

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة  
Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de la technologie



***Mémoire de fin d'étude***

*En vue de l'obtention d'un diplôme de Master en sciences et génie de l'environnement*

*Filière : sciences et génie de l'environnement*

*Spécialité: Génie des procédés de L'environnement*

**Thème :**

**Etude du niveau de la pollution dans le centre  
d'enfouissement technique d'Ain Defla**

**Présenté par :**

**-BACHIR CHERIF Fadhila**

**-KECER Amina**

**Devant le jury composé de : M<sup>r</sup> Mekhaneg. BPrésident**

**M<sup>r</sup> Larbi Bouamrane. OExamineur**

**M<sup>r</sup> Hamidi. M promoteur**

**M<sup>me</sup> Hamrat. WCo-promotrice**

***Année universitaire : 2018 / 2019***

# Remerciement

*En premier lieu, nous tenons à remercier notre Dieu, notre créateur, pour le courage et la patience qu'il nous a donné pour accomplir ce travail.*

*Ainsi que nos parents qui nous ont beaucoup aidés.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements et notre gratitude à notre encadreur **M' Hamidi et M<sup>me</sup> Hamrat** pour ses orientations et ses conseils.*

*Nos remerciements vont également à **M' Sahmi**.*

*Nous exprimons nos remerciements aux honorables membres du jury **M' Mekhaneg. B, M' Larbi Bouamrane**. Ode nous avoir donné le temps et la patience pour évaluer notre travail.*

*Nous adressons nos vifs remerciements :*

*À tout le personnel de **CET**.*

*Et tout personnel de laboratoire de l'environnement de Khemis Miliana.*

*Et à tous les enseignants qui nous ont éclairés vers le chemin du savoir tout au long de nos études.*

# *Dédicace*

*Je dédie cet humble travail avec grand amour, sincérité et fierté :*

*A mes parents, source de tendresse, de noblesse et d'affection.*

*A à mes sœurs Fatoma, Naima, Fouzia et leurs enfants et  
Wiam, et mes frères AbdElkader et Abd Ellah, en  
témoignage de la fraternité, avec mes souhaits de bonheur et  
de succès.*

*A mon Maré AbdElkader.*

*A tous les membres de ma famille.*

*A mon promoteur Mr Hamidi*

*A ma promotrice M<sup>me</sup> Hamrat*

*Et mes amies Fadhila, Souhila, Nawal, Mona, Zola,  
Khadîdja, Karima, Salima, Amel, Nadia, Hayat, Razikha,  
Nazila, Lamia, et Tihaet à tout qui compulse ce modeste  
travail.*

*A mon binôme Fadhila.*

*A toute la promotion 2019 (Master II).*

*Amina*

# *Dédicace*



*Avec une énorme plaisir, un cœur ouvert, et un grand amour Je dédie ce  
mémoire*

*A mes chers parent "Yahia et Saada"*

*A mes chers frères Abed el Kader, Abed Allah et Mourad*

*A mes chers sœurs Zahra, Kheira, Houria et Hanane*

*A mes chers fils de mes frères Oussama, Wiam, Fadwa, Ritadj et  
firdawess*

*A toute la famille Bachir Cherif*

*A mon encadreur M<sup>r</sup> HAMIDI et M<sup>me</sup> HAMRAT.*

*A mes chères amies Razikha, katiba, Kheira, Fatima, Houda, Samia et à  
tout qui compulse ce modeste travail.*

*A mon binôme Amina*

*A toute la promotion 2019(master2)*

# ***Fadhila***

## ملخص

بسبب التقدم الاجتماعي والاقتصادي في بلدنا والتطور المستمر والمتزايد للسكان ، نتج عنه تشكل كميات هائلة من النفايات الصلبة والتي أدت إلى مشاكل كبيرة في الجزائر. تعد مواقع المكب من بين الحلول التي تم التركيز عليها للحد من فوضى النفايات الصلبة المنزلية وتقييمها ومع ذلك فقد صدفت عدة أنواع من التلوث في هذا النوع من المكب عبر النفايات نفسها ومنتجاتها مثل المادة المرشحة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها هيمنة المواد المتعفنة ووجود مستويات الملوثات المعدنية مع مستويات قصوى للكاديوم 7.89 ملغم / لتر وللنيكل 189.39 ملغم / لتر. تظهر عينات المادة المرشحة علامات تلوث كبير حيث تتراوح نسبة BOD5 / COD بين 0.04 و 0.3 ونسبة COD / BOD5 بحد أقصى حوالي 8.257 مما يدل على انخفاض تركيز المادة القابلة للتحلل

**الكلمات المفتاحية:** النفايات الصلبة، العصاره، الملوثات، تفرغ

## Résumé :

Du fait du progrès socio-économique de notre pays suivi du changement du mode de vie et le développement accéléré de la population, des masses colossales **des déchets solides ont posé de problèmes majeurs** en Algérie. Les centres d'enfouissement technique sont parmi les solutions mises en évidence pour limiter l'encombrement des déchets solides ménagers et assimilés et pour **leur valorisation**. Néanmoins, plusieurs types de pollutions ont été rencontrés dans ce type de décharges via les déchets eux-mêmes et leurs produits tels que le lixiviat. Les résultats obtenus, **ont montré** la dominance des matières putrescibles et l'existence des **teneurs en polluants métalliques** avec des teneurs maximales pour le cadmium 7,89mg/l et pour le nickel 189,39mg/l. Les échantillons du lixiviat possèdent des signes **de pollutions importantes avec un rapport de DBO5/DCO oscillant entre 0,04 et 0,3** et un rapport **maximal** de DCO/DBO<sub>5</sub> de **l'ordre de 8,257** qui montre la faible concentration de la matière biodégradable.

**Les mots clés :** Déchets solides, Lixiviats, polluant, décharge.

## Abstract:

*Because of the socio-economic progress of our country followed by the change of the way of life and the accelerated development of the population, colossal masses of solid waste posed major problems in Algeria. Landfill sites are among the solutions highlighted to limit the clutter of household solid waste and assimilated and their valuation. Nevertheless, several types of pollution have been encountered in this type of landfill via the waste itself and its products such as leachate. The results obtained showed the dominance of putrescible materials and the existence of metal pollutant levels with maximum levels for cadmium 7.89 mg / l and for nickel 189.39 mg / l. The leachate samples show signs of significant pollution with a BOD5 / COD ratio ranging between 0.04 and 0.3 and a maximum COD / BOD5 ratio of around 8.257 which shows the low concentration of the biodegradable material.*

**Keywords:** solid waste, lixiviat, pollutants, discharge.

# La Liste des abréviations

---

**UIOM** : usines d'incinération des ordures ménagères.

**AV** : acides volatils.

**C.E.T** :centres d'Enfouissement Techniques.

**DSMA** : déchets Solides Ménager Assimilés.

**MVS** : masse Volatile sèche.

**B<sub>1</sub>P<sub>1</sub>** : point 1 de bassin 1.

**B<sub>2</sub>P<sub>1</sub>** :point 1de bassin 2.

**B<sub>2</sub>P<sub>2</sub>** :point 2 de bassin 2.

**H(%)** : humidité.

**C (%)** : pourcentage decendres.

**N** : normalité.

**M** : molarité.

**C** : concentration.

**D.T** :dureté Total.

**D. Ca** :la dureté calcique.

**DBO<sub>5</sub>** : demande Biologique en Oxygène.

**DCO** : demande Chimique en Oxygène.

**EDTA** : éthylène Diamine Tétra Acétique.

**MES** :matière en suspension.

**UTN** :unité turbidité Néphélométrie.

**MO** : matière Organique.

**pH** :potentiel Hydrogène.

**RS** : résidu sec.

**TA** :titre Alcalimétrique.

**TAC** : titre Alcalimétrique Complet.

**A** : 1<sup>ère</sup> date.

**B** : 2<sup>ème</sup> date.

## La liste des figures

---

Figure 1 : une décharge non contrôlée et son impact sur l'environnement.....	2
Figure 2 :les déchets ménagers et assimilés.....	3
Figure 3 : les déchets hospitaliers.....	4
Figure 4 :les déchets dangereux.....	5
Figure 5 : les déchets non dangereux.....	5
Figure 6 :les déchets inertes.....	5
Figure 7 :les déchets ultimes.....	6
Figure 8 :les déchets biodégradables.....	6
Figure 9 :schéma démontrant le traitement des déchets par incinération.....	10
Figure 10: chiffres clés des déchets en Algérie en 2014.....	17
Figure 11:les effets des déchets solides sur les animaux.....	19
Figure 12:photo tirée de l'article micro-plastique ingestion dans zooplancton....	19
Figure 8 : prélèvements des échantillons DSMA.....	30
Figure 9 : bassin de lixiviat .....	32
Figure 10 : mesure de la turbidité.....	33
Figure 11 : montage de mesure de pH.....	34
Figure 12 : montage de mesure de la conductivité.....	34
Figure 13 : montage de filtration sous vide.....	35
Figure 14 :résidus sec de lixiviat .....	36
Figure 15 : etuve.....	36
Figure 21 : montage pour la mesure de la DBO5.....	44
Figure16 : mesure de la DBO5.....	46
Figure 17 : les instruments de base de la SAA.....	47
Figure24: classification des DSMA par taille (A).....	50
Figure 25: classification des DSMA par taille (B).....	50

## La liste des figures

---

Figure 26: classification des déchets par catégorie (A).....	52
Figure 27: classification des déchets par catégorie (B).....	52
Figure 28 : comparaison entre les pourcentages des catégories des différents CET 53	
Figure 29: les cendres de déchets.....	55
Figure 30: la digestion des acides.....	56
Figure 31: résidu sec de lixiviat.....	59

## Table des matières

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Tables de matière

Introduction générale.....	1
I.1 Déchets solides .....	2
I.1.1 Définition des déchets .....	2
I.1.2 Classification des déchets .....	3
I.1.3 Compositions et propriétés des déchets solides .....	7
I.2 La gestion des déchets solides.....	7
I.2.1 Définition de la gestion des déchets solides.....	7
I.2.2 Les techniques de la gestion des déchets solides.....	8
I.3 La gestion des déchets ménagers et assimilés et Algéries .....	15
II.2. Les impacts des métaux lourds sur l'environnement.....	16
II.2.1. Sur les animaux .....	16
II.2.2.s impacts des métaux lourds Sur les êtres vivants.....	16
II.2.2. Sur l'homme.....	18
II.2.2.1. Le plomb (Pb).....	18
II.2.2.2. Cadmium (Cd) .....	19
II.2.2.3. Nickel (Ni).....	19
II.3. Les impacts des métaux lourds sur les végétaux.....	20
III.1. Présentation du secteur d'étude (C.E .T).....	25
III.1.1 Création de l'EPIC .....	25
III.1.2 Communes desservie par le CET .....	25
III.1.3 Nombre d'employeurs de CET .....	25
III.1.4 Informations générales .....	26
III.2. Caractérisation des DSM.....	29
III.2.1. Caractérisation physique.....	29

III.2.1.1. Séparation par taille : .....	29
III.2.1.2. Séparation par catégorie : .....	30
IV.1. Déchets solides ménagers et assimilés.....	49
VI.1.1 Classification par taille.....	49
VI.1.3 Caractérisation physico-chimique .....	53
VI.1.4 L'humidité : .....	55
VI.1.6 MVS .....	55
VI.1.7 Les métaux lourds.....	56
IV.2 Le lixiviat.....	56
VI.2.1 Paramètres organoleptiques.....	57
VI.2.2 pH.....	57
VI.2.3 La température .....	57
VI.2.4 La conductivité électrique.....	58
VI.2.5 Les matières en suspension (MES).....	58
VI.2.6 La turbidité .....	58
VI.2.7 Résidu sec .....	58
VI.2.8 La charge minérale.....	59
VI.2.9 Le titre hydrotimétrique (TH).....	61
VI.2.10 L'ammonium.....	61
VI.2.11 Les sulfates .....	61
VI.2.12 Le TA et TAC : .....	62
VI.2.13 DBO <sub>5</sub> et DCO .....	62
VI.2.14 Les métaux lourds .....	63
Conclusion.....	66

références

# Introduction générale

---

Durant ces dernières années, l'Algérie subit un changement important de son mode de vie vu de son développement avancé. La consommation de l'individu algérien augmente, et se dirige vers l'industrie agroalimentaire basée sur les additifs chimiques avérés toxiques. La masse colossale des déchets d'origine domestique, industrielle, hospitalière et agricole, augmente en conséquence. Si les déchets ne sont nuisibles qu'en raison de leur caractère encombrant, ils peuvent ainsi être toxiques et générer de graves problèmes de pollution

Diverses stratégies ont été mises en évidence afin de gérer les déchets solides urbains qui sont au cœur des enjeux environnementaux auxquels les pouvoirs publics doivent faire face au quotidien. Parmi les déchets solides générés en Algérie, les déchets **ménagers et assimilés** représentent la fraction la plus importante avec environ 11 millions tonnes de tonnes/an (**bilan en 2014**). La maîtrise de leur composition est donc nécessaire pour évaluer au préalable leur potentiel risque pour le milieu récepteur et le choix du mode de traitement le plus optimal.

Parmi ces stratégies celles qui consistent à mettre en place dans les grandes villes des centres d'enfouissement techniques (CET). Selon l'Agence nationale des déchets (AND, 2014), 180 CET sont achevés à travers le territoire national. Ce genre d'installation sert de stockage et de gestion des déchets pendant une période de temps limitée. En effet, bien que la durée de fonctionnement des CET soit limitée, leurs impacts n'en demeurent pas : les ordures ménagères continuent à vivre après leur enfouissement, créant ainsi d'autres nuisances. La plus importante reste la production du biogaz issue de leur dégradation, soit en moyenne 150 à 250 m<sup>3</sup> de gaz produit par la décomposition d'une tonne de déchets, dont plus de 60% de CH<sub>4</sub> et de mercaptans qui, s'ils ne sont pas recueillis, se trouvent dans l'atmosphère. L'autre souci majeur engendré par les CET est celui des liquides formés lors de la percolation des eaux pluviales avec les déchets en pleine décomposition : les lixiviats. Ces effluents, au fil du temps, se chargent en matières organiques et autres métaux lourds, ce qui fait un vecteur de pollution des plus dangereux. Cela montre la nécessité de leur traitement avant de les rejeter dans l'écosystème.

De ce fait, notre étude est consacrée à la caractérisation des **déchets ménagers assimilés** et des lixiviats retenus dans le centre **d'enfouissement technique d'Ain Defla**.

**La présente étude est structurée sur quatre chapitres. Le premier chapitre porte la présentation des généralités sur les déchets solides les lixiats. Le deuxième chapitre a été consacré aux impacts des déchets sur l'environnement.**

# Introduction générale

---

Le **chapitre 3 a pour but la présentation** les différentes méthodes utilisées **dans la réalisation de notre étude.**

Le dernier chapitre comporte les résultats obtenus des analyses effectuées et les interprétations engendrées.

Ce mémoire est parachevé par une conclusion générale dans laquelle les paramètres de dégradation du module et de ces composants sont discutés.

Devant la croissance démographique, l'amélioration de la qualité de vie et la grande densité des zones urbaines, on enregistre un accroissement énorme de la consommation et par conséquent l'accroissement des différentes formes des déchets. De ce fait, plusieurs stratégies de gestion ont été mises en évidence soit pour gérer les déchets, soit pour réduire l'impact de la pollution causée par leur mauvaise introduction dans l'environnement. Ce chapitre sera consacré sur les déchets solides et les différentes méthodes de leurs gestions.

## I.1 Les déchets solides

l'enfouissement et le stockage des déchets solides doit permettre non seulement une gestion efficace des déchets mais aussi le traitement après drainage et récupération des deux effluents qui sont les biogaz et les lixiviats.



**Figure 1. une décharge non contrôlée et son impact sur l'environnement.**

### I.1.1 Définition des déchets

Selon l'article 3 de la loi algérienne N°01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets (arrêté officiel) définit les déchets comme suit :

**Déchets** : tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meubledont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer.[1]

Selon la Directive Européenne du 11 novembre 2004 « Est un déchet, toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire».Déchet est donc tout résidu d'un processus de production, de transformation oud'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destiné à l'abandon.[1]

## I.1.2 Classification des déchets

Les déchets peuvent être solides, liquides ou gazeux. Ils peuvent être dangereux ou non, ils peuvent être aussi classés selon leur provenance ou leur composition et leur propriété physique et chimique. On peut classer les déchets selon plusieurs critères : En fonction de l'activité à l'origine du déchet, en fonction de sa nature ainsi que de son mode d'élimination.

### I.1.2.1 Classification en fonction de l'activité initiale du déchet

#### a. Les déchets ménagers et assimilés

Les déchets ménagers et assimilés sont les déchets produits par les ménages, les commerçants, les artisans, et même les entreprises et industries quand ils ne présentent pas de caractère dangereux ou polluant : Papiers, cartons, bois, verre, textiles, emballages. Ces déchets sont collectés par la commune s'ils peuvent être éliminés sans sujétions techniques particulières sans risques pour les personnes ou l'environnement. [2]



Figure 2. Les déchets ménagers et assimilés.

#### b. Les déchets industriels

Les déchets industriels non dangereux ou banals. Ce sont les déchets des entreprises non dangereux qui sont aussi nommés déchets assimilés aux déchets ménagers. Les déchets industriels dangereux ou spéciaux. Ce sont les déchets des entreprises qui en raison de leurs propriétés dangereuses, ils ne peuvent pas être déposés dans des installations de stockage recevant d'autres catégories de déchets. [2]

#### c. Les déchets agricoles

Ce sont les déchets issus de l'activité agricole. Il s'agit essentiellement de déchets organiques comme des déjections des animaux, les déchets de culture.[2]

#### d. Les déchets hospitaliers

Ce sont les déchets issus des hôpitaux et les autres établissements de soins, les laboratoires et les centres de recherches, les morgues et les centres d'autopsie, les banques de sang et les services de collecte de sang.[2]



Figure 3 .Les déchets hospitaliers.

#### I.1.2.2 Classification selon la nature du déchet

##### a. Les déchets dangereux

Les déchets sont considérés comme dangereux s'ils présentent une ou plusieurs des propriétés suivantes : Explosif, comburant, inflammable, irritant, nocif, toxique, cancérigène, corrosif, infectieux, toxique pour la reproduction, mutagène, écotoxique.[2]



Figure 4. Les déchets dangereux.

##### b. Les déchets toxiques en petites quantités

Ce sont des déchets dangereux produits en petites quantités par les ménages, les commerçants (Garage, coiffeurs, laboratoires de photos, imprimeries, laboratoires de recherches...). Il peut s'agir de déchets banals souillés (chiffons, cartons,...), piles, résidus de peinture,..... etc.[2]

**c. Les déchets non dangereux**

Les déchets non dangereux sont les déchets qui ne présentent aucune des caractéristiques relatives à la dangerosité mentionnées auparavant (toxique, explosif, corrosif, ...). Ce sont les déchets banals des entreprises, commerçants, et artisans (papiers, cartons, bois, textiles, ...) et les déchets ménagers.[2]



**Figure 5. Les déchets non dangereux.**

**d. Les déchets inertes**

Sont des solides minéraux qui ne subissent aucune transformation physique, chimique ou biologique importante : Pavés, gravats, carrelage. Ils proviennent des chantiers du bâtiment et travaux publics, mais aussi des mines et des carrières.[2]



**Figure 6. Les déchets inertes.**

**e. Les déchets ultimes**

Un déchet ultime, résultant ou non du traitement d'un déchet, n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.[2]



Figure 7. Les déchets ultimes.

### I.1.2.3 Classification selon le mode de traitement des déchets

#### a. Les déchets biodégradables ou décomposables

Comme les résidus verts, boues d'épuration des eaux, restes alimentaire,...etc. ces déchets sont au moins pour partie détruits naturellement, plus ou moins rapidement, En général par les bactéries, champignons et autres micro-organismes et/ou par des réactions chimiques laissant des produits de dégradation identiques ou proches de ceux qu'on peut trouver dans la nature, parfois néanmoins contaminés par certains résidus.[2]



Figure 8. Les déchets biodégradables.

#### b. Les déchets recyclables

Comme le verre, métaux, matières plastiques. Ces déchets peuvent être réutilisés directement dans d'autres domaines ou recyclés.[2]

#### c. Les déchets ultimes

Ce sont les déchets qui ne sont plus susceptibles d'être traités dans les conditions techniques et économiques du moment. Ça devrait être les seuls déchets à être mis en décharge.[2]

### **d. Les déchets spéciaux et déchets industriels spéciaux**

Dont font partie les déchets toxiques, les déchets radioactifs et déchets nucléaires qui doivent faire l'objet d'un traitement tout à fait particulier en raison de leur nocivité particulière liée à la radioactivité.[2]

### **I.1.3 Compositions et propriétés des déchets solides**

Les déchets solides sont composés généralement comme suit:

- Les fines particules ayant un diamètre inférieur à 20 mm.- Les matières plus spécialement combustibles (plastique, chiffons).
- Les matières fermentescibles (toutes matières végétales putrescibles).
- Les papiers et cartons qui sont combustibles et fermentescibles à la fois.

La composition des déchets qui peut varier considérablement d'une région à une autre et d'une saison à une autre, est en fonction de la densité et de la structure de la population. Le mode de vie et le pouvoir d'achat constituent d'autres facteurs agissant sur la composition des déchets, la grande différence est surtout au niveau des matières organiques et de la fraction d'emballage (Benabdeli, 2001). Pour passer de l'élimination des déchets à leur gestion planifiée, il est indispensable d'avoir une bonne connaissance de leur composition afin d'en distinguer :

- Les parts pouvant être recyclées-Les parts appropriées au compostage.
- Les types et quantités appropriés à une valorisation matérielle ou énergétique.
- Les quantités de déchets ultimes destinées à l'incinération ou à la décharge.

Une analyse des déchets peut nous renseigner sur leur composition à l'aide de données fiables, sur la composition par groupes de matières, la répartition selon la taille, le pouvoir calorifique des déchets, le poids spécifique et la teneur en eau.[3]

## **I.2 La gestion des déchets solides**

### **I.2.1 Définition de la gestion des déchets solides**

La gestion des déchets est un problème actuel et un enjeu essentiel pour notre avenir et celui de la planète au vu des quantités produites. En effet, les déchets participent activement à dégrader l'environnement de par la diversité des pollutions qu'ils peuvent engendrer. Si des problèmes tels que le gaspillage des ressources primaires constituent une menace pour l'environnement, la mauvaise gestion des ordures y contribue également. Il est donc primordial de prendre en charge nos déchets de manière responsable et respectueuse de l'environnement. De plus, depuis la Conférence de Rio, nous sommes tous engagés dans une démarche de développement durable qui comme le cite M<sup>me</sup> Gro Harlem Brundtland est: « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». De ce fait, une gestion optimale des ordures est indispensable.[4]

## I.2.2 Les techniques de la gestion des déchets solides

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

### II.2.2.1. L'incinération

C'est la technique choisie par de nombreux syndicats intercommunaux en raison d'avantages majeurs. L'usine d'incinération occupe moins d'espace que la décharge et elle permet la valorisation des ordures, en produisant de la chaleur, transformée en eau chaude alimentant le réseau de chauffage urbain ou en électricité.

Elle a deux effets positifs, d'une part, la quantité de déchets est réduite de 90%, les cendres et les mâchefers sont, bien sûr, beaucoup plus compacts que les déchets avant incinération. Et d'autre part, l'incinération permet de valoriser la chaleur produite en chauffage et en électricité.

En 2005, les États-Unis comptaient 88 usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) qui traitaient et valorisaient environ 14% des déchets du pays.

Il est préférable de retirer certains matériaux des déchets avant leur incinération. Le verre ne brûle pas et lorsqu'il fond, il est difficile à retirer des fours. Bien que les déchets alimentaires brûlent, leur teneur élevée en eau fait souvent baisser le rendement des UIOM, il vaut mieux les retirer. Il est nécessaire de retirer les piles, les thermostats et les lampes fluorescentes. Le papier, les plastiques et le caoutchouc sont les meilleurs combustibles.

Il existe trois types d'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM):

- Incinérateurs à lit fluidisé ou à grille sont grands et sont conçus pour valoriser l'énergie produite lors de la combustion ;
- Les incinérateurs modulaires sont plus petits et brûlent tous les déchets, ils sont assemblés dans une usine et coûtent moins cher à construire ;
- Les incinérateurs à combustible dérivé des déchets, seule la fraction combustible des déchets est brûlée.[5]

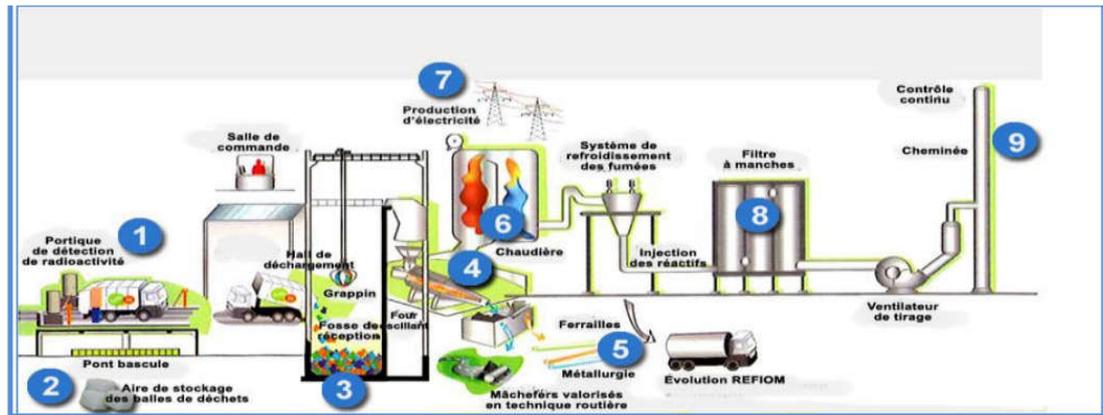


Figure 9 :Schéma démontrant le traitement des déchets par incinération. [6]

### I.2.2.2 Compostage

Le compostage est un processus microbologique qui permet de dégrader une partie des ordures ménagères et de les transformer en compost utilisable pour l'amendement organique des sols.

Cette transformation de la matière organique se fait naturellement en milieu aérobie. C'est une pratique très ancienne surtout dans les campagnes. Le compostage peut se faire dans des installations spécifiques, mais aussi par chaque ménage possédant un jardin en utilisant des composteurs individuels. Cela permet à la fois une réduction de la quantité des déchets à éliminer et une production d'engrais naturel.[7]

### I.2.2.3 Décharge

Stocker les déchets dans une décharge est la méthode la plus traditionnelle de stockage des déchets, et reste la pratique la plus courante dans la plupart des pays. Historiquement, les décharges étaient souvent établies dans des carrières, des mines ou des trous d'excavation désaffectés. Utiliser une décharge qui minimise les impacts sur l'environnement peut être une solution saine et à moindre coût pour stocker les déchets. Néanmoins, une méthode plus efficace sera sans aucune doute requise lorsque les espaces libres appropriés diminueront.

Les anciennes carrières ou celles mal gérées peuvent avoir de forts impacts sur l'environnement, comme l'éparpillement des déchets par le vent, l'attraction des vermines et les polluants comme les lixiviats qui peuvent s'infiltrer et polluer les nappes phréatiques et les rivières. Un autre produit des décharges contenant des déchets nocifs et le biogaz, la plupart du temps composé de méthane et de dioxyde de carbone, qui est produit lors de la fermentation des déchets.

Les caractéristiques d'une décharge moderne sont des méthodes de rétention des lixiviats, tels que des couches d'argile ou des bâches plastiques. Les déchets entreposés doivent être compactés et recouverts pour éviter d'attirer les souris et les rats et éviter l'éparpillement. Beaucoup de décharges sont aussi équipées de systèmes d'extraction des gaz installés après le recouvrement pour extraire le gaz produit par la décomposition des

déchets. Ce biogaz est souvent brûlé dans une chaudière pour produire de l'électricité. Il est même préférable pour l'environnement de brûler cegaz que de le laisser s'échapper dans l'atmosphère, ce qui permet de consumer le méthane, un gaz à effet de serre encore plus nocif que le dioxyde de carbone.[8]

### 1.2.2.3.1 Différents types des décharges

#### a) La décharge contrôlée

elle est considérée comme une méthode d'élimination des déchets solides urbains. Son principe repose sur l'enfouissement des déchets effectués de façon rationnelle, dont le but est d'éviter toute nuisance. C'est une technique à part entière, jugée satisfaisante d'un point de vue environnemental, avantageuse du point de vue des coûts, mais elle nécessite une mise en œuvre très soignée :

- 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 ( un plan fixé) l'avance et suivant lequel la réintégration du site dans son environnement naturel devra s'effectuer en fin d'exploitation.[9]

#### b) Le centre d'enfouissement technique CET

##### b.1 Définition de CET

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

Les conditions d'implantation, d'aménagement, d'exploitation et de surveillance sont imposées en raison des nombreux risques pouvant être causés sur la santé humaine et l'environnement.[10]

Il existe actuellement trois types de CET qui réceptionnent trois catégories différentes de déchets :

- ✓ **CET de classe 1**: Pour déchets dangereux, toxiques (déchets industriels spéciaux traités et stabilisés, les cendres volantes des usines d'incinération, etc..).
- ✓ **CET de classe 2**: Pour déchets ménagers et assimilés (ordures ménagères, encombrants, déchets verts, déchets industriels banals, etc.)

✓ **CET de classe 3**: Pour les déchets inertes (déchets, déblais, gravats, etc...) issus d'entreprises du bâtiment et des travaux publics et de travaux de bricolage de particuliers.

En règle générale, le centre d'enfouissement technique (CET) est réalisé pour une population de 100 000 habitants et plus. La durée de vie d'un centre d'enfouissement technique est au moins 20 ans. Il est donc impératif de disposer de la surface de terrain nécessaire et de planifier l'exploitation du site sur la durée de vie minimale sus citée. La conception d'un CET ou d'une décharge contrôlée devra pouvoir fournir (dès le départ).[11]

## b.2 L'objectif d'un CET

L'implantation du CET a plusieurs objectifs parmi les quels :

- Maintenir la qualité des paysages ;
- Limiter les nuisances ;
- Eviter les risques de pollution ;
- Valoriser les déchets. [10]

## b.3 Avantages et inconvénients d'un CET

### ❖ Les avantages

- Procédé de traitement des déchets autonome ;
- Grande souplesse d'adaptation aux quantités à traiter ;
- Coûts faibles ;
- Valorisation des terrains.[12]

### ❖ Les inconvénients

- Choix d'un site convenable ;
- Nécessité d'une exploitation rigoureuse ;
- Solution temporaire (capacité du site).[11]

### 1.2.2.3.2 Les rejets de la décharge

#### a. Le lixiviat

##### a.1 Définition de lixiviat

Les lixiviats sont des effluents liquides qui proviennent de la percolation, à travers le massif, de l'eau météorique et de l'eau contenue dans les déchets. Ils sont chargés en matières en suspension et composants solubles issus des déchets et en sous-produits de la dégradation des déchets.[13]

##### a.2 Types de lixiviat

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

### a.2.1 Les lixiviats jeunes (< 5 ans)

Ces lixiviats se caractérisent par une charge organique élevée relativement biodégradable constituée principalement d'acides gras volatils. Ces lixiviats peuvent être chargés en métaux du fait de leur pH relativement bas (< 6,5). Ils correspondent aux premières phases non méthanogènes de l'évolution d'une décharge.[14]

### a.2.2 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.[14]

### a.2.3 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 mg L<sup>-1</sup>) qui sont réfractaires à la biodégradation (DBO5/DCO < 0,1). Ces lixiviats stabilisés correspondent à la phase de maturation de la décharge.[14]

## a.3 Mécanismes de formation de lixiviat

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. 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** : ce sont la 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 percolats « 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 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.[13]

#### a.4 Caractérisation de lixiviats

De nombreux facteurs influent sur la quantité et la qualité des lixiviats :

- Des conditions environnementales : les paramètres climatiques (précipitations, évapotranspiration...). Seules, la géologie, l'hydrogéologie et la topographie du site étant maîtrisés puisque le site est choisi selon ces critères,
- La nature du déchet,
- des conditions d'exploitation : le mode d'enfouissement, la phase d'avancement du site, le matériau de la couverture finale, la couverture végétale,
- Des phénomènes de réactions physiques, chimiques et biologiques, qui s'opèrent dans la masse des déchets et génèrent les lixiviats en fonction de l'âge des déchets.[15]

#### a.5 Composition du lixiviat

Les principaux paramètres influençant la composition du lixiviat sont la composition des déchets enfouis, leur degré de décomposition, leur taux d'humidité, leur température, le taux d'infiltration de l'eau dans les déchets, les conditions climatiques et l'âge de la décharge.

Malgré sa complexité, quatre groupes de polluants caractérisent le lixiviat :

- La matière organique dissoute ;
- Les composés organiques anthropiques (hydrocarbures aromatiques, phénols, composés aliphatiques chlorés...);
- concentration inférieure à 1 mg/L ;
- Les composés minéraux majeurs :  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ , etc.;
- Les métaux lourds (Zn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb...), à l'état de traces.

Les principales mesures caractérisant un lixiviat sont la Demande Chimique en Oxygène (DCO), la Demande Biologique en Oxygène (DBO), le Carbone Organique Dissous (COD), l'azote (NTK), le pH, la conductivité, les métaux, etc.[14]

### b. Biogaz

Le biogaz est un produit de la fermentation de la matière organique. Sa composition varie significativement au cours des différentes phases de dégradation. Lors des premières phases, il se compose essentiellement d'hydrogène ( $H_2$ ) et de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), il est majoritairement composé de méthane ( $CH_4$ ) et de  $CO_2$  et en faibles quantités d'azote ( $N_2$ ) et d'oxygène ( $O_2$ ) (en général, moins de 10 % du volume) ainsi que d'éléments sous forme de traces (< 0,1 % du volume), tels que l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ) et des composés organiques volatils.

La production et la composition du biogaz sont fortement dépendantes :

- des conditions qui affectent le processus de dégradation anaérobie (température, oxygène, humidité, potentiel d'oxydo-réduction, pH, alcalinité, nutriments, composants toxiques),
- des processus de transport régnant dans le massif (diffusion, convection),
- de la composition des déchets et de leur granulométrie,
- de la configuration du site (topographie, hydrogéologie, mode d'exploitation et type de couverture),
- des conditions climatiques (température, pression atmosphérique, précipitations).posés organiques volatils.[12]

### I.3 La gestion des déchets ménagers et assimilés :

La croissance démographique, le développement des activités socio-économiques et les mutations du mode de vie et de consommation, favorisent grandement la production des déchets en milieu urbain. La source semble intarissable. En 2014, la production de déchets ménagers et assimilés ont avoisiné 11 millions de tonnes. Ce qui nécessite beaucoup d'efforts pour leur prise en charge en matière de traitement et d'élimination finale.

A ce jour, la mise en décharge est la destination finale la plus privilégiée pour l'élimination des déchets ménagers et assimilés du fait, de son faible coût par rapport aux autres filières comme l'incinération ou le compostage.[16]



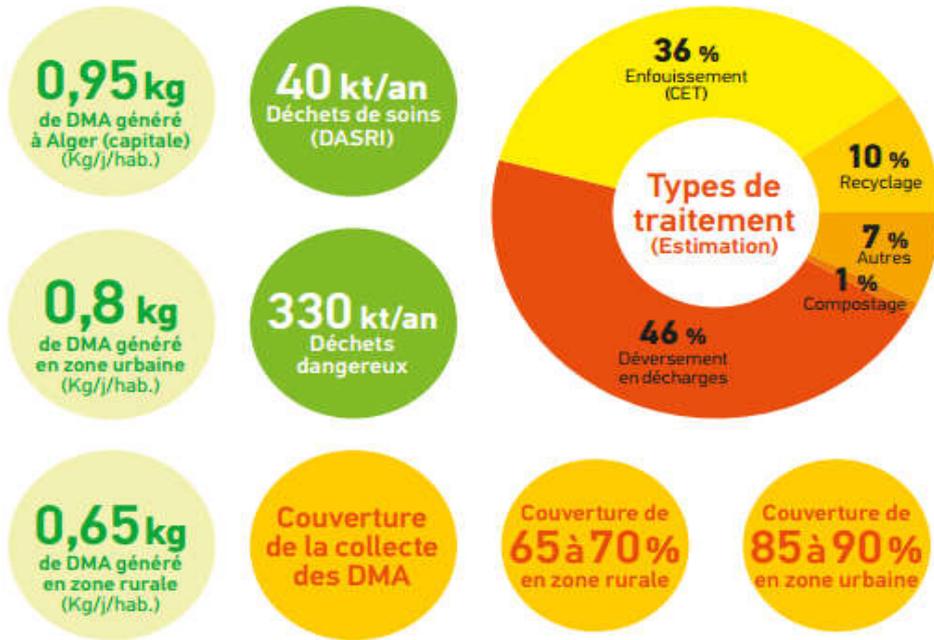


Figure 10: chiffres clés des déchets en Algérie en 2014.

# Chapitre II les impacts de la pollution par les déchets solides

---

## II.1. Les impacts des métaux lourds sur l'environnement

Les métaux sont des minéraux. Les métaux lourds sont ainsi qualifiés du fait de leur densité élevée. Les principaux métaux lourds sont le plomb, le cadmium, le mercure, l'arsenic et dans une moindre mesure, le chrome et le nickel. Ils sont dangereux pour l'environnement car ils ne sont pas dégradables. Les métaux lourds ont diverses origines : les roches du sol (arsenic, plomb...) la pollution atmosphérique (plomb, cadmium...), les engrais (cadmium, plomb, arsenic, etc.), les boues urbaines (mercure, plomb, cadmium, etc.).

Les métaux lourds peuvent être absorbés directement par le biais de la chaîne alimentaire entraînant alors des effets chroniques ou aigus :

- Ils remplacent ou substituent les minéraux essentiels ;
- Ils changent notre code génétique ;
- Ils produisent des radicaux libres ;
- Ils neutralisent les acides aminés utilisés pour la détoxification ;
- Ils causent des allergies ;
- Ils endommagent les cellules nerveuses.[17]

## II.2. Les impacts des métaux lourds Sur les êtres vivants

### II.2.1. Sur les animaux

Les déchets biodégradables sont les principaux responsables des maladies causées par les pollutions biologiques, et en particulier par les ordures ménagères : les animaux errants qui y trouvent leur nourriture véhiculent ensuite toutes sortes de parasites ou autre agents pathogènes qui est les agents de transmission de maladies contagieuses et/ou mortelles dont nous mentionnerons les plus redoutables :

- La leptospirose et l'hépatite virale, transmis à partir des urines ;
- Certains cestodes provoquant notamment le kyste hydatique du foie.
- La typhoïde et la paratyphoïde et autre salmonelloses ;
- La dysenterie bactérienne et autre shigelloses ;
- La leptospirose ;
- Le trachome ;
- Le choléra ;
- De nombreuses dermatoses.

Il est important de retenir que toute présence d'animaux qui hantent les dépôts ou décharges sauvages en quête de leur nourriture entraîne un risque grave de transmission de maladies et épidémies.[18]

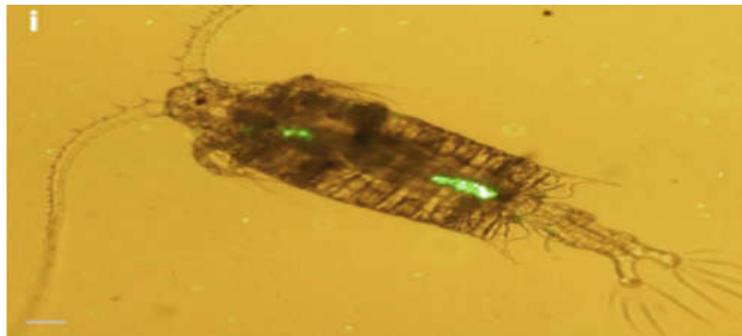
Les effets de ces déchets, le plus direct, est l'emprisonnement des animaux dans les filets dérivants ou les gros débris.

## Chapitre II les impacts de la pollution par les déchets solides

---



**Figure 11: les effets des déchets solides sur les animaux.** Un second effet direct est l'ingestion. On admet maintenant que cela concerne toute la chaîne alimentaire de l'écosystème marin. Il existe un continuum de tailles de débris de plastique, de plusieurs centimètres jusqu'au micron (millième de millimètre), voire jusqu'au nanomètre (millionième de millimètre).



**Figure 12: photo tirée de l'article micro-plastique ingestion dans zooplancton.**

A chaque taille d'organisme marin de la chaîne alimentaire correspond une taille de débris qui risque d'être ingéré. Après ingestion, le plastique s'accumule dans le système digestif des animaux, qui alors se nourrissent moins et finissent par mourir. Sur la figure on observe ainsi des morceaux micrométriques de polystyrène qui se sont accumulés dans le système digestif d'un copépode (zooplancton). [19]

# Chapitre II les impacts de la pollution par les déchets solides

---

## II.2.2. Sur l'homme

### II.2.2.1. Le plomb (Pb)

Le plomb est un métal existant à l'état naturel qui est présent partout dans l'environnement (dans les roches, le sol, l'eau et l'air) (2). Les concentrations de plomb atmosphérique ont fortement augmenté lors de la révolution industrielle, surtout au début des années vingt avec l'introduction des additifs à base de plomb dans l'essence des voitures. Actuellement cependant, la concentration de plomb dans l'air a diminué de manière spectaculaire en Belgique, comme dans tous les pays industrialisés, suite aux mesures réglementaires concernant notamment l'essence et les rejets dans l'environnement.

L'exposition à long terme à des niveaux de plomb même relativement bas ou l'exposition à court terme à des niveaux élevés peuvent affecter gravement la santé humaine. Le saturnisme est une pathologie directement et exclusivement liée à l'absorption de plomb.

Le plomb est absorbé dans le sang et déposé dans les os et les autres tissus où il est entreposé. Seule la prise de sang pour doser la concentration du plomb permet de poser un diagnostic de certitude et, suivant les niveaux, apporter le suivi médical et environnemental nécessaire.

L'exposition aiguë provoque des coliques et des encéphalites accompagnées parfois d'ataxie, de convulsions, de coma et même de décès.

L'exposition chronique peut entraîner chez l'enfant une déficience de son développement intellectuel, des problèmes de comportement, une altération de la fonction auditive et une perturbation de la croissance. Les symptômes précoces peuvent comporter une fatigue persistante, de l'irritabilité, une perte d'appétit, de l'anémie, des maux d'estomac, un champ d'attention réduit, de l'insomnie, de la constipation et des maux de tête. Les effets à long terme chez les adultes comprennent une hausse de la pression artérielle, de l'anémie, des problèmes rénaux et éventuellement une déficience spermatique.

On sait que, pendant la grossesse, le plomb passe de la mère au fœtus et cela d'autant plus que la contamination a lieu pendant le troisième trimestre. Par le passé, on remarquait une augmentation des avortements spontanés et des accouchements d'enfants mort-nés chez les travailleuses de l'industrie du plomb exposées à des niveaux élevés de ce métal.

Les jeunes enfants sont un groupe à risque élevé, notamment à cause de l'ingestion, déjà évoquée, de vieilles peintures. En outre, ils absorbent plus de plomb par rapport à leur poids corporel que les adultes ; ils se développent à un rythme rapide et sont donc

## Chapitre II les impacts de la pollution par les déchets solides

---

d'autant plus sensibles aux effets nocifs du plomb. Les enfants absorbent par ailleurs une proportion de plomb supérieure en provenance des sources alimentaires (absorption pouvant atteindre 50% comparativement à environ 10% chez les adultes). [20].

### II.2.2.2. Cadmium (Cd)

Le cadmium a de multiples utilisations : notamment dans les écrans de télévision, les barres de contrôles des réacteurs nucléaires, les colorants (émail, glaçure). Il entre dans la composition de nombreux alliages à bas point de fusion (soudures, brasures) et sert à la fabrication de certaines batterie d'accumulateurs. Mais ses principales utilisations sont celles de ces composés qui concernent les revêtements anticorrosion (appliqué sur l'acier par cadmiage, le cadmium protège contre la corrosion, en particulier saline) ou encore la fabrication de pigments de couleurs (jaune et rouge). Sa toxicité est connue depuis les années 50. Très toxique sous toutes ses formes (métal, vapeur, sels, composés organiques), le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain ou chez l'animal. Il faut éviter son contact avec des aliments. Chez l'Homme, il provoque notamment des problèmes rénaux et l'augmentation de la tension. Les effets toxiques du Cd ne le sont pas seulement pour l'homme. [21]

### II.2.2.3. Nickel (Ni)

Le saturnisme désigne l'ensemble des manifestations de l'intoxication par le plomb. Les coliques de plomb sont les effets toxiques les plus connus du métal mais ses principaux organes cibles sont : le système nerveux, les reins et le sang.

**Effets sur le système nerveux:** Le plomb est responsable d'atteintes neurologiques. En cas d'intoxications massives, l'effet neurotoxique du plomb peut se traduire par une encéphalopathie convulsivante pouvant aller jusqu'au décès. En cas d'intoxication moins sévère, on a observé des troubles neurocomportementaux et une détérioration intellectuelle.

**Effets sur la moelle osseuse et le sang :** Le plomb bloque plusieurs enzymes nécessaires à la synthèse de l'hémoglobine. Ces effets sanguins aboutissent à une diminution du nombre des globules rouges et à une anémie.

**Cancer :** L'administration de fortes doses de plomb a induit des cancers du rein chez de petits rongeurs. En revanche, il n'a pas été mis en évidence de surmortalité par cancer dans les populations exposées au plomb.

L'intoxication aiguë est rare. L'intoxication habituelle est liée à une exposition chronique.

## Chapitre II les impacts de la pollution par les déchets solides

---

Le risque d'intoxication saturnique est plus élevé chez les jeunes enfants, plus particulièrement de 1 à 3 ans :

- l'absorption digestive des dérivés du plomb est plus importante que chez l'adulte : à exposition égale, l'organisme de l'enfant absorbe 50 % du plomb ingéré, tandis que la proportion chez l'adulte est seulement de 5 à 7 %.
- les effets toxiques, à imprégnation égale, en particulier sur le système nerveux central en développement, sont plus importants et plus sévères.

Le système nerveux central des enfants est particulièrement sensible à l'action toxique du plomb. Une encéphalopathie aiguë convulsivante apparaît généralement lorsque la plombémie est de l'ordre de 1.000  $\mu\text{g/l}$ . Elle n'a jamais été observée lorsque la concentration sanguine de plomb est inférieure à 700  $\mu\text{g/l}$ .

Chez les enfants dont la plombémie est comprise entre 500 et 700  $\mu\text{g/l}$ , des troubles neurologiques moins sévères sont souvent observés : diminution de l'activité motrice, irritabilité, troubles du sommeil, modifications du comportement, stagnation du développement intellectuel.[22]

### II.3. Les impacts des métaux lourds sur les végétaux

Les travaux de recherches effectués, ont montré que l'accumulation des métaux lourds dans les légumes fruits et dans les racines sont moins importantes, comparée avec celle des feuilles. Ce sont les cultures les moins sensibles aux contaminants du sol, et donc les plus souhaitables, incluant des fruits et graines tels que : tomates, aubergines, poivrons, gombos (seulement les graines des cosses), courges (d'été et d'hiver), maïs, concombres, melons, pois et haricots écosés, oignons (bulbe seulement) et les fruitiers tels que les pommiers et les poiriers. Le risque résiduel peut alors être celui des particules du sol déposées par la pluie ou le vent, ou de la pollution aérienne de surface, ce qui confirme l'intérêt de laver les fruits et légumes après la récolte.

#### II.3.1. Impacts des métaux sur les racines

Ils présentent une capacité intermédiaire à fixer les polluants des sols, à l'instar des carottes, betteraves, pommes de terre et navets. Une partie des contaminants restera en surface par adhésion, et pourra donc facilement être retiré avant consommation.

#### II.3.2. Impacts des métaux sur les feuilles

En général, ce sont les cultures les moins souhaitables en sols contaminés. Ils comprennent par exemple la laitue, les épinards, les blettes, les différents choux, brocolis, choux fleurs, haricots verts et petits pois non écosés, etc., mais aussi les

# Chapitre II les impacts de la pollution par les déchets solides

---

herbes aromatiques, elles aussi sujettes à concentrer les polluants. Les études de ces phénomènes sont encore peu avancées et semblent pourtant prometteuses.[22]

## II.4. Les impacts sur le milieu naturel

### II.4.1. Sur les eaux souterraines et de surface

Les métaux présents dans l'eau peuvent exister sous forme de complexes, de particules ou en solutions. Les principaux processus qui gouvernent la distribution et la répartition des métaux lourds sont la dilution, la dispersion, la sédimentation et l'adsorption/désorption. Certains processus chimiques peuvent néanmoins intervenir également. C'est ainsi que la spéciation selon les diverses formes solubles est régie par les constantes d'instabilité des différents complexes, et par les propriétés physico-chimiques de l'eau (pH, ions dissous, et température).

Les métaux lourds subissent de nombreuses transformations: réduction par processus biochimique, méthylation, dé-méthylation et oxydation d'espèces de métaux isolées. Des réactions redox peuvent aussi faciliter certaines transformations. Les processus biochimiques sont effectués par des micro-organismes et par des algues. Les principales sources de contamination de l'eau sont les suivantes :

- Les eaux usées domestiques et industrielles ;
- La production agricole ;
- Les polluants atmosphériques ;
- Les anciennes décharges.[23]

Les décharges sauvages ont un effet polluant sur les ressources en eau de surface et/ou souterraine.

- La forte teneur en eau des ordures ménagères ;
- L'action des précipitations.

Ceci engendre l'accumulation d'éléments toxique qui peuvent contaminer la nappe d'eau souterraine par infiltration, et les cours d'eau, par ruissellement des eaux souillées.[24]

### II.3.2. Sur le sol

Le sol est gravement influencé par les dépôts des déchets. Le sol est exposé à l'ensemble des éléments suivants :

- Contamination par les lixiviats due à l'élimination sans précautions hygiéniques, de matières fécales humaines et des ordures ménagères.

## Chapitre II les impacts de la pollution par les déchets solides

---

- Perte de valeur foncière ;
- Perte en agriculture ;
- Multiplication de certaines vectrices maladies (insectes et rongeurs) ;
- Pollution chimique due aux éléments chimiques rejetés ;
- Des érosions multiples causant la pauvreté du sol.[24]

Le présent chapitre présente le matériel de base et les méthodes d'analyse utilisées dans notre étude. La caractérisation des déchets solides et du lixiviat prélevés du centre d'enfouissement technique de Ain Defla, a fait l'objet afin d'étudier l'évolution de la pollution au niveau du centre d'enfouissement d'Ain Defla.

### III.1. Présentation du secteur d'étude (C.E .T)

#### III.1.1 Création de l'EPIC

L'EPIC de l'Etablissement Public de Wilaya de Gestion des Centres d'Enfouissement Techniques dénommé EPWG-CET d'Ain Defla a été créé par l'arrêté interministériel de la 12/02/2012 portant création de l'établissement de gestion des centres d'enfouissement technique de la wilaya de Ain Defla.

#### III.1.2 Communes desservie par le CET

Il ya sept communes desservie par le CET de Ain Defla, Sont les suivants :

- Commune d'Ain Defla.
- Commune d'El-Amra.
- Commune de Bourached.
- Commune de Mekhatria.
- Commune de Rouina.
- Commune d'Arib.
- Commune de Djelida.
- Commune d'ELABADIA.
- Commune d'AIN BOUYAHIA.

La population desservie par le CET de Ain Defla est de 260 439 habitants.

#### III.1.3 Nombre d'employeurs de CET

Cadre	Maitrise	Execution	Total
08	12	24	44

#### III.1.4 Informations générales

CENTRE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE	
Superficie du terrain	20,40 ha
Nombre de casiers réalisés	01
Capacité total des casiers	1.147.462 m <sup>3</sup>

<b>CARACTERISTIQUES DU CASIER REALISE</b>	
<b>Capacité du casier réalisé</b>	<b>350.000 m<sup>3</sup></b>
<b>Volume des trois lagunes réalisées</b>	<b>7504 m<sup>3</sup></b>
<b>Durée de vie du casier</b>	<b>7 ans</b>
<b>Quantité des déchets enfouis</b>	<b>175 J</b>
<b>Taux de remplissage de casier</b>	
<b>INFRASTRUCTURES DU CET</b>	
<b>Bâtiments de services</b>	<b>288 m<sup>2</sup></b>
<b>Poste de contrôle</b>	<b>20 m<sup>2</sup></b>
<b>Clôture</b>	<b>1862,93 Ml</b>
<b>Hangar de tri</b>	<b>500 m<sup>2</sup></b>
<b>Abri pour engins</b>	<b>205,2 m<sup>2</sup></b>
<b>Bâche d'eau</b>	<b>30 m<sup>3</sup></b>
<b>EQUIPEMENTS D'EXPLOITATION</b>	
<b>Pont bascule (15 x 03 m) (BILANCAI D410)</b>	<b>01</b>
<b>Compacteur à pieds de mouton CAT 816 F</b>	<b>01</b>
<b>Bulldozer CAT D7R (Tracteur sur chaine)</b>	<b>01</b>
<b>Rétro chargeur CAT 422 F</b>	<b>01</b>
<b>Camion FORD</b>	<b>01</b>
<b>Tracteur avec remorque + citerne</b>	<b>01</b>
<b>Groupe électrogène, Motopompe et accessoires et deux presses à balles</b>	<b>01</b>
<b>MATERIELS DE TRANSPORT</b>	
<b>New sportero L200 4x4 DC Mitsubishi</b>	<b>01</b>
<b>New L200 4x4 DC Mitsubishi</b>	<b>01</b>

### **III.1.5 Création de la fondation:**

L'établissement public d'État a été créé pour gérer les centres d'enfouissement technique conformément à la décision ministérielle conjointe, y compris l'établissement de l'établissement administratif des centres de dépotage technique de l'État d'Ain Dafla, publié le 12 février 2012, et conformément aux dispositions de la loi n ° 12-07 du 21 février 2012 relative au mandat N ° 83-200 du 19 mars 1983, qui définit les conditions pour la création, l'organisation et l'administration de l'institution publique locale.

**III.1.6 Activité de l'entreprise**

Le domaine de compétence de l'institution s'étendra à tous les centres d'enfouissement technique existants ou sera établi sur l'ensemble du territoire de l'État. La Fondation veillera à ce que les CET soient gérés de manière régulière dans les limites de sa compétence régionale.

**III.1.7 Traitement des déchets ménagers et autres au moyen de techniques de valorisation**

Le but de la création de cette institution est de travailler sur le traitement des ordures ménagères et autres, conformément aux techniques en place, et d'éliminer les bidonvilles aléatoires sur le territoire de l'État, en plus des objectifs économiques souhaités.

L'EPIC chargé de la gestion des centres de dragage technique de l'État d'Ain Defla gère le CET de la municipalité d'Ain Defla et la zone fermée de la municipalité d'Ain al-Sultan, ce qui lui permet de traiter l'équivalent de 260 tonnes par jour de déchets ménagers et autres.

**III.1.8 Eaux usées:**

L'EPIC chargée de l'exploitation des centres d'enfouissement technique de l'État d'Ain Defla exploite deux tunnels pour les déchets spéciaux:

- Déchets inertes- Bilbal: les déchets se trouvent dans la région de Balbal, dans la municipalité d'Ain Defla, qui reçoit l'équivalent de 15 tonnes de déchets par jour.
- Déchets de dragage - Khannous -: La boue est située dans le village de Khannous avec une municipalité glaciale qui reçoit l'équivalent de 8 tonnes de déchets par jour.

**III.1.9 Déchets récupérables**

L'EPIC chargée de la gestion des centres de remplissage technique de l'État d'Ain Defla réalise le processus de récupération de tous les plastiques (PET, PEHD, FILM), du carton et des déchets ferreux

Matière	Déchets de fer (Tonne)	Carton (tonne)	MatièrePlastique (Tonne)		
			FILM	PEHD	PET
Année					

<b>2014</b>	/	16.350	/	/	<b>325.240</b>
<b>2015</b>	/	28.680	/	39.910	<b>209.260</b>
<b>2016</b>	10.400	51.140	26.500	44.300	<b>66.700</b>
<b>2017</b>	12.520	97.590	37.760	43.360	<b>186.310</b>
<b>2018(10/31)</b>	3.000	109.770	31.760	46.520	<b>212.960</b>
<b>Total</b>	25.920	303.530	96.020	174.090	<b>1.000.470</b>

**III.1.10 Le tri sélectif**

Conformément aux instructions de M. Wali dans le cadre du filtrage sélectif, l’institution a entamé le processus le 5 juin 2018 au niveau de la municipalité d’Ain Defla et de la municipalité de KhamisMeliana, de sorte que l’accent a été mis sur la municipalité d’Ain Defla en tant que phase pilote à diffuser aux autres municipalités.

La plupart des conteneurs pour la ségrégation sélective ont été distribués aux établissements d'enseignement de la municipalité d'Ain al-Dafli, afin de créer l'idée et de cultiver une culture de sélection sélective parmi les élèves.

Nombre de conteneurs distribués:

<b>Année</b>	<b>Capacité du conteneur Litres</b>	<b>Nombre de conteneurs</b>
<b>2016</b>	<b>1100</b>	<b>37</b>
<b>2017</b>	<b>1100</b>	<b>124</b>
<b>2018</b>	<b>770</b>	<b>155</b>
<b>La somme</b>		<b>316</b>

<b>Année</b>	<b>Quantité de plastique (Tones)</b>	<b>(Quantité de carton (Tones))</b>
--------------	--	-------------------------------------

2016	0,800	14,560
2017	1,200	40,000
2018	2,060	128,860
Total	4,060	183,420

## III.2. Caractérisation des DSM

Pour la caractérisation des déchets solides, un échantillon de 50 kg a été prélevé (le 12/05/2019) et (le 29/06/2019) directement à l'entrée du CET d'une façon aléatoire puis pesé et mené aux procédures de caractérisations par les méthodes présentées ci-dessous.

### III.2.1. Caractérisation physique

Deux types de caractérisation ont été effectuées: par taille et par catégorie.

#### III.2.1.1. Séparation par taille :

Ce type de séparation est effectué directement après la pesée et la prise de l'échantillon manuellement à cause de l'absence de la table de tri en distinguant les trois fractions de matériaux après avoir trié les hétéroclites :

- Gros : > 100 mm ;
- Moyen :  $20 < X < 100$  mm ;
- Fins : < 20 mm, Qui sont ensuite séparées en deux sous fractions :
  - Fraction fine :  $10 < X < 20$  mm
  - Fraction extra fine : < 10mm

Chaque catégorie de taille a été pesée par la suite afin de calculer sa fraction dans les déchets, par la relation suivante :

$$\text{fraction}(\%) = (\text{masse de la catégorie} / \text{masse totale des déchets}) \times 100 \quad (1)$$

Les masses et les valeurs des fractions obtenues sont cosignées dans le chapitre suivant.

### III.2.1.2. Séparation par catégorie

Selon les paysetles objectifs poursuivis, plusieurs types de composants (catégories) des déchets sont identifiés : la norme XP X30 – 408 d'octobre 1996 en France, recommande 13 catégories. Mais dans cette étude seulement 9 catégories, putrescibles, papiers-cartons, textiles-textiles sanitaires, plastiques, CNC (combustibles non classés), verres, métaux, INC (inertes non classés) et déchets spéciaux, ont été identifiées en raison de la dégradation avancée des ordures ménagères arrivant à la décharge finale.

La fraction de chaque catégorie a été calculée par la relation (1).



Figure 1 : prélèvements des échantillons DSMA.

## III.2.2. Caractérisation physico-chimique

### III.2.2.1. La densité

La connaissance de la masse volumique des déchets est très importante, pour le choix, d'une part des moyens de pré-collecte, collecte ou transport des déchets et d'autre part du type de traitement à préconiser.

$$d = \rho = \frac{m}{v}$$

### III.2.2.2. Détermination de l'humidité (H%)

L'humidité est déterminée par séchage dans une étuve à 105 °C jusqu'à un poids constant. La durée est en général de 24 heures et la masse de déchets à sécher varie de quelques grammes à plusieurs kilogrammes. Elle est exprimée en % par rapport à la masse humide des déchets, H%.

$$H(\%) = \left( \frac{m_0 - m_1}{m_0} \right) \times 100$$

D'où :

$m_0$ (g) : la masse de déchet avant séchage.

$m_1$ (g) : la masse de déchet après séchage.

H(%) : Humidité.

**Matériel utilisé**

- Etuve à 105°C ;
- Cristallisoirs ;
- Balance de précision 0,1mg ;
- Dessiccateur ;

**III.2.2.3. Cendres (%)**

Après séchage à l'étuve, l'échantillon n'est plus constitué que de matière sèche organique et minérale qui ne se consume pas à 500°C. Un échantillon préalablement étuvé à 105°C est mis au four à 550°C pendant 2H. La teneur en matière organique ou en solide volatil est obtenue par différence de pesée entre la masse du déchet sec (105°C) et la masse de déchet calciné. Elle est exprimée en % par rapport à la masse sèche des déchets,  $C(\%)$  par la relation suivante :

$$C(\%) = \left( \frac{m_s - m_c}{m_s} \right) \times 100$$

D'où :

$m_s$  : la masse des déchets sèche en g.

$m_c$  : la masse des déchets calcinés en g.

$C(\%)$  : pourcentage de cendres .

❖ matériels utilisés :

- creuset en porcelaine.
- Four.
- Dessiccateur.

**III.2.2.4. MVS (perte au feu) :**

Le taux de la matière volatile a été déterminé par calcination à 550 °C pendant deux heures de la matière sèche.

**III.3. Le lixiviat :**

Quatre échantillons de lixiviat ont été prélevés dans deux dates différentes afin de déterminer l'état de dégradation du lixiviat qui permet de connaître l'âge du centre. Les prélèvements ont été effectués de quatre différents points des deux bassins à l'aide d'un récipient en PEHD (voir figure) dans des flacons en verre de capacité 1L, préalablement

rincés au laboratoire à l'eau régale ( $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ ) puis à l'eau distillée et séchés à l'étuve, lavés le jour du prélèvement avec une quantité de l'échantillon à prélever. Les bouteilles ont été remplies à ras bord puis le bouchon vissé pour éviter tout échange gazeux avec l'atmosphère. Les lixiviats prélevés sont transportés au laboratoire et conservés dans une glacière à  $4^\circ\text{C}$  afin d'éviter leur dégradation avant l'analyse.



a : bassin de lixiviat

b : premier point de prélèvement du lixiviat

c : Prélèvement et stockage du lixiviat

d : les quatre échantillons prélevés.

### III.3.1. Mesure de la turbidité

Une eau turbide est une eau trouble. Cette caractéristique vient de la teneur de l'eau en particules en suspension, associées au transport de l'eau. Au cours de ce parcours, l'eau se charge de quantités énormes de particules, qui troublent l'eau. Les matières, mêlées à l'eau, sont de natures très diverses : matières d'origine minérale (argile, limon, sable...), micro particules, microorganismes.

#### III.3.1 principe

La turbidité se mesure par la réflexion d'un rayon lumineux dans l'eau. Elle est mesurée par un test optique qui détermine la capacité de réflexion de la lumière (l'unité de mesure est le NTU (unités néphélométriques)). Pour tout échantillon de lixiviat, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de la matière non dissoutes,

absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

La turbidité joue un rôle très important dans l'analyse de l'eau. En effet, elle indique une probabilité plus grande de présence d'éléments pathogènes.

### III.3.2 Appareillage :

#### - Turbidimètre HACH 2100N :

Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50mm, de diamètre.

### III.3.3 Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyée à l'aide de papiers hygiéniques avec l'échantillon à analyser, bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure. Il est nécessaire de vérifier l'absorbance de bulle d'air avant la mesure.



**Figure 3 :** mesure de la turbidité.

### III.3.2. Mesure du pH

Faute de disponibilité d'un pH mètre au niveau du CET, le pH a été mesuré immédiatement après l'arrivée au laboratoire le jour du prélèvement.

- Appareil utilisé : pH mètre préalablement étalonné.

#### Réactifs

- Tampon pH=7
- Tampon pH=4
- lixiviat(100ml)
-



Figure 4 : Montage de mesure de pH.

### III.3.4 La conductivité

La conductivité est un paramètre important dans notre étude, elle exprime la teneur de la charge ionique des espèces chimiques que existent dans le lixiviats. ce paramètre a été mesuré à l'aide d'un conductimètre

#### ❖ Mode opératoire

- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau permutée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ;
- faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que la cellule soit complètement immergée.
- Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes ;
- Opérer de préférence à la température de référence de 25 °C. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.



Figure 5 : Montage de mesure de la conductivité

### III.3.5 Les matières en suspension(MES)

Les matières en suspension étant susceptibles de variations dans les 24 h suivant le prélèvement, il convient de pratiquer cette mesure très rapidement, dans les 6 h qui suivent. La détermination des matières en suspension dans le lixiviat s'effectue par centrifugation ou par filtration. Dans notre cas on a utilisé la filtration sous vide.

#### ❖ Matériels utilisés :

- papier filtre (0.45µm)
- pompe à vide
- fiole de filtration et Büchner.



Figure 6 : Montage de filtration sous vide.

#### ❖ mode opératoire :

- Sécher le filtre avant filtration à 105°C jusqu'à masse constante, peser à 0,1 mg après passage au dessiccateur. Le mettre en place sur l'équipement ;
- Mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression puis verser un volume de l'échantillon (V) sur le filtre ;
- Rincer la fiole ayant contenu l'échantillon à analyser avec 10 ml d'eau distillée. Faire passer sur le filtre cette eau de lavage. Laisser essorer le filtre ;
- Sécher le filtre à 150°C. Laisser refroidir au dessiccateur et peser à 0,1 mg près jusqu'au poids constant ;

Le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle. [27]

La teneur de l'échantillon en matières en suspension (mg /l) est donnée par l'expression :

$$MES (mg/l) = \frac{m_1 - m_0}{V} \times 1000$$

$m_1$  : masse du disque filtrant avant utilisation (mg).

$m_0$  : masse du disque filtrant après utilisation (mg).

V : volume de l'échantillon utilisé (ml).

Les valeurs obtenues sont représentées dans le chapitre suivant.

### III.3.6 Résidus secs (RS) :

La détermination des résidus secs permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension dans le lixiviat.

#### ❖ Matériels utilisés :

- Creuset
- Dessiccateur
- Pipette.
- Etuve
- Balance de précision 0.1mg

#### ❖ Mode opératoire

– Soit un creuset de masse  $M_0$ , bien séché à l'étuve et refroidis à l'abri de l'humidité dans un dessiccateur. On mesure exactement 25ml d'échantillon à l'aide d'une pipette et on les verse dans le creuset.

– On introduit le creuset pendant quatre heures à 105°C dans l'étuve; puis on le met dans un dessiccateur.

– Le creuset est ensuite pesé une autre fois et on note la mesure  $M_1$ . [27]

– enfin, on calcule les résidus secs comme suit :

$$RS \text{ (mg /l)} = \frac{m_1 - m_0}{V}$$



Figure 7 : Résidus sec de lixiviat Figure 8 : Etuve

### III.3.7 dosage du TA et du TAC :

Le dosage du TA et du TAC s'effectue par la méthode titrimétrique. L'analyse doit être pratiquée dans les 24 heures après le prélèvement.

#### ❖ Principe

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

#### ❖ Matériels utilisés

- burette ;
- erlenmeyer ;
- agitateur magnétique.

### ❖ Réactifs utilisés :

- Acide sulfurique 0,02 N ;
- Solution de phénolphtaléine dans l'alcool à 0,5 % (voir acidité).
- Solution de vert de bromocrésol et de rouge de méthyle :
- Vert de bromocrésol 0,2 g
- Rouge de méthyle 0,015 g
- Éthanol à 90 % q.s. 100 cm<sup>3</sup>
- Eau déionisée exempte d'anhydride carbonique libre (par ébullition de 15 min).

### ❖ Mode opératoire :

#### • Détermination du TA

Prélever 10 ml de dans une fiole conique. Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénol phtaléine. Une coloration rose doit alors se développer. Dans le cas contraire le TA est nul, (pH < 8,3) Verser ensuite doucement l'acide dans la fiole à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution (pH 8,3). Soit V le volume d'acide utilisé pour obtenir le virage.[26]

Le TA est exprimé par la relation suivante :

$$TA = \frac{V}{5}$$

exprime le titre alcalimétrique (TA) en milliéquivalents par litre.

$$TA = V$$

V exprime le titre alcalimétrique en degrés français (1° f correspond à 10 mg de carbonate de calcium ou à 0,2 mEq/l).

#### • Détermination du TAC

Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration. Ajouter 2 gouttes de solution de vert de bromocrésol et de rouge de méthyle et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'à disparition de la coloration bleu verdâtre et apparition de la couleur rose (pH 4,5). Le dosage doit être effectué rapidement pour réduire les pertes de CO<sub>2</sub> qui pourraient entraîner une élévation du pH de virage (voir ci-dessus). Soit V' le volume d'acide 0,02 N versé depuis le début du dosage.

le TAC est exprimé par la relation suivante :

$$TAC = \frac{V}{5}$$

exprime le titre alcalimétrique (TAC) en milliéquivalents par litre.

$$TAC = V$$

V exprime le titre alcalimétrique en degrés français

### III.3.8 Dosage de complexométrique (Détermination de la dureté total d'une eau)

#### ❖ Principe

La dureté total d'une eau représente sa teneur en ions calcium et magnésium .Le titre hydrotimétrique et mesuré par complexométrique, un puissant chélatant –l'EDTA- formant des complexes avec les cations métalliques .Dans la pratique, tous les métaux divalents , par exemple les ions ferreux , sont susceptibles d'être dosés –ce sont donc des interférant –mais on considère que leur concentration est négligeable par rapport à celles du calcium et du magnésium.

#### ❖ Matériels utilisés

- burette ;
- erlenmeyer ;
- agitateur magnétique.

#### ❖ Réactifs

#### Solution d'E.D.T.A ( $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$ ) : (0,02N ou 0,01M)

- EDTA .....3 ,725 g après déshydratation à 80 pendant 2h.
- H<sub>2</sub>O distillé .....q.s.p 1000 ml.

#### Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N

NaOH (Pastilles) ..... 80 g.

- H<sub>2</sub>O distillée .....q.s.p 1000 ml.

#### Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH ) PH=10 ,1

- Chlorure d'ammonium ..... 67,5 g.
- NH<sub>4</sub>OH (25%) .....570 ml.
- HCl concentré .....PH =10 ,1
- H<sub>2</sub>O distillée .....q .s.p 1000 ml.
- Noir ériochrome T.
- Murexide.

## ❖ Mode opératoire

**La dureté calcique (Ca<sup>2+</sup>)**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N ;
- Ajouter du Murexide ;
- Et titrer avec L'E.D.T.A jusqu'au virage (violet).
- Noter V<sub>1</sub> le volume de l'EDTA à l'équilibre.

**La dureté totale (Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup>)**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH<sub>4</sub>OH (10 ,1).
- Ajouter noir eriochrome.
- Et titrer avec L'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).
- Noter V<sub>2</sub> le volume de l'EDTA à l'équilibre.

## ❖ Expression des résultats

- **Dureté calcique (en (mg /L) CaCO<sub>3</sub>)**

$$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/L}) = \frac{5 \times 10^4 \times N_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}}}{V_{\text{Ech}}}$$

Avec : N<sub>EDTA</sub> Normalité de L'EDTA (en eq /L),  
 V<sub>EDTA</sub> : Volume du titrant EDTA (en eq /ml),  
 V<sub>éch</sub> : Le volume de l'échantillon (en ml),

- **Dureté Totale :**

$$\text{dureté totale}(\text{mg/L}) = \frac{5 \times 10^4 \times N_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}}}{V_{\text{Ech}}}$$

Avec : N<sub>EDTA</sub> : Normalité de L'EDTA (en eq /L),  
 V<sub>EDTA</sub> : Volume du titrant EDTA (en eq /L),  
 V<sub>ECH</sub> : Le volume de l'échantillon (en ml),

- **Dureté Total (en F°)**

$$\text{Dureté totale } (^\circ\text{F}) = \frac{C_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}} \times M_{\text{CaCO}_3} \times 100}{V_{\text{Ech.}}}$$

Avec : M<sub>EDTA</sub> Molarité de l'EDTA (en mol /L),  
 V<sub>EDTA</sub> : Volume du titrant EDTA  
 V<sub>Ech</sub> : Le volume de l'échantillon  
 M<sub>CaCO<sub>3</sub></sub> : Masse molaire de CaCO<sub>3</sub>

- **Dureté calcique (en °F)**

$$\text{dureté calcique} (^\circ\text{F}) = \frac{C_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}} \times M_{\text{CaCO}_3} \times 100}{V_{\text{Ech.}}}$$

Avec :  $M_{EDTA}$  : Molarité de l'EDTA (en mol /L),

$V_{EDTA}$  : Volume du titrant EDTA

$V_{Ech}$  : Le volume de l'échantillon

$M_{CaCO_3}$  : Masse molaire de  $CaCO_3$

- **La dureté calcique en mmol/L**

$$\text{La dureté calcique (mmol/L)} = \frac{C_{EDTA} \times V_{1EDTA}}{V_2} \times 1000 \times 40,08$$

$V_{1EDTA}$  : Volume de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage (ml).

$V_2$  : Volume d'échantillon dosé (ml)

$C_{EDTA}$  : concentration de la solution d'EDTA (m)

- **La dureté Magnésienne (mg /L)**

$$Mg^{2+} (mg/L) = [D \cdot T(\text{mmol/l}) - D \cdot Ca(\text{mmol/l})] \times 24,30$$

- TH compris entre 0 et 5 °F : eau **très douce**.
- TH compris entre 6 et 10 °F : eau **douce**.
- TH compris entre 11 et 15 °F : eau **moyennement dure**.
- TH compris entre 16 et 30 °F : eau **dure**.
- TH compris à 30 °F : eau **très dure**.

### III.3.9 Dosage de l'ammonium ( $NH_4^+$ )

#### ❖ Matériels utilisés

- burette ;
- erlenmeyer ;
- agitateur magnétique

#### ❖ Réactifs

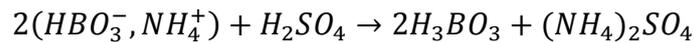
- Acide sulfurique N/10.
- Indicateur coloré :
  - Solution alcoolique de rouge de méthyle à 0,2% .....50ml
  - Solution alcoolique de bleu de méthylène à 0,2% .....25ml
- acide borique  $H_3BO_4$  concentré

#### ❖ Mode opératoire

Ajouter quelques gouttes d'indicateur coloré au lixiviats et effectuer le dosage à l'aide d'une solution d'acide sulfurique N/10 soit  $V_1$  ml. Opérer de la même manière sur un témoin préparé à partir d'une eau distillée contenant 5 ml de solution d'acide borique soit  $V_0$  ml.

#### ❖ Expression des résultats

En présence de l'indicateur coloré :

**Bilan :**

1mole d'acide sulfurique permet de dosage de 2 moles de  $\text{NH}_4^+$ .

la concentration en azote amoniacal, exprimée en mg/L est donnée par la formule :

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{(V_1 - V_0) \times 0,1 \times 1000 \times 18}{V_2}$$

avec :

$V_1$  : volume d'acide sulfurique utilisé pour le dosage l'échantillon (ml)

$V_0$  : volume d'acide sulfurique utilisé pour le dosage d'eau distillée (ml).

$V$  : volume de la prise d'essai (ml)

**III.3.10 Dosage de sulfate****❖ Principe**

Les ions  $\text{SO}_4^{2-}$  sont précipités à l'état de sulfates de baryum et évalués gravimétrique

**❖ Réactifs**

- Solution mère de sulfates à 120mg /l

- Acide chlorhydrique à 10%

- Chlorure de baryum stabilisé :10g de chlorure de baryum + 20ml de Tween et compléter à 100 ml avec l'eau distillé.

**❖ Mode opératoires**

Remplir la burette avec la solution chlorure de baryum stabilisé,

Etalonner le conductimètre et placer la sonde dans le bécher.

Verser 50ml de lixiviats diluée dans une bécher

Mettre en route l'agitateur magnétique en prenant garde qu'il ne touche pas les électrodes.

Verser goutta goutte solution chlorure de baryum stabilisé jusque la variation les valeurs de  $\sigma$

Lire  $\sigma$  sur le conductimètre.

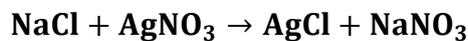
Complète le dosage jusque diminutions et augmentation valeurs de  $\sigma$  .

### III.3.11 Dosage du chlorure par la Méthode de MOHR

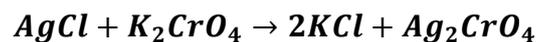
La réaction des ions chlorure avec des ions d'argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'une petite excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.

Donc :

- Le dosage des chlorure se fait dans un milieu neutre  $\text{PH} = 6,7 \text{ à } 7$ .
- Une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrer de chlorure de sodium.
- La réaction se fait en présence de chromate de potassium.



**Blanc**



**Rouge brique**

❖ **Matériels utilisés**

- Agitateur
- Burette
- Erlenmayer

❖ **Réactifs**

- Solution de nitrate d'argent à 0,01 N :  
 $1,6987 \text{ g } \text{AgNO}_3 \rightarrow 1000 \text{ ml d'eau dist}$
- Indicateur coloré  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  à 10% :  
 $10 \text{ g de } \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Q. S. P } 100 \text{ ml d'eau dist.}$
- Solution de chlorures à 71 mg / l :  
 $0,107 \text{ g de } \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow 1000 \text{ ml d'eau dist.}$

Introduire 100 ml d'eau à analyser, préalablement filtrée, dans un erlenmeyer de 250 ml ; ensuite ajouter 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10% (coloration jaunâtre).

Titrer alors au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 minutes.

❖ **Expression des résultats**

$$[\text{Cl}](\text{mg/l}) = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}}}{PE} \times F \times 1000$$

$V_{\text{AgNO}_3}$  : Volume d' $\text{AgNO}_3$  nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

$N_{AgNO_3}$  : Normalité d'AgNO<sub>3</sub>

$M_{CL^-}$  : masse des chlorures.

PE : Prise d'essai.

Pour le F :

- Prendre 5 ml de la solution mère 71 mg /L.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- Doser par AgNO<sub>3</sub> à 0,01N jusqu' au virage. (couleur brun rouge) .

$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}}$$

### III.3.12 Demande biochimique en oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène (DBO) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. La détermination de la DBO sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et sorties de station d'épuration biologique, c'est-à-dire à mesurer le rendement.

La mesure de la DBO5 est faite selon la méthode manométrique basée sur le principe du respiromètre de WARBURG au cours duquel la respiration de la biomasse est directement mesurée par un appareil. Un volume d'échantillon est placé dans des flacons à bouchon rodé. [

#### ❖ Principe

La diminution de l'oxygène consommé lors de la biodégradation d'un échantillon provoque une diminution de pression mesurée à l'aide d'un manomètre. Plusieurs types d'appareillages sont commercialisés pour la mesure de la DBO. Certains permettent d'enregistrer une dépression, c'est le système de Warburg ; d'autres enregistrent la quantité d'oxygène fournie pour rétablir au fur et à mesure des besoins la pression initiale d'oxygène : c'est le système respirométrique de Sierp .

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 de l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique formé est piégé par de l'hydroxyde de potassium. [26]

#### ❖ Matériel utilisée

- Flacons en verre à bouchon rodé de 150 ou 250 ml.
- Enceinte thermo statée à 20 °C ± 1 °C.

#### ❖ Réactifs

- Echantillon de lixiviats.
- Pastilles d'hydroxyde de sodium.

#### ❖ Mode opératoire

- Mesurer la quantité désirée avec le ballon jaugé de trop-plein et verser dans la bouteille propre ;
- Introduire l'agitateur magnétique dans chaque bouteille ;

- Mettre 2 pastilles d'hydroxyde de sodium dans chaque bouchon intérieur (noir) avec deux pincettes ;
- Visser sans fermer hermétiquement le bouchon ;
- Mettre sur le système d'agitation à 20 °C ;
- Laisser s'établir l'équilibre pendant 30 mn et fermer hermétiquement le bouchon ;
- Relever les valeurs après 5 jours (système Oxytop) ;
- Utiliser les mesures des autres groupes et déterminer la précision des mesures.

Il est recommandé d'effectuer le double de chaque dosage (selon la disponibilité du matériel de mesure).



**Figure 9** : Montage pour la mesure de la DBO<sub>5</sub>

### III.3.13 Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammonium, sulfures et chlorures).

#### ❖ Principe

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées à l'ébullition (150 °C) par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent jouant le rôle de catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure (II) permettant de complexer les ions chlorure. [26]

Les matières oxydables (et en particulier les matières organiques) de l'échantillon sont oxydées par le dichromate de potassium dans les conditions précitées.

Le dichromate de potassium est réduit :



## ❖ Réactifs

Solution de sulfate d'argent à 10 g/L dans l'acide sulfurique :

Sulfate d'argent cristallisé ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ) ..... 10 g  
Acide sulfurique ( $d = 1,84$ )..... *q.s.p.* 1 L

Dissoudre le sulfate d'argent dans 40 ml d'eau déionisée, ajouter 960 ml d'acide sulfurique avec précaution.

Solution étalon de dichromate de potassium à 0,04 mol/L, contenant du sulfate de mercure (II) :

sulfate de mercure (II)..... 80 g  
acide sulfurique ( $d = 1,83$ ) ..... 100 ml

Dichromate de potassium  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ..... 11,767 g  
Eau déionisée ..... *q.s.p.* 1 000 ml

Dissoudre 80 g de sulfate de mercure (II) dans environ 800 ml d'eau déionisée. Ajouter avec précaution 100 ml. Laisser refroidir puis ajouter 11,767 g de dichromate de potassium (préalablement séché à 105 °C pendant 2 heures). Transvaser la solution quantitativement dans une fiole jaugée de 1 000 ml et compléter au volume. Cette solution est stable environ 1 mois.

**Mode opératoire**

Suivre les consignes du fabricant de matériel

Dans le cas le plus général les tubes disponibles contiennent 1,50 ml ( $\pm 0,01$  ml) de la solution d'acide sulfurique (avec sulfate d'argent) et 3,5 ml ( $\pm 0,01$  ml) de la solution de dichromate de potassium (voir exemple de composition en remarque). Le volume d'échantillon ajouté dans ces tubes est alors de 2,00 ml ( $\pm 0,02$  ml).

On procédera comme suit :

- ouvrir le tube contenant les réactifs. L'agiter avec précaution puis introduire 2,00 ml ( $\pm 0,02$  ml) d'échantillon,
- refermer le bouchon fermement,
- essuyer soigneusement l'extérieur du tube,
- placer le tube dans le bloc chauffant et porter à ébullition (150 °C) pendant 2 heures ( $\pm 10$  minutes),
  
- enlever les tubes du bloc chauffant et les mettre à refroidir,
- mélanger le contenu avec précautions,
- effectuer la mesure d'absorbance au spectromètre .

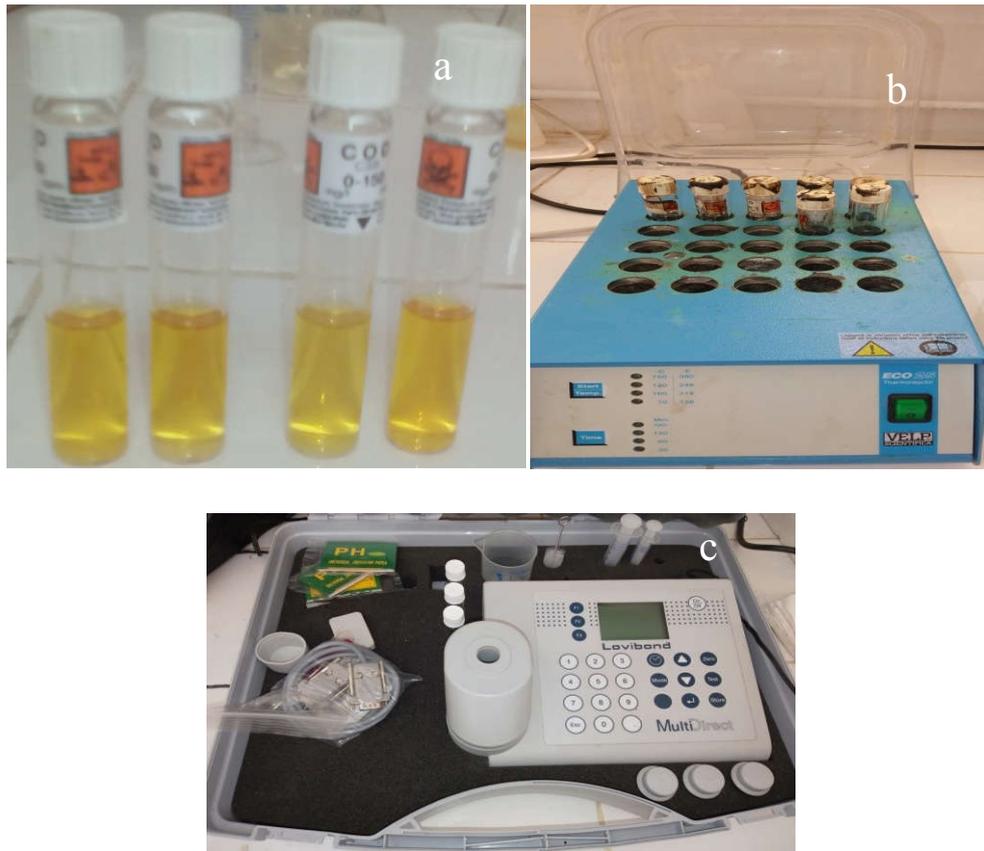


Figure 10 : Mesure de la DBO<sub>5</sub>

### III.3.14 Détermination les métaux lourds par la méthode spectromètre d'adsorption atomique (SAA)

#### ❖ Principe

L'absorption atomique est un processus qui se produit lorsqu'un atome appartenant à l'état fondamental passe à l'état excité par l'absorption d'une énergie, sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, qui correspond à une longueur d'onde spécifique. Le spectre d'absorption atomique d'un élément est constitué d'une série de raies de résonance, tous originaires de l'état électronique fondamentale et finissent dans différents états excités. En général, la raie de la transition entre l'état fondamental et le premier état excité définit la plus forte capacité d'absorption, et c'est la raie habituellement utilisée. Les transitions entre l'état fondamental et l'état excité se produisent uniquement lorsque le rayonnement incident, provenant d'une source lumineuse, est exactement égale à la fréquence d'une transition spécifique. Une partie de l'énergie de la radiation incidente  $I_0$  est absorbée. Le rayonnement émis est donné par  $I$ .

$$I = I_0 e^{-\epsilon l}$$

Où  $\epsilon$  est le coefficient d'absorption de l'élément à analyser et  $l$  est la longueur du trajet horizontal du rayonnement à travers la chambre d'absorption (Pradyt, 2004).

L'absorption atomique est déterminée par la variation de la puissance rayonnante du faisceau incident en présence et en absence d'atomes analytes dans l'atomiseur. La largeur de la raie émise par la source lumineuse doit être plus petite que la largeur de la raie absorbée de l'analyte. La quantité d'énergie absorbée, à partir d'un faisceau de rayonnement pour la longueur d'onde d'une raie de résonance, augmentera avec l'augmentation du nombre d'atomes de l'élément sélectionné dans la chambre d'absorption. La relation entre la quantité de lumière absorbée et la concentration de l'analyte présent dans les standards peut être déterminée. On peut déterminer les concentrations des échantillons en comparant les quantités de rayonnement absorbé par ces derniers avec la quantité de radiation absorbé par les standards. La Lecture de l'instrument peut être calibrée de façon à afficher les concentrations de l'échantillon directement .

### ❖ Appareillage

Les instruments de base pour la spectrométrie d'absorption atomique comportent quatreparties principales:

Le faisceau lumineux issu de la source (1) traverse la chambre d'absorption (flamme oufour) (2) dans laquelle l'élément se trouve porté à l'état atomique, avant d'être focalisé sur lafente d'entrée d'un monochromateur (3) qui sélectionne un intervalle très étroit de longueursd'onde. Le trajet optique se termine sur la fenêtre d'entrée du détecteur (4), illustré sur la figure suivante.

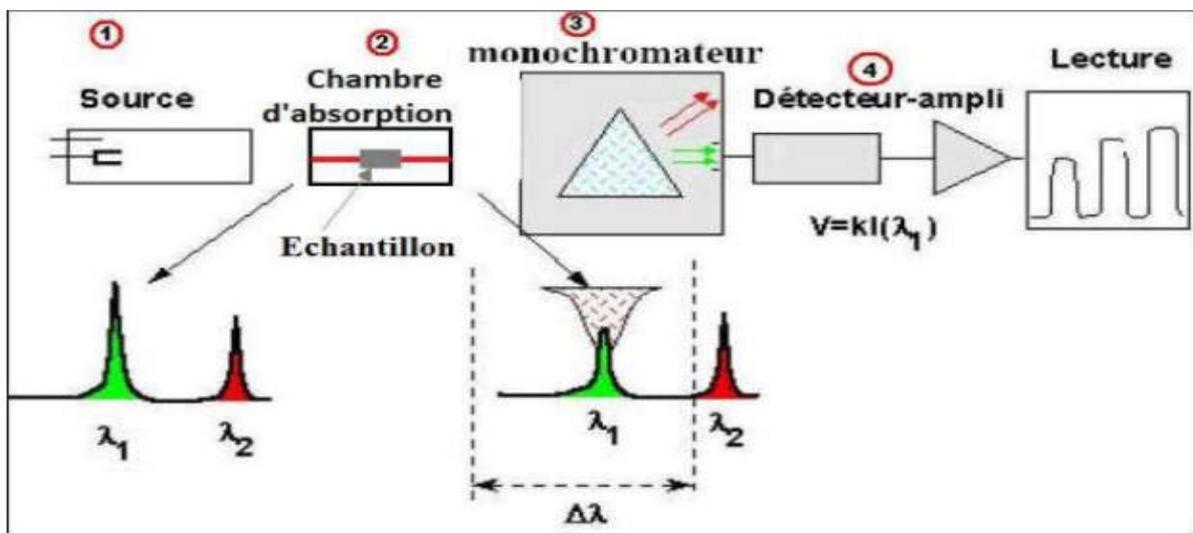


Figure 11 : les instruments de base de la SAA (Pradyt, 2004) .

### – Introduction des échantillons en solution

En général, les échantillons destinés à une analyse par spectrométrie atomique sont pour la plupart dissouts en milieu aqueux et introduit dans l'atomiseur par un nébuliseur, celui-ci aspire l'échantillon liquide à travers un capillaire par un flux de gaz à haute pression qui s'écoule autour de l'extrémité du tube (effet Bernoulli). Ce mécanisme de transport du liquide est appelé aspiration. La vitesse très élevée du gaz provoque la rupture du liquide en fines gouttelettes de dimension variées, qui sont alors entraînées dans l'atomiseur (Skoog, 2003).

### ❖ Partie soluble

- Peser un récipient vide préalablement séché (étuve à 105°C pendant 1h) et refroidi dans un dessiccateur 2h; Mettre le 25ml de l'échantillons (lixiviats) dans les creusets,
- On continue le séchage dans une étuve jusqu'à évaporation totale de l'eau, puis on le refroidi dans un dessiccateur pendant 2h ;
- Peser le récipient après séchage total. [28]

### ❖ Digestion acide

La digestion des échantillons se fait dans un par récipient ajout d'acides ( $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ ). Les solutions obtenues sont ensuite chauffées sous une température contrôlée sur une plaque chauffante, pour la détermination des traces . [28]

### ❖ Les matériels utilisés pour cette étape sont

- Une plaque chauffante ;
- Eprouvette 10ml,
- Creusets.

### ❖ Réactifs et volumes d'échantillons

- 7 Volumes d' $\text{HNO}_3$  + 1 Volume d' $\text{H}_2\text{O}_2$
- 100 ml eaux distillé

### ❖ Protocole de digestion :

La digestion se fait comme suit :

- On met l'échantillon dans un récipient ;
- On ajoute une proportion en volume de 7 Volumes d' $\text{HNO}_3$  + 1 Volume d' $\text{H}_2\text{O}_2$  d'échantillon ;
- Creusets est ensuite placé sur une plaque chauffante réglée à une température bien déterminée (température du mélange) ;
- Le mélange est chauffé pendant 2 heures;
- On dilue l'échantillon jusqu'à 100 ml après le chauffage.

Après refroidissement les échantillons sont filtrés (microfiltration) dans des fioles jaugées de 100 ml, préparées au préalable (nettoyage aux acides), puis on récolte le filtrat qui sera plus tard utilisé pour une analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique SAA (SAA 240Fs/Flamme). [28]

### ❖ Protocole d'analyse SAA :

L'analyse est faite avec un **spectromètre Varian 50AA** avec atomisation par flamme. Dans son principe, la spectrométrie SAA consiste à vaporiser l'échantillon liquide et à le chauffer à l'aide d'une flamme. La flamme est dirigée vers une lumière émise par une lampe appropriée émettant les longueurs d'onde caractéristiques de l'élément recherché. En traversant la flamme, les ondes lumineuses dont les longueurs d'onde correspondent à l'élément dosé sont absorbées par les ions excités présents dans la flamme.

Dans ce chapitre, nous désignons présenter et interpréter les résultats obtenus de notre étude expérimentale, sur les DSMA et sur le lixiviat respectivement, mentionnée dans le chapitre III.

Les résultats sont consignés sous forme de tableaux, figures et/ou histogrammes.

#### **IV.1. Déchets solides ménagers et assimilés**

Les échantillons des déchets récoltés le 05/05/2019 et les 26/05/2019 et obtenus après le tri et le calcul des ratios des différentes catégories sont de masses respectivement de 5,83Kg et 5,08Kg composés de différents matériaux et à des teneurs différentes pour chaque date.

Plusieurs paramètres ont été déterminés pour étudier l'état DSMA, leur qualité par conséquence le mode de consommation de la population desservie.

##### **IV.1.1. Classification par taille**

Les valeurs des masses des classes de taille des DSMA des deux dates de prélèvement sont représentées dans le tableau ci-dessous

**Tableau 1:**classification des déchets par taille.

<b>Taille des déchets</b>	<b>1<sup>ère</sup> date</b>	<b>2<sup>ème</sup> date</b>
<b>Gros</b>	2,4490	2,3570
<b>Moyens</b>	2,5155	1,5180
<b>Petits</b>	0,7497	1,2050
<b>La somme</b>	<b>5,7142</b>	<b>5,0800</b>

Les pourcentages de ces classes, consignés dans les figures, montrent la différence de ces valeurs entre les deux dates de prélèvement.

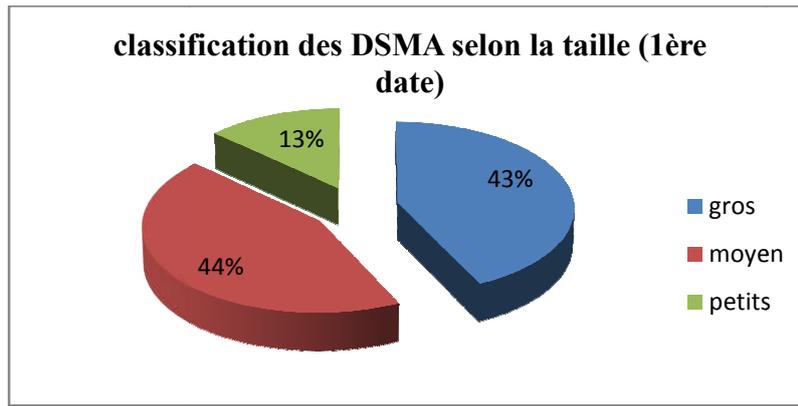


Figure 24: classification des DSMA par taille (1<sup>ère</sup> date)

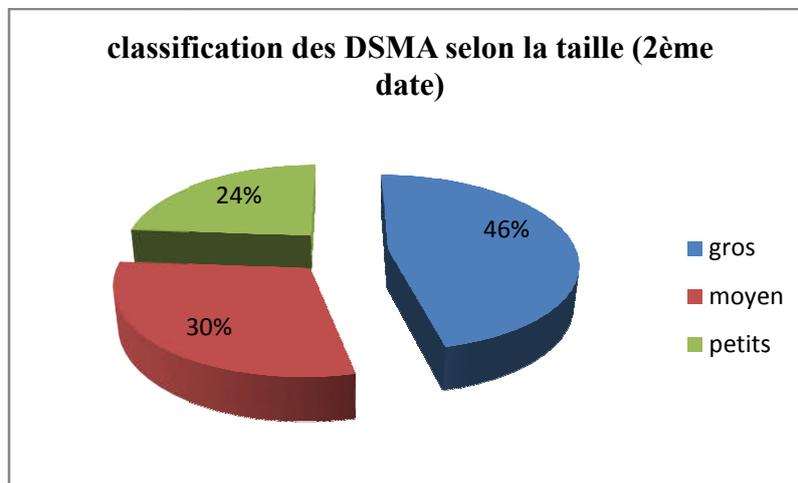


Figure 25: classification des DSMA par taille (2<sup>ème</sup> date)

La classification des déchets selon la taille est proportionnelle à cette dernière. Les grosses tailles ont un ratio supérieur à 40%, ils représentent essentiellement les matériaux de l’emballage (grand carton, bouteilles de l’eau et de boisson, les sachets en plastiques, etc.).

Le pourcentage des DSM de tailles moyennes diminue dans l’échantillon de la 2<sup>ème</sup> date (de 44,02% au 29,88%), composées essentiellement de la matière organique (végétaux, fruits et épiluchures, etc.), des emballages de taille moyenne et des métaux.

Quant aux DSMA à petite taille sont importantes dans le deuxième échantillon que dans le premier et ne dépassent pas 23,76%. Elles contiennent de la matière organique (épiluchures dégradés, noyaux et des petits os).

**IV.1.2. Classification par catégorie :**

Paramètres	1 <sup>ère</sup> date	2 <sup>ème</sup> date
La masse totale de déchet (Kg)	5,83	5,08
Matière organique %	83,27	62,5
Matière plastique %	6,30	10,03
Le verre%	4,041	6,77
Les métaux %	2,54	9,98
Le carton %	0,853	10,7

Tableau 2: les pourcentages des catégories

Les figures 26 et 27 Montrent la dominance de la matière organique (83,28% pour la première date et 62,5% pour la deuxième date) et l’augmentation de la consommation de la matière inorganique dans l’échantillon de la deuxième date, notamment le carton 10,71%, le plastique 10,05% et les métaux 9,98%.

Cette augmentation est expliquée par la différence du régime alimentaire entre les deux dates, dont la première a été durant le mois de ramadan où la consommation atteint sa valeur maximale.

Le carton est remarquable comme il fait partie de l’emballage mais aussi comme déchets écoliers (cahiers, livres, feuilles, etc.).

Si on compare ces résultats avec ceux obtenus en 2014 dans les trois villes de l’Algérie et avec la valeur nationale 54,40% pour la matière organique, 9,75% pour papier-carton, 16,88% pour le verre et 1,16% pour le plastique, 2,84% pour les métaux (tableau ci-dessous), on constate la nature de la consommation de la population de la région étudiée qui repose essentiellement sur la matière organique (végétaux, fruits, pâtes, etc.).

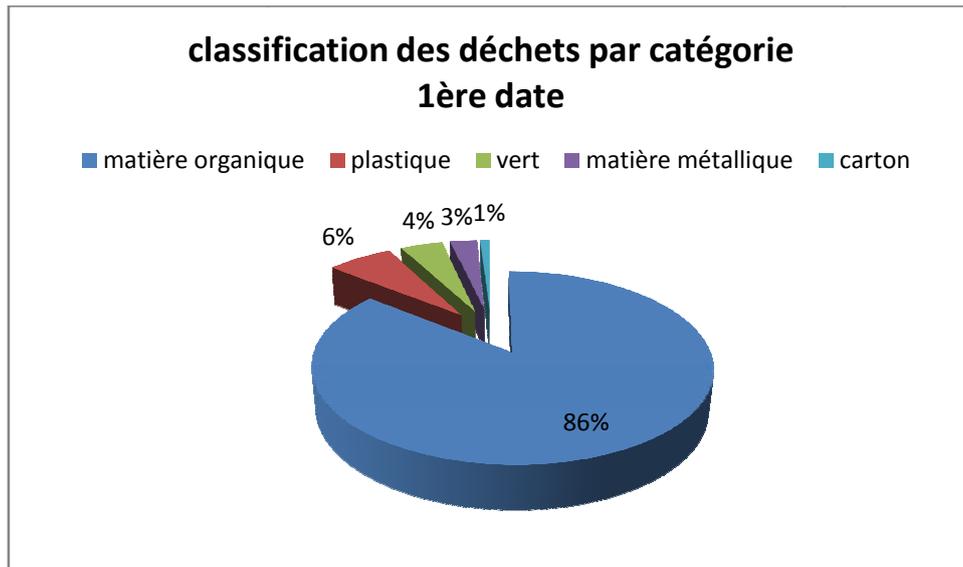


Figure 26: classification des déchets par catégorie (1<sup>ère</sup> date)

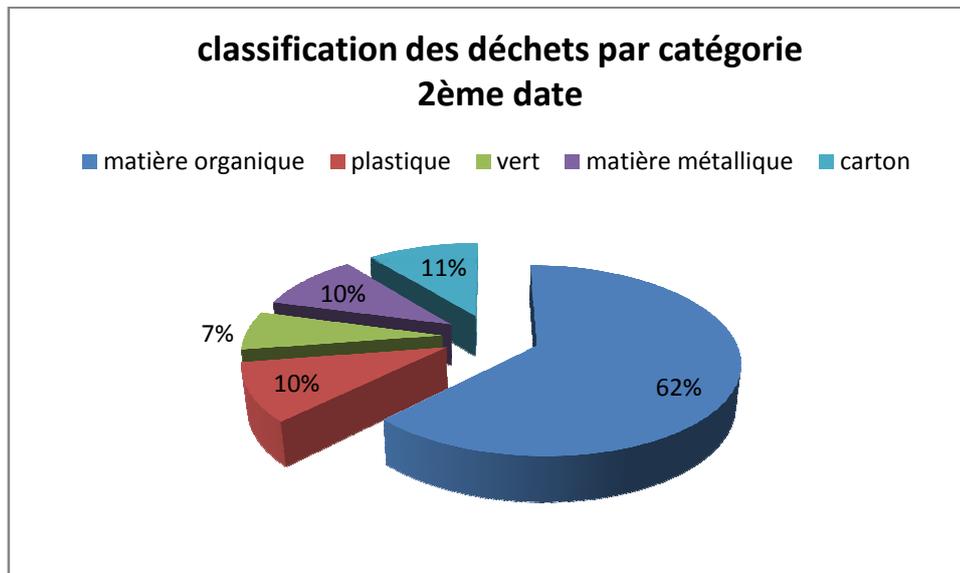


Figure 27: classification des déchets par catégorie (2<sup>ème</sup> date)

Tableau 3: les pourcentages des métaux dans plusieurs CET

	Matière organique	Plastique	Verre	Métaux	Carton
C.E.T Ain Defla (1 <sup>ère</sup> date)	83,27	6,30	4,041	2,54	0,85
C.E.T Ain Defla (2 <sup>ème</sup> date)	62,5	10,03	6,77	9,98	10,7

<b>C.E.T Corso (Blida)</b>	55,01	16,51	0,86	2,52	10,65
<b>C.E.T Bordj Bou Arreridj</b>	56,5	15,57	1,49	3,01	8,88
<b>C.E.T Biskra</b>	51,7	18,56	1,13	3,01	9,72
<b>Moyenne nationale (2014)</b>	54,4	1,16	16,88	2,84	9,75

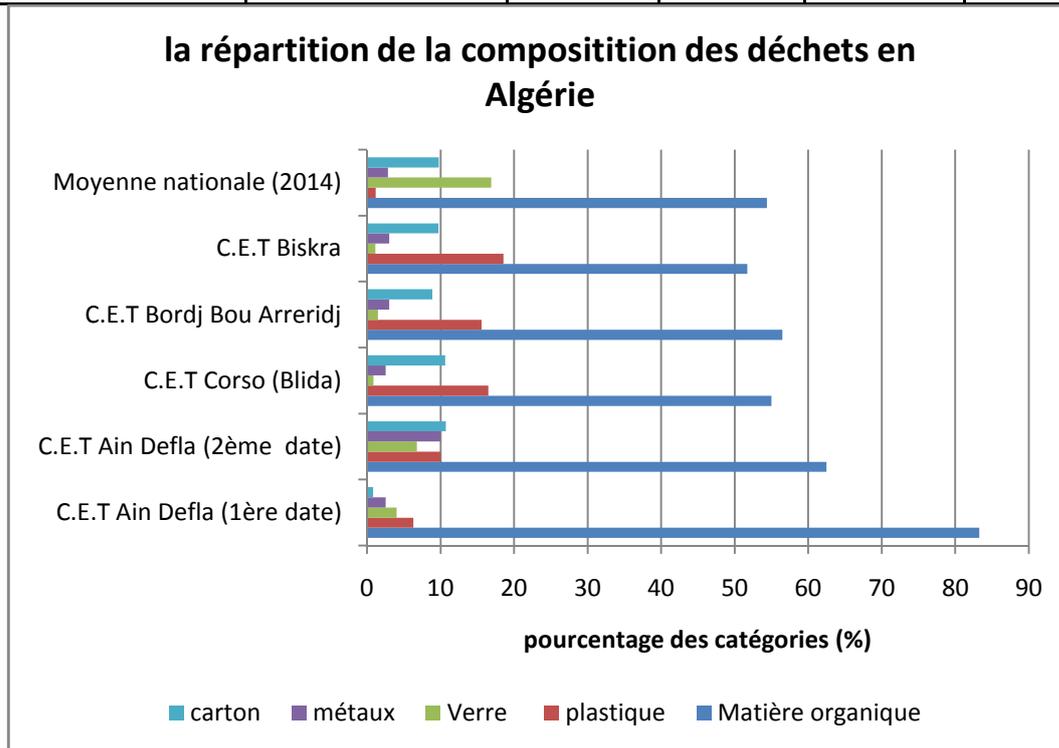


Figure 28 : comparaison entre les pourcentages des catégories des différents CET

### IV.1.3. Caractérisation physico-chimique

Le tableau suivant résume les valeurs des paramètres physicochimiques des déchets

**Tableau 4:** les paramètres physico-chimiques des déchets

Paramètres	1 <sup>ère</sup> date	2 <sup>ème</sup> date
Densité totale (Kg/m <sup>3</sup> )	196,82	215,62
Densité de matière organique (Kg/m <sup>3</sup> )	351,31	262,40
Densité de matière inorganique (Kg/m <sup>3</sup> )	7,78	166,23
Humidité (%)	75,89	71,74
Cendres (%)	27,663	38,30
MVS (%)	72,34	61,70
Pb (mg/Kg)	Indétectable	Indétectable
Cd (mg /Kg)	7.89	1,84
Ni (mg /Kg)	189,39	24.95

Les valeurs de la densité des DSMA des deux dates de prélèvement sont respectivement 196,820 et 215,620, elles sont proches de la valeur algérienne déterminée en 2014 ( $200 < d < 300 \text{ kg/m}^3$ ) et de celles enregistrées dans les grandes villes algériennes dans la même année (voir tableau...), mais elles sont inférieures à celles des pays africains et en développement ( $300 < d < 500 \text{ kg/m}^3$ ) tel que le Togo ( $d > 500 \text{ kg/m}^3$ ) et supérieures aux valeurs des pays développés ( $100 < d < 200 \text{ kg/m}^3$ ).

La densité des matières putrescibles montrent leur participation majoritaire dans la densité totale des DSM vue que leur teneur dans ces dernier est importante.

**Tableau 5:** les masses volumiques des déchets dans différentes régions

Régions	Masse Vol (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Bordj Bou Arreridj (2014)</b>	212,4
<b>Blida (2014)</b>	279,5
<b>Eucalyptus, Alger (2014)</b>	257,0
<b>Biskra (2009)</b>	310,0
<b>Moyenne</b>	264,7

### IV.1.4. L'humidité :

Le taux de l'humidité dans les DSMA collectés dans les deux dates est supérieur à 70% pourcent, dont on enregistre une légère diminution dans l'échantillon de la deuxième date. Cela est dû à la diminution du taux de la matière organique dans cette date, de plus le carton participe avec un pourcentage d'humidité important dans cet échantillon puisque l'humidité atteint 83,73%.

En comparant nos valeurs avec celles enregistrées en 2014, on trouve que le taux de l'humidité des DSMA du C.E.T de Ain Defla est supérieur celui enregistré à Blida 62,26%, à Bordj Bou Arreridj 68,5% et à celui du taux nationale qui oscille entre 60 et 70%, mais il reste dans l'intervalle de l'humidité pour les pays en développement PED (entre 60 et 80%).

D'après les recherches effectuées en amont, le taux de l'humidité est lié directement à la matière organique.

### IV.1.5. Les cendres

Les cendres ne représentent que 27,663% dans le premier échantillon et 38,30% dans le deuxième. Ce paramètre exprime la partie minérale des déchets qui n'a pas de valeur normalisée, il est fonction directe avec la composition des DSMA de chaque région, où la matière organique est plus importante que les matières inorganiques contenu dans nos échantillons.



**Figure 29:** les cendres de déchets

### IV.1.6. MVS

Les matières volatiles sont dominantes dans la fraction sèche de nos déchets, elles représentent 72,337% dans les DSM de la 1<sup>ère</sup> date et 61,70% dans ceux de la 2<sup>ème</sup> date. Ces valeurs sont en corrélation avec celles de la matière organique contenue dans nos échantillons et restent proches de la moyenne nationale enregistrée en 2014 (67,75%) et de la norme des pays en développement (entre 70 et 80%).

### IV.1.7. Les métaux lourds

Les résultats obtenus d'après l'analyse des trois métaux lourds (Pb, Cd et Ni) des DSMA par la méthode spectroscopie absorption atomique SAA sont consignés

dans le tableau 3, montrent l'existence du Nickel et du cadmium dans la matière organique avec des teneurs significatives et avec des traces indétectables du plomb.

La teneur en cadmium est importante dans le premier échantillon (7,89mg/Kg) en suite elle diminue jusqu'à 1,84mg/Kg dans le deuxième échantillon de DSMA.

Le nickel se trouve avec 189,39mg/Kg dans le premier échantillon qui est constitué essentiellement des végétaux et des fruits (noyaux notamment) et 24.95mg /l dans le deuxième échantillon où on constate l'existence des os.

L'existence de ces deux métaux est expliquée par leur utilisation dans de nombreux alliages en raison de leurs caractéristiques de dureté et de résistance à la corrosion, par la présence du nickel dans les aliments, des organes de cuisines et des conserves.

Au delà de cette interprétation, on peut constater l'atteinte directe de la santé publique par l'existence de ces éléments toxiques dans l'alimentation avec ces valeurs excessives.



**Figure 30: la digestion des acides**

### IV.2. Le lixiviat

Les échantillons du lixiviat prélevés le 05/05/2019 et 29/26/2019 des différents points des deux bassins de rétention représentent des indicateurs de pollution caractérisant l'état des déchets et l'âge de la décharge. Les valeurs des paramètres obtenus de l'analyse des percolats, sont présentées et discutées ci-après.

#### IV.2.1. Paramètres organoleptiques

Les paramètres visuels sont représentés par la couleur et l'odeur. Ils constituent le premier indicateur de pollution. Les lixiviats possèdent une couleur noirâtre, comme indique la figure, et une odeur fécaloïde remarquable dès l'arrivée au bassin de rétention.

Vu à la diversité des déchets et la diversité de la composition du lixiviat dans la décharge, cette odeur provient de matières chimiques et des matières organiques contenues dans le percolat.

Tableau 6: les paramètres organoleptiques de lixiviat

	1 <sup>ère</sup> date					2 <sup>ème</sup> date					Normes
	Point de rejet	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	Moyenne	Point de rejet	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	Moyenne	
pH	7,46	8,28	8,14	8,10	8,17	7,54	8,08	8,22	8,25	8,18	4,5-9
T(°C)	22	23	22	22,5	22,34	21	23	21	21	21,5	-
Ce (µs)	1922,3	1950	2060	2020	1986,6	1730	1670	1690	1770	1710	2500-35000
Turbidité (NTU)	35,55	31,19	36,47	37,76	35,14	36,35	32,14	37,18	38,2	35,84	-
R.S (mg/l)	12260	147772	102824	13752		19720	18964	16752	26228		-
MES (mg /l)	366000	361000	365000	365000		295800	381700	405700	486800		100

#### IV.2.2. pH

Le pH des lixiviat collectés des deux bassins dans les deux dates est basique et oscille entre 8,10 et 8,28 dans la première date et entre 8,08 et 8,25 dans la deuxième date avec deux moyennes presque égales 8,17 et 7,18 respectivement. À l'exception du pH du point de rejet qui est aussi presque constant et tend vers la neutralité avec des valeurs de 7,46 et 7,54 respectivement.

Ces valeurs sont liées directement à la faible concentration des composés organiques volatiles COV et des acides gras volatils AGV qui caractérise la phase de fermentation méthanique des déchets organiques où ils sont transformés en CO<sub>2</sub> et en CH<sub>4</sub> et de grosses molécules stabilisées (acides humiques). Au fur et à mesure du vieillissement de la décharge, le lixiviat s'appauvrit en COV, ceci va alors entraîner une montée du pH à 7 ou plus. [28]

#### IV.2.3. La température

La température des échantillons prélevés est presque constante dont la moyenne de la première date est 22,34°C et la moyenne de la deuxième date est 21,5°C. Ces valeurs montrent l'effet des conditions météorologiques puisqu'on était dans une période chaude et les bassins sont complètement exposés à l'air libre. Cette température est favorable au maintien de colonies de micro-organismes qui se développent à des températures comprises entre 20°C et 40°C (notamment les *mésophiles*).

Donc, on constate le rôle de ce paramètre sur l'activité chimique et bactérienne et sur l'évaporation des eaux qui provoque la concentration de la pollution.

### IV.2.4. La conductivité électrique

Les valeurs de ce paramètre varient d'un point et d'une date à autre. En effet, on enregistre des valeurs de la conductivité inférieures à la norme ne dépassant pas 2060 $\mu$ s dans le cas de la première date et inférieure à 1700 $\mu$ s dans le cas de la deuxième date. Cela nous donne une information sur la teneur de la charge ionique du percolât qui est liée directement à la diminution du taux des ions, ce qui est comparable au cas de la décharge de Tiaret en 2006. [28][27]

### IV.2.5. Les matières en suspension (MES)

Les valeurs des MES dans le lixiviat dépassent les normes, elles apparaissent presque homogènes dans tout les point des bassin pour la 1<sup>ère</sup> date (361-366mg/l) et variables pour la 2<sup>ème</sup> date (381,7mg/l dans le 1<sup>er</sup> point, 405,7mg/l dans le 2<sup>ème</sup> point et 486,8mg/l dans le 3<sup>ème</sup>). Dans le cas du point de rejet, la teneur des MES diminue de 366mg/l jusqu'à 295,8mg/l. Cette teneur représente les très fines particules en suspension tel que le sable, l'argile, produits organiques, des microorganismes, etc. qui donnent un aspect trouble à l'eau, et s'opposent à la pénétration de la lumière et par conséquence la dégradation des microorganismes aérobies. En trop grande quantité, les MES constituent donc une pollution solide des eaux. [29]

### IV.2.6. La turbidité

Ce paramètre est lié directement des substance en suspension dans l'eau, donc, elle est liée directement à la teneur en MES. Ces valeurs varient légèrement dans le temps et dans l'espace (31,19 < turbidité < 38,2 NTU) avec une moyenne presque constante (35,14 NTU et 35,84 NTU respectivement).

Si on compare les résultats obtenus avec ceux obtenus à tiaret en 2006 (1,59-19,3 NTU) et à telemcen en 2013 (2750 NTU), on constate une grande différence liée directement à la composition et à la nature de la décharge.

### IV.2.7. Résidu sec

Ce paramètre indique la somme des matières en suspension et les matières dissoutes. Les valeurs des résidus secs sont trop élevées dans les échantillons des deux dates et dépassent 10000mg/l soit 10g/l. Les valeurs amximales sont enregistrées dans les deux premiers échantillons de la première date (147772mg/l et 102824mg/l respectivement). En comparant ces résultats avec ceux des MES, on constate l'importante teneur des matières dissoutes dans l'eau des jus des déchets, cela apparait clairement dans les figures ci-dessous.



Figure 31: résidu sec de lixiviat

**IV.2.8. La charge minérale**

Lapollution minérale déterminée dans notre étude comprend les ions de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ , et  $SO_4^{2-}$ .

Tableau 7: les paramètres des charges minérales dans la 1ère date

1<sup>ère</sup> date

	Point de rejet	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	Moyenne	Normes
[Ca <sup>2+</sup> ](mg/l) (enCaCO <sub>3</sub> )	200	250	400	540	347,5	10-7200
[Mg <sup>2+</sup> ](mg/l)	323,19	237,16	274,59	114,21	237,29	50
[Cl <sup>-</sup> ](mg/l)	426	461,5	461,5	426	443,75	150-4500
[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ](mg/l)	20,276	21,966	52,382	40,553	33,79	8-7750
TH (mg/l)	1260	1530	1010	1530	1332,5	
TH (°f)	126	153	101	153	133,25	
TA (mg/l)	00	00	00	00	00	
TAC (mg/l)	32	32,1	33,1	38,5	33,925	

**Tableau 8:**paramètres des charges minéral dans le 2ème date

	2 <sup>ème</sup> date					
	Point de rejet	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	Moyenne	Normes
[Ca <sup>2+</sup> ](mg /l) (enCaCO <sub>3</sub> )	230	310	210	270		10-7200
[Mg <sup>2+</sup> ](mg /l)	388,8	218,7	264,87	277,02	253,53	50
[Cl <sup>-</sup> ](mg/l)	418,9	390,5	433,1	404,7	411,8	150-4500
[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ](mg/l)	35,484	37,681	32,105	37,174	35,611	8-7750
TH (mg /l)	1215	1300	1410	1830	1438.75	
TH (°f)	121	130	141	183	111,825	
TA (mg/l)	00	00	00	00	00	
TAC (mg/l)	41	44	40,5	39	41,125	

Les teneurs des trois premiers ions sont élevées mais restent dans les normes sauf celles du Magnésium qui dépassent la norme fixée à 50 mg/let atteint 388.8 mg/l dans le deuxième prélèvement. Ces valeurs sont supérieures à la valeur enregistrée dans la décharge d’Akouédou en 2008 qui atteint 96,9mg/l.

Le Calcium varie entre 250mg/l et 540mg/l dans les percolât de la première date et diminue jusqu’à 210 mg/l dans celui de la deuxième date. En comparant ces valeurs avec celles des ions de Ca<sup>2+</sup> déterminés dans le lixiviat de CET SafSaf de Tlemcen en 2016 (850mg/l), on constate l’importance de celle-ci par rapport à nos résultats.De plus, il est noté qu’à des valeurs supérieur à 500mg/l le caco<sub>3</sub> présente de sérieux inconvénients pour l’usage domestique.

Les chlorures sont les plus abondants des ions déterminés, leurs valeurs oscillent entre 426mg/l et 461,5mg/l dans les échantillons de la 1<sup>ère</sup> date et entre 390,5mg/l et 404,9mg/l dans ceux de la 2<sup>ème</sup> date qui peuvent être dues aux rejets des chlorures de sodium. Ces teneurs résument la couleur et l’odeur des percolât analysés, et cela a apparait clairement lors de la complexassionsde ces ions et l’élimination de la couleur après l’ajout de Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dans la partie analyse de la DCO.

Ces résultats nous conduisent à conclure la relation directe entre la conductivité, la valeur des résidus secs et les concentrations de ces ions qui représentent la partie ionique du lixiviat.

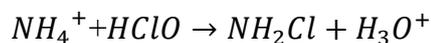
**IV.1.1. Le titre hydrotimétrique (TH)**

Le titre hydrotimétrique ou la dureté totale correspond à la somme des teneurs en alcalino-terreux, ces valeurs sont très élevées et dépassent les normes. La moyenne enregistrée la première date est 133,25°f, et la deuxième moyenne augmente à 143,75°f, ce qui montre le processus de la concentration des éléments alcalino-terreux dans le lixiviat dans le temps. Donc, on constate clairement que ces eaux sont très dures pour une dureté dépassant 35°f.

**IV.2.9. L'ammonium**

La concentration d'ammonium dans les eaux du lixiviat ne dépasse pas 216mg/l dans les échantillons de la première date sauf dans l'échantillon du premier point où elle atteint sa valeur maximale 702mg/l et augmente dans la deuxième date dans tous les points de prélèvement à l'exception du lixiviat du premier point où on enregistre une diminution et le dernier point où la concentration reste constante à 180mg/l. Ce point peut indiquer une certaine concentration des bactéries responsables de la transformation de ces ions dans ce point. Cependant, ces concentrations restent dans les normes des rejets.

D'après D.MOUHAMED I, l'ammonium est la forme réduite de l'azote N<sub>2</sub>, il provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les microorganismes. Il constitue un élément gênant, car il interfère avec la chloration pour former des chloramines modifiant l'odeur et le goût de l'eau, comme il est aussi un aliment pour certaines bactéries qui peuvent ainsi proliférer.



La matière organique contient souvent de l'azote organique. Assez rapidement cette espèce azotée se transforme en ammoniac (NH<sub>3</sub>) ou en sels d'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), selon un processus bactériologique appelé ammonisation (cycle de l'azote). Une grande quantité d'azote ammoniacale veut dire une pollution récente, ce qui explique les fortes valeurs de l'Ammonium dans le lixiviat. la conséquence immédiate de ces fortes concentrations est l'eutrophisation accélérée des lixiviats. (Akouédou 2008).

**IV.2.10. Les sulfates**

Les teneurs en sulfates dans les différents points des deux bassins de rétention du lixiviat demeurent faibles. En effet, on enregistre pour la première date une concentration importante de ces ions dans le deuxième bassin (52,382mg/l et 40,553mg/l) par rapport au premier (20,276mg/l et 21,966mg/l). néanmoins, on enregistre une homogénéisation de la distribution de ces ions dans les deux bassins dans la deuxième date avec des valeurs variant entre 32mg/l et 38mg/l.

Ces teneurs sont expliquées par l'épuisement de ces ions à cause de leur consommation lors de la phase de fermentation méthanique au lieu de l'O<sub>2</sub> pour l'activité microbienne, en formant les sulfures S<sup>2-</sup>. (Voir chapitre I)

**IV.1.1. Le TA et TAC :**

Le titre alcalimétrique TA correspond à la somme des concentrations des ions carbonates ( $CO_3^{2-}$ ) et des ions hydroxydes ( $OH^-$ ) et des acides faibles.

Le TA de nos échantillons étant nul, la concentration en ion hydroxyde  $OH^-$  est négligeable, l'alcalinité est donc constituée par hydrogénocarbonates  $HCO_3^-$ , ces derniers associés au  $Ca^{2+}$  et au  $Mg^{2+}$  ne peuvent rester stables dans l'eau que s'ils sont en présence de  $CO_2$ .

$$TA = [CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H_2CO_3] - [H_3O^+]$$

Quant au titre alcalimétrique complet TAC, il correspond à la teneur en ions  $OH^-$ ,  $CO_3^{2-}$  et  $HCO_3^-$

$$TAC = [HCO_3^-] + 2 [CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H_3O^+]$$

$$TAC = [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]$$

Les valeurs du TAC obtenus dans les eaux du lixiviat augmentent dans les échantillons de la deuxième date (moyenne 01=33,93mg/l soit 3,39°f et moyenne 02=41,125mg/l soit 4,13°f) mais restent dans la norme qui est égale à 500mg/l soit 50°f. Cela montre la faible alcalinité de ces eaux et l'augmentation de ce paramètre en fonction du temps.

**IV.2.11. DBO<sub>5</sub> et DCO**

La DBO<sub>5</sub> est un critère de pollution organique basé sur la quantité d'oxygène consommée à 20°C et à l'obscurité pendant un temps de référence pour assurer l'oxydation des matières organiques présentes dans l'eau par voie biologique.

[29]

**Tableau 9:** les paramètres de pollution de 1ère date

1<sup>ère</sup> date

	Point de rejet	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	Moyenne	Normes
[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ](mg/l)	162	702	216	180	315	50-1800
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	870	140	160	850	505	40
DCO(mg/l)	2900	3500	1500	4100	3000	120
DBO <sub>5</sub> /DCO	0.30	0.04	0.106	0.21	0.17	
DCO/DBO <sub>5</sub>	3.33	25.0	9.375	4.824	5.941	
M.Ox (mg/l)	1546.67	1260	606.67	1933.33	1336.67	57000

**Tableau 10:** les paramètres de pollution de 2ème date

2<sup>ème</sup> date

	Point de rejet	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	Moyenne	Normes
[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ](mg/l)	378	576	576	180	427.5	50-1800
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	478,5	270	275	430	363.34	40
DCO(mg/l)	3200	3000	2000	3800	3000	120
DBO <sub>5</sub> /DCO	0.15	0.09	0.14	0.11	0.12	
DCO/DBO <sub>5</sub>	6.687	11.111	7.273	8.837	8.257	
M.Ox (mg/l)	1385.67	1180	850	1553.33	1242.23	57000

Les valeurs de ce paramètre montrent une répartition hétérogène dans les différents points des bassins dont la moyenne des deux dates diminue de 505mg/l d'o<sub>2</sub> jusqu'à 363.4mg/l d'o<sub>2</sub> mais reste toujours supérieurs à la norme des rejets fixée à 40mg/l d'o<sub>2</sub>. Ces résultats sont comparables à celles enregistrées dans le lixiviat du CET d'Akouédou (Côte d'Ivoire) et supérieure à celle du Tiaret (135-200mg/l d'o<sub>2</sub>).

Ces valeurs indiquent la charge organique associée au taux du développement de l'abondance bactérienne et une diminution des teneurs en oxygène succède à la consommation de ce dernier par les décomposeurs. [28]

Les valeurs de la DCO sont très importantes et supérieures à toutes les valeurs enregistrées dans les CET étudiés à Tiaret (780-1230mg d'o<sub>2</sub>/l) et à Akouédo (2195,2mg d'o<sub>2</sub>/l), elles varient entre 15000mg d'o<sub>2</sub>/l et 41000mg d'o<sub>2</sub>/l dans les échantillons du premier prélèvement et entre 2000mg d'o<sub>2</sub>/l et 3800mg d'o<sub>2</sub>/l dans le deuxième, mais la moyenne reste constante à 3000mg d'o<sub>2</sub>/l.

Ces valeurs indiquent la présence de la matière organique chimiquement oxydable exprimée par la DCO semble être imputable d'une part à l'état de vieillissement de la matière organique qui devient moins biodégradable et d'autre part aux composés issus d'une biodégradation incomplète par les bactéries. [28] Cela signifie que ces jus ont un potentiel de pollution élevé.

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné, nous avons généralement les limites suivantes :

- DCO/DBO<sub>5</sub> < 2: Effluent facilement biodégradable,
- 2 ≤ DCO/DBO<sub>5</sub> < 3 Effluent biodégradable avec des souches sélectionnées,
- DCO/DBO<sub>5</sub> ≥ 3 Effluent pas biodégradable.

D'après le tableau, le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> est trop élevé dans les eaux du lixiviat et dépasse 3 dont la moyenne est égale 5.941 pour la première date et 8.257 pour la deuxième date, ce qui indique que le percolât n'est pas biodégradable et qu'il présente une forte charge polluante qui est difficile à éliminer biologiquement et que le

taux des matières non biodégradables augmente aussi en fonction du temps. Pour cela, une épuration physicochimique est la méthode correspondante à ce type de pollution.

Le rapport DBO5 /DCO donne une indication de maturité du lixiviat:

- DBO5 /DCO  $\geq$  0,5 lixiviat jeune et instable
- $0,1 \leq$  DBO5 /DCO  $<$  0,5 lixiviat modérément stable.
- DBO5 /DCO  $<$  0,1 lixiviat vieux et stable.

Concernant nos analyses, on peut dire que les lixiviats sont modérément stables, puisque les valeurs de ce rapport varient entre 0.04 et 0.3.

Le taux des matières oxydables correspond à la quantité des matières oxydables soit par voie biologique ou par voie chimique, ses valeurs consignées dans le tableau montrent une diminution en fonction du temps ce qui confirme l'augmentation du taux des matières non dégradables exprimé par le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> et le rapport DBO<sub>5</sub>/DCO en fonction de la température. [28]

### IV.2.12. Les métaux lourds

Les résultats de l'analyse des échantillons du lixiviat prélevés le 05/05/2019 et le 29/06/2019 consignent des teneurs en trois métaux lourds, le plomb Pb, le Cadmium et le nickel.

Tableau 11:les métaux lourds de 1ère date

1<sup>ère</sup> date

	Point de rejet	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	Moyenne	Normes
Pb (mg/l)	Indét*	Indét	Indét	Indét		1
Cd (mg/l)	Indét	Indét	Indét	Indét		0,2
Ni (mg/l)	09,2	10,7	09,1	05,2	8,55	5

Tableau 12:les métaux lourds de 2ème date

2<sup>ème</sup> date

	Point de rejet	B <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	Moyenne	Normes
Pb (mg/l)	Indét.	Indét.	Indét.	Indét.		1
Cd (mg/l)	Indét.	Indét.	Indét.	Indét.		0,2
Ni (mg/l)	10 ,7	07,5	08,9	07,8	8,725	5

Les deux premiers métaux sont indétectables à cause de leur état de trace indéfinie par la spectroscopie à flamme. Les résultats obtenus en 2017 du lixiviat de CET étudié montre des valeurs de 0,459mg/l de Pb, de 0.0186mg/l de Cd et 0.158mg/l du Ni, qui sont au dessous de la norme des rejets.

Contrairement au Pb et Cd, le Nickel se trouve en concentrations dépassant la norme avec des valeurs oscillant entre 5mg/l et 10.7mg/l dans les échantillons de la première date et entre 7,5mg/l et 10,7mg/l dans ceux de la deuxième date.

En comparant ces valeurs avec celles détectées dans les CET cités dans le tableau, on constate la relation entre la teneur des métaux et la qualité et l'âge du CET, la structure géologique de la région et de la composition des déchets. En effet, l'existence du Ni dans le lixiviat est lié directement à son existence dans les déchets, dont il est confirmé que cette existence dans le lixiviat pose des problèmes d'hygiène publique.

Néanmoins, la réduction des ions de ces métaux lors de l'activité microbienne ou leur élimination par filtration lors de l'analyse des MES (ces métaux se trouvent à l'état particulaire plus qu'à l'état soluble) sont possibles.

**Tableau 12:** concertation des métaux lourds dans des CET différents

	<b>C.E.T Ain Defla</b>	<b>C.E.T Tiaret</b>	<b>C.E.T Tlemcen</b>	<b>C.E.T Akouédo</b>	<b>Normes</b>
<b>Pb (mg/l)</b>	<b>Indétectable</b>	<b>0.9</b>	<b>0.29</b>	<b>&lt;0.2</b>	<b>0,5</b>
<b>Cd (mg/l)</b>	<b>Indétectable</b>	<b>0.3-0.6</b>	<b>-</b>	<b>&lt;0.2</b>	<b>0,2</b>
<b>Ni (mg/l)</b>	<b>8,55-8,725</b>	<b>6.5-6.7</b>	<b>0.27</b>	<b>-</b>	<b>0,5</b>

## Conclusion générale

---

Comme dans tous les autres pays en développement, les problèmes liés à la gestion des déchets ménagers se posent en Algérie avec de plus en plus d'acuité en raison de l'augmentation de la production des déchets sous le triple effet de la croissance économique, démographique et du niveau de vie.

L'enjeu environnemental du développement durable a pour objectif de mettre en œuvre des actions au quotidien pour réduire le gaspillage, limiter les pollutions et économiser les ressources. La prévention des déchets permet dans ce sens, de mieux concilier bénéfices socio-économiques et protection de l'environnement. Les déchets sont considérés de nos jours, comme une ressource précieuse et intarissable à partir de laquelle, peuvent être extraites des matières premières et de l'énergie. C'est à ce titre, que les pouvoirs publics s'investissent dans une politique de collecte différenciée performante et l'instauration des filières de valorisation des déchets ménagers(AND2014) et d'apprécier le concept développement durable.

Notre étude a été une contribution à la caractérisation physicochimique des DSMA et du lixiviat du centre d'enfouissement technique de Ain Defla afin de déterminer le mode de valorisation et de traitement des DSMA et de montrer le niveau de la pollution et l'état du percolât retenu pour définir les méthodes de traitement nécessaire, tout en tenant en compte à la préservation de l'environnement et des écosystèmes et des nappes phréatiques.

Les résultats de l'étude des paramètres physicochimiques des DSMA sont proches aux moyennes nationales et aux montrent clairement le début du changement du mode de vie de la région.

Les valeurs obtenues montrent la dominance des déchets grossiers facilement collectés de nature organique et inorganique contenant un ratio important de l'humidité avec une densité faible contenant les matières putrescibles en premier lieu avec un pourcentage de 83,27% et 62,5% respectivement pour les deux dates de prélèvement, le plastique, le papier-carton, et les déchets métalliques qui seront faciles à être valorisés directement et qui représentent une pollution de l'environnement dans le cas contraire. Pour cela, quelques recommandations sont proposées(AND2014):

- La fraction putrescible (première source de nuisances au niveau des CET) : une valorisation biologique (compostage, méthanisation) ou une stabilisation avant la mise en décharge comme un premier segment d'une solution pour la gestion des DMA.

## Conclusion générale

---

- La fraction valorisable (plastique, papier/carton, verre et métaux) : par valorisation matière pourrait aussi, constituer le second segment dans la gestion des DSMA.

L'analyse SAA de la matière organique montre la pollution métallique par le nickel et le cadmium de l'alimentation de la population de la région étudiée, qui tient en compte la santé publique.

Quant au lixiviat, l'étude caractéristique montre l'existence de la pollution issus de la décharge, de pollution dans le bassin, pollution de l'air par les gaz dégagés donnant des odeurs fécaloïdes nuisibles et de la pollution des nappes phréatiques causée par l'infiltration des eaux du lixiviat dans les couches terrestres notamment après la dégradation du film isolant du deuxième bassin de rétention.

Les valeurs des paramètres physicochimiques montrent la pollution du percolât issu de la décharge avec une couleur noirâtre, une odeur désagréable due à la concentration des polluants minéraux et organiques.

Le lixiviat présente une faible basicité, une conductivité importante due à la charge ionique élevée et une faible turbidité, par rapport aux lixiviat des autres centres d'enfouissements étudiés tel que celui de Tlemcen, due aux matières en suspension. Le résidu sec est très important, il représente la totalité des matières dissoutes et en suspension, où la charge minérale apparaît clairement par ce paramètre.

La minéralisation du jus de la décharge est très importante, elle contient des concentration importantes des sels dissous et ions nocifs pour la couleur, l'odeur et la qualité de l'eau du lixiviat, tel que les chlorures, le calcium, les sulfates et le magnésium. Le titre alcalimétrique TA nul et alcalimétrique complet TAC, qui ne dépasse pas 44°f, montrent la faible alcalinité de l'eau du lixiviat. Le titre hydrotimétrique TH détermine la forte dureté de cette eau qui peut gêner le développement de la couverture biologique des eaux (S.Ezziane2007).

Une pollution biologique et biochimique a été détectée dans cette étude par la forte teneur en ions  $\text{NH}_4^+$ , premier produit de la dégradation de la matière organique, et par les valeurs de  $\text{DBO}_5$  et les fortes teneurs de la DCO. Le rapport  $\text{DBO}_5/\text{DCO}$  compris entre 0,03 et 0,5 exprime l'âge de la décharge qui est intermédiaire modérément stable et la faible teneur des matières biodégradables causée probablement par la forte dureté du percolât.

## Conclusion générale

---

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> nous montre la forte concentration des matières dégradables par voies chimiques qui nécessite le traitement chimique du lixiviat.

En fin, notre étude nous a mené aux perspectives suivantes :

- ✓ nécessité d'une étude approfondie sur la concentration des traces métalliques dans l'alimentation afin de limiter les risques d'accumulation dans le corps humain et des maladies causées ainsi.
- ✓ une étude du niveau de la pollution atmosphérique due aux effluents gazeux issus du bassin de rétention et du biogaz à effet de serre doit se faire afin de limiter les risques qui en résultent.
- ✓ une étude approfondie sur l'atteinte de la pollution infiltrée des bassins du lixiviat vers les basses couches et confirmer la pollution des eaux souterraines.

## Les listes des références

---

- [1] AOUANE Meriem, BRADAI Hanane, Analyse bactériologique de lixiviat issu du centre d'enfouissement technique de corso avant et après traitement par osmose inverse (OI), PFE, Boumerdès, 2016.
- [2] ARIB Souleymane, YALAOUI Fouad, ZEROUKLANE Massinissa, pour une amélioration de la gestion des déchets dans le milieu urbain, PFE, Bejaia, 2017.
- [3] Ben Allal Abdelheq, Etude d'impact de centre d'enfouissement technique d'Ain Témouchent (Sidi Ben –Adda) sur l'environnement, PFE, Tlemcen, 2016.
- [4] HATIK Christelle, proposition des scénarios de gestion raisonnée des déchets en vue de leur valorisation énergétique, thèse de doctorat, la Réunion, 2015.
- [5] BELAIB Ahlem, Etude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organiques générés par le restaurant universitaire Aicha Oum Elmouminine (willaya de Constantine), PFE, Constantine, 2012.
- [6] Kirat Amina, la prolifération des déchets solides municipaux et leurs impacts sur le paysage (cas de Batna), PFE, université el hadj Lakhdar – BATNA, 2015.
- [7] BOUBEKRI Siham, AFFAR Fayçal, Localisation des décharges et dépotoirs sauvages, leur identification et leurs impacts sur l'environnement et la santé publique dans la commune de Bejaia, PFE, Bejaia, 2014.
- [8] Djidel Abdessalam, Gestion des déchets spéciaux et spéciaux dangereux (Les bourbiers et les boues de stockage du pétrole brut : impact sur l'environnement et technique de traitement), Biskra, 2015.
- [9] Hamza Cheniti, la gestion des déchets urbains solides : cas de la ville d'Annaba, thèse de doctorat, Annaba, 2014.
- [10] Mme Fadhila Mezouari Sandjakdine, Conception et exploitation des centres de stockage des déchets en Algérie et limitation des impacts environnementaux, thèse de doctorat, Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme Ecole doctorale sciences – technique – santé, 2011.
- [11] Le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides BOUARFA Said Chercheur permanent.
- [12] AOUANE MERIEM, BRADAI HANANE, Analyse bactériologique de lixiviat issu du centre d'enfouissement technique de corso avant et après traitement par osmose inverse (OI), PFE, Boumerdès, 2016.
- [13] Elise GRISEY, Impact de l'évolution des déchets d'une installation de stockage de déchets non dangereux sur l'environnement, Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté École Doctorale ES Laboratoire Chrono-Environnement UMR CNRS 6249, 2013.
- [14] Souhila Trabelsi, Etudes de traitement des lixiviats des déchets urbains par les procédés d'oxydation avancée photochimiques et électrochimiques : application aux lixiviats de ladécharge tunisienne "Jebel Chakir", thèse de doctorat, Institut Francilien des Sciences Appliquées Ecole Doctorale ICMS Paris, 2012.
- [15] MOHAMMEDI Djahida, Les risques de la pollution du milieu naturel par les lixiviats des décharges contrôlées, Cas du centre d'enfouissement technique de Tlemcen, PFE, Université Aboubakr Belkaïd Tlemcen, 2016.

## Les listes des références

---

[16] Karim Ouamane, Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie, Alger,2014.

[17] BENDADA Khiereddine, BOULAKRADECHE Mohamed Walid, Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds, PFE, université Houari Boumediene, 2011.

[18] Kwési Attindékoun Nikita TOPANOU, Gestion des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey-Calavi (Bénin): Caractérisation et essais de valorisation par compostage, Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 2012.

[19] TER HALLE Alexandra,La pollution plastique en mer : le septième continent, université de Grenoble Alpes, 2018.

[20]Intoxication aux métaux lourds, les données de l'IBGE : "Interface Santé et Environnement",décembre 2002.

[21]Matías Miguel Salvarredy Aranguren,Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du Val de Milluni (Andes Boliviennes) par des déchets miniers. Approches géochimique, minéralogique et hydrochimique, thèse de doctorat, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 2008.

[22] ElOuattassi Yasmine, Analyses physico-chimiques des métaux lourds dans les légumes et fruits : (Pb et Cd), PFE, université sidi Mohammed Ben Abdellah, 2017.

[23] Mokhtari Roukia, Bougherara Nadia,Benariba Rokia, la toxicité de cadmium et ses risque sur la santé humaine, PFE,Université des Frères Mentouri Constantine,2016.

[24] BOUBEKRI Siham, AFFAR Fayçal, Localisation des décharges et dépotoirs sauvages, leur identification et leurs impacts sur l'environnement et la santé publique dans la commune de Bejaia, PFE, Bejaia, 2014.

[25]Jean RODIER Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et coll.,L'Analyse de l'eau,9e édition entièrement mise à jour,Paris, 2009.

[26]Mehdi. MekaLarhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°19, Septembre2014, pp. 63-74  
ikia Mokhtaria et al,caractéristiques de la décharge publique de la ville de Tiaret et son impact sur la qualité des eaux souterraines,courrier du savoir – n°08, juin 2007, pp.93-99.

[27] Kouassia.,et al,caractérisation physico-chimique du lixiviatd'une décharge de l'Afrique de l'ouest: cas de ladécharge d'Akouédo (Abidjan-côte d'ivoire),larhyss journal, Issn 1112-3680, n°19, septembre2014, pp. 63-74.

[28]KHATTABIHicham,Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologiques ethydro biologiques pour la compréhension dufonctionnement de la station de traitement

## Les listes des références

---

deslixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'Etueffont (Belfort, France), thèse de doctorat 3<sup>ème</sup> Cycle, Belfort, 2002.

[29] MOHAMMEDI Djahida, Les risques de la pollution du milieu naturel par les lixiviats des décharges contrôlées. Cas du centre d'enfouissement technique de Tlemcen, PFE, 2016.

# **Introduction Générale**

# **Chapitre I**

# **Généralités**

# **Chapitre II Les impacts de la pollution par les déchets solides**

# **Chapitre III**

## **Méthodes et matériels**

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussions**

# **Conclusion générale**