécifique par tonne (DA)	1.381	20.802	1.708	15.494

Cette étude confirme donc celle réalisée par l'OMS en 1985 concluant que dans notre pays la décharge contrôlée était la mieux adaptée à la nature et à la composition de nos déchets, et surtout la technique la plus économique [5].

Chapitre II : Généralités sur les lixiviats de la décharge

Introduction

Les lixiviats de centre d'enfouissement technique (décharge de déchets ménagers et assimilés) sont de compositions diverses.

Selon les saisons, la pluviométrie, la nature des déchets, ils vont avoir des caractéristiques biologiques et chimiques sensiblement différentes.

Heureusement les volumes formés dans les décharges sont modestes. Pendant longtemps les lixiviats ont fait l'objet de traitements sommaires.

Dans le meilleur des cas, ils étaient recueillis et acheminés par camion vers une station d'épuration urbaine. Actuellement, avec les seuils de qualité de traitements exigés, des procédés plus poussés sont mis en place.

Ce chapitre a pour objectif de donner une vision assez générale du problème généré par les lixiviats de décharge.

II-1 Définition

Par lixiviat appelé aussi lessivat ou percolât ou familièrement jus de décharge, on désigne l'eau qui a percolé à travers les déchets en se chargeant bactériologiquement et surtout chimiquement en substances tant minérales qu'organiques. Sa composition et son volume sont difficiles à déterminer à priori, car les décharges constituent un réacteur complexe évoluant spontanément [8].

II-2 Mécanisme de formation

La formation des lixiviats met en jeu une grande variété de phénomènes.

- L'évolution du pH, du pouvoir tampon, de la salinité et du potentiel d'oxydo-réduction de la solution percolant à travers les déchets. Il en va de même de l'influence de la porosité de la partie solide et de son état de surface, sur la cinétique globale du phénomène.
- Au niveau biologique, des processus aérobie et anaérobie se superposent.

Les métabolites produits (acides aminés, acides gras volatils, aldéhydes, carbonates, bicarbonates, nitrates, ammoniums, sulfures...), réagissent avec les autres déchets pour induire des phénomènes de :

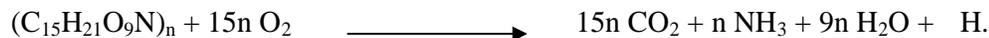
- Dissolution de minéraux en milieu acide.
- Stabilisation d'ions minéraux à l'état dissous par effet de complexation.
- Précipitation de sulfures et carbonates.

II-2-1 Aspect biologique

L'évolution de la partie organique des déchets mis en décharge est le résultat d'une évolution biologique. En général, la décomposition de la matière organique des déchets passe par trois phases de dégradation.

II-2-1-1 La fermentation aérobie

Les microorganismes aérobies présents dans les déchets amorcent la dégradation aérobie suivant la réaction :



Où $(C_{15}H_{21}O_9N)_n$ représente la formule globale de la matière putrescible des décharges.

La production d'eau métabolique après oxydation totale par voie aérobie atteint environ 330 litres par tonne de matière sèche. Mais cette quantité d'eau est facilement éliminée par évaporation dans la mesure où la température d'équilibre est de 40 à 60 °C et peut atteindre 70 °C.

Cette phase est souvent appelée thermophase pendant laquelle l'eau, riche en CO_2 , dissout les sels solubles tels que NaCl, qui sont présents dans les ordures.

II-2-1-2 La phase transitoire

Cette phase se caractérise par la faible présence d'oxygène et on assiste au premier stade de décomposition anaérobie.

En effet les microorganismes anaérobies facultatifs décomposent la matière organique. On assiste aussi à une énorme production de CO_2 et d'acides organiques (acides gras volatils).

Donc il y a abaissement du PH et augmentation de la demande chimique en oxygène (DCO).

II-2-1-3 La fermentation anaérobie

A ce stade la température diminue et la teneur en gaz carbonique en augmentant, favorise l'apparition de bactéries anaérobies strictes.

Cette phase présente l'avantage de produire du méthane (biogaz).

La teneur en CH_4 dans le gaz peut varier entre 40 et 60% en volume. La production du méthane peut durer plus d'une dizaine d'années.

En fonction des transformations effectuées par les différentes populations bactériennes anaérobies on peut considérer quatre étapes :

* L'hydrolyse de la matière organique

- * L'acidogénèse
- * L'acétogénèse
- * La méthanogénèse

La figure suivante illustre les diverses étapes de la dégradation anaérobie.

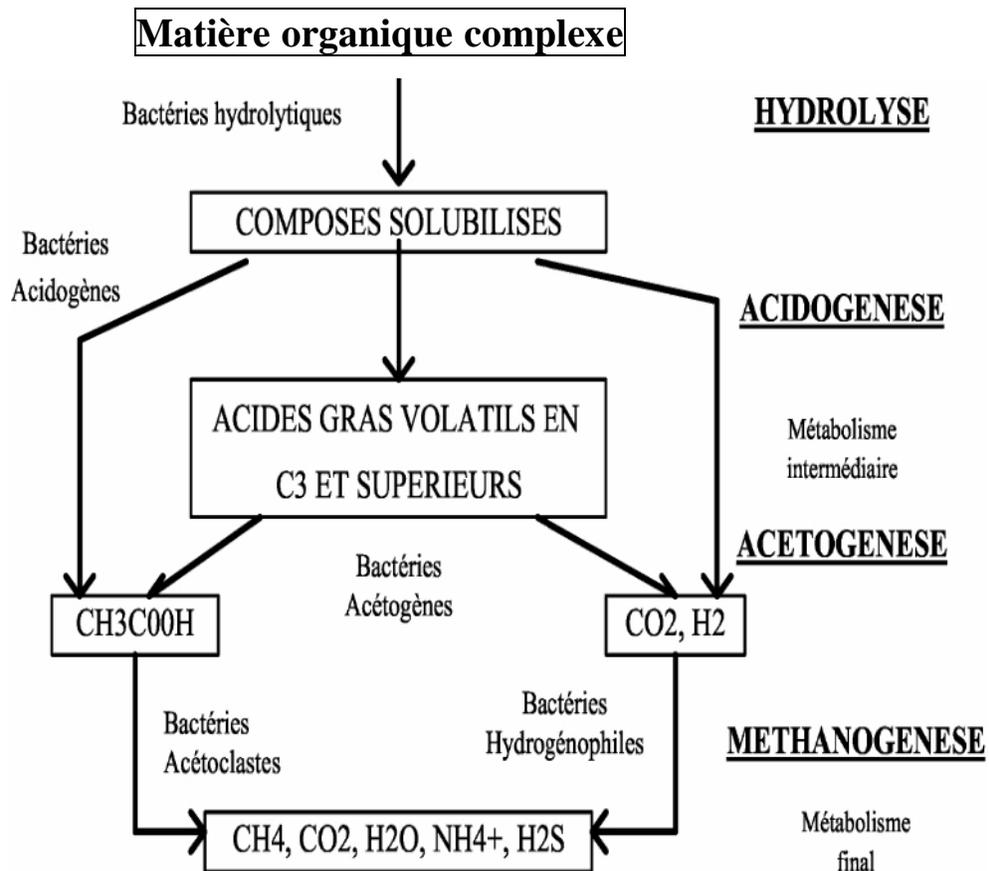


Figure II-1 : Les diverses étapes de la dégradation anaérobie [9].

a)-Phase d'hydrolyse

Au cours de cette phase les longues chaînes des matières organiques sont attaquées, notamment par divers enzymes produits par les bactéries elles mêmes. Le stade final sera un mélange de sucres simples, d'acides aminés ou gras solubilisés.

Cette phase se déroule en anaérobiose partielle.

b) Phase d'acidogénèse

D'autres bactéries transforment, les produits finaux de l'hydrolyse :

- * Soit directement en acide acétique et acétates avec formation de gaz carbonique et d'hydrogène.
- * Soit en alcools et acides simples de la série grasse, acides gras volatils (butyrique, propénoïque, formique).

c) Phase d'acétogénèse

Cette phase est le fait d'organismes anaérobies. Les acides gras et alcools formés au stade précédent sont transformés en acétates, gaz carbonique et hydrogène.

d) Phase méthanogénèse

Elle est strictement anaérobie. Au cours de laquelle l'acide acétique et le méthanol sont transformés en gaz carbonique et en méthane. Le biogaz ainsi formé, comprend entre 45% et 60% de méthane, entre 35% et 50% de gaz carbonique, le reste étant constitué d'azote, de gaz sulfhydriques et de divers acides plus ou moins volatils et plus ou moins soufrés.

Dans une décharge cela se traduit par cinq étapes successives :

- *Phase1 : Mise en place des déchets, remplissage des alvéoles.
- *Phase2 : Passage progressif en anaérobiose, chute du potentiel rédox, augmentation progressive de la charge organique.
- *Phase3 : Acidogénèse, chute du PH, complexation des espèces métalliques, charges organique très élevées.
- *Phase4 : Méthanogénèse, remontée progressive du PH, diminution de la charge organique, production importante de gaz.
- *Phase5 : Maturation finale, stabilisation du gaz.

II-2-2 Aspect physico chimique

Les lixiviats comprennent outre les résidus de l'activité bactérienne, un ensemble de substances qui peuvent réagir les uns avec les autres, l'étude de ces phénomènes dépend de :

- * La nature de déchets mis en décharge (difficile à connaître avec précision).
- * Le pH.
- * L'état de division des déchets.
- * L'état de surface des déchets.

*la vitesse de percolation des eaux.

II-3 Conditions influençant la biodégradation de la matière organique

II-3-1 Les nutriments

Les proportions réactives en carbone, azote et phosphore du milieu influent directement sur les processus de dégradation aérobie et anaérobie et donc sur la production du gaz.

Ainsi, si le rapport C/N est trop grand ($C/N > 35$), la décomposition est lente par déficience en azote, par contre, si le rapport C/N est faible ($C/N < 5$) l'azote est libéré sous forme d'ammoniac. Le pourcentage de méthane est élevé et la production de gaz est maximale si C/N est égal à environ 30 [10].

Une déficience du phosphore empêche le développement des bactéries et inhibe la fermentation [11]. Très peu de phosphore est retrouvé dans les lixiviats car il précipite facilement avec les ions métalliques multivalents, en formant des précipités stables et insolubles.

II-3-2 Le PH :

Le PH a un rôle important dans le développement des microorganismes et par conséquent, la production du biogaz. Ainsi une acidification poussée du milieu, peut inhiber complètement la phase acétogène, ce qui implique une grande activité des microorganismes intervenant dans la phase acidogène [12].

La tendance à l'acidification du milieu est due à la formation et l'accumulation en quantité importante d'acides gras volatils, lors de la phase acidogène. La figure II -2 montre l'influence de la concentration en acides gras volatils sur la variation du PH [13].

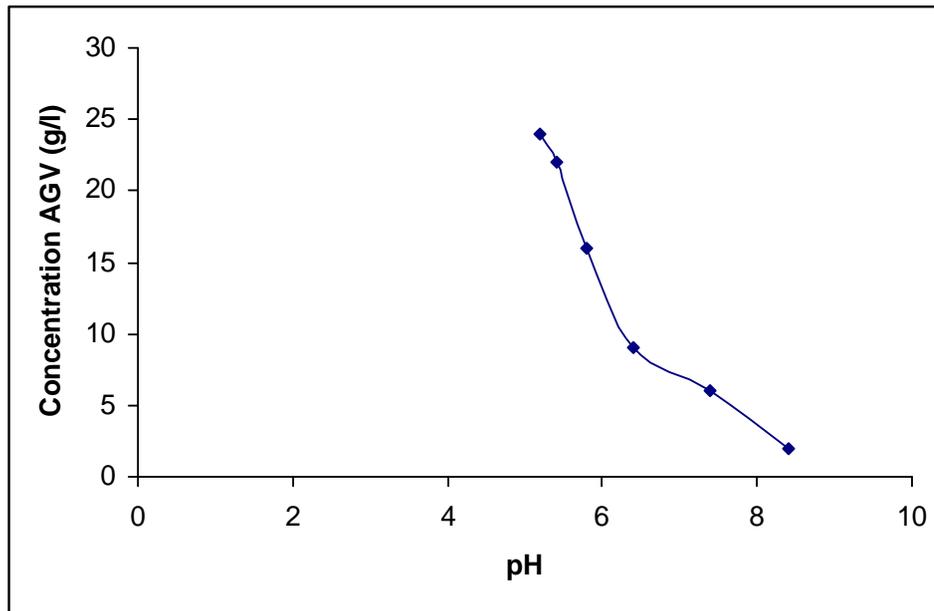


Figure II-2 : l'influence de la concentration en acides gras volatils sur la variation du pH.

II-3-3 Potentiel redox

Dans la décharge, l'accès de l'oxygène atmosphérique, diminue en fonction de la hauteur des déchets, donc il y a passage progressif d'un milieu aérobie et oxydant à un milieu toxique, puis au milieu strictement anaérobie et réducteur.

Les lixiviats de décharge représentent en général un milieu réducteur.

II-3-4 La température

L'activité enzymatique des bactéries dépend étroitement de la température. Ainsi au dessous de 5 °C, il y a presque un arrêt total de l'activité bactérienne, et au dessus de 65 °C les enzymes sont détruits par la chaleur [14].

En climat froid, l'activité biologique sera plus lente qu'en climat chaud.

II-3-5 L'humidité

Un taux d'humidité trop important conduit à une hydrolyse excessive des déchets, se traduisant par une accumulation trop importante d'acides gras volatils qui font baisser le PH et inhibent la méthanogénèse. Ces acides gras volatils restent alors dans le lixiviat et leur taux élevé peut atteindre une charge encore plus importante lorsque le contact entre l'eau et les déchets est intime et le temps de contact est long.

II-4 Les inhibiteurs

Ils entrent en action surtout dans la digestion anaérobie, leurs effets varient avec leurs concentrations, les principaux inhibiteurs sont :

II-4-1 Les alcalins et les alcalino-terreux

Ils sont souvent rencontrés au sein d'une décharge.

Le tableau ci-dessous montre l'échelle de toxicité de certains éléments

Tableau II-1 : Echelle de toxicité de certains éléments.

Ions (mg/l)	Stimulateur	Légèrement inhibiteur	Toxique
Na ⁺	100-200	3500-5500	8000
K ⁺	200-400	2500-4500	12000
Ca ⁺⁺	100-200	2500-4500	8000
Mg ⁺⁺	75-150	1000-1500	3000

II-4-2 Les métaux

En général les métaux lourds se trouvent, dans les décharges sous forme de composés insolubles ou peu solubles (hydroxydes, carbonates, sulfures, phosphates). Ainsi par exemple dans la zone où il y a réduction du Fe (III), on observe une diminution de réduction des sulfates de 86 à 100% qui s'accompagne aussi par la production du méthane ; chose qui s'explique par une limitation du substrat, car le potentiel de réduction des sulfates et production du méthane se trouvent emmagasinés dans un excès d'hydrogène et d'acétates qui en présence de Fe (I II), deviennent principales donneurs d'électrons pour sa réduction [15].

A l'échelle du laboratoire sur un digesteur anaérobie, on a obtenu une inhibition de 20% de la méthanogénèse, pour les teneurs suivantes [16] :

Ni²⁺ 200 mg/Kg de matière sèche.

Cd²⁺ 2200 mg/Kg de matière sèche.

Cu^{2+} 2700 mg/Kg de matière sèche.

Zn^{2+} 3400 mg/Kg de matière sèche.

II-4-3-Sulfures

Les sulfures résultent de la réduction des sulfates.

L'équilibre entre H_2S dans la phase gazeuse et H_2S libre en solution dépend de la loi de HENRY [17] :

H_2S en solution se comporte comme un acide faible et se dissocie comme suit :



A PH de neutralité et dans les conditions d'anaérobiose, seulement la dissociation H_2S est importante.

En présence de forte concentration en sulfate (> 5 g/l), il y a inhibition de la méthanogénèse à cause de leur toxicité (en forme de sels).

II-4-4 L'ammoniac

La teneur en azote total (azote ammoniacal et organique) doit être suffisamment importante pour assurer le métabolisme bactérien (C/N varie de 20 à 30). Le NH_3 produit lors de la dégradation de la matière organique en anaérobiose se trouve sous forme de NH_4^+ qui en très fortes concentrations devient un facteur limitant de la croissance bactérienne :

- * 50 - 200 mg/l : Effet bénéfique pour le développement.
- * 200 - 1000 mg/l : Effet indifférent.
- * 1500 - 3000 mg/l : Effet inhibiteur.
- * > 3000 mg/l : Effet toxique.

II-4-5 Les hydrocarbures chlorés

Le chloroforme est celui par lequel des faibles concentrations, arrivent à inhiber jusqu'à 20% la production du gaz.

II-5 Caractérisations des lixiviats

La difficulté d'avoir un échantillon représentatif des déchets, de la charge minérale et organique de ces solutions, fait en sorte que l'on obtient plutôt des ordres de grandeurs que des valeurs strictes.

Nous résumons les valeurs moyennes de certains paramètres physico-chimiques d'un lixiviat de décharge dans le tableau ci-dessous :

Tableau II-2 : Caractéristiques physico-chimiques moyennes d'un lixiviat moyen. [9]

pH	6,1	
DCO	5000 mg/l	Pollution organique
DBO ₅	2500 mg/l	
COT	1700 mg/l	
Na ⁺ , K ⁺ Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ Cl ⁻ , SO ₄ ⁻ P Total	3000 mg/l 2000 mg/l 5000 mg/l 700 mg/L	Pollution saline
Fe ⁺⁺ Mn ⁺⁺ Zn ⁺⁺ Autres métaux CO, Ni, Cu, Cr,Pb, As, Hg	900 mg/l 25 mg/l 10 mg/l < 10 mg/l	Pollution due aux métaux lourds
MES totales Couleurs Odeurs	500 mg/l Noir Fétide	Pollution environnementale

II-6 Evolution de la qualité des lixiviats au cours de temps

Normalement, les lixiviats au cours du temps, vont refléter l'évolution de la charge, cependant d'autres déchets sont ajoutés au fur et a mesure.

Les courbes ci-dessous donnent une bonne idée de l'allure générale de ces phénomènes.

Deux éléments sont à noter :

-Le rapport DBO₅/DCO, qui caractérise le caractère organique d'un milieu est supérieur à 0,5 pour les jeunes décharges et décroît jusqu'à 0,05 pour les anciennes.

-Si a la longue, la DBO₅ peut atteindre des valeurs presque nulles, il n'en est pas de même, de la DCO qui reste notable, de l'ordre de gramme par litre. [9]

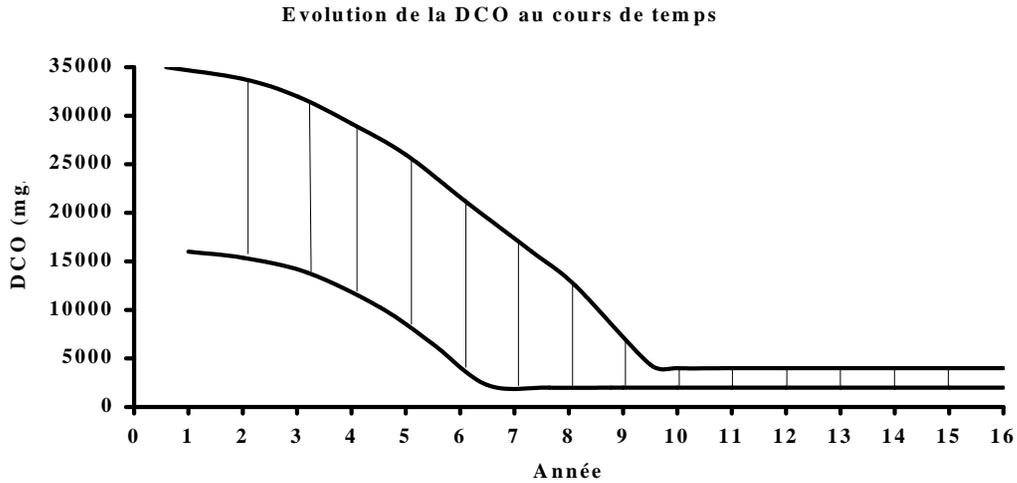


Figure II-3 : Evolution de la DCO au cours du temps.

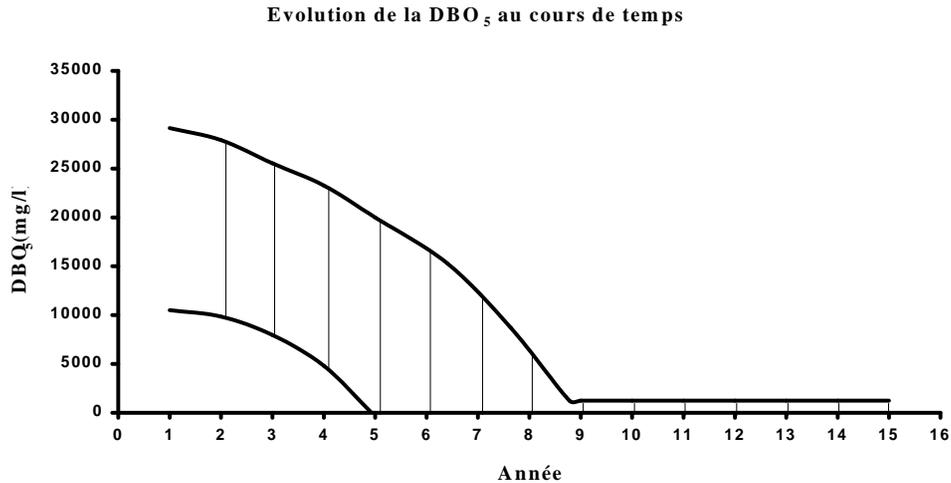


Figure II-4 : Evolution de la DBO₅ au cours du temps.

D'après N. MILLOT, les lixiviats sont classés en trois grandes familles [9] :

II-6-1 Les lixiviats jeunes

Qui présent :

- Une charge organique élevé (DCO > 20 g/l).
- Une biodégradabilité moyenne (DCO/ DBO₅ < 3).
- pH de l'ordre de 6.5.
- Une concentration en acide carboxylique importante qui représente plus de 80% de la charge organique.
- Une teneur en métaux élevé (jusqu'à 2 g/l)

- Forte concentration en AGV dans les charges organiques et relativement faibles des composés de haut poids moléculaire.

II-6-3 Les lixiviats intermédiaires

Au cours du temps la composition des percolats évolue de celle typique des lixiviats jeunes vers celles des lixiviats stabilisés. Ils présentent notamment :

- Une charge organique avec DCO comprise entre 3 et 15 g/l.
- Une biodégradabilité assez faible (DCO/ DBO₅ ~ 5).
- Un PH voisin de la neutralité.
- Une concentration en acide carboxylique, représentant 20 à 30% de la charge organique.

II-6-2 Les lixiviats stabilisés

Qui présentent :

- Une charge organique assez faible (DCO < 2 g/l).
- Une biodégradabilité très faible (DCO/ DBO₅ > 10).
- Une absence d'acides carboxylique.
- Un PH légèrement > 7.5.
- Une teneur en métaux faible.
- Forte concentration en composés de poids moléculaire élevé.

II-7 Formation du biogaz [8]

Une tonne d'ordures ménagères contient généralement 150 à 250 Kg de matières organiques.

Ces substances sont biodégradables. Sous l'effet de microorganismes agissant en milieu anaérobie, elles sont décomposées en quatre phases successives et transformées en gaz de décharge. Ce processus varie d'une décharge à l'autre, il est influencé par différents facteurs tels que : nature et composition des déchets, degré de compactage des ordures, taux d'humidité des ordures, couverture de la décharge ; en bref, des facteurs qui ont une influence directe sur la qualité de vie des microorganismes générateurs de méthane.

Si le gaz de décharge est aspiré régulièrement et sous contrôle, il atteint, après réglage du système de captage, les valeurs moyennes suivantes :

- CH₄ : 40 à 50% en volume ;
- CO₂ : 35 à 45% en volume ;

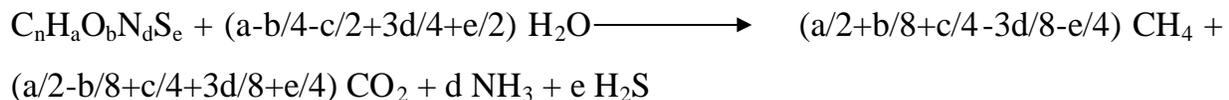
- N₂ : 5 à 15% en volume ;
- O₂ : 0 à 3% en volume ;
- Vapeur d'eau : saturé.

Le biogaz contient également des composés traces, qui représentent 1% en volume (mercaptans, alcools, composés aromatiques aldéhydes, cétones, esters...). Ils peuvent soit être générés pendant le processus de biodégradation (composés sulfurés, composés de l'oxygène, hydrocarbures), soit résulter d'un apport initial des déchets (hydrocarbures aromatiques, hydrocarbures halogénés).

II-7-1 Evaluation de la production de biogaz d'un centre de stockage de déchets ménagers

L'approche stoechiométrique consiste à considérer la composition élémentaire des différents constituants des déchets, les produits finaux de la réaction globale étant principalement le méthane et le dioxyde de carbone. Cette approche a été employée dans de nombreux cas.

La quantité théorique de méthane produite par la dégradation supposée complète de chaque constituant est résumée par l'équation générale :



Une partie du carbone est convertie en biomasse. Cette fraction ne dépasserait pas 4% en masse et peut être donc négligée.

II-7-2 Elimination du biogaz

II-7-2-1 Combustion

Compte tenu de la composition du biogaz, le processus de combustion par torchère doit répondre à trois niveaux de performances :

- Réaliser un bon mélange : il faut que le méthane se mélange à l'oxygène de l'air de combustion dans les bons rapports.
- Avoir une température de combustion suffisamment élevée pour le brûlage complet des hydrocarbures halogénés. Une température minimale de 900 °C est couramment admise.
- Permettre une durée de brûlage suffisamment longue pour réaliser la conversion totale des hydrocarbures halogénés.

Il existe deux types de torchères : les torchères ouvertes et les torchères fermées munies d'une chambre de combustion :

Pour la torchère ouverte, la flamme est visible de l'extérieur et le bon déroulement de la combustion est constaté par l'inspection visuelle de cette flamme. Des points jaunes dans la flamme indiquent une combustion insuffisante.

Pour la torchère fermée, la combustion s'effectue dans une chambre de combustion, la flamme n'est pas visible de l'extérieur. La quantité de la combustion se mesure par le taux de monoxyde de carbone dans le gaz de combustion. Les avantages d'une torchère fermée par rapport à une torchère ouverte sont :

- La température de combustion est plus élevée et la durée de brûlage plus longue, la combustion est donc meilleure.
- Les torchères fermées ne causent pas de nuisances visuelles la nuit.
- Les émissions peuvent être mesurées.

II-7-2-2 Valorisation

Le biogaz, de par son contenu en méthane, est un gaz énergétique. Différents types de valorisation sont envisageables :

- La production d'électricité autonome : elle n'est valable que si le site a de gros besoins en d'électricité.
- La revente d'électricité.
- La purification du gaz en vue de l'utilisation comme carburant.
- La production de chaleur.
- La cogénération (production de chaleur et d'électricité).
- La vente du gaz (en vue d'une de ces utilisations).

Conclusion

Les lixiviats représentent une grande part de la pollution liée à une décharge. Contrairement au biogaz, qui aisément dispersé dans l'atmosphère, les lixiviats, de part leur nature liquide, est une source concentrée de polluants.

Le plus grand risque lié à la production de lixiviat est la contamination de la nappe phréatique. Cela aurait pour conséquence de polluer les puits d'eau de consommation et donc de priver la population d'un élément vital à sa survie. Dans le même ordre d'idée, il est nécessaire de ne pas utiliser les lixiviats comme eau de consommation.

En cas de consommation d'eau polluée par les lixiviats, les risques encourus sont de graves intoxications pouvant entraîner des maladies irréversibles et la mort. Signalons également que la pollution des réserves d'eau potable par des micro-organismes pathogènes peut provoquer des épidémies.

Au-delà de ces considérations, les lixiviats doivent être traités comme des substances extrêmement dangereuses. Il est nécessaire d'en organiser la collecte et le traitement afin de limiter au maximum les conséquences sur l'environnement et la santé.

Chapitre III : Traitement de Lixiviats

Introduction

De toutes les nuisances engendrées éventuellement par les décharges, il est certain que celles qui proviennent des lixiviats doivent retenir l'attention la plus grande car elles peuvent avoir des conséquences sérieuses à long terme. Or ce traitement est difficile car les lixiviats :

- Peuvent avoir une pollution en partie organique et en partie minérale.
- Ont des caractéristiques très différentes d'une décharge à l'autre et au cours du temps.

D'autre part, les exigences concernant les rejets ne sont pas les mêmes lorsqu'il s'agit d'une petite rivière, d'un grand fleuve ou d'un réseau d'assainissement. Tous ces éléments doivent être examinés cas par cas et dans leur ensemble, c'est à dire qu'on ne peut avancer de solution unique.

III-1 Traitements biologiques :

Ils sont sans doute les plus simples à mettre en œuvre et les plus économiques quand à leur coût d'exploitation. Ils peuvent être soit aérobies, soit anaérobies.

Les traitements biologiques aérobies sont de plusieurs types [7] :

- **Lagunage naturel** : il s'agit d'un procédé rustique qui fait appel à une épuration naturelle des effluents. Elle se caractérise par une succession de lagunes de surfaces importantes et par une élimination de l'ammoniacal par nitrification (transformation de l'azote ammoniacal en nitrates en 60 à 70 jours) [18].
- **Lagunage aéré** : il est composé de deux lagunes. D'une part, une lagune d'aération qui permet d'éliminer la charge biodégradable carbonée et azotée. L'insufflation d'air permet d'y apporter de l'oxygène dissous. La nitrification y est souvent le facteur limitant, d'où un temps de séjour de 30 à 50 jours. D'autre part, une seconde lagune permet la décantation des particules en suspension. Cette lagune favorise le développement des bactéries anaérobies, responsables de la dénitrification (transformation des nitrates en azote gazeux). Il est conseillé d'y injecter des nutriments car l'eau épurée ne possède plus assez de matière organique indispensable aux micro-organismes. Le lagunage aéré est le procédé le plus répandu [18].

- **Les boues activées** : technique comportant en principe un ouvrage de séparation des boues. On prévoit des concentrations en boues de l'ordre de 3 à 4 g/l et des temps de séjours assez courts de 6 à 15 h. les boues séparées dans le clarificateur sont recyclés.
- **Les procédés à cultures fixées** (lits bactériens, filtres biologiques) : les quelques installations existantes (principalement en Grande-Bretagne) ont souvent des problèmes de colmatage dû à la précipitation des hydroxydes métalliques.

Les traitements biologiques anaérobies sont deux types :

- **Le lagunage anaérobie** : caractérisé par des temps de séjours très longs (> 50 jours).
- **La digestion anaérobie** : généralement en digesteurs chauffés (autour de 35°C) remplis ou non de matériaux supports.

Les traitements anaérobies entraînent une production de méthane et peuvent aussi provoquer quelques nuisances olfactives (production d'H₂S par réduction du soufre)

Les traitements biologiques permettent d'obtenir des rendements épuratoires importants sur les lixiviats jeunes contenant une majorité d'AGV (abattement de plus de 90 % sur la DCO ou la DBO₅). Les rendements sont moins importants (40 à 60 %) sur les percolats plus stabilisés et très faibles (< 10 %) sur lixiviats complètement stabilisés.

Généralement les traitements biologiques, qu'ils soient aérobie ou anaérobies, donnent des résultats comparables quand à l'élimination de la charge organique carbonée (avec toutefois un léger avantage pour l'aération prolongée). La différence principale concerne l'élimination de l'azote organique, qui est éliminé à plus de 95 % en traitement aérobie et seulement à 15 % ou 20 % en digestion anaérobie mésophile. L'épuration anaérobie présente toutefois un double avantage :

Permettre une production moindre de boues en excès: 0.20kg MVS/kg COT contre 0.45 kg MVS/kg COT pour l'aération prolongée.

D'autre part de produire un gaz riche en méthane (65 à 70 % de CH₄) en quantité importante (environ 0,8 à 1 m³ de méthane par kg COT éliminé), gaz qui peut être récupéré.

III-2 Traitements physico-chimiques

Les traitements physico-chimiques constituent généralement un complément indispensable aux traitements biologiques. Ceux-ci permettent d'éliminer la pollution carbonée résiduelle non biodégradable: DCO dure, de piéger les métaux et de retenir les sels dissous (l'électrolyse, l'osmose inverse, l'échange d'ions, coagulation-floculation) [17].

Les principaux traitements sont l'oxydation par l'ozone, l'osmose inverse et l'évaporation-oxydation. Toutefois, la précipitation, la coagulation-floculation et l'adsorption restent des techniques employées.

- **Oxydation par l'ozone** : l'ozone, oxydant puissant, détruit les molécules organiques réfractaires, suivant sa concentration et rend biodégradable une partie de la pollution. Il est en général associé aux ultraviolets, au peroxyde d'hydrogène ou à d'autres catalyseurs [18].

- **La précipitation chimique** (généralement avec de la chaux) : son objectif principale est d'entraîner par précipitation une élimination des métaux sous forme d'hydroxydes métalliques.

Les métaux concernés sont : Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn et Zn [17].

La précipitation se fait suivant la réaction suivante :



L'action de la chaux sur les lixiviats se traduit par [19] :

- Une production de boues,
- Une réduction de la charge organique soluble,
- Un dégagement d'ammoniaque,
- Une atténuation significative de la couleur et de la turbidité.

Dans le cas où la précipitation chimique n'est qu'un prétraitement pour éliminer les métaux avant une épuration biologique, il faudra neutraliser l'effluent avant l'étape biologique.

- **La coagulation floculation** : son action est double. En effet, elle permet à la fois l'élimination des matières en suspension colloïdales et aussi d'une partie de la matière organique par adsorption sur le floc. Ce traitement se décompose en 3 étapes successives :
 - La coagulation proprement dite qui consiste à déstabiliser les particules par actions de réactifs chimiques (sels de fer ou d'aluminium) sous une agitation vive.
 - La floculation, sous agitation lente qui entraîne une agglomération des colloïdes « électriquement neutralisés » en floes.
 - Une décantation afin de séparer les floes et le surnageant clair.

L'efficacité de la coagulation-floculation dépend de la nature du lixiviat à traiter ; elle sera assez faible de l'ordre de 10 à 20 % sur des lixiviats « jeunes » fortement biodégradables et de l'ordre de 70 % sur des percolats stabilisés. La coagulation -floculation entraîne parallèlement une décoloration du lixiviat et aussi une production de boues.

Ce traitement permet un abaissement maximal de la DCO de 40 à 50 %, mais augmente la concentration dans l'eau traitée en chlorures, fer, ou aluminium, selon le sel utilisé pour la coagulation. Il est par ailleurs producteur de boues (20 % de volume traité environ), et génère une coloration sensible (chlorure ferrique) [19].

- **Evaporation-oxydation chimique** : cette technique de traitement présente un avantage important: elle permet d'utiliser l'énergie fournie par le biogaz pour traiter les lixiviats. Le principe de cette technique est d'utiliser la chaleur dégagée lors de la combustion du biogaz pour évaporer les lixiviats. Les fumées dégagées par l'évaporation et chargées de substances polluantes alors recueillies et oxydées dans la torchère. Le résidu obtenu peut atteindre un taux de matières sèches de 80 % et est éliminé sur le site [18].

- **Filtration sur charbon actif** : ce procédé est basé sur l'adsorption par le charbon actif de la pollution organique, il est l'adsorbant le plus utilisé, il n'a d'action ni sur l'azote minéral, ni sur les métaux lourds, ni sur les sels [20] ; son efficacité se mesure par sa capacité d'adsorption : masse de polluant adsorbé par unité de masse de charbon actif. La capacité d'adsorption d'un charbon est fonction de sa porosité, des pores actifs qu'il contient et aussi de la nature des produits à adsorber. Le charbon actif est un produit relativement cher, il sera donc réservé à des traitements de finition [19].

- **Bio-réacteur à membranes (BRM)** : c'est une technique de pointe qui associe étroitement un réacteur biologique à des membranes de microfiltration ou d'ultrafiltration. Les membranes ont un rôle de barrière physique absolu et remplace le clarificateur dans la chaîne de traitement classique [20].

Les points forts du BRM sont les suivants:

- Dissociation et gestion parfaite du temps de séjour hydraulique et de l'âge de la boue,
- Possibilité de travailler avec des concentrations importantes en biomasse dans le bioréacteur assurant des rendements accrus et une compacité des ouvrages,
- Haut niveau d'automatisation assurant une fiabilité et une facilité de fonctionnement,
- Qualité de l'eau traitée constante quelle que soient les variations de la ressource.

- **Osmose inverse** : largement utilisée pour la désalinisation de l'eau de mer, la technique de l'osmose inverse prend naturellement sa place dans le traitement des lixiviats. Ce procédé peut être placé après un traitement type BRM pour satisfaire à des normes sévères de qualité d'eau traitée.

L'osmose inverse ou hyperfiltration, permet la rétention de petites molécules organiques, minérales ainsi que la plupart des sels. Les pressions appliquées pour cette filtration sont de l'ordre de 30 à 80 bars, selon la concentration en sels de l'effluent.

Un traitement finale doit être appliqué au concentrât (de 10 à 30 % en volume, selon la pression et la teneur en sels), par voie physico-chimique, incinération, ou incorporation à un procédé d'inertage [20].

Le tableau ci-après résume tous les procédés de traitement des lixiviats ainsi que leurs avantages et inconvénients.

Tableau III-1 : Avantages et inconvénients des différents procédés [7].

	Procédés	Avantages	Inconvénients	Sous-produits
Procédés biologiques	Lagunage aéré	Élimination de la DBO ₅ et de l'azote.	Dénitrification difficile, encombrement important.	Boues biologiques en excès.
	Boues activées	Élimination de la DBO ₅ et de l'azote global.	Consommation énergétique pour l'apport de l'oxygène.	Boues biologiques en excès.
	Bioréacteur à membranes	Élimination de la DBO ₅ , azote, DCO résiduelle, MES, bactéries, virus. Faible encombrement.	Consommation énergétique.	Boues biologiques en excès.
	Cultures fixée	Élimination 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 de boues d'hydroxydes métalliques.	Boues
	Filtration sur charbon actif	Élimination de la DCO résiduelle, réduction des organo-halogénés et de la couleur.	Renouvellement des absorbeurs.	
	Ozonation (H₂O₂ ET/OU UV)	Élimination de la DCO, décoloration et augmentation du caractère biodégradable.	Sensibles aux variations de charges. Consommation énergétique.	
Procédés thermiques	Évaporateur	Concentration maximale de la pollution. Utilisation de biogaz.	Dissipation partielle à l'atmosphère. Dépend de la qualité et de la quantité du biogaz.	Concentrat
	Évapocondensateur	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	Élimination de la charge polluante du lixiviat. Utilisation du biogaz.	Consommation énergétique.	Extrait sec pulvérulent.
Procédés membranaires	Nanofiltration	Rétention de la DCO dure, des sels et des métaux.	Coût parfois très élevé. Dépendance à un « tiers traiteur ».	Rétentats de nanofiltration.
	Osmose inverse	Rétention de la DCO dure, des sels, des métaux et des nitrates.		Rétentats d'osmose (saumures).
Autre	Traitement en station d'épuration externe	Pas d'investissement sur site.		

III-3 Rejets en station d'épuration urbaine

Le traitement des lixiviats dans une station d'épuration urbaine peut également être envisagé. Le transport de ces derniers s'effectue alors le plus souvent par citernes. On peut également les rejeter directement dans le réseau, après avoir effectué dans certains cas un prétraitement. Remarquons que lorsque les lixiviats sont pris en charge par une station d'épuration urbaine, ceux-ci ne représentent qu'une faible charge supplémentaire de pollution azotée et carbonée pour la station [18].

En cas de rejet de ces effluents dans le milieu aquatique, les effluents doivent respecter les valeurs limites suivantes :

Tableau III-2 : Valeurs limites des lixiviats avant leur rejet dans le milieu naturel [7,19].

Paramètres	Valeurs limites
Température	30
PH	6,5 – 8,5
DCO (mg/l)	120
DBO ₅ (mg/l)	35
MES (mg/l)	35
Azote global (mg/l)	30
Azote ammoniacal (mg/l)	20
Phosphore total (mg/l)	10
Pb (mg/l)	0.5
Cr (mg/l)	0,5
Cd (mg/l)	0.2
Hg (mg/l)	0,01
Cu (mg/l)	0.5
Fe (mg/l)	3
Métaux totaux (mg/l) Pb,Cu,Cr,Ni,Zn,Mn,Sn,Cd,Hg,Fe,Al	15

III-4 Choix de la filière de traitement :

Il existe de nombreuses techniques de traitement applicables aux lixiviats de décharge, mais chacune d'elles est adaptée à un type de percolat.

Plusieurs études ont confirmées que:

- les différentes techniques épuratoires sont complémentaires et ont des efficacités spécifiques;
- la mise au point d'une méthodologie de diagnostic permet de définir la ligne de traitement la mieux adaptée pour un lixiviat donné et de prévoir l'efficacité spécifique de chacune des étapes du traitement.

Cette méthodologie a été appliquée à une trentaine de lixiviats différents. La synthèse des résultats confirme la classification des percolats en trois familles principales (voir tableau III.3) pour lesquelles a été définie une filière de traitement [19].

Tableau III-3 : Classification des lixiviats [19].

I	II	III
<p>PH < 6,5 Charge organique élevée dont 70 à 90 % dus aux AGV</p> <p>DBO/DCO > 0,3</p> <p>CPG</p> <ul style="list-style-type: none"> • pic d'exclusion peu important • pic des AGV prépondérant <p>Traitement proposé (prétraitement) aération prolongée coagulation-floculation</p>	<p>6,5 < PH < 7,5 charge organique peu élevée dont 10 à 30 % dus aux AGV</p> <p>0,3 > DBO/DCO > 0,1</p> <p>CPG</p> <ul style="list-style-type: none"> • pic d'exclusion = pic AGV <p>Traitement proposé (prétraitement) aération prolongée coagulation -floculation</p>	<p>PH > 7,5 Pas d'AGV</p> <p>DBO/DCO < 0,1</p> <p>CPG</p> <ul style="list-style-type: none"> • pic d'exclusion prépondérant • pas de pic d'AGV <p>Traitement proposé coagulation-floculation</p> <p>traitement de finition charbon actif</p>

Chapitre IV : Impact des lixiviats sur l'environnement

Introduction [21] :

L'étude d'impact c'est une étude scientifique et technique qui doit permettre d'estimer les conséquences probables des modifications apportées aux milieux physiques et humains lors de la réalisation d'un ouvrage, d'aménagement de travaux importants. Elle aide à mettre en évidence la gravité des risques conçus par l'air, l'eau, le sol, la flore, faune ainsi que le paysage et la population. Elle doit envisager ou proposer des solutions pour minimiser certains effets prévisibles.

C'est un outil de prévention qui doit empêcher la pollution de l'environnement par des mesures appropriées dites préventives avant la réalisation d'un projet.

L'étude d'impact dresse un état initial de l'espace à aménager puis analyse les risques par rapport à l'aménagement ou l'usage prévu. Elle propose aux aménageurs et aux utilisateurs des conseils et des mesures de conservations ou compensation.

IV-1 Impact sur les eaux souterraines et de surface [22] :

La détérioration de la qualité des ressources en eau constitue une menace aussi importante que celle liée à l'accentuation du déficit hydrique: les eaux de surfaces sont menacées du phénomène d'eutrophisation ; les cours d'eau demeurent à leur tour le réceptacle de rejets polluants de nature diverses ; les eaux souterraines, autrefois de bonne qualité, se trouvent actuellement menacées par diverses sources de pollution ponctuelle.

La percolation de lixiviat des déchets constitue, une source ou un vecteur de pollution des ressources en eau souterraines par infiltration, et superficielle par ruissellement pluvial.

IV-2 Impact sur le sol [23] :

La quantité de polluants qui peut atteindre la nappe phréatique dépend de la quantité de contaminants s'échappant de la décharge, et également du comportement des substances organiques ou minérales à travers des lentilles sableuses et de l'argile.

Des essais en laboratoire ont montrés que dans les argiles, l'absorption est importante, cela signifie qu'une quantité considérable de substances chimiques peut se fixer sur la matrice poreuse du sol.

A titre d'exemple: Les éléments Ca, Mg, Pb sont les plus retenus par la phase solide. L'infiltration d'un liquide ne dépend pas seulement de type de sol mais dépend aussi de type de liquides et les éléments chimiques qu'il contient, les résultats d'essais d'infiltration dans l'argile du Gault ont

montré que les paramètres de transport sont influencés par le type de liquide infiltré, les valeurs de la diffusivité et la conductivité hydrauliques dans la colonne où s'infiltré le lixiviat sont supérieures aux celles mesurées dans la colonne où s'infiltré l'eau.

L'impact des lixiviats sur le sol se traduit par la réduction du temps de transit (le lixiviat traverse plus rapidement les couches du sol) et de la teneur en eau d'équilibre (la quantité d'eau que le sol peut retenir).

L'étude de la diffusion du soluté montre que la migration des ions se fait dans les deux directions, du lixiviat vers le sol qui lui provoque une pollution et du sol vers lixiviat qui provoque un appauvrissement en ions, la migration étant liée à la capacité d'échange d'ions.

IV-3 Impact sur la flore [24] :

La végétation environnante pourrait être altérée par les émissions de biogaz (CH_4 , CO_2), notons que la flore c'est la plus sensible aux émissions atmosphériques.

IV-4 Impact sur l'air :

Les biogaz proviennent de la décomposition anaérobie des matières organiques par divers micro-organismes, cette décomposition forme diverses substances organiques volatiles, principalement du méthane (CH_4) et dioxyde de carbone (CO_2).

Le déplacement du biogaz dans le sol est également un phénomène complexe, le méthane contenu dans les biogaz étant plus léger que l'air, il a naturellement tendance à migrer verticalement vers la surface du sol et se dissiper dans l'atmosphère.

Ces biogaz peuvent s'accumuler dans des endroits clos, suite à une migration latérale ou sur le site et entraînent des explosions et des incendies.

IV-5 Impact sur la santé humaine :

Le lixiviat peut migrer dans les eaux souterraines et de surface créant un panache de contamination. Le danger survient lorsque ce lixiviat entre en contact ou absorbé en quantité significative par des individus d'une population exposée, comme le cas des métaux toxiques contenus dans les déchets peut diffuser par lixiviation dans les sols puis dans les eaux souterraines. Le métal également peut être absorbé par les plantes entrant par ce canal dans la chaîne alimentaire des composés cancérigènes tels que le benzène et les chlorures de polyvinyle

Peuvent être également présent dans un cas comme dans l'autre, les risques sanitaires peuvent être grave.

IV-6 Impact des interférences sur les particules argileuses [25] :

IV-6-1 Au niveau macroscopique :

Il peut y avoir altération des argiles au cours du temps lié à la solubilisation de la silice par des solvants acides ou basiques provoquant par exemple des microfissures.

IV-6-2 Au niveau microscopique :

Il peut se produire une évolution de la perméabilité des argiles.

En effet deux phénomènes sont susceptibles de se produire :

* Diminution du coefficient de perméabilité qui s'expliquerait par une décroissance de la taille des pores, due au gonflement des particules argileuses entraînant un retard de la transmission des fluides.

* Augmentation du coefficient de perméabilité due d'une part à une contraction des particules argileuses lorsque l'eau interfeuillet est chassée en créant des minicanaux par lesquels les fluides s'écoulent plus rapidement et d'autre part à un agrandissement de la taille des pores de la matrice qui peut être constaté après passage continu de solutions plus ou moins corrosives.

IV-7 Influence de l'interaction entre le sol et les espèces inorganiques sur la composition finale du lixiviat :

L'interaction entre le sol et les espèces inorganiques influent largement dans la composition finale du lixiviat.

IV-7-1 Comportement des ions :

La nature des ions se trouvant dans le lixiviat est très importante ainsi plus la charge est grande plus l'ion est absorbé (par exemple Al^{3+} est plus absorbé que Mg^{2+} et Mg^{2+} plus que Na^+). D'autres part les ions de même valeur sont d'autant mieux absorbés que leur rayon est grand (K^+ est plus absorbé que Na^+ , Ca^{2+} , Br^- que Cl^-).

Ainsi la diminution de la concentration des métaux alcalins est provoquée par l'échange cationique de ces éléments avec l'argile et plus particulièrement avec la montmorillonite de calcium.

IV-7-2 Comportement des métaux lourds :

Le comportement des métaux lourds est plus complexe que celui des ions.

En effet, la mobilité des métaux lourds dans les sols argileux est fonction, du pH de la solution dont dépendent les phénomènes de précipitation, de la force ionique de la solution qui entraîne ou non une compétition entre les différents cations et de la capacité d'échange cationique du matériau argileux. Ainsi l'atténuation de ces cations a lieu sous forme d'échange d'ion et d'adsorption.

CAMBELL et COLL ayant travaillé sur l'atténuation des polluants sur les argiles ont résumé dans le tableau suivant l'évolution des principaux métaux.

Tableau IV-1 : l'évolution des principaux métaux[25].

	Cuivre (Cu)	Zinc (Zn)	Cadmium (Cd)
Conditions d'adsorption maximum	PH = 6 Par le sol le plus acide et argileux	6.3 < PH < 7.1 Pour le sol le plus acide est argileux	4 < PH < 5 Forte mobilité dans les sols acides et argileux la compétition est plus marquée pour Cd avec Al et Mn.
Influences des autres cations sur l'adsorption de l'ion.	PH < 5 Pas d'influence du Zn et du Cd pH = 8 diminution de l'adsorption du Cu en présence de Zn et Cd	A bas PH Cu et Cd diminue l'adsorption du Zn.	Adsorption plus faible en présence de Cu et Zn.
<p>Le Cu s'adsorbe préférentiellement et sa présence inhibe l'adsorption du Zn et Cd. Diminution générale de l'adsorption a pH > 7 parallèlement, formation de complexe organométalliques stables, plus facilement en présence de Ca (CH₂) que de NaOH qui disperse plus aisément la matrice organique.</p>			

A priori, les réactions sol / lixiviat semblent être bénéfiques quant à la composition finale du lixiviat puisque certains polluants tels que les métaux lourds et certains éléments traces, sont retenus par les argiles et disparaissent de la composition du lixiviat [26].

Cependant, cette atténuation des polluants et le degré de mobilité dans le sol sont limités par la saturation de l'argile dans sa capacité d'échange cationique et anionique. En effet, lorsque les argiles n'offrent plus de possibilité d'échange d'ions, les polluants ne réagissent plus avec le sol et restent donc dans le lixiviat.

Ainsi selon GRIFFIN et ALL (1976) [27], on peut distinguer grossièrement quatre groupes de polluants en fonction de leur possibilité d'atténuation et de réaction avec le sol de la décharge et que l'on retrouvera donc dans la composition finale du lixiviat.

Tableau IV-2 : Groupes de polluants en fonction de leur possibilité d'atténuation

Les groupes	Degré d'atténuation	Métaux
1er groupe	Forte atténuation de polluant	Pb, Zn, Cd, Hg.
2ème groupe	Atténuation moyenne du polluant	Fe, Si, K, NH ₄ ⁺ , Mg.
3ème groupe	Faible atténuation du polluant	Na, Cl, matières organiques solubles.
4ème groupe	Phénomènes de largage	Mn, Ca.

Il faut toutefois signaler que dans le cas des lessivats à forte concentration en produits organiques, c'est-à-dire la fraction liquide appartenant au déchet lui-même, ces phénomènes d'échange et d'adsorption deviennent moins importants.

IV-7-3 Type de pollution sur l'homme et l'environnement :

IV-7-3-1 Le chrome :

a)-Effet biologique sur l'homme :

Le chrome hexavalent est responsable de dommages aux voies respiratoires (ulcération de la muqueuse nasale, perforation du septum, cancer des voies pulmonaires et à la peau.).

Le chrome trivalent étant moins dangereux, son effet étant principalement une forme de dermatite [28].

La dose mortelle la plus faible de bichromate de potassium est de 0,25 à 0,3 mg/l [29].

b) Effet biologique sur les algues et les plantes aquatiques :

Le chrome hexavalent a un effet inhibiteur sur la photosynthèse des algues. La dose nécessaire pour réduire la photosynthèse de 50 % en quatre jours est estimée à 5 mg/l. [28].

c) Effet biologique sur les micro-organismes :

Les bactéries sont moins sensibles que les algues, dans les cas les plus défavorables de l'ordre de 8 mg/l pour le chrome hexavalent et de 20 mg/l pour le chrome trivalent.

Le chrome peut gêner la bonne marche d'une station d'épuration. Une concentration en chrome hexavalent de 5 mg/l peut réduire l'efficacité de l'épuration dans un bassin d'aération de 50 % mais elle n'est réduite que 20 % pour la même concentration en chrome trivalent. [28]

IV-7-3-2 Le fer :

a) Effet biologique sur l'homme :

Le fer intervient au niveau du métabolisme des mammifères particulièrement pour la synthèse de l'hémoglobine.

La toxicité du fer pour l'homme est inexistante [30].

b) Effet biologique sur les poissons :

L'action du fer dissous réside essentiellement dans le fait que ce métal se dispose à l'état d'hydroxyde sur le mucus alcalin des branchies des poissons, et non seulement colmate mécaniquement les branchies, mais aussi les détériore par érosion. Une quantité de 0,9 mg/l à PH=6,5 – 7,5 à un effet mortel [29].

c) Effet biologique sur les végétaux :

Le sulfate de fer subit dans l'eau et le sol une décomposition par hydrolyse et une oxydation ferrique dans le sol et un lessivage des sels de calcium et de potassium.

Ceci donne lieu à une acidification du sol, provoquant une disparition graduellement des diverses espèces de trèfle et les herbes douces, qui sont remplacées par des prêles des herbes acides et des mousses [29].

IV-7-3-3 Le zinc :

a) Effet biologique sur l'homme :

La présence de zinc dans l'eau de boisson ne semble pas présenter d'effets toxiques pour l'homme, même pour des concentrations particulièrement élevées, mais peut donner un goût désagréable [31].

b) Effet sur les micro-organismes :

Le zinc présente un effet toxique vis-à-vis des protozoaires et des bactéries, une concentration de zinc de 62,5 mg/l diminue de 50 % la DBO₅ des cours d'eau, et pour une concentration de 1 mg/l, le zinc a un effet de stimulation sur les bactéries nitrifiantes [31].

c) Effet sur les poissons :

Ces derniers sont très sensibles au zinc, la concentration létale se situe entre 0,01 mg/l et 0,10 mg/l. [31].

d) Effet sur les végétaux :

Les sels de zinc détériorent l'appareil chlorophyllien des végétaux, la concentration qui influe sur la croissance en longueur des végétaux se situe entre 2 et 3 mg/l [31].

IV-7-3-4 Les phosphates :

a) Effet sur les algues :

Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues, mais à fortes concentrations le phosphore devient un facteur inhibiteur de développement de certaines espèces d'algues.

Les phosphates causent le phénomène d'eutrophisation [32].

b) Effet biologique sur les poissons :

Les phosphates ont des effets nocifs sur certains poissons, avec une concentration et un temps de contact déterminés ; par exemple une concentration de 750 mg/l avec 96 h de contact est capable de tuer le genre de GAMBASIA [29].

IV-7-3-5 Les graisses et les huiles :

Les graisses et les huiles ont des effets nocifs sur l'environnement. Elles contaminent les nappes phréatiques, empêchent l'accès de l'oxygène dans l'eau (dans le cas où elles existent sous forme de couche sur les eaux de surface), et elles détruisent le béton des stations d'épuration.

A une teneur supérieure à 500 mg/l dans les eaux résiduaires, les acides gras attaquent le béton [33].

IV-8 Propagation de la pollution dans la nappe :

L'estimation de la charge polluante produite par lessivage et qui migre dans la zone non saturée permet d'avoir une idée sur la charge polluante qui peut pénétrer dans la nappe (zone saturée) et qui peut se propager à sa surface, au niveau de la frange capillaire.

Dans cette zone il est difficile d'estimer la vitesse de propagation de l'eau car de nombreux paramètres interviennent comme la dilution dans la nappe, la propagation différentielle dans les strates les plus perméables et les variations d'anisotropie (variation des propriétés des sols selon la direction considéré) et de densité des sols [34].

D'autres part, les caractéristiques de la nappe et surtout le sens de son écoulement jouent un grand rôle dans la propagation de la pollution.

Il est notamment intéressant de savoir si la décharge est située en amont ou en aval des points de captage d'eau, dans ce dernier cas les risques de contamination d'une zone d'alimentation ou de drainage de la nappe sont exclus.

Le comportement des lissivats en zone non saturée et saturée d'aquifères poreux peut se résumer ainsi :

- La biodégradation organique peut être considérable dans une décharge saturée. Les ions NH_4^+ persistent dans ces conditions les ions SO_4^{2-} et NO_3^- est réduits.
- L'eau souterraine oxygénée semble être bénéfique pour dégrader rapidement les composés (oxydations des sulfures et des ammoniums respectivement en sulfates et nitrates) [35].

Conclusion

Les lixiviats se chargent donc de polluants organiques, minéraux et métalliques et risquent ainsi de provoquer la pollution de la nappe phréatique.

Par leur caractère polluant, les lixiviats doivent être traités avant leur rejet éventuel en milieu naturel afin d'éviter la contamination des eaux souterraines. Des efforts permanents sont menés afin de doter les sites de stockage des déchets de drains pour capter les lixiviats avant de les traiter.

Chapitre V : Présentation et exploitation de la décharge de Ouled Fayet

Introduction ...Historique du projet [36] :

L'explosion démographique et la surexploitation de la décharge publique de Oued Smar, ont conduit à la saturation de cette dernière, face à cette situation, la Wilaya d'Alger a décidé de rechercher un site pouvant servir de lieu de décharge.

Le Centre d'Enfouissement Technique d' Ouled Fayet a été créé par décision N° 444 du 25/04/2001 par Mr le Wali d'Alger, il a été procédé à la réalisation d'une unité chargée de la gestion et l'exploitation du CET de Ouled Fayet .le Gouvernorat d'Alger a lancé une étude d'impact réalisée par les bureaux d'études GTZ et NEE permettant ainsi le début des travaux de réalisation des casiers d'enfouissement (1998) par l'entreprise AMENHYD, l'exploitation du site par le NETCOM a commencer en juin 2000, l'exploitation du casier 01 a débuté en Octobre 2002.

Le CET de Ouled Fayet se Situ à 16 km d'Alger, celui -ci reçoit actuellement les quantités d'Ordures Ménagères des 36 Communes, dont 14 communes, la collecte est assurée exclusivement par les services d'hygiènes de la Commune ceci représente 40% des déchets enregistrés annuellement, le reste est assuré en partie ou en totalité par NET COM.



FigureV-1: L'état de la Décharge avant 1998.



Figure V-2: L'état de la Décharge après 2002.

V-1 Présentation du site [37] :

V-1-1 Situation géographique de la région :

Le centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet est situé à 16 Km au sud Ouest d'Alger, et à 03 Km du chef lieu de la commune de Ouled Fayet. Il est compris entre la route nationale N° 36 reliant Alger à Boufarik, et le chemin de Wilaya N° 146 qui joint Chéraga, Ouled Fayet et Douéra. Une partie du C.E.T (32 hectares) est implantée dans le territoire de la commune d'Ouled Fayet, et l'autre partie (08 hectares) est implantée dans la commune de Baba Hassan, le site se situe au lieu dit « Maison blanche »

- A environ 02 Km au Sud Est du lieu d'implantation du C.E.T, se trouve l'agglomération de Baba Hassan,
- A 04 Km au sud, se trouve l'agglomération de Douéra,
- A sa limite au sud se trouvent les terrains de la ferme Bel Air.

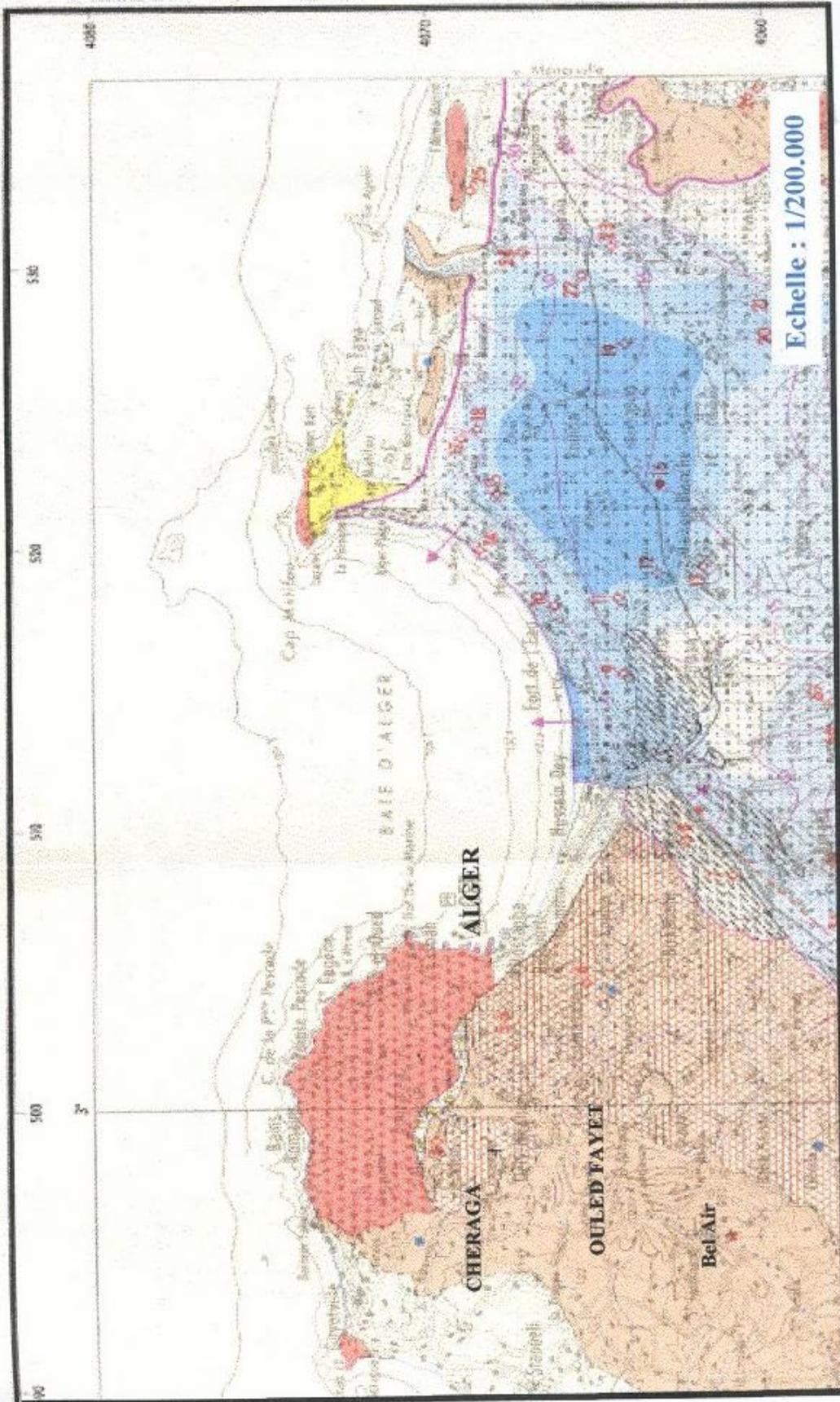


Figure V.3 : Carte hydrogéologique de la région

V-1-2 Topographie :

La région d'implantation du C.E.T (Ouled Fayet) est caractérisée par un relief vallonné (accidenté). Le site recouvre en partie un vallon, occupé par un affluent temporaire d'un Oued « Ben Brahim », et une parcelle de plateau situé au sud de celui-ci.

V-1-3 Hydrographie :

La zone du site appartient au vaste bassin versant de la plaine de la Mitidja.

Le réseau hydrographique de la zone est relativement bien développé et regroupe un ensemble de cours d'eau très ramifiés et dont les digitations découpent le plateau.

Le site du C.E.T se trouve sur un affluent temporaire de l'Oued Brahim, à l'amont du bassin versant. Il recouvre une partie du lit de ce petit cours d'eau. Sachant que l'Oued Brahim est un cours d'eau de peu d'importance, compte tenu des faibles précipitations (en temps normal).

V-1-4 Géologie :

D'une manière générale, les faciès (physionomie) géologiques montrent que la structure de la région est simple : trois formations affleurent et comportent des terrains marneux (mélange naturel de calcaire et d'argile) ou argileux, parfois mêlés à des sables ou des galets.

La carte géologique montre que la zone d'implantation du C.E.T présente des faciès gréseux (roche) ou argileux gréseux avec ou sans galets voir calcaire ou calcuré -gréseux avec ou sans galets.

Des analyses effectuées en 1987 par l'Organisation Nationale de Contrôle Technique des Travaux Publics (C.T.T.P) sur la situation géotechnique du site, à savoir la reconnaissance du substrat (couche inférieure qui sert de base), consistent en :

- 11 sondages carottés,
- 03 poses de piézomètre (instrument permettant de déterminer le taux de pression que l'on peut exercer sur un liquide),
- 16 essais de pénétration statiques exécutés jusqu'au refus.

Les résultats de l'étude géotechnique démontrent que le site du C.E.T est parfaitement étanche, et par la présence d'un substratum constitué de formations marneuses, et que la couche supérieure (50 cm de la surface) est constituée d'une couche d'argile. Ainsi en bas, il y a présence de :

- Formations argileuses avec parfois des inclusions sableuses ,
- Des terrains marneux.

Une deuxième étude du terrain, effectuée par le Laboratoire de l'Habitat et Construction (L.N.H.C) en 1998, dans le but de vérifier encore une fois la nature du terrain, a mis en évidence des formations argileuses avec parfois interaction sablo gréseuses. Les argiles compactes reposent sur un substratum marneux compact. Ces marnes sont des matériaux peu perméables ou non perméables, d'où la quasi inexistante des ressources en eaux souterraines.

La conclusion de ces études est que le sol de la zone du Centre d'Enfouissement Technique de Ouled Fayet est parfaitement étanche, et l'absence de nappes phréatiques.



Figure V-4 : l'ancienne décharge.

Sur le site de l'ancienne décharge, aucune mesure n'a été prise pour protéger le sol des infiltrations. Les déchets sont déversés à même le sol, sans traitement, formant des foyers de prolifération de rongeurs, insectes et microorganisme dangereux (bactéries, parasites....) .

V-2 Les déchets de la décharge :

Le centre d'enfouissement technique de Ouled Fayet a une capacité prévue de 6.000.000,00 m³, soit près de 3.000.000 tonnes pour une durée de vie estimée à 10 ans.

Actuellement, 18 communes de la Wilaya d' Alger déversent au niveau du C.E.T de Ouled Fayet :

- | | | | | |
|---------------|------------|----------------|---------------|------------|
| -Chéraga | -Casbah | - Oued Koreich | -Bab el Oued | -Douéra |
| -Ain Benian | -Hydra | - El Djamila | -Zéralda | -El Achour |
| -Bouzaréah | -Bologhine | - El Biar | -Draria | |
| -Beni Messous | -Hammamet | - Dély Brahim | - Ouled Fayet | |

V-2-1 La composition des déchets de la région d'Ouled Fayet :

La réalisation d'un échantillonnage a été effectuée par le bureau d'études EEC-EDIL. Un échantillon représentatif de 100Kg a été extrait du lot des déchets solides urbains des communes avoisinantes, pour un tri manuel et une pesée de chaque matière.

Les résultats du tri de l'année 1997 pour la décharge d'Ouled Fayet, en comparaison avec les résultats de Robert GILLET de 1983 pour la décharge de Oued Smar d'Alger sont résumés dans le tableau V-1:

Tableau V-1 : Comparaison de la composition des déchets urbains d'Alger avec celle de la décharge d'Ouled Fayet (1983 et 1997) [4].

Composition (% M.S)	Décharge de Oued Smar [1983]	Décharge de Ouled Fayet [1997]
MO	80.00	79.05
Papiers, cartons	7.50	5.72
Matière plastique	3.10	8.20
Métaux	4.90	0.84
Chiffons	2.20	3.93
Verre	0.60	0.89
Cuir	0.60	0.00
Bois	0.40	0.24
Pierres	0.30	0.99
Matière fine < 2mm	0.00	0.09

D'après les résultats d'analyses, nous constatons que la matière organique prédomine toujours par rapport aux autres matières, et représente les 4/5 des déchets générés par l'ensemble de la population de la région d'Ouled Fayet, ceci dénote les habitudes alimentaires liées directement au fort potentiel agricole de la région.

Le pourcentage élevé de matière organique, nous oriente sur le mode de traitement des déchets à préconiser et sur les éventuelles récupérations, aux fins de recyclage (métaux, papier, carton, cuir...)

Après l'étude détaillée qui a été effectuée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) à la demande du gouvernement Algérien en 1985, suivie de la deuxième étude réalisée par le bureau d'études EEC-EDIL en 1997, nous concluons que la décharge contrôlée compactée est la mieux adaptée à la quantité, nature et composition de nos déchets urbains et la plus sûre pour la préservation de la santé de la population, des communes, des écosystèmes et de l'environnement en général.

V-2-2 Types de déchets autorisés :

Seules les ordures ménagères et les déchets assimilés (déchets de commerce, déchets industriels banals...etc.) sont autorisés à être déversés au niveau du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet.

Tout autre déchet (toxique, industriel, déchets d'abattoirs...etc.) sont strictement interdits.

Les déchets admis et non admis au CET sont représentés dans le tableau V-2 suivant :

Tableau V-2: Types de déchets admissibles et interdits Dans le CET de Ouled Fayet [38].

Types de déchets admissibles	Types de déchets interdits
<p>Ordures ménagères. Objets encombrants. Déchets de voirie. Déchets industriels et commerciaux assimilables aux ordures ménagères. Déchets verts. Boues dont la siccité est supérieure ou égale à 30%. Déchets fermentescibles et fortement évolutifs de l'industrie et de l'agriculture. Déchets de bois, papier, carton.</p>	<p>Déchets dangereux et déchets industriels spéciaux. Déchets d'activités de soins et assimilés. Déchets contenant plus de 50mg/kg de PCB. 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 inflammables explosifs. Les solvants organiques. Les produits radioactifs. Les pesticides. Les acides et les bases. Les déchets d'amiante. Les déchets de peintures. Les produits pharmaceutiques. Les boues de tanneries et de teinturerie. Déchets liquides ou dont la siccité est inférieure à 30%.</p>

V-2-3 Quantité de déchets rejetés dans le CET [37] :

Actuellement la quantité moyenne de déchets déversés dans le C.E.T d'Ouled Fayet est de 450 tonnes par jour. Le nombre moyen de voyages effectués par jour est de 100 voyages.

La quantité des déchets déversés au niveau du C.E.T du 22/10/2002(date du début d'exploitation) au 15/09/2004 est de 152182 tonnes.

Au CET d'Ouled Fayet, cinq casiers ont été préparés pour l'enfouissement des déchets. Dans le tableau V-3, nous donnons la profondeur, la capacité et le taux d'exploitation de chaque casier ainsi que la durée d'exploitation de chacun.

Tableau V-3: Exploitation des casiers d'enfouissement du CET d'Ouled Fayet [38].

Casier	Profondeur (m)	Capacité m ³	Taux d'exploitation	Durée de vie
Casier N°1	12	130.000 soit 65.000 tonnes de déchets compactés	116 %	12 mois Saturation définitive
Casier N°2	10	80.000 soit 40.000 tonnes de déchets compactés	105 %	07 mois et 19 Jours .Saturation définitive
Casier N°3	20	960.000 soit 480.000 tonnes de déchets compactés	62 %	23 mois et en cours d'exploitation
Casier N°4	22	1.250.000 soit 625.000 tonnes de déchets compactés	00	
Casier N°5	16	500.000 soit 250.000 tonnes de déchets compactés	00	

Dans le tableau V-4, nous donnons l'estimation de la population et les quantités de déchets rejetés par chaque commune pour l'année 2005.

Tableau V-4 : Tonnage d'ordures rejetés par les communes en 2005 [38,39].

Communes	Population	Tonnage (T/an)
Chéraga	66032	17652,5
Ain Benian	56265	10639,5
Draria	25787	8634,5
Douera	45147	5050
El Achour	21671	8575,5
Baba Hacene	15521	5892,5
Khraicia	19252	2408
Staoueli	42210	16801
Soudania	12524	1967,5
Zeralda	35793	9666,5
Mahelma	15797	2466,5
Shaoula	33600	3385,5
Dar El Beida	50690	1703,5
Bir Khadem	59118	2808,5
El Marsa	9372	164,5
Rouiba	53108	655,5
Reghaia	70041	425,5
B. El Bahri	30010	536
O.Fayet	16689	4358,5
El Harach	50671	1342,5
B.M.Rais	45741	2143,5
Casbah	52582	6146
Bologhine	45439	7918
El Biar	55032	21738
Hydra	37592	16464,5
Oued Koriche	55924	5593,5

Tableau V-5 : Tonnage d'ordures rejetés par les communes en 2005 (suite) [38,39].

Communes	Population	Tonnage (T/an)
B.E.O	91223	16462,5
Dely Brahim	32695	17170,5
Hammamet	21290	6209,5
Béni Messous	19002	13149
Bouzareah	73293	18295
Kouba	111709	14751,5
Bech Djerah	93965	6860,5
Bourouba	80988	7982
Hussein Dey	52295	5503,5
Bab Ezzouar	100388	12882,5
Mohammadia	45142	11916
Alger Centre	100741	12910,5
El Madania	52778	10618
Gué De Constantine	92940	5345,5
Eucalyptus	104022	2430,5
Ben Aknoun	20566	13804
Sidi M'hamed	94136	1280,5
Megharia	32022	3621
El Mouradia	30961	1917
Zeralda	34561	8956
Totale	2.306.325	357.203

Le centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet reçoit les déchets ménagers de 54 communes de la wilaya d'Alger. Le tonnage moyen des déchets déversés quotidiennement au niveau du CET est de : 990 Tonnes par jour, soit une moyenne annuelle de 363000 Tonnes par an.

Nous constatons que la quantité des déchets annuelle déversé au CET d'Ouled Fayet est faible par rapport à la population d'Alger qui est de 2.733,337 habitants, ceci peut s'expliquer par :

le début de déversement des déchets de chaque commune.

L'augmentation du nombre de communes qui déversent leur déchets au CET d'Ouled Fayet : en 2001, ce nombre était de 6 communes, de 25 en 2003, de 27 en 2004, et en 2005 il a augmenté jusqu'à 54 communes.

V-3 Conception & Réalisation du CET d'Ouled Fayet :

V-3-1 Les casiers d'enfouissement :

Après étude du sol et des caractéristiques géologiques du site retenu pour l'implantation de la décharge, commence alors les travaux de terrassement, une excavation d'une dizaine de mètres de profondeur et d'une superficie de 10.000 m² est creusée (casier). Sur le fond du casier est déposé une couche d'argile ou de marne : matériaux naturels.

Intervient ensuite la pose de la géomembrane en polyéthylène haute densité (PEHD), Un matériau étanche, pour éviter toute infiltration dans le substratum, sur le fond et les talus ou parois du casier, la pose de cette géomembrane exige une maîtrise des techniques de soudures. Cette dernière est alors recouverte par une couche de géotextile pour la protéger.

Un caniveau de drainage perforé et entouré du grillage pour recueillir les lixiviats est aménagé dans l'axe du casier dans le sens de sa largeur ou sa longueur. Le drain est lié au bassin de décantation situé à l'Est du site. Enfin une dernière couche de 50 cm de gravier de dimensions différentes, (10% de calcaire) est déposée.

Des cheminées d'évacuation de biogaz provenant de la décomposition des déchets sont installées avant l'épandage de la couche du gravier. Ce système de captage, est réalisé à l'aide des buses verticales à parois perforées empilées au fur et à mesure de la progression de la hauteur des déchets dans le casier. A partir de cette ultime phase, l'épandage des déchets domestiques peut commencer [40].



Figure V-5 : Vue aérienne de la décharge de Ouled Fayet.

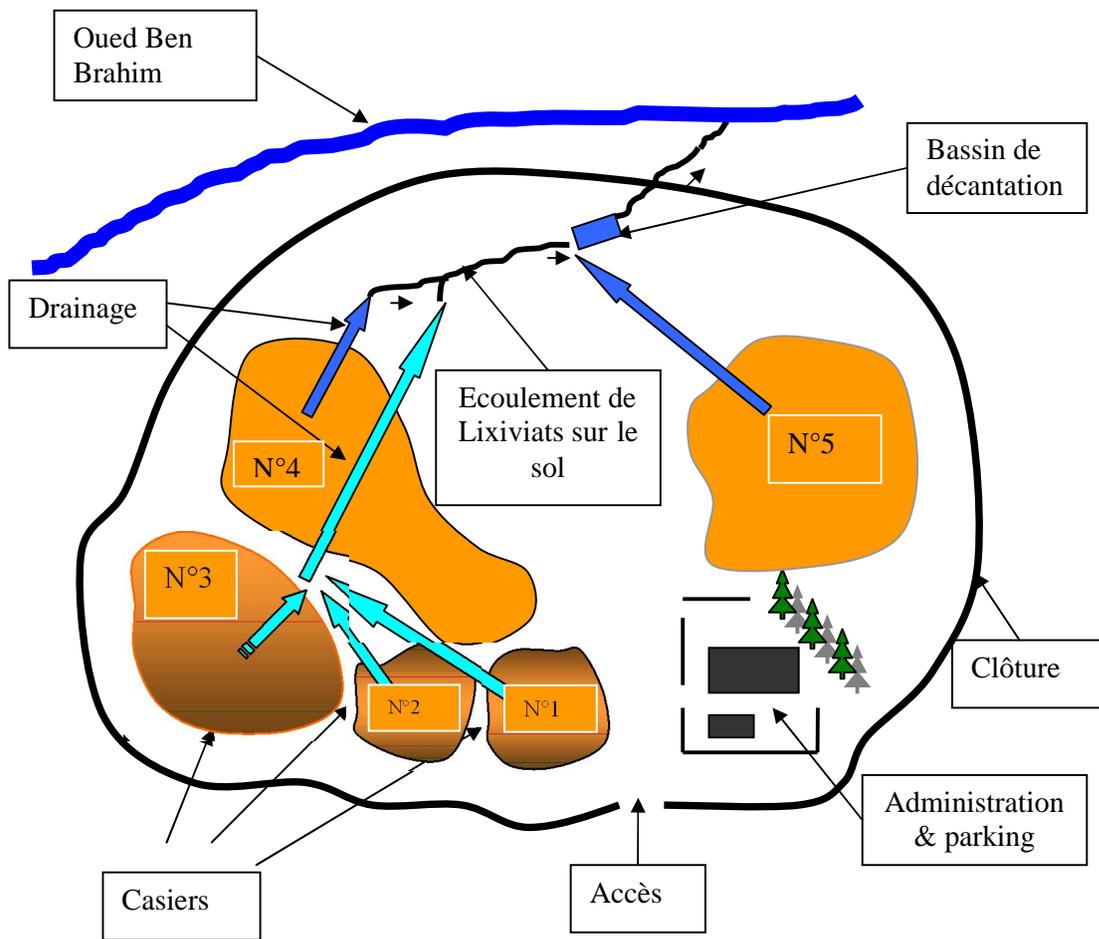


Figure V-6 : Schéma Représentatif de la Centre d'enfouissement Technique d'Ouled Fayet

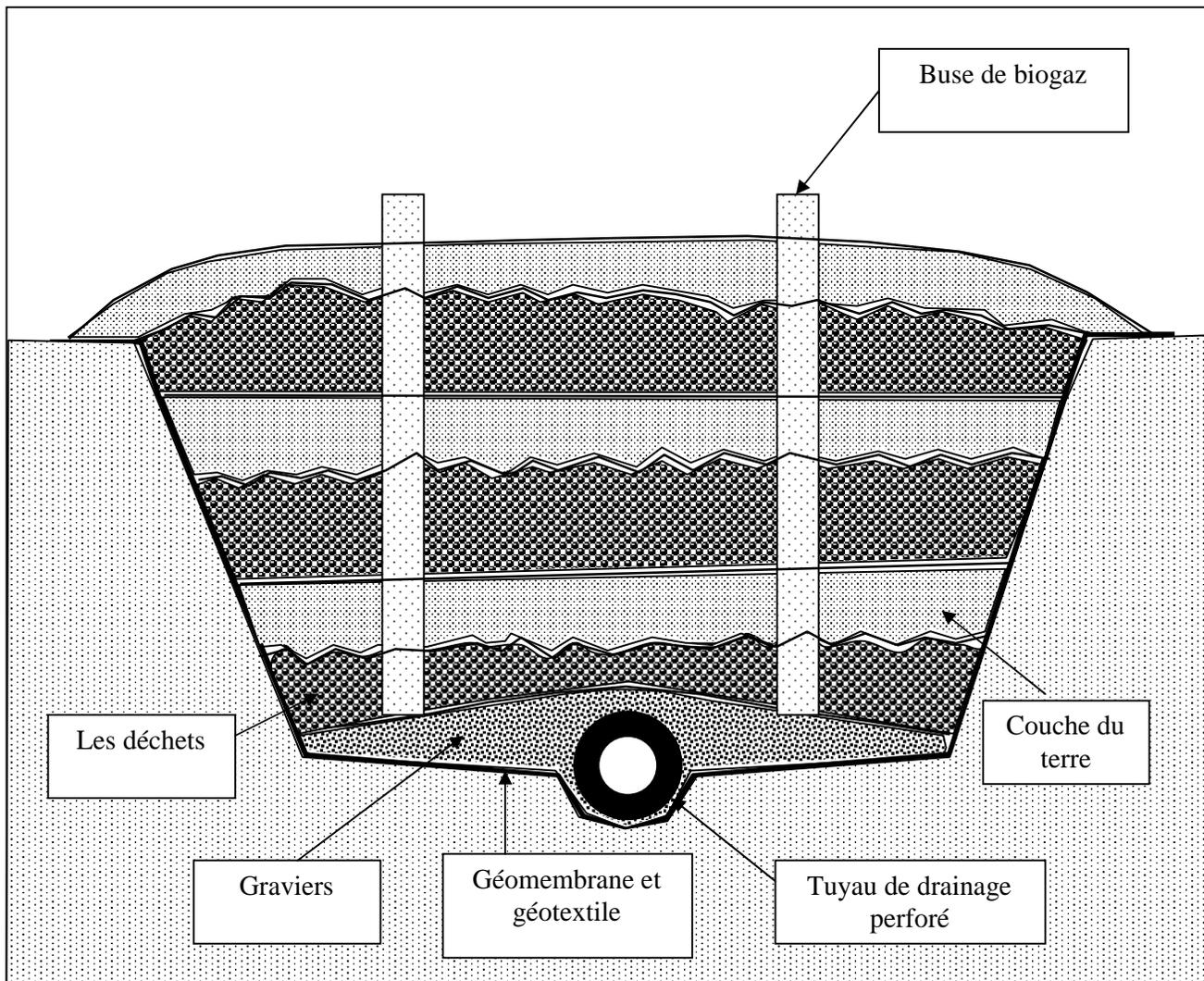


Figure V-7 : Schéma Représentatif d'un casier d'enfouissement technique

V-3-2 Imperméabilisation des casiers d'enfouissement [36] :

Afin de renforcer l'imperméabilité du sol, et éviter toute infiltration vers le substratum, une géomembrane en polyéthylène haute densité a été posée sur toute la surface des casiers d'enfouissement (base et paroi).

V-3-2-1 Géomembrane :

L'utilisation de la géomembrane dans la construction des casiers assure une imperméabilité, évitant ainsi toute contamination possible du sol ainsi que des eaux superficielles et souterraines.

En fond de décharge, la géomembrane doit jouer le rôle de barrière étanche et favoriser le drainage des lixiviats. Seules les géomembranes en PEHD seraient chimiquement résistantes aux lixiviats.

Mais elles sont moins faciles à manipuler que celles qui sont en PVC (polychlorure de vinyle), en EPDM (éthylène propylène diène monomère) ou en bitume.

La géomembrane utilisée dans le C.E.T d'Ouled Fayet est en PEHD, livrée en rouleaux de 130 m de longueur, 1,5 mm d'épaisseur et 975 m² de surface, présentant les caractéristiques suivante :

-Résistance à la rupture : 30N/mm²

-Résistance à la déchirure : 215 N

La géomembrane en PEHD est résistante à la plupart des acides, aux produits pétroliers, aux bases et aux solutions du sel ; elle peut être en contact avec l'eau potable. Elle se dissout seulement dans quelque solution quand la température est plus élevée. Grâce à l'adjuvant de la suie, elle est résistante aux rayons U.V.

Cependant les géomembranes parfaites n'existent pas. Des défauts peuvent apparaître au cours de la fabrication, du transport, du stockage, de la mise en œuvre (pose et soudure), de la période de fonctionnement. Une densité de 26 défauts par hectare (valeur haute) a été mesurée dans le fonds de décharges, et les débits de fuites des lixiviats au niveau de ces perforations peuvent être importants.

La géomembrane se présente sous forme de lés – bandes – raccordés par soudure. La soudure des lés exige une technicité très poussée, en particulier pour le PEHD. Les interfaces doivent être propres et l'eau absente. La géomembrane en PEHD est également très sensible à la variation de température. Si les lés sont soudés par temps chaud, lorsque la température s'abaisse, un phénomène de cisaillement s'exerce au niveau de la soudure et la géomembrane est mise sous tension. Les conditions idéales pour souder n'étant pas toujours réunies, les défauts de soudure s'avèrent assez fréquents.

Une géomembrane présentant des perforations, des soudures imparfaites, une mauvaise mise en oeuvre ne remplit pas son rôle de barrière étanche. Les lixiviats la traversent et atteignent la barrière de sécurité passive. Si la couche argileuse arrive à saturation, les lixiviats pourront atteindre l'aquifère puis, à terme, contaminer les nappes d'eau souterraines. Pour tenter de limiter cette contamination, un système de drainage peut être mis en place sous la géomembrane pour recueillir le lixiviats.



Figure V-8 : mise et soudure de la Géomembrane.

V-3-2-2 Réseau de drainage des lixiviats

Afin de capter et éviter l'accumulation des eaux de lixiviations vers le bas des casiers, un réseau est installé au fond des cellules. Les conduites sont en PVC perforés de 25 cm de diamètre.



Figure V- 9 : conduite de drainage des lixiviats.

Ces tubes sont disposés dans les fossés, ensuite recouverts de pierre concassée et d'un géotextile de filtration afin de minimiser les risques d'obstruction.

L'ensemble est recouvert d'une couche de gravier 50 /25 de 40 cm d'épaisseur.



Figure V- 10 : la couche de gravier.

Des buses perforées sont installées aux points bas des casiers, elles sont destinées au captage de biogaz.

Les drains internes sont reliés à un système collecteur externe, celui -ci est relié au bassin de stockage des lixiviats situé à l'est du site.



Figure V- 11 : le bassin de décantation de lixiviats.

Les lixiviats subissent un traitement biologique avant leur rejet dans le réseau hydrique, mais le bassin ne fonctionne plus.

V-3-3 Elimination des biogaz [40] :

Un système vertical de récupération des biogaz a été réalisé, qui consiste en des cheminées en buses et en béton perforé de 1m Ø.

A l'intérieur de ces buses est posé un tube en PVC perforé, qui permet de collecter les biogaz produits par la biodégradation des déchets, et permettre leur évacuation du casier s'enfouissement. Les buses et les tubes en PVC perforés sont posés au fur et à mesure de la surélévation de la hauteur des déchets, jusqu'à la limite naturelle du casier d'enfouissement.

Il est prévu par la suite, la pose de torchères de brûlage des biogaz, qui permettront l'élimination total de la pollution pouvant être causée par ces derniers.

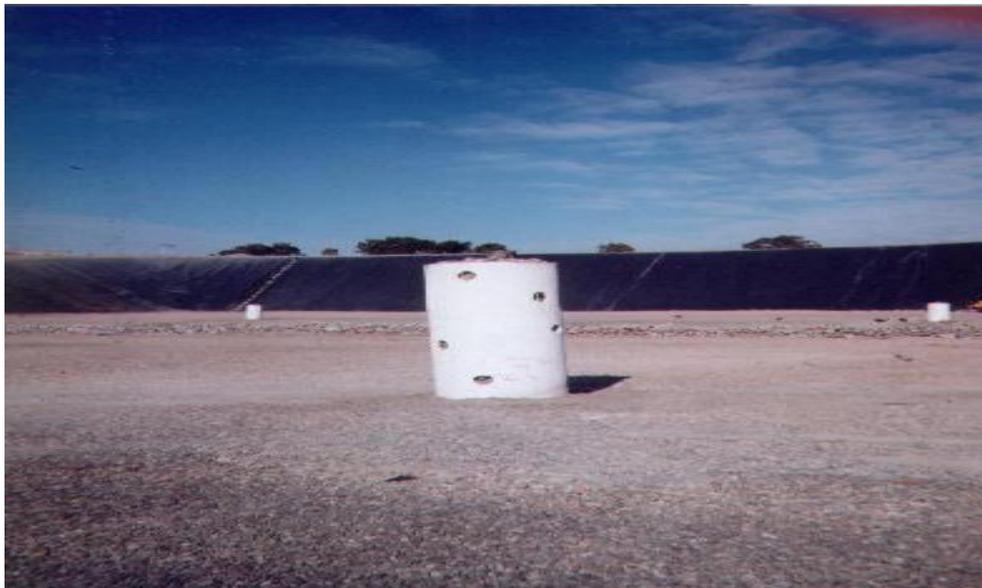


Figure V-12 : les buses d'évacuation de Biogaz.

V-4 Gestion et Exploitation de la décharge :

V-4-1 Technique d'exploitation de la décharge d'Ouled Fayet

La méthode d'exploitation retenue du CET d'Ouled Fayet est celle de la décharge contrôlée compactée.

Il est important d'insister sur le rôle du compactage des déchets au fur et à mesure de leur dépôt.

Le compactage présente les avantages suivants :

- Un meilleur emploi du site.
- Un tassement ultérieur sensiblement diminué.
- Un meilleur aspect général.



Figure V-13 : L'exploitation du casier N° 03

V-4-2 Les équipements nécessaires à l'exploitation de la décharge d'Ouled Fayet

Les engins nécessaires pour une décharge contrôlée sont déterminées et choisis selon certains critères :

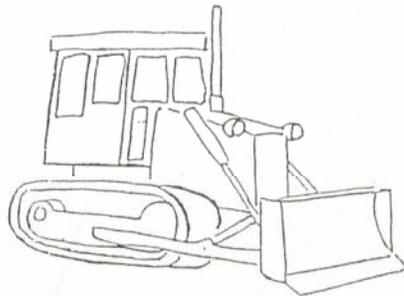
- Le type de la décharge contrôlée.
- La quantité des déchets et leurs natures.

- L'importance de la décharge.
- Le coût d'investissement en décharge contrôlée.

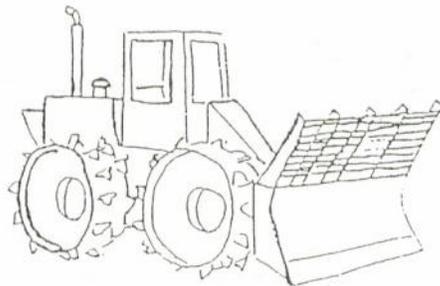
La décharge d'Ouled Fayet est équipée du matériel indispensable suivant (voir figure. V²-14) :



Chargeur à chaînes



Bouteur



Compacteur - épandeur

Figure V-14 : Les engins nécessaires pour une décharge contrôlée

1) Les chargeurs à chenilles (à chaîne) : Ce type d'engin polyvalent permet à la fois d'étaler les déchets et de les compacter, monté sur chaînes, et muni d'un godet qui assure ce chargement, sa puissance permet d'épandre les déchets et de mettre en place la couverture.

2) Bouteur : monté sur chaîne, équipé d'une lame et muni d'un godet et d'un bras articulé, la largeur de sa lame (qui peut dépasser 3 à 4m) lui permet d'effectuer l'épandage des déchets en un faible nombre de passes de courtes distances.

3) Compacteur épandeur : pour pallier les insuffisances de compactage des engins à chenilles on utilise de plus en plus les compacteurs épandeurs, ils réalisent, grâce à des roues motrices cylindriques à couteaux ou à pied de mouton, un taux de compactage élevé des déchets.

Les cylindres, munis de couteaux assurent un excellent compactage des déchets en les homogénéisant par broyage et écrasement.

V-4-3-Horaires de travail

Les horaires d'ouvertures du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet sont de 7h à 19h, y compris week-end et jours fériés.

V-4-4 Phase d'exploitation :

Les déchets reçus au niveau du CET d'Ouled Fayet sont collectés et transportés par les camions de collecte des APC ou par NETCOM, l'accès est soumis à la présentation de bons d'accès au niveau du post de contrôle où, les agents de NETCOM procède à la vérification des déchets, et de la conformité du bon d'accès. Au cas d'une anomalie, le camion est interdit d'entrer au CET et le responsable est avisé.

Les déchets sont orientés vers un casier d'enfouissement, où ils sont traités chaque jour par le procédé enfouissement et compactage.

Les déchets sont étendus en couches successives dans les casiers où ils sont nivelés et compactés. Lorsque la hauteur de la couche des déchets compactés atteint 0,8 à 1,2 m , elle est recouverte d'une couche de matériau de couverture d'environ 10 à 20 cm, issu des déblais du creusement des casiers.

Le compactage des déchets rend la prolifération des mouches et des rongeurs difficile et réduit les risques d'incendie.

V-4-5-Réaménagement en fin d'exploitation

Le réaménagement de la décharge contrôlée ne pourra s'effectuer dans des conditions satisfaisantes qu'au bout d'une année environ, afin de laisser aux ordures de la dernière couche le temps de fermenter.

Après la stabilisation de la décharge, il est recommandé de procéder à la réintégration du site dans son environnement naturel.

Cette opération est fonction de la destination finale, qui dépend de la volonté des autorités locales.

-Espace vert « engazonnement »

-Mise en culture

-Espace de loisirs (terrain de sport ou parc public) .

Il est nécessaire de tenir compte de la forme de la décharge qui est un important facteur de réussite d'une telle opération.

En effet, la décharge doit se terminer en pente pour éviter la formation de cuvettes où les eaux stagnent provoquant ainsi la mort des végétaux par asphyxie.

La réussite d'un reverdissement de la décharge contrôlée dépend de l'application de principes agronomiques simples :

Préparation d'un sol favorable au développement de la végétation.

Plantation d'une végétation qui s'adapte au milieu.

a) Préparation d'un sol favorable : L'apport de matériaux de couverture est nécessaire . On veillera notamment à ne pas tasser la terre lors de sa mise en place car le sol favorable au développement de la végétation doit être perméable à l'air, à l'eau et suffisamment profond.

b) Le choix des espèces : En fonction du choix de réaménagement en relation avec le type du sol et des conditions environnementales, des espèces forestières ou herbacées pourront être plantées ou semencées.

Il est conseillé de choisir des espèces adaptées au site et à la région, suivant les conditions climatiques et l'état physique du sol au moment de la plantation.



Figure V-15 : Saturation et réaménagement du Casier N° 01

Chapitre VI : Caractérisation des lixiviats.

Introduction :

Les lixiviats du centre d'enfouissement technique sont de compositions diverses, selon les saisons, la pluviométrie, la nature des déchets, il vont avoir des caractéristiques biologiques et chimiques sensiblement différentes.

Nous nous attacherons dans ce chapitre, à caractériser les lixiviats du CET d'Ouled Fayet à travers la détermination des paramètres globaux (T,PH,conductivité,MES,MVS,MMS, DCO, DBO,DCO/DBO, PO_4^{-3} , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , NTK,et métaux lourds (Fe,Zn,Pb)).

VI-1 Compagnes de prélèvements :

La caractérisation des lixiviats du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet a porté sur trois campagnes de prélèvement :

- Une campagne printanière allant du 23-04-2007 au 28-05-2007
- Une campagne estivale où nous avons effectué deux prélèvements
- Une campagne en automne où nous avons effectué également deux prélèvements

La première et la deuxième campagne de prélèvements correspondent à une période de l'année à faible pluviométrie et on ne s'attend pas à une dilution importante par les eaux de pluie ni à un lessivage plus fort qui augmenterait les teneurs des éléments facilement mobilisables.

La troisième campagne a été précédée par une pluviométrie plus ou moins forte.

VI-2 Site et mode de prélèvement :

Pour notre étude nous avons retenu deux points de prélèvements P1 et P2 qui se différencient par l'âge des lixiviats, le premier P1 se situe à la sortie du système de drainage des lixiviats, le deuxième P2 se trouve sur le casier N°1 au niveau du système d'évacuation des biogaz (la remontée des lixiviats est due au colmatage du système de drainage),La figure VI -1 présente un schéma de la décharge avec les deux points de prélèvement P1 et P2.

Les lixiviats ont été caractérisés dans 16 échantillons qui ont été recueillis et analysés en respectant les conditions classiques de conservation.les lixiviats sont récoltés dans des flacons en polyéthylène préalablement rincés avec l'effluent et puis transportés aux laboratoires où ils sont stockés au réfrigérateur à 4°C de manière à limiter toute activité biologique.

L'analyse des paramètres globaux est réalisée quelques jours après (selon la disponibilité des moyens d'analyse).

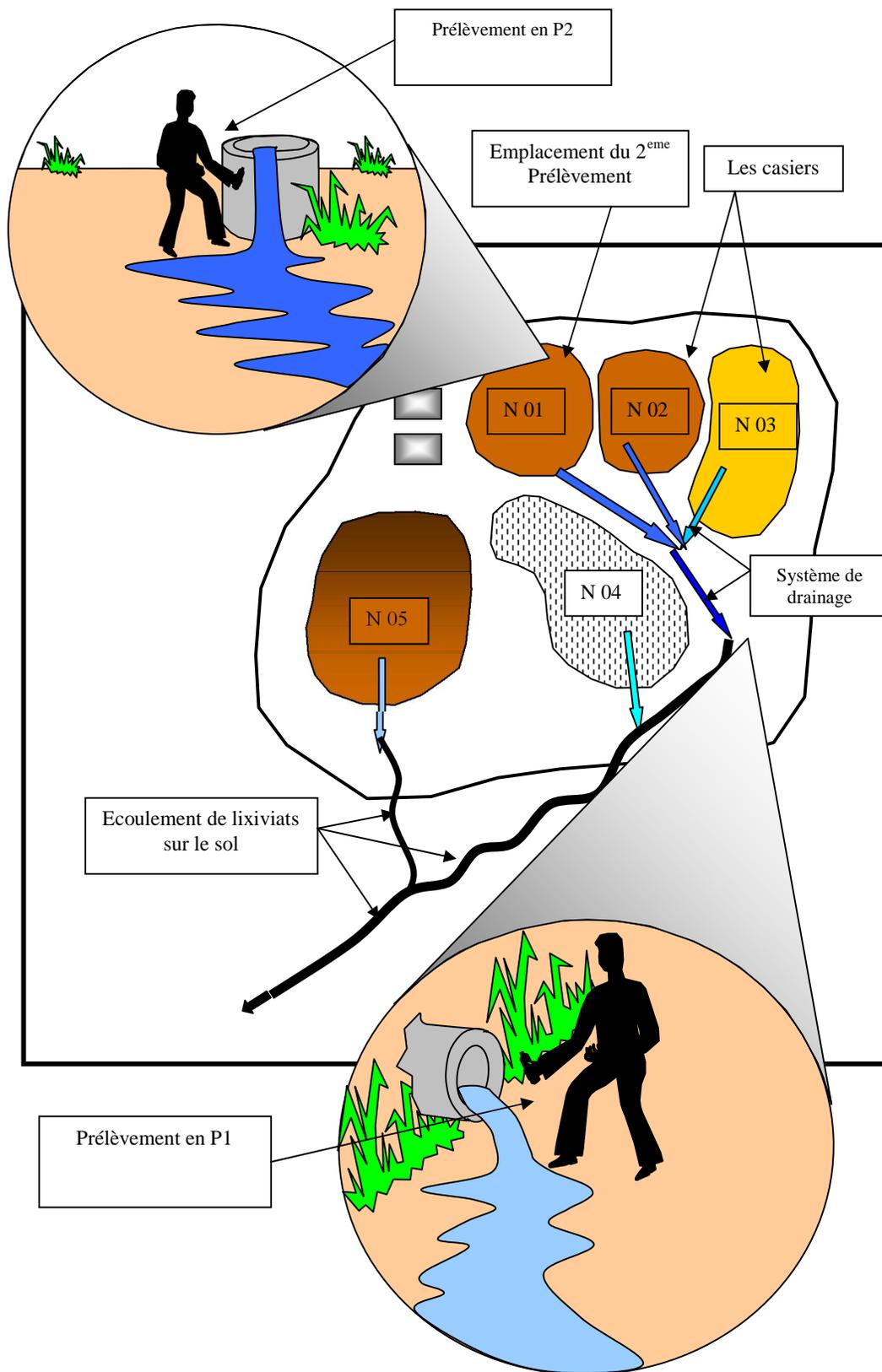


Figure VI-1 : Schéma représentant la décharge et les points de prélèvement du lixiviats P1 et P2

VI-3 Débit des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet :

Le débit est mesuré en utilisant un bidon dont le volume est connu et un chronomètre. Les valeurs obtenues durant la période de travail sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau VI-1 : débit des lixiviats

Date	Débit des lixiviats (l/min)	Observation
20/09/2006	36,36	Pas de pluie
25/09/2006	38,19	Pas de pluie
11/11/2006	35,65	Pas de pluie
23/12/2006	32,37	Pas de pluie
07/01/2007	39,33	Pas de pluie
21/01/2007	49,90	Pas de pluie
23/01/2007	52,65	Forte pluie
28/01/2007	61,40	moyenne pluie
31/01/2007	62,00	Pas de pluie
03/02/2007	53,15	Pas de pluie
10/02/2007	82,00	moyenne pluie
06/03/2007	74,00	Pas de pluie
10/03/2007	61,00	Forte pluie
04/04/2007	58,00	Pas de pluie
23/04/2007	53,00	Pas de pluie
25/04/2007	53,80	Pas de pluie
30/04/2007	51,45	Pas de pluie
12/05/2007	46,00	Pas de pluie
20/05/2007	38,50	Pas de pluie
30/05/2007	48,18	Pas de pluie
02/06/2007	54,74	Pas de pluie
24/06/2007	46,20	Pas de pluie
30/06/2007	45,25	Pas de pluie
03/07/2007	45,30	Pas de pluie
07/11/2007	75,20	moyenne pluie
13/11/2007	72,85	Pas de pluie

VI-4 Résultats des analyses :

Les analyses physico-chimiques que nous avons effectués sur les eaux de percolation de la décharge d'Ouled Fayet ont été axées sur l'évaluation de la charge organique, de la biodégradabilité, et sur la recherche d'une éventuelle présence des éléments toxiques (les métaux lourds...etc.), les paramètres physico-chimiques ont été analysés selon les protocoles normalisés AFNOR et ISO, ces derniers sont portés en annexe I, les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux VI -2, VI-3 et VI-4.

Tableau VI-2 : résultats des analyses effectuées sur les prélèvements de la première campagne.

Paramètres	1 ^{ère} prélèvement 23-04-2007		2 ^{ème} prélèvement 02-05-2007		3 ^{ème} prélèvement 07-05-2007		4 ^{ème} prélèvement 28-05-2007	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
T (°C)	20,50	21,40	22,80	23,10	22,00	22,80	23,40	23,90
PH	8,30	7,85	8,10	7,63	8,02	7,37	8,15	7,61
Conductivité(ms)	120,00	154,10	111,90	133,00	129,80	130,20	140,10	149,60
MES mg/l	880	720	700	500	700	780	580	972
MMS mg/l	440	340	300	180	380	360	280	936
MVS mg/l	440	380	400	320	320	420	300	36
DBO ₅ mg/l	850	705	825	736	810	775	846	716
DCO mg/l	3600	8640	3575	5760	3935	4200	3840	5920
DCO/ DBO	4,23	12,25	4,33	7,82	4,85	5,41	4,54	8,27
PO ₄ ³⁻ mg/l	15,61	38,99	14,64	41,42	19,71	41,73	16,52	46,59
NTK mg/l	3561,0	2396,8	2755,2	4592,0	–	–	2800,0	–

Tableau VI-3 : résultats des analyses effectuées sur les prélèvements de la deuxième campagne.

Paramètres	5 ^{eme} prélèvement 30-06-2007		6 ^{eme} prélèvement 03-07-2007	
	P1	P2	P1	P2
T (°C)	23,30	23,60	23,90	24,70
PH	8,48	8,02	8,45	7,94
Conductivité(ms)	146,30	147,50	138,50	144,20
MES mg/l	880	1100	700	580
MMS mg/l	520	600	360	120
MVS mg/l	360	500	340	460
DBO ₅ mg/l	786	634	810	711
DCO mg/l	3880	4068	3902	4895
DCO/ DBO	4,94	6,42	4,82	6,88
PO ₄ ³⁻ mg/l	13,64	37,78	15,15	36,11
SO ₄ ²⁻ mg/l	83,15	46,72	82,96	43,65
NO ₃ ⁻ mg/l	611,34	346,09	1071,17	4678,63
NO ₂ ⁻ mg/l	1,14	1,01	1,21	0,93
NH ₄ ⁺ mg/l	3301,37	3369,48	3275,57	3540,79
NTK mg/l	–	3987,2	3875,2	–
Fe (totale) mg/l	1,11	1,26	1,35	5,40
Zn (totale) mg/l	0,36	0,11	0,23	0,07
Pb (totale) mg/l	0,05	0,11	0,12	0,16

Tableau VI-4 : résultats des analyses effectuées sur les prélèvements de la troisième campagne.

Paramètres	7 ^{eme} prélèvement 13-11-2007		8 ^{eme} prélèvement 20-11-2007	
	P1	P2	P1	P2
T (°C)	23,10	23,90	22,30	23,60
PH	8,64	8,10	8,67	7,55
Conductivité(ms)	122,00	120,70	111,30	162,80
MES mg/l	–	–	–	–
MMS mg/l	–	–	–	–
MVS mg/l	–	–	–	–
DBO ₅ mg/l	764	682	791	594
DCO mg/l	3422	4960	4013	5048
DCO/ DBO	4,48	7,27	5,07	8,50
PO ₄ ³⁻ mg/l	–	–	–	–
SO ₄ ²⁻ mg/l	93,12	40,01	100,40	45,57
NO ₃ ⁻ mg/l	505,24	611,35	735,15	1636,99
NO ₂ ⁻ mg/l	1,17	1,37	1,01	0,55
NH ₄ ⁺ mg/l	3022,73	3206,42	3172,37	3232,22
Fe (totale) mg/l	2,16	5,90	3,10	5,30
Zn (totale) mg/l	0,22	0,24	0,25	0,34
Pb (totale) mg/l	0,14	0,17	0,13	0,12

Tableau VI-5 : les teneurs moyennes des différents paramètres caractérisant les lixiviats.

Paramètres	Point de prélèvement P1		Point de prélèvement P2		Les normes [41]
	Valeur moyenne	Intervalle de variation	Valeur moyenne	Intervalle de variation	
T (°C)	22,68	20,50 – 23,90	23,38	21,40 – 24,70	30
PH	8,35	8,02 – 8,67	7,76	7,37 – 8,10	6,5 à 8,5
Conductivité(ms)	127,49	111,30 – 146,30	178,65	120,70 – 162,80	–
MES mg/l	740,00	580 - 880	775,33	500 - 1100	35
MMS mg/l	380,00	280 - 520	422,66	120 - 936	–
MVS mg/l	360,00	300 - 440	352,66	36 - 500	–
DBO ₅ mg/l	810,25	764 - 850	694,13	594 - 736	35
DCO mg/l	3770,88	3422 - 4013	5436,38	4068 - 8640	120
DCO/ DBO	4,65	4,47 – 4,72	7,83	6,84 – 11,73	–
PO ₄ ³⁻ mg/l	15,88	13,64 – 19,71	40,47	36,11 – 41,73	10
SO ₄ ²⁻ mg/l	89,91	82,96 – 100,40	43,99	40,00 – 46,72	–
NO ₃ ⁻ mg/l	730,73	505,24 – 1071,20	1818,27	346,10 – 4678,60	–
NO ₂ ⁻ mg/l	1,135	1,013 – 1,210	0,967	0,552 – 1,368	–
NH ₄ ⁺ mg/l	3193,01	3022,70 – 3301,37	3337,23	3206,40 – 3540,80	–
NTK mg/l	3247,85	2755,20 – 3875,20	3658,67	2396,80 – 4592,00	30
Fe (totale) mg/l	1,93	1,11 - 3,10	4,47	1,26 – 5,90	3
Zn (totale) mg/l	0,27	0,22 – 0,36	0,19	0,07 – 0,34	3
Pb (totale) mg/l	0,11	0,05 – 0,14	0,14	0,11 – 0,16	0.5

A titre de comparaisons, nous présent ons en tableau VI-6 les valeurs limites de rejet de lixiviats de décharge de certains pays [42].

Tableau VI-6 : les valeurs limites de rejet de lixiviats de décharge de certains pays [42].

Paramètres	Valeurs limites (mg/l)				
	USA	Allemagne	France	Hon Kong	Korea (sud)
DCO	ND	200	120	200	50
DBO ₅	ND	20	30	800	ND
NH ₃ -N	ND	ND	ND	5	50
Azote total	ND	70	30	100	150
Phosphores	ND	3	ND	25	ND
Cd(II)	0,01	0,1	ND	0,1	ND
Cr(III)	ND	0,5	ND	0,1	ND
Cr(VI)	0,05	0,1	ND	ND	ND
Ni(II)	0,013	1,0	ND	0,6	ND
Pb(II)	0,03	0,5	ND	ND	ND
Cu(II)	0,07	0,5	ND	1,0	ND
Zn(II)	0,3	2	ND	0,6	ND
Ag(I)	0,05	ND	ND	0,6	ND

ND : Non déterminée.

VI-5 Interprétation :

La couleur :

Les lixiviats étudiés arboraient une couleur grise allant vers le noir, ceci doit être dû essentiellement aux matières en solution et à la présence des ions de sulfure dont le pouvoir colorant est élevé.

L'odeur :

Les odeurs dégagées avaient une similitude avec celles " des oeufs pourris ", due à la formation du gaz H_2S .

La Température :

Les lixiviats présentent une température moyenne au voisinage de $22^{\circ}C$ qui est en relation avec la température ambiante, puisque ceux-ci se trouvent en contact direct avec l'air. Cette température favorise le développement des micro-organismes dans les lixiviats

Les valeurs des températures des lixiviats rejetés mesurées sur le site varient entre $20,5^{\circ}C$ et $24,27^{\circ}C$, avec des valeurs moyennes de $22,68^{\circ}C$ et de $23,38$ au niveau de P1 et P2 respectivement . Nous constatons que ces valeurs mesurées sont inférieures à la norme maximale de rejet [41] qui est de $30^{\circ}C$.

Le pH :

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. La valeur moyenne trouvée du pH est au voisinage de 8, Cette valeur favorise la précipitation des métaux lourds et permet l'adsorption de ces derniers par le sol. Elle favorise ainsi l'autoépuration.

Selon la norme [41], la valeur du pH doit être comprise entre 6,5 et 8,5 dans tous les cas de rejets en milieu naturel. Les valeurs mesurées de pH sont comprises entre 7,36 et 8,67 avec des moyennes de 8,35 et 7,76 au niveau de P1 et P2 respectivement, valeurs légèrement basiques. Cependant nous constatons que les valeurs mesurées se situent dans la gamme imposée par la norme de rejet dans un milieu naturel.

Conductivité électrique :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés. La mesure de

La conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente.

Nous avons abouti à des valeurs très élevées dues à la concentration élevée en sels dissous et à la quantité des substances minérales dans ces lixiviats.

La réglementation sur les rejets en stations d'épurations ou milieu naturel ne prévoit pas de limite pour ce paramètre.

Matière en suspension (MES) :

Les lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet sont très chargés en MES, les concentrations moyennes en MES au point P1 et P2 sont respectivement de 740 et 775.33 mg/l, ces valeurs sont très élevées par rapport à la norme [41] qui est de 35mg/l.

Matière volatile sèche (MVS) :

On entend par matières volatiles sèches la partie des matières en suspension susceptibles d'être volatilisées à 525° C. Les MVS sont généralement assimilées aux matières organiques en suspension.

Les valeurs obtenues varient entre 300 et 440 mg/l et la moyenne est de 360 mg/l au point P1, alors qu'au point P2 la valeur moyenne est de 352.66 mg/l et varient entre 36 et 500 mg/l

La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La DBO (Demande Biochimique en Oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau, par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont 5 jours à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air ; on parle alors de la DBO₅. Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge organique biodégradable. Elle est exprimée en mg d'O₂ consommés par litre.

Les valeurs obtenues aux points P1 et P2 sont respectivement de 810.25 mg d'O₂/l et de 694.13 mg d'O₂/l. Nous remarquons que ces valeurs sont élevées par rapport à la norme [41] qui est de 35

mg/l pour le rejet dans un milieu naturel indiquant la présence d'une concentration importante en matière organique biodégradable.

La demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO (Demande Chimique en Oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique biodégradable ou non d'une eau à l'aide d'un oxydant fort, le bichromate de potassium sous des conditions données.

La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO et donne une idée de la matière organique totale présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). Le résultat s'exprime en mg/l d'O₂, alors que la DBO₅ ne mesure que la matière organique naturellement biodégradable. C'est pourquoi les valeurs de DCO sont nécessairement supérieures aux valeurs de DBO₅.

Les résultats des analyses indiquent que la valeur moyenne de la DCO au point P1 est de 3770.88 mg d'O₂/l et atteint la valeur de 4013mg d'O₂/l, et au point P2 la DCO atteint le pic de 8640 mg d'O₂/l avec une moyenne de 5436.38 mg d'O₂/l. Ces effluents présentent une charge de pollution organique élevée. Ces valeurs sont très élevées par rapport à la norme [41] qui est de 120 mg/l pour le rejet dans un milieu naturel

Le rapport DCO/ DBO₅ :

Le domaine de variation des paramètres régissant la pollution organique dépend aussi bien de la nature de la décharge et son mode de gestion que de l'étape de fermentation que traverse la décharge. Aussi il est important de s'intéresser au rapport DCO/DBO₅ qui, en évoluant dans le temps, indique le degré de biodégradabilité et donne des informations sur l'âge de la décharge, la valeur de ce rapport est comprise entre 4.47 et 4.72 avec une moyenne de 4.65 au point P1, et a une valeur moyenne de 7.83 au point P2 comprise entre 6.84 et 11.73.

Comme le lixiviat au niveau au point P1 présente :

- ✓ Un pH voisin de la neutralité.
- ✓ Une charge organique avec un DCO de valeur moyenne de 3770.88 mg d'O₂/l comprise entre 3 et 15 g/l.
- ✓ Une biodégradabilité de l'ordre DCO/ DBO₅ ~ 5. (DCO/ DBO₅ =4.65)

On peut dire que ces lixiviats évolue d'un lixiviat jeune vers un lixiviat stabilisé, donc nous sommes dans le cas de lixiviat intermédiaire où la décharge tend vers la fermentation méthanique [13].

Pour les lixiviats du point P2 le rapport DCO/DBO₅ est encore plus élevé il atteint la valeur de 11,73 en ce site la phase méthanique est assez avancée ce qui est justifié par l'âge du casier (6ans) [13].

L'azote ammoniacal (NH₄⁺) :

Les autres formes de pollution qu'on relève dans les lixiviats étudiés sont celles liées à leur richesse en azote. Les valeurs moyennes obtenues aux points P1 et P2 sont respectivement de 3193.01 mg/l et 3337.23 mg/l, celles-ci sont nettement supérieures à la norme [41] qui est de 20 mg/l.

Les nitrates (NO₃⁻) :

Les concentrations moyennes mesurées sont de 730.73 et 1818.27 mg/l respectivement aux points P1 et P2 celles-ci sont nettement supérieures à la norme [41] qui est de 30 mg/l.

L'Azote Kjeldahl (NKT) :

Cette analyse permet de mesurer simultanément l'azote organique et l'azote ammoniacal représenté par l'azote Kjeldahl noté NTK

$$\text{NTK} = \text{N organique} + \text{N ammoniacal}.$$

De même, lorsque l'on mesure toutes les formes différentes d'azote (mis à part l'azote gazeux) on obtient l'azote globale, noté N_{GL} :

$$\text{N}_{\text{GL}} = \text{N}_{\text{organique}} + \text{N}_{\text{ammoniacal}} + \text{N}_{\text{nitrite}} + \text{N}_{\text{nitrate}}.$$

Ces deux paramètres sont utilisés par la réglementation pour fixer les limites de rejet de l'azote dans le milieu naturel.

Les concentrations moyennes en azote total aux points P1 et P2 sont respectivement de 3979,72 mg/l et de 1819,24 mg/l

Les orthophosphates (PO₄³⁻) :

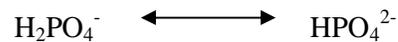
Le phosphore est présent dans les lixiviats sous différentes formes :

Phosphore organique : comme les phospholipides, les phosphoprotéines.

Phosphore minéral : dérivé de l'acide phosphorique comme les orthophosphates (PO₄³⁻, H₂PO₄⁻ et HPO₄²⁻). L'ensemble des formes organiques et minérales constitue le phosphore total.

Les phosphates correspondent en fait aux orthophosphates car l'ion phosphate, n'existe en solution que pour des pH basiques.

En effet, l'acide phosphorique est susceptible de s'ioniser de différentes façons :



La présence de phosphore dans les eaux entraîne un développement important des algues microscopiques et macroscopiques.

Les résultats moyens obtenus en orthophosphates aux points P1 et P2 du CET d'Ouled Fayet pour les différents prélèvements sont respectivement 15.88 et 40.47mg/l. Nous remarquons que ces valeurs sont très élevées par rapport à la norme [41] qui est de 10 mg/l.

Les métaux lourds :

Les principaux métaux lourds étudiés sont le fer, le zinc, et le plomb. Ce dernier étant les plus fréquemment retrouvés dans les lixiviats des ordures ménagères.

L'étude de la pollution métallique montre que la teneur en fer est élevée pour le site P2 où elle dépasse la valeur limite de rejet qui est de 3 mg/l.

Quand au plomb et au zinc, ils sont à l'état de trace, leur teneurs sont inférieures au 1 mg/l et donc inférieures aux normes de rejet.

Conclusion :

La comparaison de la composition des lixiviats issus des deux sites P1 et P2 nous a permis de détecter une petite différence au niveau des phases de fermentation qu'ils traversent, les rapports DCO/DBO₅ qui sont de 4,65 et 7,83 pour P1 et P2 respectivement correspondent à l'étape intermédiaire d'évolution de ces lixiviats avec un avancement assez poussé de la phase méthanique pour les lixiviats du site P2 (casier plus âgé).

D'autre part, nous n'avons pas pu mettre en évidence l'influence des saisons (dilution des lixiviats par les pluies, et plus fort lessivage des éléments solubles) cela nécessiterai une plus longue période d'échantillonnage.

Conclusion générale

La caractérisation des lixiviats d'une décharge nous renseigne sur la nature et l'ampleur de la charge polluante que génèrent les déchets à la suite de leurs interactions avec le milieu et en particulier avec l'eau.

C'est en continuité des travaux effectués par le passé sur le même site que nous avons poursuivi notre étude.

Comme le lixiviat, qui résulte des interactions physico - chimiques et biologiques du milieu, n'est pas un élément constant, il est nécessaire d'effectuer de telles caractérisations sur une longue période.

La composition et les rapports DCO/DBO des lixiviats des deux sites P1 et P2 ont montré qu'ils ont atteint leur étape ultime de dégradation anaérobie avec un stade plus poussé pour le site P2.

Le problème de l'infiltration de ces lixiviats est limité par l'utilisation de la géomembrane dans la construction des casiers qui assure une imperméabilité, évitant ainsi toute contamination possible du sol ainsi que des eaux souterraines.

Cependant il existe toujours un risque de contamination de la nappe phréatique et les eaux superficielles c'est pour cette raison qu'il faut envisager quelques mesures limitant la pollution et les nuisances et nous proposons celle que nous considérons la plus appropriée pour la décharge étudiée et qui consiste à traiter les lixiviats par la chaux comme un prétraitement physico - chimique, puis un traitement biologique avant de la rejeter dans la nature.

Au de la de ces considérations, les lixiviats doivent être traité comme des substances extrêmement dangereuses, il est nécessaire d'en organiser la collecte et le traitement afin de limiter au maximum les conséquences sur l'environnement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] :D.HUEBER : Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains ; GTZ GmbH, juillet 2001
- [2] :A.DAMIEN : Guide du traitement des déchets ; DUNOD, paris, 2002.
- [3]: ENDA Maghreb, Projet de protection de la biodiversité et ressources en eau du bassin versant de la MOULAYA (PBREM), 2003.
- [4]: H.Hadimi, K.Soltani « Réhabilitation du site de la décharge sauvage d'Ouled Fayet »; thèse de PFE.USTHB, 1998.
- [5]:M.E.T.A (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement) :2003, programme d'aménagement côtier (PAC).
- [6] : Étude internationale des politiques et pratiques de la mise en décharge des déchets Ménagers et industriels. 1996 ADIT.
- [7]:H.BILLARD, Centres de stockage des déchets « exploitation », Techniques de l'ingénieur, traité environnement, G 2 102,1999.
- [8] :K.HAMOURI, R.DJEMAA : Evaluation de la pollution de lixiviats de la décharge d'OULED FAYET et proposition d'un traitement. Projet de fin d'études. USTHB. Juin (2006).
- [9] :M.M.BARRES et AL : Les lixiviats de décharge ; le point de connaissance en 1990 ; T.S.M/AG.HTM ; N°6 ; (1990).
- [10]:G.TCHOBANOGLIOUS; solid waster; Mc graw-hill; TOKYO; (1977).
- [11] : Mme ABDI : Cours de réacteurs biologique. ENP. Département Env ironnement (1993).
- [12]:MARA.J and DOUGLAS.G; Ammonium production in sediments inhibited; appl and env.MIG.N°1; (1987).
- [13] : Etude bibliographique sur les lixiviats produits par la mise en décharge des déchets industriels; commission européenne. N°314; (1986).
- [14] :Melamby.K : Biologie de la pollution ; Paris. (1983).
- [15]: DEREK Ranad ELIZABETH.J.P: Competitive mechanisms for inhibition of sulfate reduction and methane production in the zone of ferric iron reduction in sediments; Appl -and env. Microb; N°8, (1987).
- [16] :M.D BERNARD : Evolution de la fiabilité des procédés de fixation de boues utilisées en France ; indus et nuisance, N°4, (1986).

- [17] : L.KHOUKHI, H.MECHERI « Valorisation d'une biomasse Mycélienne Activée dans le traitement par biosorption des eaux chargées en Fer et en Manganèse ».P.F.E, U.S.T.H.B, 2003.
- [18] : AGHTM, La décharge a un avenir : le centre de stockage ; TSM, numéro 1, janvier 2000.
- [19]: F.OZANNE, « Les lixiviats de décharge, le point des connaissances en 1990 », A.G.H.T.M, Juin 1990.
- [20] : P.COURANT et D.AMAR, « Les technologies disponible en matières de traitement des lixiviats », l'eau, l'industrie, les nuisances 1 992.
- [21]: LAWRENCE-A-W and P.L Mc Carty: The effects on anaerobic traitement: Air water poll. Int, N°10, (1984).
- [22] : L'INSA de LYON : Transfert par Infiltration de l'eau et de soluté dans les sols non saturé, Janvier 2002.
- [23] : Laboratoire de physique : Impact de la décharge sur les eaux souterraines. (Juin 2005).
- [24] : Surveillance actuelle de l'environnement, décharge industrielle de Benfor, Mesure d'intervention en cas de contamination. (Novembre 2005).
- [25]: D.J.V.CAMPBELL, A.PARKER, J.F.REES: attenuation of potential pollutants in land fill leachate by lower green sand (septembre 1982).
- [26] : Etude bibliographique sur les lixiviats produits par la mise en décharge des déchets industriels.¾ commissions des communautés européennes (1986).
- [27]: GRIFFEN, SHIMP: Attenuation of pollutants in municipals land fill leachate by passage through cly, EUV-SCI-technol (octobre 1976).
- [28] : LEVESQUE.L : Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales. Chrome, Cuivre, Nickel, Rapport N°6. Paris (1979).
- [29] : MEINCK.F : Les eaux résiduaires industrielles.ed.HRW. (1968).
- [30] : LEVESQUE.L : Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales. Chrome, Cuivre, Nickel, Rapport N°5. Paris (1978).
- [31] : LEVESQUE.L : Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales. Chrome, Cuivre, Nickel, Rapport N°4. Paris (1978).
- [32] : FRANCOIS RAMADE : Eléments d'écologie, écologie appliqué. Ed.Mc.Graw -hill. (1982).
- [33] : CHERGUI.A : Quantification de la charge polluante des eaux usées d'anabib, unité profil à froid et gros tube. Projet de fin d'études. (19 87).
- [34] : GILL FRIANT : Les décharges contrôlées des résidus urbains, risque de pollution des eaux (Mai-Juin 1983).

[35] : ANDRD : La décharge contrôlée des résidus urbains. Cahier technique de la direction de l'eau de la prévention des pollutions et des risques. N°6 (1981).

[36] :S.HOCINE : Gestion des déchets solides urbains et diagnostic du centre d'enfouissement de OULED FAYET, mémoire de magister. EPAU. Janvier (2006).

[37] : NATIONALE EAU ET ENVIRONNEMENT : Etude d'impact sur l'environnement préalable a la réalisation de la décharge D'OULED FAYET.

Mission 1 : Etat actuel du site de la décharge et de son Environnement.

[38]: Rapport sur la décharge de Ouled Fayet.

[39]: Annuaire statistique de la wilaya d'Alger (O.N.S), 2005.

[40] : NATIONALE EAU ET ENVIRONNEMENT : Etude d'impact sur l'environnement préalable a la réalisation de la décharge D'OULED FAYET.

Mission 2 : Description du projet.

[41]: le journal officiel de la république algérienne n°26, 24 Rabie El Aoel 1427 ,23 Avril 2006.

[42]: TONI.A et AL journal of Hazardous Materials, volume 140, issues 1, 2, 9 February 2007, page 407.

Annexe I

Détermination Demande chimique en oxygène (DCO) **NFT 90-101**

Principe : cette détermination comprend deux étapes :

1^{ère} étape : oxydation chimique des matières réductrices par un excès de $K_2Cr_2O_7$. Cette oxydation se réalise en milieu sulfurique (H_2SO_4), en présence de sulfate d'argent (Ag_2SO_4) comme catalyseur et sulfate de mercure ($HgSO_4$), à ébullition à reflux pendant 2 heures dans un ballon ou un tube muni d'un réfrigérateur.

2^{ème} étape : dosage de l'excès de dichromate de potassium par sel de Mohr après refroidissement. La fin du dosage est détecté par la ferroïne (o - phénanthroline ferreuse), indicateur redox. sa forme oxydée est de couleur bleu-vert en présence de l'oxydant et la première goutte de sel de Mohr en excès entraîne un changement de coloration de la ferroïne qui devient rouge brique (forme réduite).

Réactifs :

- Acide sulfurique [H_2SO_4] à environ 4mol/l
- Acide sulfurique-sulfate d'argent
- Dichromate de potassium à 0,04 mol/l et contenant le sulfate de mercure (II)
- Sulfate de fer (II) et d'ammonium ou sel de Mohr à 0,12 mol/l
- Hydrogénophthalate de potassium ($KC_8H_5O_4$) à 2,0824 mmol/l
- Ferroïne.

Appareillage :

- Appareil à reflux
- Bloc chauffant

Mode opératoire :

- Introduire dans un tube à fond plat de DCO 1ml de l'échantillon à analyser dilué dix fois.
- Ajouter 5ml de dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ (qui contient 0,4g de $HgSO_4$).
- Ajouter quelques granules régulateurs d'ébullition et homogénéiser.
- Ajouter lentement et avec précaution 15ml d'acide sulfurique -sulfate d'argent en agitant soigneusement le tube et en refroidissant sous un courant d'eau froide de façon à éviter toute perte de substances organiques volatils.
- Porter à l'ébullition dans un bloc chauffant.
- Laisser refroidir et laver la paroi interne du réfrigérant à l'eau distillée en recueillant les eaux de lavage dans le tube.
- Compléter à environ 75ml de l'eau distillée et laisser refroidir à température ambiante.
- Titrer l'excès de $K_2Cr_2O_7$ par la solution de sel de Mohr en présence de 1à 2 gouttes de ferroïne (virage rouge brique).
- Dans un tube à DCO, introduire 10ml d'eau distillée, puis suivre le même protocole que pour l'essai. Noter V_B ml.

Expression des résultats : La demande chimique en oxygène, DCO, exprimé en mg/l, est donnée par la formule de la norme :

$$DCO = 8000 * (V_B - V_{ech}) * T / V$$

- V_B : volume en ml de sel de Mohr utilisé pour l'essai à blanc.
- V_{ech} : volume en ml de sel de Mohr utilisé pour le dosage de l'échantillon.
- T : la concentration, exprimée en moles par litre, de la solution de sel de Mohr déterminée par étalonnage.
- V : volume de prise d'essai en ml

Détermination de la Demande Biochimique en Oxygène NFT 90-103

Principe :

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermo-statée est mis à incuber en présence d'air. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique (CO₂) formé est piégé par l'hydroxyde de potassium. Cette détermination en oxygène crée une dépression qui est enregistrée par une élévation du niveau de mercure.

Méthodes instrumentales :

Mode opératoire :

Prise d'essai dépend de la charge de l'échantillon, celle-ci dépend de l'origine de l'échantillon industriel ou urbain, de la couleur, de l'odeur et de la charge en matières en suspension.

Voici le volume de l'échantillon d'après la DBO présumée

La charge	DBO présumée mg/l	Prise d'essai	facteur	La charge	DBO présumée mg/l	Prise d'essai	facteur
Très faible	0 - 40	432	1	Très faible	0 - 35	428	0.1
Faible	0 - 80	365	2	Faible	0 - 70	360	0.2
Moyenne	0 - 200	250	5	Moyenne	0 - 175	244	0.5
Plus que la moyenne	0 - 400	164	10	Plus que la moyenne	0 - 350	157	1.0
Un peu chargée	0 - 800	97	20	Chargée	0 - 700	94	2.0
Chargée	0 - 2000	43.5	50	Très chargée	0 - 1400	56	4.0
Très chargée	0 - 4000	22.7	100				

Dosage des MES par centrifugation NFT 90-015

Principe : la séparation des MES de l'eau se fait par centrifugation. L'échantillon est mis en rotation à grande vitesse. L'application de la force centrifuge sur les particules solides perm et de les rassembler dans le fond du tube sous forme d'un culot. Ce culot sera lavé puis récupéré et mis à sécher à 105°C. Le résidu sec est ensuite pesé. Il correspond aux MES contenues dans l'échantillon.

Appareillage :

- Centrifugeuse
- Dessiccateur

Mode opératoire :

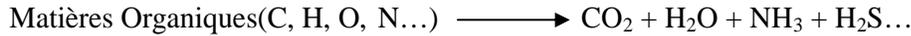
- Attendre que les échantillons soient à température ambiante.
- Homogénéiser le contenu du flacon par agitation.
Si cela est possible, introduire la totalité de l'échantillon dans le pot de la centrifugeuse, de volume de 200 à 500 ml, et centrifuger 20mn environ. Le volume V_E en ml doit conduire la pesée d'au moins 30mg de MES.
- Eliminer l'eau surnageante, remettre en suspension le culot dans de l'eau distillée (en remplissant jusqu'au niveau initial) et centrifuger 20mn.
- Recueillir le culot déposé dans une capsule préalablement séchée à 105°C et pesée à 0,1 mg près : M_1 . Rincer le pot de centrifugation deux fois, avec chaque fois environ 20ml d'eau distillée et recueillir les eaux d'entraînement dans la capsule.
- Sécher ensuite la capsule et son contenu à 105°C \pm 2°C, laisser refroidir dans un dessiccateur et peser à 0,5 mg près : M_2 .Recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de pesée jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives ne dépasse pas 0,5mg.

Expression des résultats : La teneur en MES est calculée à partir de la formule suivante :

$$[\text{MES}] = (M_2 - M_1) * 1000 / V_E \quad (\text{mg.l}^{-1})$$

Détermination des MVS

Principe : les matières organiques ont la propriété d'être minéralisées à haute température :



Les molécules produites par calcination de la MO sont sous forme gazeuse à haute température et vont donc se volatiliser.

C'est pour cette raison que l'on détermine la teneur en MO par calcination à 550°C et par pesée du résidu (les cendres) qui représente les matières minérales. Par différence entre la masse de matières sèches initiale et la masse de matières minérales restante, on détermine la masse de matières organiques.

On peut donc écrire :

$$\text{MES} = \text{Matières organiques (MVS)} + \text{Matières minérales (MM)}$$

Mode opératoire :

Cette analyse peut être effectuée après la détermination des MES.

- A la fin de cette analyse, déterminer le poids P_1 en g, correspond au poids de la coupelle en porcelaine et des matières sèches qu'elle contient.
- Placer ensuite la coupelle en porcelaine dans un four à 550°C pendant une durée de 2 heures.
- Après refroidissement dans un dessiccateur, la coupelle, ne contient plus que de les cendres, est à nouveau pesée : poids P_2 en g.

La différence ($P_2 - P_1$) représente le poids des MVS de l'échantillon.

Expression des résultats : le taux de MVS en % est donnée par la formule suivante :

$$\text{MVS en \%} = (P_1 - P_2 / P_1 - P_0) * 100$$

P_0 : poids de la coupelle vide initialement.

Dosage Des Nitrites (NO_2^-)
ISO 6777-1984

Principe : les nitrites réagissent avec la sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N-1-Naphtyléthylènediamine dichlorure donne naissance à une coloration rose mesurée à 543 nm.

Réactifs :

Réactifs mixte : Sulfanilamide
Acide phosphorique
N-1- Naphtyléthylènediamine
H₂O distillé

Appareillage :

Spectrophotomètre UV-V

Mode opératoire :

- Dans une fiole jaugée introduire 1ml de l'échantillon à analyser
- Ajouter de l'eau distillée pour amener le volume à environ 40ml.
- Prévoir une fiole avec 40ml d'eau distillée pour le blanc réactif.
- Ajouter 1ml de réactifs mixte
- Compléter jusqu'au 50ml avec de l'eau distillée
- Au moins 20mn après l'ajout du réactif.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des nitrites.
Effectuer la lecture au spectrophotomètre à 543nm.

Expression des résultats : on détermine la concentration en mg d'azote des nitrites .l⁻¹ d'eau
La concentration en mg NO_2^- .l⁻¹ est donnée par l'équation suivante :

$$[\text{NO}_2] = [\text{N- NO}_2] \cdot 46/14$$

[N- NO₂] : concentration en mg d'azote des nitrites par litre.

46 : masse molaire de l'ion nitrite en g.mol⁻¹

14 : masse molaire de l'azote en g. mol⁻¹

Dosage Des Nitrates (NO_3^-) **ISO 7890-3-1988**

Principe : En présence de salicylate de sodium et après traitement en milieu alcalin, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Réactifs :

- solution de salicylate de Na à 0.5% (renouveler toutes les 24h)
- solution d'hydroxyde de Na à 30%
- H_2SO_4 concentré
- Tartrate double de sodium et de potassium
 - Hydroxyde de Na
 - Tartrate de Na et de K
 - Eau distillée

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 ml

- solution mère d'azote d'origine nitrique
 - Nitrate de potassium anhydre
 - Eau distillée
 - Chloroforme
- solution fille d'azote d'origine nitrique à 5mg/l

Appareillage :

Spectrophotomètre UV-V

Mode opératoire :

- Dans une capsule d'évaporation, introduire 2ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter de l'eau distillée pour amener le volume à environ 10ml
- Prévoir une capsule avec 10ml d'eau distillée pour le blanc réactif.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH
- Rajouter 1ml de salicylate de Na
- Laisser reposer pendant 5mn
- Evaporer à sec 80°C (ne pas surchauffer)
- Laisser refroidir à température ambiante.
- Reprendre le résidu avec 2ml de H_2SO_4
- Laisser reposer encore 10mn
- Ajouter 15ml d'eau distillée puis 15ml d'hydroxyde de Na et tartrate double de Na et de K qui développe la couleur jaune.

Effectuer la lecture au spectrophotomètre à 415nm.

Expression des résultats : la masse d'azote des nitrates est exprimée en mg de $\text{N-NO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$
On peut ensuite convertir cette concentration en mg de nitrates. L^{-1} par la formule suivante :

$$[\text{NO}_3] = [\text{N-NO}_3] * 62/14$$

62 : masse molaire de l'ion nitrate en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

14 : masse molaire de l'azote en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Dosage De L'Azote Ammoniacal (NH_4^+)
ISO 7150/1-1984

Principe : mesure spectrophotométrique à 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium comme catalyseur.

Réactifs :

Réactif A :

Acide dichloroisocyanurique.
Hydroxyde de sodium.
Eau distillée

Réactif B :

Tri citrate de sodium.
Salicylate de sodium.
Nitroprussiate de sodium.
Eau distillée

Appareillage :

Spectrophotomètre UV-V

Mode opératoire :

- Introduire dans une fiole 1ml de l'échantillon à analyser
- Compléter à 100ml avec de l'eau distillée et mélanger.
- Prélever 10ml de cette dernière solution et ajouter 4ml de réactif A+ 4ml de réactif B
- Compléter jusqu'à 50ml par de l'eau distillée
- Prévoir une fiole avec 10ml d'eau distillée pour le blanc réactif
- Laisser reposer pendant 1h 30mn

Effectuer la lecture spectrophotométrique à 655 nm.

Expression des résultats : le résultat est donné directement en mg/l.

Dosage Des Ortho phosphates (PO₄³⁻)

ISO 6878/1-1986

Principe : les ions orthophosphates en solution acide (H₂SO₄) et en présence d'ions molybdate et antimoine forment un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate qui, après réduction par l'acide ascorbique, donne un complexe de molybdène fortement coloré en bleu. Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double de potassium et d'antimoine.

La mesure de l'absorbance de ce complexe se fait à 880nm et permet de déterminer la concentration en orthophosphates de l'échantillon.

Appareillage :

Spectrophotomètre UV-V

Réactifs :

Réactif mixte :

- Heptamolybdate d'ammonium.
- Eau distillée

- Tartrate de potassium d'antimoine hemihydraté.
- Eau distillée.

- Acide sulfurique pur.
- Eau distillée.

Réactif phosphate :

(Réactif A + Réactif B) + Réactif C = 500ml (stable 2mois)

Mode opératoire :

- Introduire dans une fiole 1ml de l'échantillon à analyser diluer à environ 50ml avec de l'eau distillée.
- Prélever 40ml de cette dernière solution ;
- Ajouter 1ml d'acide ascorbique
- Ajouter 2ml d'Heptamolybdate d'ammonium
- Compléter jusqu'à 50ml
- Prévoir une fiole avec 40ml d'eau distillée pour le blanc réactif
- Le développement de la couleur bleu après 30mn indique la présence de PO₄³⁻

Effectuer la lecture à 700nm

Expression des résultats : la concentration en P des orthophosphates est exprimé en mg/l, et on peut convertir cette teneur en mg de PO₄³⁻ .L⁻¹ par la relation suivante :

$$[\text{PO}_4^{3-}] = [\text{P- PO}_4^{3-}] * 95/31$$

95 : masse molaire de l'ion phosphate en g.mol⁻¹

31 : masse molaire du phosphore en g. mol⁻¹

Dosage des métaux
ISO N° 82-88

Procédure d'analyse :

- Attaquer les échantillons avec (5ml HNO₃ + 2 ml H₂O₂) pour 100 ml d'échantillon
- Procéder à la digestion des échantillons dans des fioles de 100 ml et ajuster avec de l'eau distillée.
- Passer à la détermination des métaux (Cd, Cr, Cu, Co, Ni, Fe, Pb, Zn) par la spectrométrie d'absorption atomique (SAA).

Expression des résultats : le résultat est donné directement en mg/l.

:

الهدف من هذه الدراسة، هو إيجاد المياه الناتجة التقني للمخلفات المنزلية بأولاد فايت.
من أجل هذا عينات من منطقتين مختلفتين. نظام تصريف المياه و الثاني انطلقا من نظام صرف البيوغاز (مشكلة صعود مياه من نظام صرف البيوغاز) هذا خلال مدة سبعة أشهر. إيجاد خصائص مياه المفرغة يتمثل في قياس تراكيز مختلف الوسائط الفيزيائية الكيميائية: الحرارة. PH. الناقلية. المعوقات. ط ك أ. ط ب أ. NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_2^- , Fe, Zn, Pb. القيم المتوسطة الموجودة تفوق تلك المشار إليها في المعيار الجزائري . با استطاعتنا القول أن هذه المياه أضرار على صحة المواطنين والبيئة الطبيعية لأولاد فايت. كلمات مفاتيح: مركز الدفن التقني للمخلفات المنزلية، المياه، خصائص.

Résumé :

Le but de notre travail est la caractérisation des lixiviats engendrés par le centre d'enfouissement technique de Ouled Fayet.

Pour cela, des échantillons ont été prélevés dans deux endroits différents, le premier à partir du système de drainage des lixiviats ; le deuxième à partir des buses d'évacuations des biogaz (problème de remonter des lixiviats), et cela pour une durée de sept mois.

La caractérisation des lixiviats s'est effectuée par la mesure des paramètres physico-chimique : température, PH, conductivité, MES, MVS, MMS, DCO, DBO₅, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , azote globale, métaux lourds (Fe, Zn, Pb).

Les valeurs moyennes trouvées dépassent ceux indiqués dans la norme Algérienne, on peut dire que les lixiviats de la décharge peuvent causer des nuisances pour la santé humaine et pour l'environnement de Ouled Fayet.

Mots clés : décharge contrôlée, lixiviats, caractérisation .

Abstract:

The goal of our work is the characterization of the leachates to generate by the center of hide technical of Ouled Fayet.

For that samples were taken in two different places, the first starting from the system of drainage of the leachates, the second starting from the flue nozzles of biogases (problem to go up lixiviat), and that for seven months duration.

The characterization of the leachates was carried out by the measurement of the physico-chimique parameters: temperature, pH, conductivity, MIS, MVS, MMS, DCO, DBO5, NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄⁻³, SO₄⁻², nitrogenize total, heavy metals (Fe, Zn, Pb).

The found average values exceed those indicated in the Algerian standard, we can say that the leachates discharge can cause harmful effects for human health and the environment of Ouled Fayet.

Key words: landfill, leachates, characterization.