

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département des Sciences et Technologies

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## LICENCE

**Domaine** : Sciences et Technologies

**Filière** : Hydraulique

**Spécialité** : Sciences de l'eau et de l'environnement

## Thème

**CARACTERISATION PHYSIQUE-CHIMIQUE DE  
LIXIVIATS DU CENTRE D'ENFOUISSEMENT  
TECHNIQUE DE LA VILLE DE GHARDAÏA**

**Par :**

LAGHNEJ Soumia

YARZAGHI Aicha

**Jury :**

**Mme. MOULAI Karoumia**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Encadreur**

**Mme. BOUAMER Kheira**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Examinatrice**

**Année universitaire 2013/2014**



# Remerciements

*Tout d'abord, Nous remercions Allah de nous avoir prêté vie et volonté  
pour achever ce travail,*

*Puis nous tiens à exprimer nos vifs remerciements à toutes les personnes  
qui nous ont aidés tout au long de notre travail.*

*Nos reconnaissance va plus particulièrement à :*

*Notre encadreuse M<sup>me</sup> MOULAI Karoumia qui a conduit l'avancement de ce  
mémoire avec une haute compétence et une grande disponibilité et nous l'en  
remercie du fond du cœur.*

*Le chef département M<sup>r</sup> Hadj Sayed AËK pour ses directives et ses conseils.*

*Tout le personnel de l'ADE unité de Tamanrasset.*

*Tout le personnel de laboratoire de l'ADE unité de Ghardaïa spécialement à M<sup>elle</sup>  
K. Safaa et M<sup>er</sup>. Mekhlouf.*

*Tout le personnel de centre d'enfouissement technique Tamanrasset.*

*Tout le personnel d'EPIC/EPWG-CET Ghardaïa.*

*Tous les enseignants de 3<sup>ème</sup> année hydraulique qui ont participé à notre  
formation particulièrement à M<sup>r</sup> BENADDA Lotfi.*

*L'ensemble des enseignants qui nous ont suivis durant notre cycle d'étude.*

*A ceux qui ont contribué à l'élaboration de cette étude de près ou de loin.*

*Merci à Vous Tous*



# Dédicace

*Je dédie ce travail :*

*Avant tout à mes chers parents, pour leurs sacrifices et encouragements à mon égard, que Dieu leurs accorde une longue vie.*

*A mes chers frères Yacine, Imad, Mahmoud, Ayman, Housseem*

*A mes chères sœurs Massaouda, Kaltoum.*

*A ma sœur Chahid et sa maman Thoria.*

*A mon fiancé Hamza et sa famille.*

*A ma tante Zohra, sa fille Tokia, et ses fils.*

*A ma cousine Fatiha, mon cousin A. Fatah.*

*A mes ancles, tantes, grandes mères, cousins et cousines.*

*A toute la famille Laghnej, Djouji, Baroud et Bousseta.*

*A toi ma chère Hayat, Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.*

*A toutes mes chères amies spécialement : Amina, Samia, Fatma, Atika,*

*Saida, Ibtissam, Asma, Faiza, Rekia, Zoubida, zoulikha et Dalila.*

*A toute ma promotion 2013/2014 de l'hydraulique*

*A toutes mes adorables que j'ai connu pendant toute ma vie*

...

*À vous tous, je dédie ce modeste travail avec Amour et Honneur.*

*Soumia ...*

## *Dédicaces*

قال الله عز وجل  
(وَقُلْ رَبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيْتَنِي صَغِيرًا)

A mes parents **Tarzar** et **Boudjema** qu'ils trouvent ici le témoignage de ma gratitude envers leurs affection, leurs amour et les sacrifices qu'ils n'ont cessé de me faire durant toute ma vie scolaire

A mes sœurs : l'alla, khadra, Fatima, Mabrouka, Hanane et ya mes frères Abdou, Ahmed, Abdessallam, Ismail.

A toute la famille : yarzaghi, malalle, ouled Hama

Ames proches amis : Millouda, Faiza, Zoulikha, Zoubaida, Roukaia

Toutes les 2<sup>ème</sup> promotions hydrauliques 3<sup>ème</sup>

**Aicha yarzaghi**

# Table de matières

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

<b>Introduction générale</b> .....	2
<b>Chapitre I : Connaissance du lixiviat</b> .....	3
I.1.Définition .....	4
I.2.Les phases d'évolution des lixiviats .....	4
I.2.1.Aspect biologique .....	5
I.2.1.1.Évolution aérobie .....	5
I.2.1.2.Évolution anaérobie .....	5
I.2.2.Aspect physico-chimique .....	10
I.3.Les types de lixiviat .....	10
I.3.1.Lixiviats jeunes (<5 ans) .....	10
I.3.2 .Lixiviats intermédiaires .....	11
I.3.3.Lixiviats stabilisés (>10 ans) .....	12
I.4.Mécanismes de formation des lixiviats .....	14
I.5.Quantité des lixiviats _le bilan hydrique_ .....	15
I.5.1.Aspect théorique .....	15
I.6.Compositions de lixiviat .....	17
I.6.1.Types de polluants présents dans les lixiviats .....	18
I.6.1.1.Acides gras .....	18
I.6.1.2.Composés ligno-cellulosiques .....	18
I.6.1.3.Composés associés aux matières plastiques .....	18
I.6.1.3.1.Les plastifiants .....	19
I.6.1.3.2.Les stabilisants .....	19
I.6.1.4.Les phénols .....	20
I.6.1.5.Les pesticides .....	20
I.6.1.6.Les métaux lourds .....	20
<b>Chapitre II : Problèmes d'environnement</b> .....	21
II.1.Effets sur le milieu aquatique (eau de surface) .....	22

---

II.1.1.Aspects quantitatifs .....	22
II.1.2.Aspects toxicologiques .....	22
II.1.3.Aspects écologiques.....	23
II.2.Effets sur les eaux souterraines .....	23
II.2.1.Nature de substratum .....	23
II.2.2.Écoulement des lixiviats en zone poreuse .....	24
II.2.3.Écoulement des lixiviats en zone saturé .....	25
II.3.Causes du dégagement des odeurs des lixiviats .....	26
II.4.Lutte contre les odeurs des lixiviats.....	26
<b>Chapitre III : Matériels et méthodes d'analyse.....</b>	<b>28</b>
III.1.Localisation et caractéristique de la zone d'étude .....	29
III.2.Analyses physico-chimiques .....	29
III.3.Paramètres physiques et chimiques .....	30
III.3.1.Température.....	30
III.3.2.Potentiel d'hydrogène (pH) .....	30
III.3.3.Conductivité électrique.....	30
III.3.4.Chlorures.....	31
III.3.5.Sodium et potassium.....	31
III.3.6.Ammonium .....	31
III.3.7.Sulfates .....	32
III.3.8.Nitrates .....	32
III.3.9.Phosphore.....	32
III.3.10.Calcium et magnésium .....	32
III.3.11.Nitrites .....	32
III.3.12.Dureté ou titre hydrométrique (TH) .....	32
III.3.13.Titre alcalimétrique complet (TAC) .....	32
III.3.14.Demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	33
III.3.15.Matières en suspension (MES).....	33
III.4.Protocole d'analyse physiques et chimiques : .....	33
III.4.1.pH.....	33
III.4.2.Conductivité électrique.....	33
III.4.3.Dosage des chlorures .....	34
III.4.4.Sodium .....	34
III.4.5.Potassium .....	34

---

III.4.6.Ammonium .....	35
III.4.7.Sulfate.....	35
III.4.8.Nitrate.....	35
III.4.9.Phosphore.....	35
III.4.10.dosage du calcium .....	36
III.4.11.Nitrites .....	36
III.4.12.TH.....	36
III.4.13.TAC .....	37
III.4.14.DBO <sub>5</sub> .....	37
III.4.15.MES .....	38
<b>Chapitre IV :Résultats et discussion.....</b>	<b>39</b>
IV.1.Résultats et discussion .....	40
<b>Conclusion .....</b>	<b>44</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>46</b>

---

## Liste des figures

<b>Figure I.1:</b> Représentation schématique des différentes étapes de la digestion anaérobie de composé organique .....	7
<b>Figure I.2:</b> Evolution des lixiviats .....	9
<b>Figure I.3:</b> Profil CPG lixiviat jeune. (Dilution $\times 100$ ).....	11
<b>Figure I.4:</b> Profil CPG lixiviat intermédiaire .....	12
<b>Figure I.5:</b> Profil CPG lixiviat stabilisé. (Dilution 2).....	13
<b>Figure I.6:</b> Principales composantes du bilan hydrique dans une décharge .....	16
<b>Figure I.7:</b> Structure chimique générale des phtalates .....	19
<b>Figure III.1:</b> bassin de lixiviat .....	29
<b>Figure III.2:</b> cuvette d'enfouissement.....	29
<b>Figure III.3:</b> spectrométrie à flamme .....	31
<b>Figure III.4:</b> photomètre UV .....	31
<b>Figure III.5:</b> pH mètre .....	33
<b>Figure III.6:</b> dosage des chlorures.....	34
<b>Figure III.7:</b> dosage du calcium.....	36
<b>Figure III.8:</b> DBO mètre .....	37

---



## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b> : Caractéristiques principales des différents types de lixiviats.....	13
<b>Tableau I.2</b> : Classification des composés présents dans les lixiviats en fonction de leur nature et de leur poids moléculaire.....	17
<b>Tableau II.1</b> : caractéristiques des trois grandes classes de sites. ....	24
<b>Tableau II.2</b> :. groupe de contaminants.....	25
<b>Tableau IV.1</b> : Tableau comparatif des analyses physiques et chimiques des lixiviats du centre d'enfouissement technique de la ville de GHARDAÏA et classification de Chian et Millot .....	40

---

## Liste des abréviations

<b>AGV</b>	Acides Gras Volatils
<b>AND</b>	Agence nationale des déchets
<b>BBP</b>	Butylbenzylphtalate
<b>CPG</b>	Chromatographie en Phase Gazeuse
<b>COT</b>	Carbone organique total
<b>CE</b>	Conductivité électrique
<b>DBO</b>	Demande Biochimique en Oxygène
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demande Biologique en Oxygène au bout de 5 jours
<b>DBP</b>	Débutylphtalate
<b>DCO</b>	Demande Chimique en Oxygène
<b>DEHP</b>	Di-(2-éthylhexyle) phtalate
<b>DINP</b>	Di-isononyle-phtalate
<b>M.E.S</b>	Matière en suspension
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PH</b>	Potentiel d'hydrogène
<b>Meq/l</b>	milliéquivalent par litre
<b>KS</b>	coefficient de DARCY
<b>CET</b>	centre d'enfouissement technique

---

# Introduction générale



## ***Introduction générale***

Devant la croissance démographique, l'amélioration de la qualité de vie et la grande densité des zones urbaines, la production des déchets est en augmentation constante.

L'élimination de ces déchets se fait par collecté et transporté au décharges, où tous les types de déchets sont rejetés à l'état brut et mélangés : urbains, industriels, hospitaliers et agricoles.

A l'intérieur des décharges, les déchets déversés ne sont que rarement totalement inertes et de nombreuses réactions physico-chimiques et biologiques interviennent à la fois entre le déchet et le milieu dans lequel il se trouve, mais également au sein même des déchets d'origines diverses.

L'évolution des déchets en décharge et leurs interactions avec le milieu extérieur conduisent à la dispersion de flux polluants, essentiellement à travers l'émergence du lixiviat qui résulte de la mise en solution par voies physico-chimiques et biologiques des éléments polluants dans les eaux de percolation. Cette eau se charge de substances organiques et minérales et donnent naissance aux lixiviats.

Leur rejet à l'état brut et sans aucun traitement préalable engendre les impacts environnementaux suivants : pollution des sols, contamination des eaux souterraine et de surface, atteinte à la santé humaine, etc.

Dans ce cadre, l'objectif de ce travail est d'étudier les caractéristiques physique et chimique du lixiviat de décharge.

L'objectif majeur de ce travail consiste à une caractérisation physico-chimique, des lixiviats de la décharge de la vile de Ghardaïa pour une éventuelle étude d'impact sur les ressources en eau (superficielles et souterraines) et sur la santé de la population riveraine. Par ailleurs, une comparaison des résultats de caractérisation avec ceux d'un lixiviat moyen, afin d'évaluer le degré de pollution engendrée par cette décharge.

Cette étude comporte quatre chapitres :

- I- Connaissance du lixiviat : consacré à l'étude bibliographique sur lixiviat.
- II- Problèmes d'environnement : étudié l'impact du lixiviat sur l'environnement.
- III- Matériels et Méthodes d'analyse : les différentes méthodes d'analyses appliquées sur lixiviat.
- IV- Résultats et discussion : discussion des résultats d'analyses.

# Chapitre I

## Connaissance du lixiviat

## ***Chapitre I : Connaissance du lixiviat***

### **I.1 Définition :**

Lixiviat signifie 'jus de décharges', c'est-à-dire l'eau qui percolé à travers les déchets en se chargeant de polluants organiques, minérales et de métaux.

L'eau provient des précipitations et de la dégradation des déchets. La formation des lixiviats est fonction d'une grande variété de phénomènes :

- modes de transport par écoulement, par gravité, par diffusion.
- mécanismes chimiques : complexation, solubilisation, oxydo-réduction.
- processus biologique : aérobies, anaérobies.

### **I.2 Les phases d'évolution des lixiviats :**

La formation des lixiviats met en jeu une grande valeté de phénomènes [1] :

Au niveau physico-chimique on peut mentionner l'évolution de PH, du pouvoir tampon, de la salinité et du potentiel d'oxydoréduction de la solution percolant à travers les déchets. Il en va de même de l'influence de la porosité de la partie solide, de son état de surface ....sur la cinétique globale du phénomène.

Au niveau biologique il paraît acquis que des processus aérobies et anaérobies se superposent .les métabolites produits (acides aminés, acides gras volatils, aldéhydes, carbonates, nitrâtes, ammonium, 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, etc.

Il est, en fait, très difficile de donner l'allure générale de l'ensemble de ces phénomènes tels qu'ils se produisent dans la réalité.

### **I.2.1 Aspect biologique :**

L'évolution de la partie organique des déchets mis en décharge est le résultat d'une évolution biologique plus ou moins anaérobie selon le mode d'exploitation du site et la composition des déchets. L'Humidité du milieu est très importante : dans un milieu sans eau, les déchets vont rapidement se « momifier », et toute évolution sera ploquée comme on le constate dans les régions désertiques.

Les deux grandes familles d'évolution spontanées sont en général simultanées sur un site donné [1] :

#### **I.2.1.1 Evolution aérobie**

L'évolution de la matière organique en aérobiose est analogue à celle que l'on observe dans les premières phases du compostage .Elle est due à une activité microbienne intense qui se traduit par une élévation importante de la température, jusqu'à 60°C environ .la présence d'oxygène permet à la microflore et à la microfaune de pousser la dégradation des matières organiques jusqu'aux formes qui conduisent à des produits de dégradation inodores, ce qui est important du point de vue des nuisances : les gaz seront constitués en grande partie de gaz carbonique et de vapeur d'eau, résultat de la respiration des bactéries. Pour être complète une évolution aérobie demande une dizaine de jours.

#### **I.2.1.2 Evolution anaérobie :**

Les nécessités techniques de l'exploitation amènent souvent à couvrir une couche d'ordures en évolution aérobie soit par un matériau de couverture plus ou moins étanche, soit par une autre couche d'ordures. L'évolution se fait alors selon un mode anaérobie complexe qui dépend de la nature des déchets et de leur état de division, mais aussi de leur humidité, de la température ambiante, du pH, etc. ...En simplifiant beaucoup, on peut distinguer quatre phases :

- a) Une phase d'hydrolyse au cours de laquelle les longues chaînes des matières organiques mises en dépôt sont attaquées, notamment par diverses enzymes produites par les bactéries elle mêmes. Le stade final sera un mélange de sucres simples, d'acides aminés ou gras solubilisés qui pourront être attaqués dans la phase suivante. Cette phase peut se dérouler en aérobiose partielle.
- b) Une phase d'acidogènes. D'autres bactéries prennent les produits de l'hydrolyse et les transforment :

- 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. Les acides de faible poids moléculaires entrent dans la catégorie des « acides gras volatils » (butyrique, propionique, formique).
- c) Une phase d'acétogénèse. Cette phase, est le fait d'organismes anaérobies. Elle est très importante car l'accumulation des acides gras volatils produits lors de la phase précédente aurait pour conséquence d'inhiber la phase suivante. Les acides gras et alcools formés au stade précédent sont transformés en acétates, gaz carbonique et hydrogène. La quantité d'acides gras volatils va donc diminuer au cours de cette phase.
- d) Une phase de méthanogénèse également strictement anaérobie, au cours de laquelle l'acide acétique et le méthanol sont transformés en gaz carbonique et en méthane. **La figure I.1** (Représentation schématique des différentes étapes de la digestion anaérobie de composés organiques (B = bactéries) [2]) donne une idée de l'allure générale de ces transformations. 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 sulfhydrique et de divers acides plus ou moins volatils et plus ou moins soufrés, en général assez malodorants.



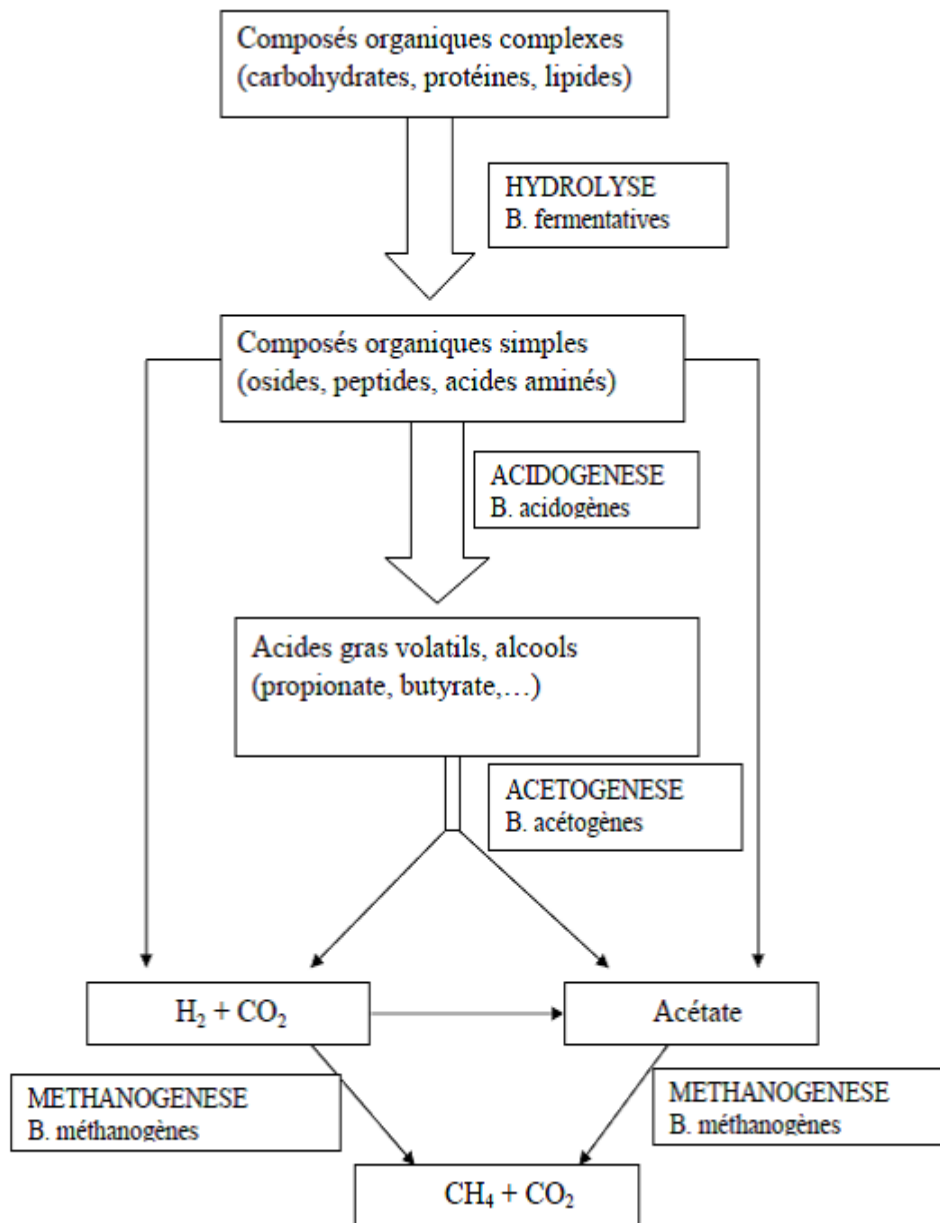


Figure I.1: Représentation schématique des différentes étapes de la digestion anaérobie de composés organiques (B = bactéries) [2].

Dans une décharge, cela se traduit par cinq étapes successives [1] :

- Phase I : mise en place des déchets \_ remplissage des alvéoles,
- Phase II : capacité d'absorption saturée, passage progressif en anaérobiose, chute du potentiel redox, augmentation progressive de la charge organique.
- PHASE III : acidogénèse, chute du pH, complexation des espèces métalliques, charge organique très élevée.
- PHASE IV : méthanogènes, remontée progressive du PH, diminution de la charge organique, production importante de gaz.
- PHASE V : maturation finale, stabilisation de la matière organique, chute de la production de gaz.

Les paramètres physico-chimiques fournissent un aperçu de la composition d'un lixiviat ; s'ils sont satisfaisants pour évaluer globalement la charge organique d'un effluent, ils ne permettent pas d'expliquer certaines anomalies dans la composition d'un percolat, ni la mauvaise biodégradabilité de certains lixiviats. Il faudra, pour ce faire, procéder à une analyse plus précise de cette fraction organique, par exemple en mettant en œuvre une utilisation de techniques, spécifiques d'identification de composés organiques, comme la chromatographie en phase gazeuse.

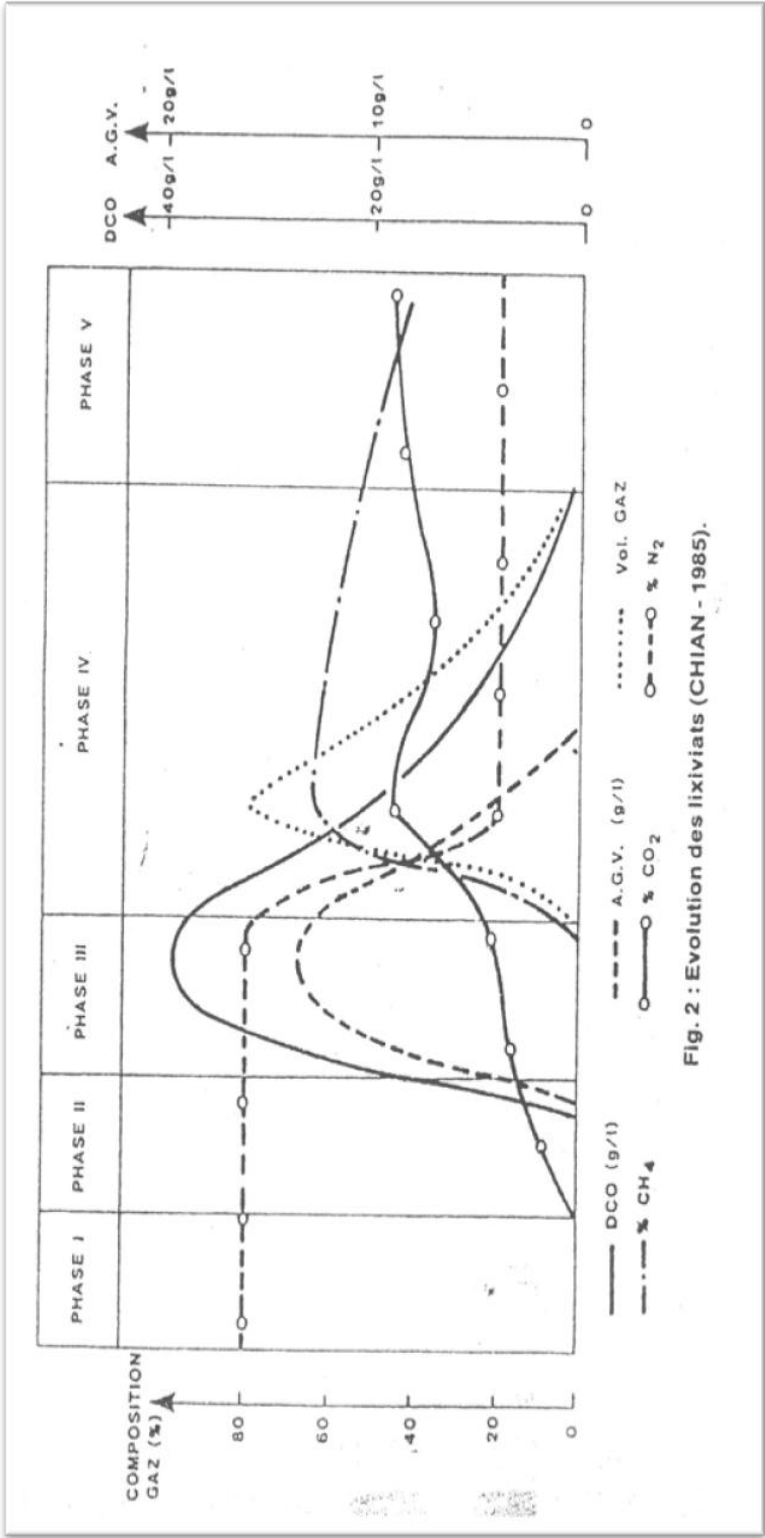


Fig. 2 : Evolution des lixiviat (CHIAN - 1985).

Figure I.2 : évolutions des lixiviat [1]

### **I.2.2. Aspect physico-chimique :**

Les lixiviats comprennent, outre les résidus de l'activité bactérienne, un ensemble de substances dissoutes ou entraînées qui peuvent réagir les unes avec les autres. L'étude de ces phénomènes est aussi complexe que celle des phénomènes biologiques. Elle dépend non seulement de la nature des déchets mis en décharge (difficile à connaître avec précision) mais aussi [1] :

- du pH de l'eau qui dépend lui-même de l'origine de l'eau (pluie, source ou eau de constitution des déchets)
- de l'état de division des déchets
- de l'état de surface des déchets car certains éléments poreux peuvent retenir de grosses molécules en surface
- de la vitesse de percolation des eaux.

Des études de laboratoire ont permis de déterminer la cinétique de plusieurs de ces réactions, ce qui a permis dans certains cas des simulations sur ordinateur. Il est certain, qu'à l'intérieur des décharges, il se produit des réactions chimiques qui peuvent conduire à la formation de composés insolubles lorsque le milieu est basique mais à leur remise en solution dès que le pH décroît. Il peut aussi y avoir formation d'ions métalliques complexes qui favorisent certaines précipitations. Il ne faut toutefois pas se cacher que beaucoup de ces réactions sont réversibles.

### **I.3 Les type des lixiviats :**

Suivant le stade d'évolution biologique des déchets, trois types de lixiviats ont été distingués [3] :

#### **I.3.1 Les lixiviats jeunes (< 5 ans) :**

Ces lixiviats se caractérisent par une charge organique élevée relativement biodégradable (seuil de biodégradabilité  $DBO_5/DCO > 0.3$ ) constitué principalement d'acides gras volatils. Ces lixiviats peuvent être chargés en métaux (jusqu'à  $2 \text{ g l}^{-1}$ ) du fait de leur PH relativement bas (<6.5). Ils correspondent aux premières phases non méthanogènes de l'évolution d'une décharge [3,4].

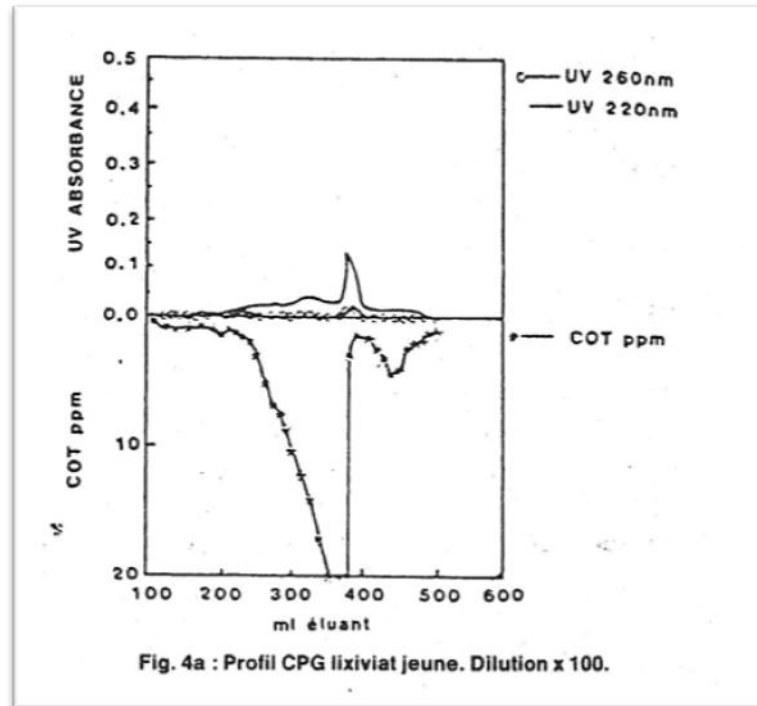


Figure I.3 : profil CPG lixiviat jeune. Dilution  $\times 100$ [1].

### I.3.2 Les lixiviats intermédiaires :

Au fur et à mesure que la décharge vieillit et que les déchets se stabilisent, la charge organique diminue et les acides gras volatils se raréfient (20 à 30% de la charge du lixiviat) au profit de composés de hauts poids moléculaires. L'émergence de ces composés tend à diminuer la biodégradabilité du lixiviat. De ce fait, le pH est voisin de la neutralité et la charge en métaux devient négligeable. Ces lixiviats correspondent globalement à la phase méthanogène stable.

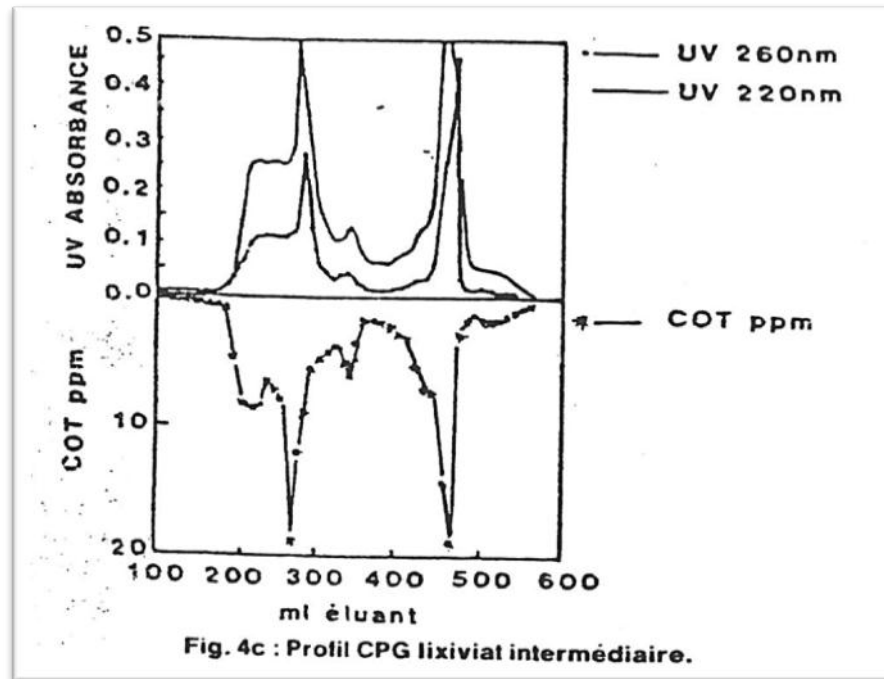


Figure I.4 : profil CPG lixiviat intermédiaire. [1]

### I.3.3 Les lixiviats stabilisés (> 10 ans) :

Ils sont caractérisés par une faible charge organique, composée essentiellement de substances humiques (acides fulviques et humiques) de hauts poids moléculaire (la DCO dépasse  $3000 \text{ mg L}^{-1}$ ) [3,5] qui sont réfractaires à la biodégradation ( $\text{DBO}_5/\text{DCO} < 0,1$ ). Ces lixiviats stabilisés correspondent à la phase de maturation de la décharge.

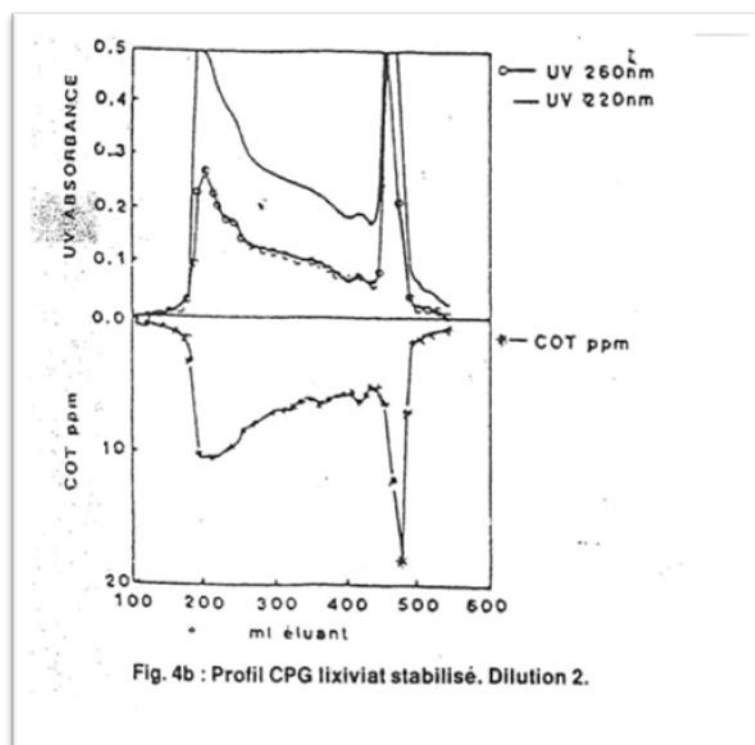


Figure I.5 : profil CPG lixiviat stabilisé. Dilution 2 [1].

Le tableau 1 présent les principales caractéristiques des différents types de Lixiviats.

Tableau I.1: Caractéristiques principales des différents types de lixiviats [3,4]

	Lixiviats jeunes	Lixiviats intermédiaires	Lixiviats stabilisés
Age de la décharge	< 5 ans	5 à 10 ans	>1ans
pH	< 6,5	6,5 à 7,5	>7,5
DCO (g $L^{-1}$ )	10 à 20	5 à 10	< 5
DBO <sub>5</sub> /DCO (biodégradabilité)	>0,5 bonne	0,1 à 0,5 assez faible	< 0,1 très faible
AGV* (% du COT)	>70	5 à 30	<5

En résumé, avec le temps, les teneurs en métaux des lixiviats diminuent rapidement avec les AGV ; parallèlement, le poids moléculaire des constituants organiques augmente. Les lixiviats d'une vieille décharge seront donc globalement moins chargés que ceux d'une jeune, mais plus difficiles à traiter.

On constate que la pollution organique des lixiviats est présente pendant les dix premières années. Ainsi, la période de 30 ans prescrite par la réglementation permet d'assurer largement la collecte et le traitement des lixiviats les plus chargés.

Hormis l'évolution dans le temps, la composition des lixiviats dépend évidemment de la nature des déchets enfouis, la présence ou l'absence de matière organique fermentescible étant prépondérante. Enfin, les conditions climatiques conjuguées au mode d'exploitation du site jouent sur les quantités de lixiviat produites et donc à fortiori sur leur qualité. [6]

### **I.4 Mécanismes de formation des lixiviats :**

Les lixiviats sont produits lorsque la teneur en humidité dépasse la valeur maximale de rétention qui est définie comme la valeur maximale de liquide que peut retenir un milieu poreux sans produire de percola [7,3]. Ce processus dépend de plusieurs facteurs :

- Facteurs climatiques et hydrogéologiques : les pluies, la neige, l'intrusion des eaux souterraines ;
- Qualité des déchets : l'âge, la perméabilité, la teneur initiale en humidité, la taille des particules... ;
- L'exploitation et la gestion du site : compactage, végétation, couverture, recirculation, irrigation... ;
- Mécanismes internes : décomposition des composés organiques, formation de biogaz et de la chaleur.

Après la première dégradation aérobie au début de l'enfouissement, la première phase de décomposition anaérobie est une fermentation acide ; les percolas « jeunes » sont riches en acides gras volatils (AGV) qui peuvent représenter jusqu'à 95% du carbone organique total, ce caractère acide du lixiviat permet de solubiliser les métaux présents dans les déchets. Au cours du temps, l'évolution biologique complémentaire consiste en une digestion anaérobie pendant laquelle les AGV sont métabolisés. Les produits résultants de cette métabolisation sont des gaz ( $\text{CO}_2$  et  $\text{CH}_4$  essentiellement) et des molécules stabilisées (acides fulviques et humiques). Dès lors, au fur et à mesure de son vieillissement, une décharge produira un lixiviat de plus en plus pauvre en AGV ou



en petites molécules biodégradables. Parallèlement, le lixiviat verra sa charge en molécules de hauts poids moléculaires augmenter, c'est le phénomène d'humification. [3,8]

### I.5 Quantité de lixiviats \_bilan hydrique\_

Les propriétés géologiques du site interviendront dans la mesure où une partie des eaux peut s'infiltrer au lieu de s'écouler à l'extérieur, en fonction de la perméabilité du substratum.

#### I.5.1 aspect théorique :

En règle générale, pour une période donnée, un site [1]:

Reçoit	Rejette
La pluie : P (parfois appelée pluie brute)	Les eaux d'infiltration : I (dans le substratum)
Des eaux de ruissellements : R <sub>1</sub> (des eaux de surface de l'extérieur du site vers l'intérieur)	Les lixiviats produits : E Les eaux de ruissellement : R <sub>2</sub> (du site vers l'extérieur)
L'eau apportée par les déchets : E <sub>D</sub>	L'eau transpirée et évaporée : ETR (directement ou en raison de l'élévation de température due à l'évolution biologique(*))

(\*) Dans le cas d'un alvéole recourt, il faut tenir compte de l'évapotranspiration de la couverture végétale.

Le bilan hydrique s'écrit [1] :

$$P + E_D + R_1 = I + E + ETR + R_2$$

Dans des conditions d'exploitation conformes à la réglementation :

- Le ruissellement R<sub>1</sub> est faible car il existe des réseaux de drainage de ces eaux externes au site.
- Le ruissellement R<sub>2</sub> est également faible lors de l'exploitation du site (surface non couverte) ou comptabilisée avec le volume de lixiviat évacué quand la surface est couverte. On admet une telle hypothèse car R<sub>2</sub> est négligeable devant E ou P.
- L'infiltration I doit être évitée autant que possible que le substratum soit étanche naturellement ou non.

On peut donc négliger R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> et I de sorte que :

$$E = P + E_D - ETR \pm \Delta S$$

$\Delta S$  : correspond à la variation du stock d'eau dans la décharge.

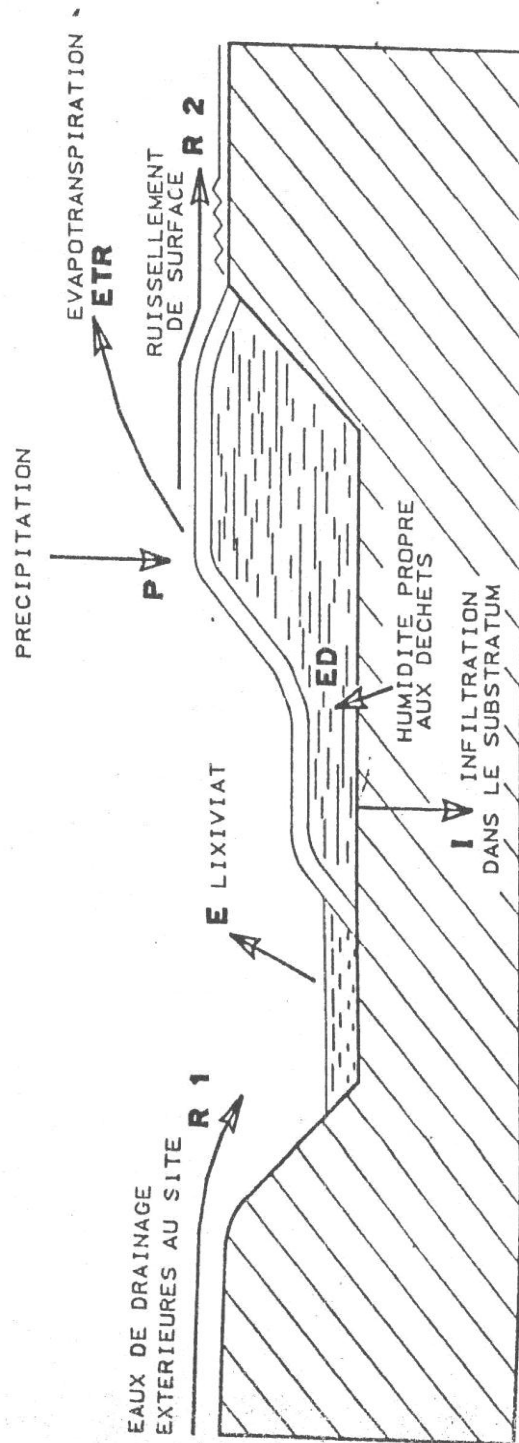


Fig. 5 : Principales composantes du bilan hydrique dans une décharge.

Figure I.6 : principales composantes du bilan hydrique dans une décharge. [1]

La diversité des conditions climatiques mais aussi des modes d'exploitation des différents sites étudiés aboutit à des bilans plus ou moins favorables. Trois termes sont essentiels dans le bilan hydrique d'une décharge étanche :

- La pluie efficace qui s'infiltre soit dans les déchets non recouverts, soit à travers la couverture.
- L'eau libérée par les déchets après leur enfouissement.
- La variation du stock d'eau accumulée dans les déchets.

Ces termes détermineront en fait le volume de lixiviat produit sur un site.

### I.6 Composition des lixiviats :

Les compositions chimiques et biochimiques des lixiviats sont non seulement très diverses mais aussi variables dans le temps et dans l'espace [3].

**Tableau I.2** : Classification des composés présents dans les lixiviats en fonction de leur nature et de leur poids moléculaire d'après Chian (1977), Ehrig (1983), Moulin (1992), Amokrane (1994). [9]

COMPOSITION DES LIXIVIATS					
Fraction organique				Fraction minérale	
< 500 Daltons		500à1000Daltons	>10000Daltons	Sels minéraux	Métaux lourds
Acides Gras Volatils	Amino-volatils, alcools, solvants composés aliphaliqes composés (phénol,toluène...)	Acides fulviques riches en fonctions carboxyliques et aromatiques	Acides humiques riches en fonctions carboxyliques et aromatiques	Hydrogéo- carbonates, Chlorures Nitrates Sodium Calcium Sulfure azote	Fer Plomb Zinc Cuivre Cadmium
Forte biodegradabilité	Biodegradabilité moyenne à faible	Biodegradabilité faible	Biodegradabilité faible		

Egalement, les lixiviats peuvent aussi contenir certains micro-organismes pathogènes. Plus de 200 familles de composés organiques ont pu être identifiées au cours des nombreuses études menées sur la caractérisation des lixiviats des décharges.

La composition globale des lixiviats est le plus fréquemment déterminée grâce à des analyses physico-chimiques. La qualité physico-chimique dépend de nombreux facteurs qui sont cités dans les paragraphes précédents.

Étant donnée la synergie de l'ensemble des facteurs mentionnés ci-dessus, il est difficile de prédire la composition moyenne d'un lixiviat d'un site donné [3].

## **I.6.1 Types de polluants présents dans les lixiviats**

### **I.6.1.1 Acides gras**

Les acides gras sont d'importants constituants du monde animal et végétal. Ils se répartissent en grandes familles selon le nombre de double liaisons éthyléniques qu'ils possèdent : les acides gras saturés (aucune double liaison) ramifiés ou non, mono insaturés (une seule double liaison) et polyinsaturés (au moins deux doubles liaisons) [3].

### **I.6.1.2 Composés ligno-cellulosiques**

Les composés ligno-cellulosiques (cellulose, hémicelluloses et lignine) retrouvés en décharge sont principalement dus aux 12 % de déchets verts (bois, herbe, feuilles) et aux 25% de papiers, cartons et journaux entreposés [3,10]. Leur présence est un très bon indicateur du règne végétal.

### **I.6.1.3 Composés associés aux matières plastiques**

Les matières plastiques se définissent comme le mélange d'un polymère (ou résine) et de divers additifs donnant un produit fini. Les déchets ménagers se composent d'environ 11% (poids humide) de matières plastiques particulièrement réfractaires à la dégradation en décharge [3,10]. Cependant, l'appauvrissement en substrats et le lessivage permanent des déchets permettent tout de même la libération de certains constituants de ces matières. Les plastifiants et les stabilisants sont les principaux composés ajoutés aux résines pour leur conférer diverses propriétés chimiques, physiques et mécaniques. Néanmoins, le simple greffage de ces additifs sur la structure du polymère les rend potentiellement mobilisables et fait d'eux des polluants. Ces additifs peuvent donc être présents aussi dans les eaux naturelles.

De la même manière, les lixiviats de décharges peuvent capter ces composés en lessivant les déchets. [3]

### I.6.1.3.1 Les plastifiants

Les plastifiants sont des esters organiques ajoutés aux polymères afin d'accroître la flexibilité et la robustesse du produit final par une modification interne de la molécule du polymère. Les principaux plastifiants utilisés sont les esters d'acides dicarboxyliques de haut point d'ébullition appelés "phtalates".

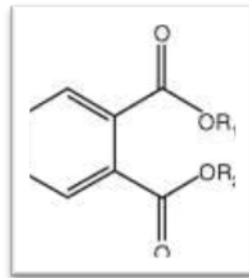


Figure I.7 : Structure chimique générale des phtalates [3]

Les phtalates sont principalement utilisés dans la fabrication du polychlorure de vinyle souple (80%) [3,11], mais peuvent aussi être utilisés dans les revêtements de sol (phtalate de butylbenzyle [BBP] ; phtalate de di-isononyle [DINP] ; phtalate de di-(2-éthylhexyle) [DEHP]), les câbles (exemple : électriques), le matériel médical (DEHP est utilisé dans les poches et les tubulures) les emballages alimentaires, les garnitures de voiture, papeterie, les matériaux de construction. Ils peuvent aussi être incorporés dans les encres, les pigments, les peintures, les laques et les adhésifs.

### I.6.1.3.2 Les stabilisants

Les stabilisants sont des additifs introduits dans les matières plastiques, ils assurent une protection contre l'altération des matériaux provoquée par la chaleur, l'oxydation ou les rayonnements solaires. Lors de la mise en forme, de l'entreposage ou du vieillissement, la plupart des polymères subissent une certaine dégradation que les antioxydants peuvent empêcher ou retarder. Le principal stabilisant qu'on trouve dans les lixiviats est le bisphénol A [3,12].

#### **I.6.1.4 Les phénols**

Les phénols sont principalement utilisés en tant qu'intermédiaires :

- Dans l'industrie des matières plastiques (résines phénoliques, bisphénol A...).
- Pour la fabrication de plastifiants, d'adhésifs, de durcisseurs, de dissolvants et d'isolants.

Ils sont également utilisés dans une moindre mesure en tant que composant dans les cosmétiques et les médicaments.

Les phénols ont été identifiés dans plusieurs lixiviats [3,13].

#### **I.6.1.5 Les pesticides**

Les pesticides sont utilisés en quantité considérable depuis plus d'un demi-siècle par l'agriculture intensive. On retrouve des résidus de pesticides partout même dans les lixiviats comme le lindane, le bentazone, le 2,6- dichlorobenzamide, l'atrazine... [3,13].

#### **I.6.1.6 Les métaux lourds**

Plusieurs métaux lourds ont été identifiés dans les lixiviats à de faibles concentrations comme le Mg, Fe, As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni et le Zn. Les métaux lourds existants dans les déchets migrent pendant plusieurs années dans les décharges. Cette capacité de migration peut être améliorée par la formation de complexes très stables avec la matière organique ainsi que la matière colloïdale existante dans les lixiviats [3,14].

# Chapitre II

## Problèmes d'environnement

## Chapitre II : Problèmes d'environnement

### II.1 Effets sur le milieu aquatique (eaux de surface) :

Lorsqu'ils ne sont pas collectés et traités, les lixiviats d'une décharge peuvent s'écouler et se mélanger aux eaux de surface, ou bien s'infiltrer dans le sol. [1]

#### II.1.1 Aspect quantitatif :

Les estimations du chapitre précédent [1] montrent que le volume rejeté est de l'ordre de 1500 m<sup>3</sup> d'effluent par an et hectare. En comptant une surface de deux hectares – ce qui est déjà important on arrive à un volume de 3000 m<sup>3</sup>/an soit moins de 10m<sup>3</sup>/j ce qui ne représente que l'équivalent des rejets d'eau usée de 50 ou 100 habitants en volume mais avec une charge supérieure. On peut diminuer très sensiblement ce volume par une exploitation appropriée. [1]

#### II.1.2 Aspect toxicologique :

De récentes études bibliographiques ont permis de recenser de nombreux cas de pollution dont les plus graves concernent des décharges mal tenues ou des dépôts incontrôlés de matières dangereuses , ce qui confirme que les dépôts non ou mal contrôlés sont beaucoup plus dangereux que les décharges dont les percolats sont extraits et traités .Des thèses ont été consacrées au sujet de la toxicité des lixiviats sur les eaux de surface, d'autres travaux sont en cours .

Ces études laissent penser que :

- a. Les valeurs obtenues à l'issue de mesures éco toxicologiques sont :
  - 0 à 68 équitox/m<sup>3</sup> pour le test «microtox»
  - 0.2 à 11 équitox/m<sup>3</sup> pour le test «daphnies»
- b. La toxicité à l'égard de daphnies, microtox, brachydanio, algues, est moindre pour chaque lixiviat que ne le laisse supposer la somme des toxicités connues pour les différentes espèces polluantes présentes.
- c. A court terme, les lixiviats ne semblent pas systématiquement toxiques pour les microorganismes épurateurs de ces effluents.
- d. Les abattements sur les paramètres physico-chimiques de la pollution obtenus par les différents traitements ne se traduisent pas systématiquement par des diminutions corrélatives des



réponses aux tests de toxicité .Ceci semble lié à des phénomènes de fixation et de chélation entre les divers agents chimiques, notamment entre les métaux et les substances organiques.

Quoi qu'il en soit nous ne disposons pas encore d'informations précises sur ce point et puisqu'il s'agit là d'un domaine qui mérite attention au regard de l'équilibre des milieux récepteurs, la plus élémentaire prudence milite en faveur d'une grande vigilance quant au retour de ces effluents dans la nature. [1]

### **II.1.3 Aspect écologique :**

Les risques de pollution potentielle sont liés à la nature du réseau hydrographique local. Le rejet d'une eau résiduaire peut avoir un effet toxique sur la faune et la flore à cause de sa charge organique élevée, mais aussi de divers éléments polluants.... (Par exemple, il arrive que le fer se fixe sur les branchies des poissons).

On peut assister à une raréfaction des espèces animales ou végétales les plus sensibles (espèces protégées comme certains crustacés d'eau douce), et dans certains cas à eutrophisation du milieu.

Dans certains cas, lorsque le flux du rejet reste faible en regard de la capacité d'absorption du milieu récepteur, une certaine autoépuration peut s'effectuer au fil de l'eau.

Rappelons toutefois que, quel que soit le milieu récepteur, l'arrêté préfectoral d'autorisation de la décharge fixe des normes de rejets qui imposent un traitement préalable des lixiviats. [1]

## **II.2 Effet sur les eaux souterraines :**

### **II.2.1 Nature du substratum :**

La circulaire ministérielle du 22 janvier 1980 [1] précise les caractéristiques des trois grandes classes de sites au regard de la protection des eaux sur la base essentiellement de la valeur du coefficient de perméabilité KS, du substratum constitutif et de la continuité de ce dernier.

**Tableau II.1 : Les caractéristiques des trois grandes classes de sites [1]**

Classe1	Site imperméable	$Ks = \leq 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{S}^{-1}$
Classe2	Site-perméable	$10^{-9} \text{ m} \cdot \text{S}^{-1} < Ks = \leq 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{S}^{-1}$
Classe3	Site perméable	$Ks = > 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{S}^{-1}$

La mesure de la perméabilité d'un terrain se fait selon diverses méthodes, dont celle qui fait appel à un appareil nommé infiltromètre.

Il faut remarquer toutefois que plus la perméabilité du terrain est faible, plus l'épaisseur de terrain explorée pendant la durée des mesures est réduite.

Les mesures de perméabilité doivent donc s'accompagner d'une reconnaissance fine du substratum, l'existence de discontinuités (fentes, filon nets ....) pouvant accroître très fortement la valeur de perméabilité du site considéré globalement.

Cette contrainte, liée à la géologie, pour primordiale qu'elle soit, ne définit pas, à elle seule, l'aptitude du site. L'hydrogéologie, le contexte écologique, les conditions d'accès, l'environnement urbain ou agricole, sont autant d'éléments qui entrent en ligne de compte. Il suffit de se pencher sur un dossier d'étude d'impact ou un arrêté de classement pour apprécier toute la complexité de la question.

### **II.2.2 Ecoulement des lixiviats en zone poreuse :**

Sauf lorsque la perméabilité du site peut être considérée comme nulle (étanchéité artificielle par membrane) ou très faible et dans ce dernier cas que le drainage interdit leur accumulation, les lixiviats migreront sous le site de la décharge.

Pour un site convenablement choisi, les lixiviats migreront d'abord à travers une tranche de terrain non saturé avant d'atteindre, si elle existe la première nappe à la verticale du site.

Dans la zone non saturée du terrain, différents processus vont participer à l'épuration des lixiviats :

- La filtration qui favorise la rétention des M .E.S. et des bactéries,
- L'adsorption des ions ou des molécules à la surface des grains de la matrice poreuse,
- Les phénomènes d'échange d'ions et de complexation,

- Des phénomènes de précipitation.

Alors que les processus d'échange d'ions et de complexation ont un caractère réversible, la précipitation peut être considérée comme définitive.

Pour chaque site, l'importance de ces différents phénomènes affectant les lixiviats sera fonction de la nature de terrain (teneur en argile principalement). Mais aussi du PH du lixiviat de la concentration total de l'ion contaminant.

La rétention de polluants contenus dans les lixiviats de décharges d'ordures ménagères a été étudiée en particulier sur des colonnes garnies d'un mélange de sable et de diverses argiles. Quatre groupes de contaminants ont été distingués en fonction de leur mobilité (tableau).

**Tableau II.2 : groupe de contaminants [1]**

1 <sup>er</sup> groupe	Forte rétention	Plomb, zinc, cadmium, mercure
2 <sup>e</sup> groupe	Rétention moyenne	Fer, silicium, potassium, magnésium
3 <sup>e</sup> groupe	Faible rétention	Sodium, chlorure, matières organiques solubles
4 <sup>e</sup> groupe	Phénomène de relargage	Bore, manganèse, calcium

### **II.2.3 Ecoulement des lixiviats en zone saturée :**

Si le volume de lixiviat qui s'infiltré est supérieur à la capacité de rétention du volume de terrain non saturée affecté par la pollution, les lixiviats peuvent atteindre la nappe. L'écoulement des lixiviats va devenir alors plus ou moins horizontal suivant la direction d'écoulement de la nappe.

L'extension du panache dépend des caractéristiques du terrain, de la nappe main aussi des contaminants considérés.

Des mesures faites aux Etats-Unis, ou la réglementation n'est peut-être pas aussi stricte que chez nous ou du moins pas appliquée avec la même rigueur, ont décelé après quarante ou cinquante ans d'exploitation des panaches ayant encore environ 200 mètres de large à des distances des 2 à 3 kilomètres de la décharge.

Sauf dans des cas très particuliers il est donc né Césaire de prévoir des puits de contrôle suffisamment nombreux pour surveiller l'évolution des caractéristiques de la nappe.

### II.3 Causes du dégagement des odeurs des lixiviats :

Il est difficile de différencier les odeurs propres au lixiviat de celles propres à la décharge elle-même.

Un fait est certain : la présence d'eau est un facteur favorisant l'émanation d'odeurs désagréables.

- A partir des lixiviats : les odeurs peuvent se dégager au niveau des buses de dégazage ou lorsque les volumes d'eau maintenus en fond d'alvéole sont trop importants et évacués trop rarement.

On doit donc éviter -conformément à la circulaire du 11 mars 1987- [1] de dépasser une hauteur d'eau maximal de dans les buses.

- Les cloques, fosses, fondrières remplis d'eau polluées ou de lixiviats sont aussi des endroits favorables aux dégagements d'odeurs latentes.

- Des odeurs peuvent également se dégager des bassins de stockage à certaines époques, notamment lors des fortes oscillations de la température et de la pression atmosphérique.

C'est pourquoi, il faut éviter par tous les moyens de stoker les lixiviats pendant une longue durée.

[1]

### II.4 Lutte contre les odeurs des lixiviats :

Il est difficile de lutter contre les odeurs diffuses. C'est la raison pour laquelle la prévention est de loin préférable.

Sans être exhaustive, une revue des principaux moyens de lutte est donnée ci-dessous :

- Eviter ou limiter la production de lixiviat (en empêchant notamment les apports d'eaux parasites : points sourceux, suintements latéraux, etc.)

- Maintenir en état de propreté rigoureuse : fossés, chemins et abords et curer périodiquement tous on droits risquant de permettre des dépôts de boues.

- Ne pas mélanger des plâtras ou des déchets de démolition avec des ordures ménagères ; les microorganismes du cycle du soufre, dans ces condition, provoquent l'émission d'odeurs nauséabondes. [1]

Ces déchets seront stockés à part ou sur l'extérieur des digues périmétriques.

- Installer systématiquement des puits de pompage de biogaz posés par des spécialistes ayant des références en ce domaine. Le brûlage de ces gaz doit être contrôlé et l'on prévoiera un allumage automatique que de la torchère.
  - Recouvrir d'une couche de terre d'au-moins 0.50m (en respectant les pentes) tout alvéole terminé. Compléter le plus tôt possible cette première couche de terre par la couche terminale et engazonner.
  - L'épuration des lixiviats se fera toujours sur des lixiviats frais. Le risque d'émanation d'odeurs se situe sur tout au niveau du bassin d'aération. En cas de besoin on devra demander à un laboratoire spécialisé d'étudier le lixiviat pour limiter le dégagement des odeurs qu'il engendre.
  - Dans certains cas particuliers, on peut masquer temporairement une odeur nauséabonde par une odeur plus agréable.
  - On peut citer aussi l'apparition de procédés de désodorisation par bactéries lyophilisées.
- Certaines méthodes existent actuellement pour évaluer les odeurs. Elles sont difficiles d'interprétation et très coûteuses.

# Chapitre III

## Matériels et méthodes d'analyse



### **Chapitre III : Matériels et méthodes d'analyse**

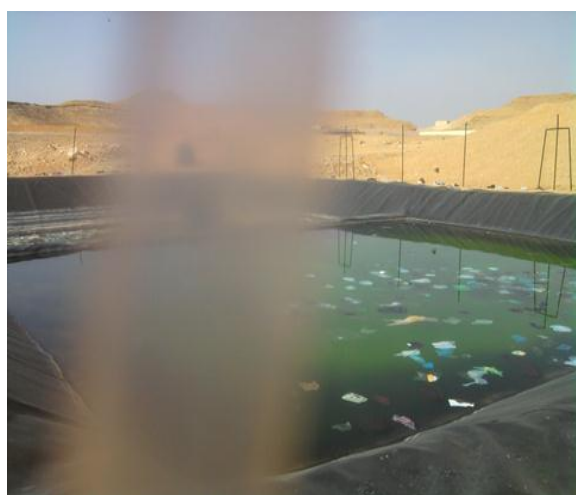
Les échantillons de lixiviats nécessaires à toute analyse doivent être prélevés soigneusement afin d'obtenir un échantillon le plus représentatif possible. Les échantillons de lixiviats sont remplis dans des bouteilles en polyéthylène. Les paramètres étudiés se rapportent à la pollution oxydable, la pollution minérale et la pollution azotée.

#### **III.1. Localisation et caractéristique de la zone d'étude**

Le centre d'enfouissement technique (CET) de la vallée M'ZAB est situé à Bouhraoua environ 11 Km au nord-est du chef-lieu de la wilaya de Ghardaïa sur le site de l'ancienne décharge, il occupe une surface de 16 Ha. Le centre est en exploitation depuis 2011 d'une capacité moyenne de 100 Ton/j, la quantité actuelle est 74 Ton/j. [15]

La capacité du lixiviat est 520 m<sup>3</sup>, déversé au bassin destiné à lixiviat à travers des conduites reliées entre la cuvette de déchets et bassin du lixiviats, sachant que 1 ton de déchets produit 33 litre du lixiviat. Ce lixiviat reste dans le bassin jusqu'à séchage. [15]

L'échantillon étudié est prélevé au niveau du bassin de lixiviat.



**Figure III.1** : bassin du lixiviat



**figure III.2** : cuvette d'enfouissement

#### **III.2. Analyses physico-chimiques**

Plusieurs types d'analyses peuvent être réalisés sur les échantillons des lixiviats. Certaines mesures sont réalisées directement, au moment du prélèvement, pour éviter l'évolution des échantillons, c'est le cas du pH, température et la conductivité. Les échantillons sont ensuite acheminés au laboratoire où ils sont l'objet de plusieurs analyses courantes pour les effluents liquides. Notons cependant qu'en raison de la coloration marquée des lixiviats, il convient d'être prudent dans l'utilisation des techniques colorimétriques, en particulier en ce qui concerne

les formes de l'azote. La teneur en chlorure (mg/l) des lixiviats est déterminée par la méthode volumétrique de Mohr (Afnor T90-014). L'azote ammoniacal, nitrites et nitrates sont dosés respectivement par les normes Afnor T90-015, T90-013, T90-012. La matière en suspension est déterminée par la norme (Afnor T90-105). Malheureusement La DCO et les métaux lourds ont n'a pas pu déterminées par manque de moyen.

### **III.3 Les paramètres physiques et chimiques :**

#### **III.3.1 Température**

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et la détermination du pH. La mesure de la température est très utile pour les études limnologiques et le calcul des échanges. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau [16].

Nous avons déterminé la température en même temps que la conductivité à l'aide d'un conductimètre.

#### **III.3.2 Le potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH mesure la concentration des ions  $H^+$  dans l'eau. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimiques. La valeur du pH peut altérer la croissance et la reproduction des micro-organismes existants dans une eau. [16]

La mesure du pH a été faite à l'aide d'un pH mètre.

#### **III.3.3 Conductivité électrique :**

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Les matières organiques et colloïdales n'ont que peu de conductivité. Dans les eaux résiduaires cette mesure ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente. [16]

La mesure de la CE a été faite à l'aide d'un conductimètres.



### III.3.4 Chlorures

Les ions  $\text{Cl}^-$  sont dosés en milieu neutre par précipitation avec une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium comme indicateur.

La fin du dosage est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge due à la formation d'un précipité de chromate d'argent. [17]

### III.3.5 Sodium et potassium

Les dosages du sodium et du potassium ont été faits par spectrométrie à flamme. (fig.8)  
Lorsqu'une solution est pulvérisée par une flamme, l'eau ou le solvant s'évapore ; les sels et leurs produits de décomposition sont dissociés à l'état d'atomes ou radicaux. Ceux-ci sont excités par l'énergie thermique de la flamme ; leur retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission d'une radiation de fréquence caractéristique de l'élément mis en solution et dont l'intensité est fonction de sa concentration. [17]



Figure III.3 : spectrométrie à flamme



Figure III.4 : photomètre UV

### III.3.6 Ammonium

Le dosage est fait par un photomètre UV. (fig.9)

### **III.3.7 Sulfates**

Le dosage des sulfates est effectué par la méthode turbidimétrique.

Les ions sulfates sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement. [17]

### **III.3.8 Nitrates**

Le dosage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) se fait par colorimétrie dans un photomètre UV 415 nm avec le réactif sulfophérique. [17]

### **III.3.9 Phosphore**

Le dosage du phosphore se fait par colorimétrie dans un photomètre UV. [17]

### **III.3.10 Calcium et magnésium**

Le dosage fait par titrimétrie à l'EDTA.

Le dosage se fait à un  $pH$  élevé (12-13), le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi, l'acide calcione carboxylique, ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge.

### **III.3.11 Nitrites**

Le dosage des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) se fait par colorimétrie dans un photomètre UV avec le réactif mixte. [17]

### **III.3.12 Dureté ou titre hydrotimétrique (TH)**

La dureté est déterminée par titrimétrie à l'EDTA.

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylènediamine tétracétique à  $pH$  10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir ériochrome. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium. [17]

### **III.3.13 Titre alcalimétrique complet (TAC)**

Le dosage du TAC fait par titrimétrie à l'EDTA.

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

### **III.3.14 Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation (Avec l'intervention des bactéries) les matières organiques contenues dans une eau usée.

Généralement la pollution est dégradée d'une manière significative pendant une durée de 5 jours, au-delà de 5 jours la consommation en oxygène diminue énormément ainsi on a adopté la notion DBO<sub>5</sub> obtenue après 5 jours d'incubation à 20°C et dans l'obscurité.

### **III.3.15 La matière en suspension (MES)**

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration, l'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle. [16]

## **III.4 Protocole d'analyses physiques et chimiques :**

### **III.4.1 pH :**

- tremper l'électrode de pH dans le bécher de l'échantillon,
- laisser stabiliser un moment,
- puis noter le pH.



**Figure III.5 :** pH mètre

### **III.4.2 Conductivité électrique :**

- Rincer plusieurs fois l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée ;
- puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner;
- faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée.

### III.4.3 Dosage des chlorures :

- Remplir un bécher 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 50 ml d'eau distillé ;
- Ajouter 2 ou 3 goutte de  $K_2CrO_7$  (chromate de potassium) ;
- Titrer par  $AgNO_3$  jusqu'à changement de couleur vers l'orange.
- Sa valeur donnée par expression suivante :

$$[Cl^-] = (V_s - V_b) \times C \times F \times f / V_a \text{ avec :}$$

$V_s$ : volume titré ;  $V_b=0$  ;  $C$  : constat = 0,02 ;  $F$  : constant = 35453 ;  $f$  : facteur de dilution = 10 ;  $V_a$  : volume d'échantillon.



Figure III.6 : dosage des chlorures

### III.4.4 Sodium :

- Remplir un bécher 10 ml d'échantillon ;
- Ajouter 40 ml d'eau distillé ;
- Faire la lecture à la spectrométrie à flamme.

### III.4.5 Potassium :

- Remplir un bécher 10 ml d'échantillon ;
- Ajouter 40 ml d'eau distillé ;
- Faire la lecture à la spectrométrie à flamme.

#### III.4.6 Ammonium :

- Remplir un bécher 40 ml d'échantillon ;
- Ajouter 4 ml solution dichloroisocyanurate de sodium ;
- Puis, ajouter 4 ml réactif coloré ;
- Ajouter 2 ml eau distillé
- Après une heure fait la lecture spectrophotomètre UV.

#### III.4.7 Sulfate :

- Remplir un bécher 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 50 ml d'eau distillé ;
- Ajouter 5 ml HCl 10%, chauffer jusqu'à l'ébullition, agitant constamment ;
- Ajouter 20 ml goutte de BaCl<sub>2</sub> 10% ;
- Prolonger l'ébullition 10 minutes sans interaction l'agitation ;
- Laisser reposer.
- Peser un papier à filtre lente, puis filtrer la solution.
- Faire la calcination à 850 C°.
- Peser le papier après calcination ;
- Prendre le peser différentiel. Sa valeur donnée par expression suivant :  
 $[\text{SO}_4^-] = \Delta P \times 4115,5$  avec :  $\Delta P$  : différence du poids.

#### III.4.8 Nitrate :

- Remplir un bécher 10 ml d'échantillon ;
- Ajouter 3 gouttes de NaOH à 30 % ;
- Puis, 1 ml de salicylate de Na 0,5 % ;
- Evaporer à 75 à 88 °C (bain marie) ;
- Ajouter 2 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, laisse reposer 10 minutes ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillé ;
- Ajouter 15 ml de tartrate de Na et K ;
- Faire la lecture au spectrophotomètre UV à longueur d'onde de 415 nm.
- Sa valeur donnée par expression suivant :  
 $[\text{NO}_3^-] = F \times V \times 4,43$  avec : F : facteur de dilution ; V : résultat de UV.

#### III.4.9 Phosphore :

- Remplir un bécher 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 1 ml acide ascorbique ;
- Ajouter 2 ml molybdate d'acide ;
- Après faire la lecture au spectrophotomètre UV.

#### III.4.10 Dosage du calcium :

- Remplir un bécher 25 ml d'échantillon,
- Ajouter 25 ml d'eau distillé,
- Puis, 2 ml hydroxyde de sodium (NaOH) C = 2 mol/l,
- Ajouter HSN (indicateur colorant),
- Après titrer par l'EDTA jusqu'à changement de couleur à bleu.
- Sa valeur donnée par expression suivante :  
 $[Ca^{++}] = 8,016 \times V \times F$  avec : V = volume titré ; F = facteur de dilution



Figure III.7 : dosage du calcium

#### III.4.11 Nitrite :

- Remplir un bécher 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 1 ml réactif mixte de  $NO_2^-$  ;
- Après 20 minutes fait la lecture spectrophotomètre UV.

#### III.4.12 TH :

- Remplir un bécher 25 ml d'échantillon ;
- Ajouter 4 ml solution tampon pH=10 ;
- Ajouter indicateur colorant (mordant noir 11) ;
- Titrer par l'EDTA.
- Sa valeur donnée par expression :  $[TH] = V \times F \times 20$  avec :  
V : volume titré ; F : facteur de dilution

#### III.4.13 TAC :

- Préparer  $\text{HCO}_3^-$  pour mesuré ;
- Remplir une bécher 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 50 ml eau distillé ;
- Ajouter 3 gouttes méthylorange 0.5 % ;
- Titrer par HCl jusqu'à changement de couleur orange foncé.
- Sa valeur donnée par expression suivante :  $[\text{TAC}] = (V - 0,5) \times F \times 10$  avec :  
V : volume titré ; F : facteur de dilution.

#### III.4.14 DBO<sub>5</sub> :

Procédure – jour 0

- Rincer la bouteille.
- Mesure un volume exact de 164 ml pour l'échantillon.
- Remplir la bouteille OxyTop.
- Mélanger.
- Mettre l'agitateur magnétique (baromètre) dans la bouteille.
- Insérer 2 pastilles de sodium hydroxyde dans le col de la bouteille.
- Visser la tête sur la bouteille.
- Démarrer la mesure en appuyant simultanément sur « M » et « S » pendant 2 secondes, jusqu'à l'affichage de « 00 ».
- Placer la bouteille dans l'incubateur pendant 5 jours à 20°C.

Procédure – jour 5

- Appuyer sur « M » pendant 1 seconde jusqu'à ce que la valeur actuelle s'affiche.
- Appuyer sur « S » pour afficher les valeurs enregistrées (5<sup>ème</sup> jour).



Figure III.8 : DBO mètre

**III.4.15 MES :**

- Peser le papier filtre ;
- Introduire le volume d'échantillon à partir de papier filtre ;
- Laisser filtrer ;
- peser le papier après le filtration ;
- prend le peser différentiel. Sa valeur donnée par l'expression suivante :

MES (mg/l) = (b-a) x1000/ V avec :

b= masse de papier après filtration en mg.

a= masse de papier avant filtration en mg.

V= volume d'échantillon en ml.



# Chapitre IV

## Résultats et discussion

## Chapitre IV : Résultats et discussion

### IV.1 Résultats et discussion :

Les résultats d'analyses physiques et chimiques du lixiviat de centre d'enfouissement technique de la ville de GHARDAÏA comparés avec les résultats des lixiviat en fonction de l'âge de la décharge d'après : Chian (1977), Millot (1986). Sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.1** : Tableau comparatif des analyses physiques et chimiques des lixiviats du centre d'enfouissement technique de la ville de GHARDAÏA et classification de Millot et Chian.

	Lixiviats de CET Gharđaia	Lixiviats jeunes	Lixiviats intermédiaires	Lixiviats vieux
couleur	Marron	/	Noire	/
Age (ans)	3	< 5	5 à 10	> 10
MES (mg/l)	88	/	/	/
PH	3,57	< 6,5	6,5 à 7,5	>7,5
Conductivité (mS/cm)	13,75	/	/	/
Température (°c)	25	/	/	/
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	/	/	/	/
DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	2000	/	2500	/
DCO (mg/l)	/	> 10000	4000 <DCO< 10000	DCO< 4000
DBO <sub>5</sub> /DCO	/	> 3	0,1 à 0,3	<0,3
P (mg/l)	0,222	/	6	/
Nitrate (mg/l)	9,303	/	/	/
Nitrite (mg/l)	0,037	/	/	/
Ammonium (mg/l)	0,572	/	700	/
Chlorures (mg/l)	2063,3646	/	5000	/
Sodium (mg/l)	500	/	3000	/
Potassium (mg/l)	1100	/	3000	/
Magnésium (mg/l)	306,18	/	2000	/
Calcium (mg/l)	777,552	/	2000	/

Sulfate (mg/l)	2868,5035	/	5000	/
TH (meq/l)	3200	/	/	/
TAC (meq/l)	270	/	/	/
Fer	/	/	900	/
Manganèse	/	/	25	/
Co-Ni-Cu-Cr-Pb-Mo-As-Hg	/	/	<10	/

Les lixiviats représentent une grande part de la pollution liée à une décharge. Contrairement aux biogaz, qui aisément dispersés dans l'atmosphère, les lixiviats, par leur nature liquide, est 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 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.

Les lixiviats de décharges renferment de nombreux contaminants minéraux souvent très toxiques. Leur composition est spécifique à chaque décharge, elle varie ainsi en fonction de la nature des déchets, l'âge de la décharge, la technique d'exploitation et les conditions climatiques. Les lixiviats proviennent de l'eau du déchet, des précipitations météoriques et des eaux provenant de la nappe phréatique (Navarro, 1988 ; Farquhar, 1989 ; Matejka, 1994) [18, 19, 20,21]. La couleur constitue le premier indicateur de pollution, les lixiviats analysés présentent une couleur marron et une odeur fécaloïde indiquant l'influence des déchets sur la qualité des eaux.

L'examen des résultats présentés dans le tableau IV.1 montre que le lixiviat étudié accuse une charge polluante diversifiée et élevée. En effet, la conductivité électrique est de l'ordre de 13,75 mS/cm dans les lixiviats, indiquant la forte minéralisation des lixiviats de la décharge de GHARDAIA. Cette minéralisation est principalement attribuable aux ions chlorures (2063,3646 mg/L). Des concentrations élevées en MES (88 mg/l), nitrates (9,303 mg/l). Les valeurs des paramètres pH et MES sont respectivement de l'ordre de 3,57 et de 88 mg/l. Ceci montre,

d'une part, le caractère acide des lixiviats de la décharge étudiée et d'autre part, leur forte charge minérale et organique (Aluko et *al.*, 2003). [22, 21]

En ce qui concerne la charge organique, la teneur de la DBO<sub>5</sub> est de 2000 mg O<sub>2</sub>/l.

Par comparaison de nos résultats avec les résultats théorique (**tableau IV.1**), nous trouvons que nos valeurs sont toute inférieures à celle des valeurs théorique (Lixiviats intermédiaires), ceci dénote que les lixiviats étudiés sont jeunes et instables (Glandier, 2002) [23, 21] et que la décharge est en phase d'acidogène. (Thonart et *al.* 1995) [24,21]

Conclusion

A 3D shadow effect is cast beneath the word 'Conclusion', consisting of a series of parallel, slightly curved lines that create a sense of depth and perspective, making the text appear to float above a surface.

## *Conclusion*

En Algérie la plupart des décharges actuelles peuvent être classées comme décharges sauvages [25] présentent de très nombreux inconvénients parmi lesquels :

- Aspect déplaisant à cause des odeurs, des poussières et des éléments volatiles légers transportés par le vent ;
- Pollution des sols, des eaux souterraines et des eaux de ruissellement due aux précipitations et à leur infiltration à travers les dépôts de déchets ;
- Prolifération d'insectes et de rongeurs, vecteurs de maladies contagieuses ;
- Risque d'incendie, d'explosion, de glissement.

La connaissance de la composition et de la qualité d'ordures ménagères, produites par une agglomération, a une importance sans cesse croissante, notamment pour la détermination de l'impact des décharges publiques sur l'environnement et sur la qualité des ressources en eau de la région. Par ailleurs, la quantité d'ordures ménagères produites par les collectivités est variable et fonction de plusieurs éléments. Elle dépend essentiellement, du niveau de vie, du mode de vie de la population, de la saison, du mouvement des populations selon les périodes de vacances (fêtes, les fins de semaines) et des nouvelles méthodes de conditionnement et d'emballage des marchandises. En Algérie, la quantité d'ordures ménagères produite, en milieu urbain, par habitant a été estimée en 2006 d'après le ministère de l'environnement à 1.2 kg/hab./jour soit une production annuelle de déchets ménagers urbains de 13 Millions de tonnes. [25]

Les déchets ménagers sont un mélange hétérogène de matériaux ayant des propriétés physiques et chimiques très différentes. Celles-ci varient en fonction du niveau de vie et des habitudes culturelles d'alimentation. Au niveau de la ville de GHARDAIA, elles sont caractérisées par une forte proportion en matière organique, et de faible concentration en matières minérales, et d'humidité. [25]

Le centre d'enfouissement technique de Ghardaïa occupe une surface de 16 Ha d'une capacité moyenne de 100 ton/j, il produit 520 m<sup>3</sup> du lixiviat déversé au bassin destiné à lixiviat, reste dans le bassin jusqu'à séchage.

La caractérisation des lixiviats générés par le centre d'enfouissement technique de la ville de GHARDAIA a montré qu'il s'agit de lixiviats jeunes et instables, véhiculant une importante charge polluante minérale, organique. Le caractère acide de ces lixiviats (pH=3,57) et le DBO<sub>5</sub> montre qu'il s'agit d'une décharge jeune traversant actuellement le stade de l'acidogénèse.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Ozanne F., Barres M. M., et autres, Les lixiviats de décharges le point des connaissances en 1990, 85<sup>E</sup> année – N°6.
- [2] Kôkôh Rose E., Lagunage anaérobie : modélisation combinant la décantation primaire et la dégradation anaérobie, Thèse de doctorat, Université de Liège Campus d'ARLON, 2009.
- [3] TRABELSI S., Études de traitement des lixiviats des déchets urbains par les Procédés d'Oxydation Avancée photochimiques et électrochimiques. Application aux lixiviats de la décharge tunisienne "Jebel Chakir", Thèse de doctorat, Université Paris-Est et Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie, (2012).
- [4] Institut de Veille Sanitaire, Stockage des Déchets et santé publique. Synthèse et recommandation. Rapport rédigé à la demande des ministères respectivement chargés de l'environnement et de la santé Françaises (2004).
- [5] Chang J.E., Treatment of landfill leachate with an upflow anaerobic reactor combining a sludge bed and a filter, *Water. Sci. Technol.* 21 (1989) 133–143.
- [6] Anonyme, Connaissances actuelles, chapitre 2.
- [7] El-Fadel M., Bou-Zeid E., Chahine W., Alayli B., Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content, *Waste. Manage.* 22 (2002) 269-282.
- [8] Kanga K H., Shinb H.S., Parka H., Characterization of humic substances present in landfill leachates with different landfill ages and its implications, *Water Res.* 36 (2002) 4023–4032.
- [9] KOULOUGHLI S., Etude expérimentale des mélanges sable bentonite. Leurs Performances comme Barrières de Confinement dans les CET, Thèse de doctorat, Université Mentouri Constantine, 2007.
- [10] ADEME (2000). In : Déchets municipaux. ADEME (Ed), 2ème édition, Paris, p 11.
- [11] Bauer M.J., Herrmann R., Estimation of the environmental contamination by phthalic acid esters leaching from household wastes, *Sci.Total.Environ.* 208 (1997) 49-57.
- [12] Li X., Lin L., Zou S., Lan C., Luan T., Determination of Bisphenol A in Landfill Leachate by Solid Phase Microextraction with Headspace Derivatization and Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry, *Chinese. J. Anal. Chem.* 34 (2006) 325-328.



- [13] Öman C.B., Hynning P.A., Identification of organic compound in municipal landfill leachates, *Environ.Pollut.* 80 (1993) 265-271.
- [14] Christensen J.B., Jensen D.L., Christensen T.H., Effect of dissolved organic carbon on the mobility of cadmium, nickel and zinc in leachate polluted groundwater, *Water Res.* 30 (1996) 3037–3049.
- [15] EPIC/EPWG-CET, établissement public de gestion des centres d'enfouissement technique wilaya de Ghardaïa.
- [16] Messrouk H., Contribution à l'évaluation et au traitement des eaux usées dans la région de Ouargla: Cas des composés phénoliques, Thèse de magister, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2011.
- [17] J. RODIER, 8<sup>e</sup> édition, Dunod, Paris, 2005
- [18] Navarro, A., Bernard, D., Millot, N. (1988). Les problèmes de pollution par les lixiviats de décharge. *Techniques, Sciences et Méthodes –L'eau* 3, 541–545.
- [19] Faquhar G.J. (1989). *Bachate production and characterization.* Can.JENG.pp 16,317,325
- [20] Matejka, G., Rinke, M., Mejbri, R et Bril, H. (1994). Pollution engendrée par une décharge d'ordures ménagères : bilan hydrique et caractérisation. *Environmental technology* 15, 313 322.
- [21] Saadi S., Sbaa M., El kharmouz M., Caractérisation physico-chimique de lixiviats du centre d'enfouissement technique de la ville d'Oujda (Maroc Oriental), *Science Lib Editions Mersenne : Volume 5, N ° 130517.*
- [22] Aluko O., Sridhar MKC., Oluwande PA. (2003). Characterization of leachates from a municipal solid waste landfi ll site in Ibadan, Nigeria. *J. Environ. Health Res.* 2(1):32–37.
- [23] Glandier S. (2002). Risques sanitaires liés aux fuites de lixiviats des centres de stockage des déchets ménagers et assimilés, Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale de la Santé Public. 92P.
- [24] Thonart P., Taillieu X., Drion R. and Destain, J. (1995). Modelling the evolution of domestic waste landfills. ECB7, Septième Congrès européen de Biotechnologie, Nice, 02.1995.
- [25] manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains, édité pour le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Alger, juillet 2001.

### **Résumé :**

Les déchets urbains produits par la ville de GHARDAIA sont évacués depuis fin 2013 vers le nouveau centre d'enfouissement technique. Il repose sur un substratum composé d'une couche plus importante d'argile. La présente étude porte sur la caractérisation physico-chimique des lixiviats du nouveau CET nous avons procédé à des analyses physico-chimiques de lixiviats. Les résultats obtenus ont montré que les lixiviats prélevés de CET ont révélé de fortes teneurs en matière organique biodégradable ( $DBO_5 = 2000 \text{ mg/l}$ ), en matière minérale ( $Cond = 13,75 \text{ ms/cm}$ ) et en matières en suspension ( $MES = 88 \text{ mg/l}$ ). Donc il s'agit de lixiviats jeunes et instables.

**Mots clés :** Caractérisation, CET, Lixiviats de décharge

### **ملخص:**

منذ نهاية سنة 2013، تم تفريغ النفايات الحضرية لولاية غرداية بمركز الردم التقني الجديد حيث توضع على طبقة معتبرة من الصلصال. تحمل الدراسة الحالية الخصائص الفيزيوكيميائية لعصارة المركز التقني الجديد، حيث قمنا بإجراء تحاليل فيزيوكيميائية للعصارة. النتائج المتحصل عليها بينت أن العصارة معبأة بالمواد العضوية ذات التفكك البيولوجي (الطلب البيولوجي للأوكسجين 2000 ملغ/ل)، المواد المعدنية (ناقلية كهربائية 13,75 مس/سم) و بالمواد العالقة (مواد عالقة 88 ملغ/ل) ما يجعلها عصارة حديثة و مستقرة.

**الكلمات المفتاحية :** خصائص ، مركز الردم التقني ، عصارة.

### **Summary:**

The urban waste produced by the city of Ghardaïa has been evacuated since the end of 2013 towards the new technical landfill. The actual study focuses on the physic-chemical characterization of the leachate from this landfill by holding physic-chemical analyses of leachate. The results revealed strong content of biodegradable organic matter (chemical oxygen demand = 2000 mg/l), mineral matter (conductivity = 13, 75 mS/cm) and of suspension matter (SM = 88 mg/l). So it is young and stable leachate.

**Key words:** Characterization, Technical landfill, Leachate.