

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR
KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES & DE LA
TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE
INDUSTRIEL



جامعة عباس لغرور خنشلة

كلية العلوم و التكنولوجيا

قسم: الهندسة الصناعية

Mémoire

Présenté par :

CHERCHAR Zineb

ROUIDJEL Rajas

Pour obtenir le diplôme de **MASTER**

OPTION : Génie des Procédés et Environnement

Thème

Gestion et valorisation des déchets solides

Devant le jury :

Dr. Touati Amina Présidente

Dr. MECHERI Nacira Encadreur

Dr. KIHAL Rafiaa Examinatrice

Année universitaire : 2018 – 2019

Dédicace

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts

La flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur

Maman que j'adore

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie

et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir

A toi mon père

A mon cher frère **Karim**

A ma chère sœur **Khaoula**

A ma chère binôme **Rajas** et sa famille

A mon encadreur Mme **Mecheri Nacira**

A tous les membres de ma famille, petits et grands

A tous mes meilleurs amis, et la promo de Génie de l'environnement 2^{ème} années Master,

A tous mes amis et camarades

A tous les personnes que je n'ai pas nommées ici et à tous ce qui m'on aidé.

Zineb

Dédicace

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien morale et source de joie

Et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.

Que dieu te garde dans son vaste paradis

A toi mon père

A la lumière de mes jours, la source de mon effort, la flamme de mon cœur, ma vie et mon
bonheur, maman que j'adore

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à mes frères

Himou et Riadh

A ma sœur **Nouka**

A ma famille

A ma chère binôme **Zineb** et sa famille

A mon encadreur Mme **Mecheri Nacira**

Aux personnes qui m'ont toujours aidé en encouragé, qui étaient toujours à mes
coté, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes
aimables amis, collègues d'étude, et mes amis de cœur : **Zineb, Mana, Titi,**

Marwa, Asma et Khawla

A toute personne qui m'aime

A toute personne que j'aime

A tous ceux qui cherchent le savoir

RAJAS

REMERCIEMENT

Tout d'abord nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir aidé à réaliser ce travail modeste, travail de Master en génie des procédées.

Nous remercions très chaleureusement notre encadreuse de mémoire Dr .Mecheri Nacira, de son aide et ses encouragements durant la réalisation de notre travail. Elle nous a orientés vers le succès avec ses connaissances en partageant nos idées et sans oublier ses encouragements tout au long de notre épreuve, et sa présence à tout moment

Nous remercions les membres du jury d'accepter de juger notre travail.

Nous exprimons nos profondes reconnaissances et gratitude à toutes les personnes qui ont apporté leur aimable contribution à ce travail par leurs remarques, leurs conseils, leurs encouragements et leurs compétences.

Nous désirons exprimer nos profonds remerciements à tous les enseignants du département Génie des procédées de notre qui ont contribué à notre formation.

Nous remercions également l'ensemble du personnel de centre d'enfouissement technique de la willaya de kenchela pour leur collaboration sans failles.

Merci aussi à tous nos collègues et amis de promotion pour tous les moments partagés ensemble, pour leur soutien et leurs mots encourageants et pour leur amitié sincère.

Enfin nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidés, de près ou de loin.

ZINEB & RAJAS

LISTE DES FIGURES

N ^o	Titres des figures	Page
CHAPITRE –I- Généralités Sur Les Déchets Solides		
Figure I.1	Structure pyramidale de la nomenclature des déchets	04
Figure I.2	Cycle de vie d'un déchet	13
Figure I.3	La production de déchets spéciaux dans le monde	14
Figure I.4	Pollution de sol	16
Figure I.5	pollution de l'air	16
Figure I.6	pollution de l'eau	16
Figure I.7	Un chiffonnier faisant le tri dans une rivière de déchets	17
Figure I.8	Enfants nageant dans une rivière de déchets	17
CHAPITRE -II- Gestion Et Valorisation Des Déchets Solides		
Figure II.1	Schéma de principe de la collecte pneumatique des ordures ménagères	19
Figure II.2	Types de collecte des déchets ménagers et assimilés	20
Figure II.3	Les équipements de collecte et transport	20
Figure II.4	Vue d'une déchetterie	21
Figure II.5	Types de déchets admis dans une déchetterie	21
Figure II.6	Transport des déchets	22
Figure II.7	Décharge classique des déchets	23
Figure II.8	Fond de CET de Classe 2	26
Figure II.9	Courbe théorique de l'évolution de la température au cours du compostage	31
Figure II.10	Etapes de la dégradation anaérobie de la matière organique.	33
Figure II.11	Quelques exemples de logos du recyclage	39
Figure II.12	Exemple de déchets spéciaux	39
Figure II.13	Exemple d'étiquetage de local de traitement des DASRI	44
CHAPIRTE –III- Partie Expérimental		
Figure III .1	CET Khenchela	48
Figure III.2	Plan d'aménagement	49
Figure III.3	Voirie de CET Khenchela	49

Figure III.4	Bloc administratif	49
Figure III.5	Poste de contrôle	49
Figure III.6	Le pont bascule	50
Figure III.7	Casier de CET Khenchela	50
Figure III.8	Centre de tri CET Khenchela	51
Figure III.9	Centre de traitement des DASRI	51
Figure III.10	Système de lagunage	51
Figure III.11	Bulldozer de marque SHANTUI	52
Figure III.12	Case de marque TEREX	52
Figure III.13	Pelle chargeuse de marque SHANTUI	52
Figure III.14	Tracteur avec une citerne tractable et remorque	53
Figure III.15	Un camion double cabine de marque JMC	53
Figure III.16	Presse a balles des déchets solides du CET	53
Figure III.17	Les balles des déchets	53
Figure III.18	Incinérateur	54
Figure III.19	Torchère	54
Figure III.20	Déchets déversés et assembler dans des alvéoles	56
Figure III.21	Etat du casier CET Baghai	56
Figure III.22	Couverture journalière du casier	57

LISTE DES TABLEAUX

N ^o	Titres des tableaux	Page
CHAPITRE -II- Gestion Et Valorisation Des Déchets Solides		
Tableau II.1	Composition moyenne du biogaz de décharge	24
Tableau II .2	Avantages et inconvénients de l'incinération	38
CHAPIRTE –III- Partie Experimental		
Tableau III .1	Matériels utiliser dans le CET	52
Tableau III.2	Quantités des dechets réceptionnés par communes au niveau de CET Baghai durant5 mois	57
Tableau III .3	Quantités des dechets réceptionnés par communes	58
Tableau III.4	La quantité (tonne) récupère durant l'année 2018	59

Liste des Abréviations

Abréviation	Signification
ADR	Réglementation du transport des marchandises par route
AGV	Acides gras volatils
AND	Agence Nationale des Déchets
ATNC	Agents Toxiques Non Contaminant
AV	Apport volontaire
CET	Centre d'enfouissement technique
C.F.C	Chlorofluorocarbures
CSD	Centre de stockage des déchets
CSDU	Centre de stockage des déchets ultimes
DAS	Déchets des activités de soins
DASRI	Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux
DIB	Déchets industriels banals
DIS	Les déchets industriels spéciaux
DM	Déchets municipaux
DMA	Déchets ménagers et assimilés
DMS	Déchets ménagers solides
EPWG CET	Etablissement Public de Gestion des Centres d'Enfouissement Technique
H	Humidité
LFC	Four à lit fluidisé circulant
LFD	Four à lit fluidisé dense
LFR	Four à lit fluidisé rotatif
MIOM	Mâchefers d'incinération d'ordures ménagères
MO	Matière organique

OM	Ordures ménagères
PAP	Le porte à porte
P.C.B	Polychlorobiphényles
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
PCS	Pouvoir calorifique supérieur
PEHD	Polyéthylène à Haute Densité
PET	Poly (téréphtalate d'éthylène)
REFIOM	Résidus d'épuration des fumées d'incinération
VIH	Virus de l'immunodéficience humaine

SOMMAIRE

Titres et Sous Titres	N ^o page
Liste des figures	I
Liste des tableaux	III
Liste des abréviations	IV
Sommaire	VI
Introduction générale	01
Chapitre –I- Généralités Sur Les Déchets Solides	
I.1.Introduction	02
I.2. Définition de déchet	02
I .3. Nomenclature des déchets	03
I.4. Origine de la production des déchets	05
I.5.Caractéristique analytique des déchets	06
I.6.Classification des déchets	08
I.7. Les différents types des déchets	11
I.8. Cycle de vie d'un déchet	13
I.9. La situation des déchets solides	13
I.10.Déchet ultime	14
I.11.Législation	15
I.12.Effets liés aux déchets solides	16
I.13.Conclusion	17
Chapitre- II- Gestion Et Valorisation Des Déchets Solides	
II.1.Introduction	18
II.2.Gestion des déchets	18
II.3. Définition du traitement des déchets	18
II.4.Définition de la valorisation des déchets	18
II.5.Les déchets ménagers	19
II.5.1.Collecte des déchets ménagers	19
II.5. 2.La déchetterie	21
II.5.3.Le centre de transport	22

II.5.4. Mise en décharge des déchets ménagers et assimilés	22
II.5.5. Classification des centres d'enfouissement techniques	25
II.5.6. Prétraitement des déchets ménagers et assimilés (broyage et tri)	27
II.5.7. Bioconversion des déchets organiques	28
II.5.7.1. Compostage	28
II.5.7.2. La méthanisation	32
II.5.7.3. Incinération	35
II.5.7.4. Recyclage	38
II.6. Déchets industriels spéciaux (DIS)	39
II.7. Déchets de soins à risque infectieux (DASRI)	41
II.7.1.1. L'incinération	45
II.7.1.2. Désinfection chimique	45
II.7.1.3. La stérilisation	46
II.7.1.4. Désinfection par micro-ondes	47
II.8. Conclusion	47
Chapitre –III- Partie Expérimental	
III.1 Introduction	48
III.2. L'objectif général de cette étude	48
III.3. Description de CET Khenchela	48
III.3.1. Localisation	48
III.3.2. Plan d'aménagement du CET	49
III.3.3. La voirie	49
III.3.4. Bloc administratif	49
III.3.5. Poste de contrôle	49
III.3.6. Le pont bascule	50
III.3.7. Le casier	50
III.3.8. Le centre de tri	50
III.3.9. Centre de traitement des DASRI	51
III.3.10. Système de lagunage	51
III.3.11. Matériels de CET	52
III.3.12. La presse à balles des déchets	53
III.3.13. Incinérateur des DASRI	54

III.3.14.Système de récupération de biogaz	54
III.3.15.La nature des déchets autorisés dans le CET	54
III.4.Enquête	55
III.4.1.Période d'étude	55
III.4.2.Le parcours des déchets ménagers	55
III.4.3.Réception des déchets	55
III.4.3.1.Contrôle de la qualité	55
III.4.3.2. Mise en place des déchets autorisés dans les alvéoles	55
III.4.3.3.Etat du casier CET Baghai durant l'année 2019	56
III.4.3.4.Fourniture et mise en place des matériaux pour la couverture des déchets	57
III.4.3.5.Récapitulatif des données des déchets réceptionnés par le cet	57
III.4.3.6.Clasement des communes par apport aux quantités réceptionnées au CET baghai	58
III.4.3.7.Valorisation des produits recyclables	59
III.5.Conclusion	60
Conclusion Générale	61
Résumé	

Introduction générale

Introduction général

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu tant sur le plan professionnel que familial. En tant que consommateur, jeteur, usager du ramassage des ordures ménagères, et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets. Des gestes simples permettent d'agir concrètement pour améliorer le cadre de vie et préserver le bien-être de chacun : chaque citoyen peut jeter moins et jeter mieux.

Le domaine de la gestion des déchets solides bénéficie d'une littérature abondante, tant sur les méthodes, les pratiques, que l'historique des actions menées sur le sujet, qui aboutit à la même conclusion : gérer les déchets solides n'est pas chose aisée, aussi représente un challenge important pour une gestion durable de notre environnement. La solution n'est pas uniquement financière, les exemples sont nombreux en effet, où malgré les divers modes de collecte des déchets mis en œuvre, la pratique reste inchangée, il faut mettre en œuvre les stratégies de gestion les mieux adaptées.

Eu égard à tout ce qui précède, les questions suivantes méritent être posées :

-Qu'est ce qu'un déchet solides?

-Quels sont les meilleurs moyens de les traiter sans nuire à l'environnement?

La question des déchets est un sujet important et doit être étudiée pour les raisons suivantes:

- Identifier la réalité des déchets solides
- Manque d'études dans ce domaine
- Effets néfastes causés par l'accumulation aléatoire de déchets solides

L'ensemble de ce travail se décline en 3 chapitres

- Le premier chapitre est une étude bibliographique portant sur la définition, la classification et la caractérisation des déchets solides aussi leurs effets sur l'homme et l'environnement.
- Le second chapitre est sur la gestion et les principales modalités de traitement.
- le chapitre trois est consacré aux partie expérimental et présente les résultats de notre stage dans le centre d'enfouissement technique de la willaya de kenchela.

Enfin on terminera par une conclusion générale et des recommandations.

Chapitre I
Généralité sur les
Déchets Solides

I.1.Introduction

Le XX siècle s'est caractérisé par une croissance économique, industrielle et démographique sans précédent et par l'augmentation de la production et de la consommation. En parallèle à cela, nous assistons à l'amélioration du niveau de vie et à l'augmentation des déchets solides qui sont considérés parmi les dangereux problèmes environnementaux comme elles contribuent significativement à polluer les éléments de l'environnement : du terre, d'air et de l'eau

I.2. Définition de déchet

Il existe plusieurs définitions du terme déchet, qui correspondent, chacune, à un objectif particulier en fonction des acteurs impliqués ainsi que du contexte auquel on se réfère.

Le déchet comme est défini par la loi 01-19 comme étant «Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de s'en défaire ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer ».

- **Approche économique**

Du terme, un déchet est défini comme un objet ou une matière dont la valeur économique est nulle ou négative pour son détenteur, à un moment et dans un lieu donné pour s'en débarrasser, le propriétaire devra payer un prestataire pour son enlèvement ou s'en charger lui-même. Cette définition de la nullité de valeur est relative car les déchets des uns sont les matières premières des autres voire même des biens

- **Approche fonctionnelle**

Le déchet est considéré comme un flux de matière issu d'une < unité fonctionnelle >. représentée par une activité ou un ensemble d'activité. Cette fonctionnelle a pour but de fabriquer un produit (matière première, eau, énergie) et de sortie (le produit recherché et le sous-produit non désirés) [1].

- **Approche juridique**

Deux notions se dégagent du déchet :

-Notion subjective : un bien devient déchets lorsque son propriétaire confirme sa volonté d'abandonner tout droit de propriété.

- Notion objective : le déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement

- **Approche environnementale**

Du point de vue de l'environnement, un déchet constitue une menace à partir du moment où l'on envisage un contact avec l'environnement. Ce contact peut être direct ou le résultat d'un traitement.

- **Approche littéraire**

Perte, diminution qu'une chose subite dans l'emploi qui en est fait. Ce qui reste d'une matière qu'on a travaillée. Résidu impropre à la consommation, inutilisable (et en général sale ou encombrant) [2].

I.3.Nomenclature des déchets

La nomenclature des déchets est une classification qui comprend les déchets spéciaux compris les déchets spéciaux dangereux, les déchets ménagers assimilés et les déchets Inertes. Elle sert à désigner les déchets afin que les différents partenaires concernés par l'élimination des déchets parlent un langage commun.

La nomenclature est un code européen à 6 chiffres qui identifie les déchets (de 01 à 20 0399). Cette codification indique quels sont les déchets classés dangereux : ceux-ci sont repérés par un astérisque

I.3.1.Destination de la nomenclature des déchets

La nomenclature doit être utilisée par toute personne physique ou de droit moral qui est concernée par l'élimination des déchets, à savoir :

- ✓ l'administration
- ✓ les établissements publics
- ✓ les collectivités locales (wilaya, commune)
- ✓ les entreprises qui produisent, importent, exportent des installations d'incinération, de co-incinérations, de traitement physico-chimique ou biologique, collectent, transportent, se livrent à des opérations de courtage ou de négoce de déchets.

I.3.2. Classification des déchets à l'aide de la nomenclature

I.3.2.1. Structure de la nomenclature

La nomenclature des déchets est structurée en forme de pyramide à 3 étages

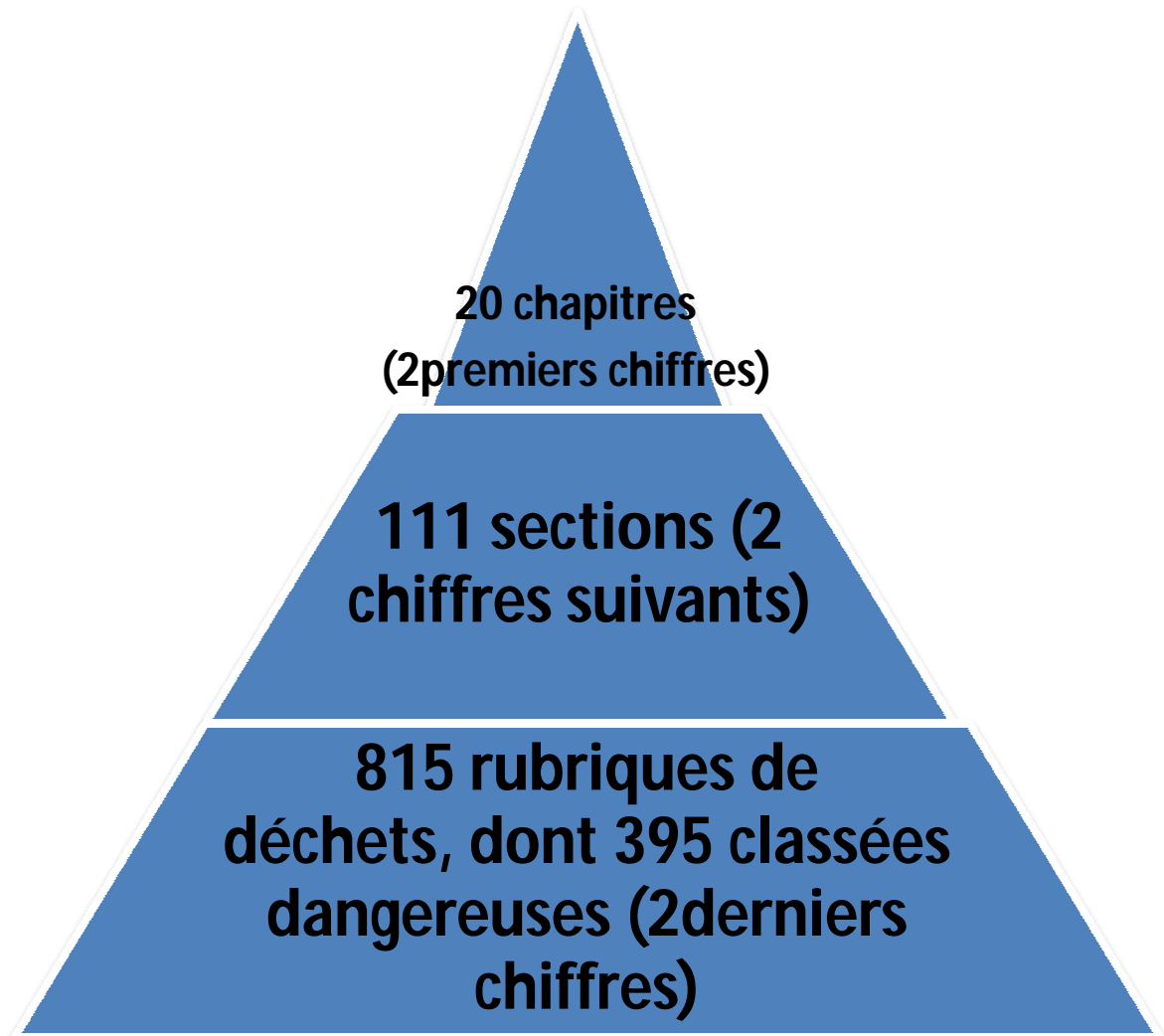


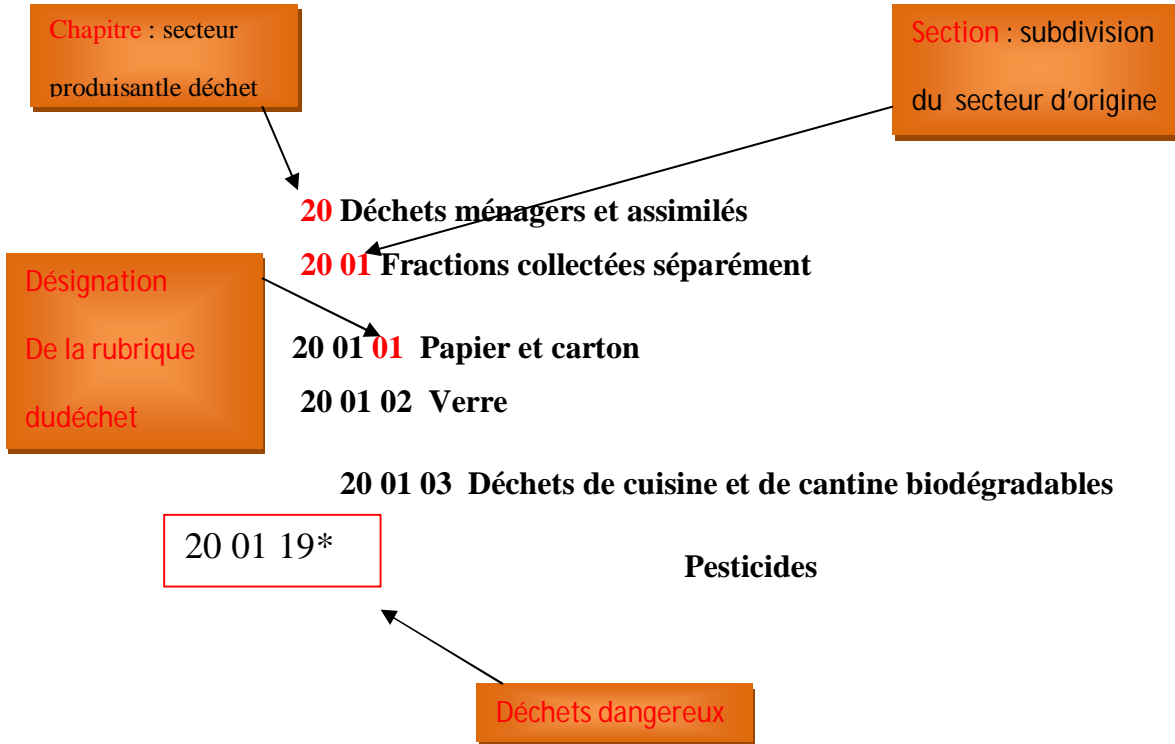
Figure I.1 : Structure pyramidale de la nomenclature des déchets

I.3.2.2. le code d'un déchet

- Chapitres (ou catégories) 01 à 12 ou 17 à 19 pour un déchet de type industriel.
- Chapitre 20 pour un déchet ménager.

I.3.2.3. Exemple de lecture de la nomenclature des déchets

Exemple 2 : Cas des déchets ménagers et assimilé [3].



I.4. Origine de la production des déchets

La production des déchets est inéluctable pour les raisons suivantes :

- **a. Biologique** : Les déchets d'origine biologique sont définis par le fait que tout cycle de vie produit des métabolites (matière fécale, cadavre...).
- **b. Chimique** : Toute réaction chimique est régie par les principes de la conservation de la matière et dès lors si l'on veut obtenir un produit C à partir des produits A et B par la réaction

$A + B \rightarrow C + D$; D sera un sous-produit qu'il faut gérer si on n'en a pas l'usage évident.

- **c. Technologique** : Quelles que soient la fiabilité et la qualité des outils et procédés de production, il y a inévitablement des rejets qu'il faut prendre en compte tels que chutes, copeaux, solvants usés, emballage, etc.
- **d. Économique** : La durabilité des produits, des objets et des machines a forcément une limite qui les conduit, un jour ou l'autre à leur élimination ou leur remplacement.

- **e. Écologique** : Les activités de dépollution (eau, air, déchets) génèrent inévitablement d'autres déchets qui nécessiteront eux aussi une gestion spécifique, ... et ainsi de suite.
- **f. Accidentelle** : Les inévitables dysfonctionnements des systèmes de production et de consommation sont à l'origine des déchets [4].

I.5. Caractéristique analytique des déchets

Le choix d'une filière de traitement d'un déchet ou d'un sous-produit nécessite la bonne connaissance de ses caractéristiques analytiques.

À l'origine, la notion de filière désigne un enchaînement d'opérations. Dans le domaine du traitement des déchets, il s'agit de l'ensemble des opérations à mettre en œuvre pour aboutir aux résultats souhaités :

- ✓ Valorisation du déchet
- ✓ Et/ou rejet éco-compatible d'effluents dépollués
- ✓ Et/ou stockage d'un déchet ultime.

Les différentes données suivantes sont nécessaires à la bonne connaissance d'un déchet ou d'un sous-produit :

I.5.1. Composition

- Composition chimique élémentaire (Métaux, C, H, N, P, S, Cl...) et moléculaire (Benzène, phénols, protéines, sucres, sels minéraux, oxydes, polymères...).
- Composition minéralogique (nature des minéraux constitutifs) dans le cas des déchets solides.

Nature des différentes phases constituant un déchet polyphasique (gaz résiduaire, mélanges liquide-liquide, liquide-solide, solide-solide) et composition chimique de ces phases.

I.5.2. Propriétés physico-chimiques

I.5.2.1. Pouvoir calorifique inférieur (PCI) : correspondant à la chaleur dégagée par la combustion d'une unité de masse de déchet (ou enthalpie de combustion, changée de signe), l'eau étant formée à l'état de *vapeur*.

I.5.2.2. Pouvoir calorifique supérieur (PCS) : idem, mais l'eau formée à l'état liquide.

Les pouvoirs calorifiques d'un produit de composition chimique donnée sont obtenus par le calcul à partir des enthalpies standards de formation de ce produit, de CO_2 et de H_2O

$$\Delta H^0 \quad 298 \quad \text{CO}_2 = - 94,05 \text{ kcal/mole} = - 393,1 \text{ kJ/mole}$$

$$\Delta H^0 \quad 298 \quad \text{H}_2\text{O}_{(v)} = - 57,80 \text{ kcal/mole} = - 241,6 \text{ kJ/mole}$$

$$\Delta H^0 \quad 298 \quad \text{H}_2\text{O}_{(l)} = - 68,31 \text{ kcal/mole} = - 285,5 \text{ kJ/mole}$$

Encadré I.1 : Calcul des pouvoirs calorifiques à partir des enthalpies standards de formation

I.5.2.3 Humidité et pouvoir calorifique (H%) : les ordures ménagères renferment une quantité d'eau, qui est celle contenue dans leurs composants, la teneur globale en eau est essentiellement fonction des proportions respectives des composants, ainsi que des saisons, de l'attitude et de l'origine géographique et sociale des populations qui, en sont la source.

Pour des ordures fraîches et stockées à l'abri des intempéries, l'humidité varie entre :

(35 - 40) % en Europe, avec un maximum en été et un minimum en hiver.

(60 – 62) % pour la ville de Blida, (analyse réalisée sur les ordures ménagères de Blida en 1979). (65 - 70) % et plus Pour les pays tropicaux.

Pour les ordures non protégées, donc exposées aux intempéries, l'humidité des ordures ménagères peut atteindre des valeurs extrêmes, c'est à dire déshydratation complète ou sursaturation.

I.5.2.4.Rapport Carbone / Azote (C/N) : il mesure la qualité des ordures ménagères pour leur valorisation en tant qu'amendements organiques, c'est à dire qu'il permet d'apprécier aussi bien l'aptitude des ordures ménagères au compostage que la qualité du composte obtenu. Le compostage utilise la fermentation aérobie des ordures ménagères en vue de la préparation d'un compost utilisable comme amendement en agriculture.

Un compost est valable à partir d'un rapport de $C/N < 35$ au départ de la fermentation aérobie et contrôlée afin d'obtenir un rapport de $18 \leq C/N \leq 20$. En fin de fermentation pour le cas de l'Algérie le C/N dépasse rarement 15.

I.5.3.Propriétés physico-mécaniques, minéralogiques et structurales (pour tous les déchets solides)

- État physique : solide, liquide, pâteux, gazeux, mélange de phases.
- Masse volumique.
- Granulométrie, finesse, porosité, surface spécifique.
- État structural (amorphe, vitreux, cristallisé).
- Indice de plasticité, qualité de compactage, teneur optimale en eau.
- Propriétés mécaniques (dureté, broyabilité, résistances mécaniques).

I.5.4. Propriétés spécifiques

- Taux de cendres, rapport C/N, couleur, biodégradabilité...
 - Toxicité pour les êtres vivants (cyanures, phénols, chromates, chlore, soufre, H₂S, CO, sels de métaux lourds : Pb, Cd, Hg, Cu,...) ou pour les installations (alcalins, chlore, silice, métaux volatils).
 - Réactivité chimique et agressivité.
 - Comportement en lixiviation (Comment ils peuvent être emportés par le milieu environnant les déchets une fois solidifiés ?).
 - Pouvoir fertilisant.
 - Évolution dans le temps.
 - Radioactivité
 - **Période** (cas des déchets radioactifs) : Temps au bout duquel la moitié des atomes, contenus dans un échantillon de substance radioactive, se sont naturellement désintégrés. La radioactivité de la substance a donc diminué de moitié.
- Exemples :** Iode 131 : 8j ; Cobalt 60 : 5 ans ; Radium 226 : 1260 ans ; Plutonium 239 : 24.10³ ans ; Uranium 238: 4,5.10⁹ ans.

- **Nature du rayonnement émis** (alpha, bêta, gamma).

-Facteur qualité (pureté du déchet) et contenu énergétique.

I.6. Classification des déchets

I.6.1. Selon leur nature

La classification des déchets d'après leur nature aboutit à trois catégories essentielles : Déchets solides, Déchets liquides et Déchets gazeux. Dans ce qui suit, il ne sera considéré que les déchets solides et semi-solides étant donné le contexte et l'objet de l'étude.

I.6.2. Selon le mode de traitement et d'élimination

Professionnels et chercheurs s'accordent à regrouper les déchets solides en quatre grandes familles, selon :

- Les déchets inertes : généralement constitués d'éléments minéraux stables ou inertes au sens de leur incompatibilité avec l'environnement et proviennent de certaines activités d'extraction minières ou de déblais de démolition (terres, gravats, sables, stériles, ...etc.)
- Les déchets banaux : cette catégorie regroupe essentiellement des déchets constitués de papiers, plastiques, cartons, bois produit par des activités industrielles ou commerciales et ordures ménagères.
- Les déchets spéciaux : ils peuvent contenir des éléments polluants et sont spécifiquement issus de l'activité industrielles (boues de peintures ou d'hydroxyde métallique, cendre d'incinération...etc.). Certains déchets sont aussi dits spéciaux lorsque leur production importante sur un même site entraîne des effets préjudiciables pour le milieu naturel (mâchefers des centrales thermiques, ainsi que certains déchets provenant des laboratoires de recherches universitaires et hospitaliers...etc.).
- Les déchets dangereux : issus de la famille des déchets spéciaux, ils contiennent des quantités de substances toxiques potentiellement plus importantes et présentent de ce fait beaucoup plus de risques pour le milieu naturel (poussières d'aciéries, rejets organiques complexes, bains de traitement de surface contenant soit du chrome, cyanure ou une forte acidité, les matériaux souillés par les P.C.B (polychlorobiphényles), les déchets de C.F.C (chlorofluorocarbures) et mercuriels.

I.6.3. Selon le comportement et les effets sur l'environnement

A ce titre on distingue :

I.6.3.1. Les déchets inertes : pouvant être différenciés suivant leur caractère plus ou moins encombrant, en débris plus ou moins volumineux jusqu'aux carcasses d'automobiles, chars, avions, bus,...etc. (Remarque : Le caractère inerte des déchets n'est pas absolue car ils peuvent dissimuler d'autres pollutions d'origines diverses ou être eux mêmes source de danger).

I.6.3.2. Les déchets fermentescibles : principalement constitués par la matière organique, animale ou végétale à différents stades de fermentation aérobies ou anaérobies.

I.6.3.3. Les déchets toxiques : poisons chimiques ou radioactifs qui sont générés soit par des industries, soit par des laboratoires ou tout simplement par des particuliers qui se débarrassent avec leurs ordures de certains résidus qui devraient être récupérés séparément (ex : flacons de médicaments, seringues, piles et autres gadgets électroniques ...etc.)

I.6.4. Selon l'origine

Pour les besoins de ce travail, on a opté pour une classification comprenant seulement deux (02) grandes classes de déchets solides on se basant sur la source de déchets : Déchets industriels et Déchets urbains.

- Les déchets industriels : hormis les résidus assimilables aux ordures ménagères, tant par leur nature que par leur volume modeste, on distingue dans cette classe :
- Les déchets inertes provenant de chantiers de construction, transformation des combustibles et de l'énergie (gravats, cendres, ...etc.), métallurgie (scories, laitiers, mâchefers, ...etc.).
- Les déchets des industries agricoles et alimentaires
Les déchets pouvant contenir des substances toxiques par des industries variables (ex : ateliers artisanaux, galvanoplastie, chromage, miroiterie,...etc.).
- Les déchets radioactifs issus du transport et de la destruction des déchets industriels posent des problèmes particuliers dont la solution - consentie ou imposée - devra être à la charge des industries polluantes avec si besoin une aide appropriée des gouvernements.
- Les déchets urbains : à partir de la notion « d'ordure ménagère », vocable par lequel on a longtemps désigné les résidus des ménages correspondant, de par leur origine et leur nature, à une certaine limitation en quantité et en dimension, on a été conduit du fait de l'évolution du niveau de vie répercuté par les caractéristiques quantitatives et qualitatives des déchets, à passer à la notion plus générale de résidus ou déchets urbains.

I.6.5. Selon le mode d'enlèvement des déchets

On distingue quatre catégories :

- Les déchets constitués par des éléments de faible dimension (ordures ménagères, ordures de marché, déchets artisanaux et commerciaux assimilables aux ordures ménagère
- Les déchets hospitaliers qui sans de regrettables exceptions, font l'objet de collecte séparée.
- . Les déchets encombrant appelés aussi « monstre » constitués par des objets volumineux qui ont été réformés et mis au rébus.
- Les souillures qui proviennent du nettoyage et du balayage des voies publiques (feuilles, branchages, déchets des plages, ...etc.) [5].

I.7. Les différents types des déchets

La loi 28-00, différencie les déchets selon leurs dangers ainsi que leurs lieux de production. On site :

I.7.1. Les déchets ménagers et assimilés (DMA)

Cette catégorie de déchets solides recouvre les ordures ménagères (OM), les déchets municipaux (DM) ou urbains, les résidus urbains (déchets de nettoyage).

Le terme « assimilés » désigne les déchets des entreprises industrielles, des artisans, des commerçants, des écoles, des services publics, et des hôpitaux qui présentent des caractéristiques physico-chimiques ou de toxicités équivalentes à celles des ordures ménagères.

- Selon la législation algérienne relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, article 03 de la loi 01/19 du 12 décembre 2001 , les déchets ménagers sont définis comme suit :

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

-Déchets encombrants : tous déchets issus de ménages qui en raison de leur caractère volumineux, ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés [6].

I.7.2. Les déchets des entreprises industriels

Les déchets des entreprises industrielles, commerciales et artisanales sont les déchets dont l'élimination incombe à l'entreprise. Ils comprennent des matériaux de nature diverses (déchets de fabrication, emballages, résidus de nettoyage solides ou liquides...) Ils sont répartis en trois catégories :

I.7.3. Les déchets industriels inertes : les déchets industriels inertes sont les résidus des activités extractives, des déblais et produits de démolition (terre, gravats, sables...). En général, ils sont constitués d'éléments minéraux stables ou inertes au sens de leur « éco-compatibilité » avec l'environnement.

I.7.4. Les déchets industriels banals (DIB) : les déchets industriels banals (DIB) sont issus des industries, des commerces qui ont les mêmes caractéristiques que les ordures ménagères. Ils regroupent principalement les plastiques, les papiers-cartons, les textiles, le bois non traité, les métaux, les verres et matières organiques. Ils sont souvent produits en mélange [7].

I.7.5. Les déchets industriels spéciaux (DIS) : Les déchets industriels spéciaux (DIS) ou dénommés plus communément maintenant « déchets dangereux » regroupent les déchets qui nécessitent un traitement particulier en raison de leurs caractères nocifs et dangereux pour l'homme et son environnement, ceci pour différentes raisons : toxicité due à la présence de substances chimiques ou biologiques, risques d'incendie et d'explosion [3].

I.7.6. Les déchets des activités de soins (DAS) : les déchets des activités de soins comprennent tout les déchets biomédicaux et d'activités de soins connus ou cliniquement démontré par un professionnel de la médecine humaine ou vétérinaire, comme ayant le potentiel de transmettre des agents infectieux aux hommes ou aux animaux. Les déchets de ce type proviennent typiquement des lieux suivants : les salles d'isolation des hôpitaux, les salles de dialyse ou les centres de traitement des patients infectés par les virus de l'hépatite, les unités de pathologie, les salles d'opérations, les cabinets médicaux et les laboratoires qui traitent spécialement les patients souffrant des maladies citées plus haut

I.7.7. Déchets dangereux : toutes formes de déchets qui, par leur nature dangereuse, toxique, réactive, explosive, inflammable, biologique ou bactérienne, constituent un danger pour l'équilibre écologique tel que fixé par les normes internationales dans ce domaine ou contenu dans des annexes complémentaires.

I.7.8. Déchets inertes : Un déchet se définit comme inerte s'il ne subit au cours du temps aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Ils se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autre matières avec les quelles ils entrent en contact. Ils

ne sont en aucune manière susceptibles d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine

I.7.9. Les déchets de l'agriculture, de l'élevage et de l'industrie agro alimentaire : ce sont tous les déchets issus des industries agro-alimentaires, les déchets des activités agricoles et de l'élevage

I.7.10. Déchets ultimes : Des déchets qui ne sont plus valorisables, ni par recyclage, ni par valorisation énergétique. A ce titre, ils sont réglementairement les seuls à pouvoir être stockés (enfouis) dans un centre de stockage des déchets ultimes (CSDU)

I.7.11. Déchets biodégradables : tout déchet pouvant subir une décomposition biologique naturelle, anaérobie ou aérobie, comme les déchets alimentaires, les déchets de jardins, de papiers et de cartons ainsi que les cadavres d'animaux

I.7.12. Les déchets organiques : ces déchets sont composés de matière organique caractérisée par la présence de carbone issu d'organismes vivants, végétaux ou animaux [6].

I.8. Cycle de vie d'un déchet

Selon Debray (1997), le cycle de vie d'un déchet peut être présenté comme suit

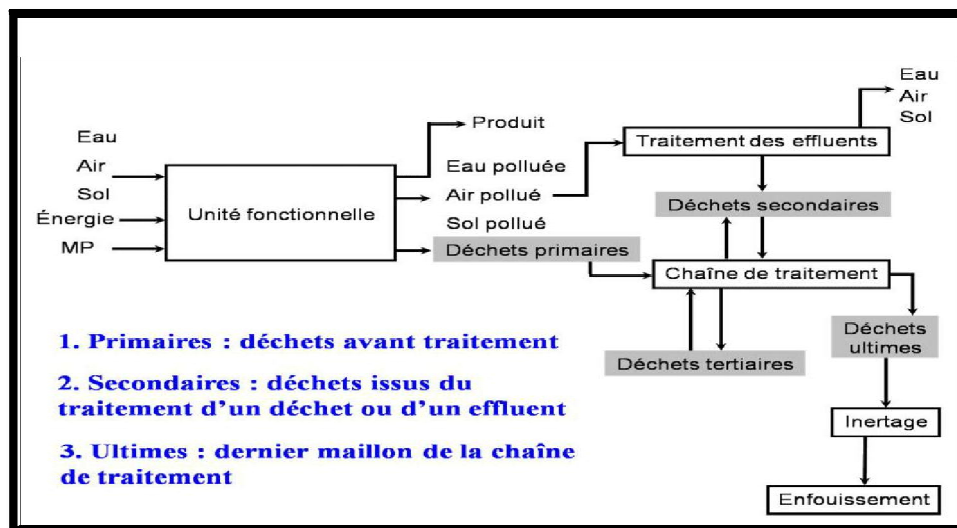


Figure I.2: Cycle de vie d'un déchet [10].

I.9. La situation des déchets solides

I.9.1. Au niveau mondial

La production annuelle de déchets municipaux dépasse déjà les 2 milliards de tonnes par an. En raison de l'urbanisation rapide, de l'augmentation du niveau de vie et de la

croissance démographique, ce volume risque d'augmenter de 70 % pour atteindre les 3,4 milliards de tonnes en 2050.

Les ménages ne sont pas, de loin, la première source de déchets. L'industrie en génère ainsi 18 fois plus, soit 12,7 kg de déchets par jour et par habitant. Ces déchets non dangereux (ferraille, papier-carton, verre, textile, bois, plastique...) peuvent être valorisés, par exemple comme combustible en remplacement du pétrole.

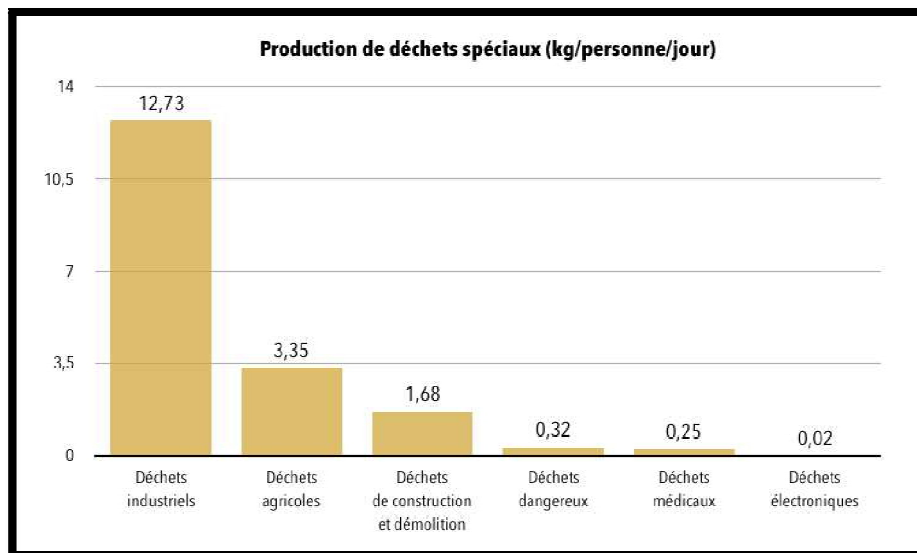


Figure I.3: La production de déchets spéciaux dans le monde [11].

I.9.2. Au niveau national

Passant à notre pays l'Algérie, en 2018 selon les résultats d'une étude réalisée par le ministère de tutelle, "un volume de 34 millions de tonnes de déchets/an est produit en Algérie, dont 13 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés", a indiqué Mme Zerouati, dans son allocution d'ouverture des premières assises régionales Centre-Ouest sur l'économie circulaire [12].

I.10. Déchet ultime

Tout déchet ménager et assimilé brut issu du ramassage parallèle à la collecte sélective, le refus de tri, le déchet industriel banal issu des ménages et des déchetteries ainsi que les boues de stations d'épuration. C'est un déchet, résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment.

I.10.1.Solidification

Transformer le déchet en une forme stable et durable possédant certaines propriétés physiques, qui permettent de le stocker, de le mettre en décharge ou de l'utiliser.

I.10.2.Stabilisation

Fixer chimiquement ou physiquement les contaminants du déchet en diminuant leur mobilité (tend vers 0) pour éviter leur dispersion et donc le risque qu'ils contaminent l'environnement par de nombreux mécanismes :

- Absorption ou adsorption physique.
- Précipitation.
- Hydratation.
- Hydrolyse alcaline.
- Échange ionique.
- Encapsulage [13].

I.11.Législation

Recueil de quelques textes juridiques .Loi N°01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

- Décret exécutif N°02-175 du 20 mai 2002 portant création, organisation et fonctionnement de l'Agence Nationale des Déchets (AND).
- Décret exécutif N°02-372 du 11 novembre 2002 relatif aux déchets d'emballages.

Décret exécutif N°04-409 du 14 décembre 2004 fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.

- Décret exécutif N°4-410 du 14 décembre 2004 fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.
- Décret exécutif N°05-314 du 10 septembre 2005 fixant les modalités d'agrément de générateurs et / ou détenteurs de déchets spéciaux.
- Décret exécutif N°05-315 du 10 septembre 2005 fixant les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.
- Décret exécutif N° 06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux [2].

I.12.Effets liés aux déchets solides

L'accroissement et la propagation des déchets solides dans le monde n'est pas sans incidences sur l'environnement puisqu'ils ont un impact négatif direct sur les sols, la flore, la faune, la qualité de l'air, les eaux qu'elles soient de surface ou souterraines et enfin sur les paysages. Ceci n'est évidemment pas sans conséquence non plus sur le plan sanitaire des humains.

I.12.1 Les effets sur l'environnement

Les déchets solides ont un impact environnemental sévère qui se manifeste par une :

- altération de la qualité de l'air (gaz, fumées et poussières)
- altération des sols et des paysages par des polluants chimiques
- pollution des ressources en eau par les infiltrats et les eaux usées.



Figure I.4 : Pollution de sol



Figure I.5: Pollution de l'air



Figure I.6: Pollution de l'eau

I.12.2. Les effets sur la santé de l'homme

La pollution de l'eau, l'air et des sols évoqués ont une conséquence directe sur la santé de l'homme. Les pathologies liées à des conditions environnementales favorables et maladies spécifiques de la manipulation des déchets (agents de nettoyage, chiffonniers...)

- Hépatites épidémiques et sériques.
- Tétanos.
- Proéminence de la tuberculose.
- Maladies de contact de la peau et des muqueuses [14].



Figure I.7: Un chiffonnier faisant le tri dans une rivière de déchets

Figure I.8: Enfants nageant dans une rivière de déchets

I.13. Conclusion

À travers ce premier chapitre, nous avons tenté de mettre en lumière le déchet solide sous toutes ses déclinaisons, et de tout ce qui s'y rapporte (la classification, les caractéristique, et cycle de vie...) afin d'essayer de lever le voile sur cette notion un peu ambiguë, nous avons aussi abordé la situation des déchets solides

Nous espérons, au terme de ce chapitre, avoir fait le tour du concept de déchet, ce qui permettra de mieux comprendre par la suite la gestion de ce dernier.

CHAPITRE II

Gestions Et

Valorisation Des

Déchets Solides

II.1.Introduction

La gestion des déchets apparaît comme une question d'organisation et d'optimisation des techniques déjà connues, dont les effets sur l'environnement sont apparemment maîtrisés. Elle se présente ainsi moins comme un enjeu environnemental majeur que comme une question économique et de gestion.

Les grandes modalités de traitement sont identifiées (recyclage, enfouissement, incinération, compostage...) avec différentes solutions et techniques pour chacune d'entre-elles.

II.2.Gestion des déchets

La gestion des déchets regroupe l'ensemble des mesures visant la prévention et la réduction des déchets ainsi que l'élimination contrôlée et non polluante des déchets de toute sorte. La réglementation algérienne définit la gestion des déchets comme toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations [15].

II.3. Définition du traitement des déchets

La loi 01-19 du 12 décembre 2001, définit le traitement des déchets comme toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et/ou de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets [16].

II.4.Définition de la valorisation des déchets

On distingue la valorisation énergétique, matière et organique :

- valorisation énergétique : exploitation du gisement d'énergie que contiennent les déchets. Cette énergie sert à produire de l'électricité et/ou de la chaleur et/ou de la vapeur.
- Elle est utilisée, par exemple, pour chauffer des immeubles
- valorisation matière : utilisation de tout ou partie d'un déchet en remplacement d'un élément ou d'un matériau
- valorisation organique : utilisation pour amender les sols de compost, digestat ou autres déchets organiques transformés par voie biologique [17].

II.5.Les déchets ménagers

II.5.1.collecte des déchets ménagers

II.5.1.1.Définition de collecte

La collecte désigne l'ensemble des opérations qui consistent à regrouper les déchets, depuis leurs sources de production (maisons et appartements des habitants d'une commune) puis à les transporter jusqu'aux centres de traitement.

II.5.1.2.Types de collecte

On distingue deux manières de collecter les déchets ménagers :

a. La collecte traditionnelle : Ramassage de tous les déchets mélangés.

b. La collecte sélective (ou séparative) : Ramassage de certains déchets récupérables préalablement séparés (papiers et cartons, métaux, verre, ...), en vue d'une valorisation ou d'un traitement spécifique

II.5.1.3. Caractéristiques de type de collecte des déchets

II.5.1.3.1.Collecte traditionnelle

- Ramassage régulier : hebdomadaire.
- Ramassage au porte à porte.
- Bennes ou camions de collecte

➤ La collecte pneumatique

Ce système d'origine suédoise consiste en un transport des déchets depuis le vide-ordures jusqu'au lieu de stockage et de traitement par conduites pneumatiques (par jet d'air comprimé) souterraines



Figure II.1 : Schéma de principe de la collecte pneumatique des ordures ménagères

II.5.1.3.2. Collecte sélective

Actuellement, il existe deux grands de collecte sélective : le porte à porte (PAP) et l'apport volontaire (AV)

a. Collecte sélective en porte à porte : Elle repose sur un tri à la source effectué par l'habitant et sur la mise en place de contenants spécifiques (sacs ou bacs).

b. Collecte sélective par apport volontaire (ou points de regroupement) : C'est une collecte mono-matériaux : l'utilisateur doit déposer des déchets préalablement séparés des autres dans un conteneur, ou un caisson métallique (cas d'une déchetterie).

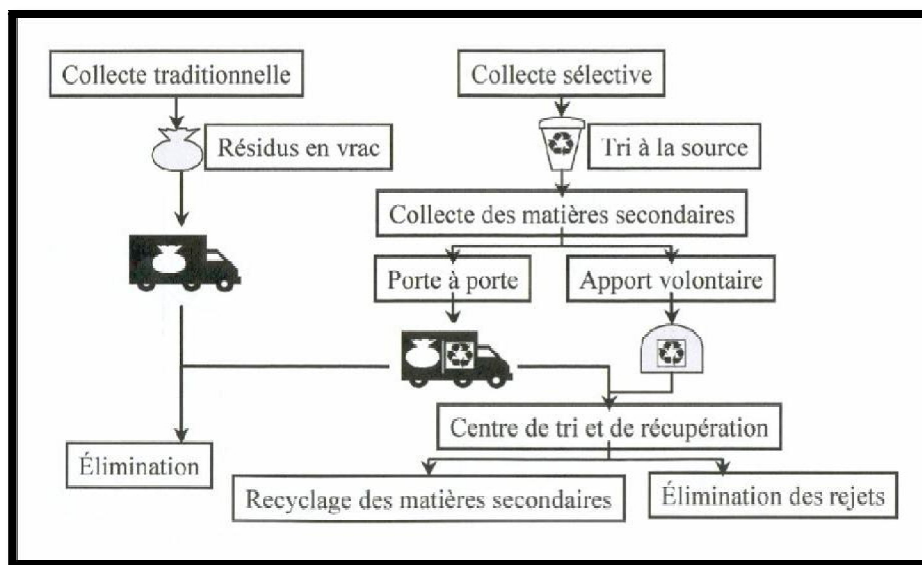


Figure II.2 : Types de collecte des déchets ménagers et assimilés [18].

II.5.1.4. Les équipements de collecte

sont une catégorie de déchets constituée des équipements en fin de vie, fonctionnant à l'électricité ou via des champs électromagnétique









	BAC	<ul style="list-style-type: none"> - Différentes tailles : de 120 à 1000 L - Facilité de manipulation : plus léger (PEHD) 		CAISSE PALETTE	<ul style="list-style-type: none"> - Gerbable sur une grande hauteur - Bonne capacité de chargement (jusqu'à 500 kg)
	ROLL	<ul style="list-style-type: none"> - Faible encombrement au sol - Facilité de déplacement 		BORNE	<ul style="list-style-type: none"> - Regroupement des déchets valorisables (Tri sélectif / Apport Volontaire) - Contenance limitée à 5 m³
	GRILLE	<ul style="list-style-type: none"> - Déplacement facilité par transpalette - Visibilité du contenu déposé 		COMPACTEUR	<ul style="list-style-type: none"> - Compacte les déchets afin de réduire leur volume - Grande ouverture pour un meilleur enfoncement des déchets
	BOX	<ul style="list-style-type: none"> - Borne d'apport volontaire en carton 100% recyclable - Pour les implantations de bureaux (agences, sièges...) 		COLLECTEUR CONFIDENTIEL	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les documents sensibles - Différentes capacités : 70 L, 130 L, ...

Figure II.3 : Les équipements de collecte et transport [19].

II.5. 2.La déchetterie

II.5.2.1.Définition de déchetterie

Une déchetterie, ou déchèteerie, est un espace aménagé, gardienné et clôturé pour l'apport volontaire de déchets et permet également aux habitants de se débarrasser de certains déchets qui sont trop encombrants ou ne pouvant être mis dans les poubelles..



Figure II.4 : Vue d'une déchetterie



Figure II.5: Types de déchets admis dans une déchetterie

II.5.2.2. Types de déchetterie

On distingue quatre types de déchetterie :

1. les « petites » déchetteries rurales (750 m², 4 bennes, pour 10.000 habitants)

2. les déchetteries « moyennes » implantées en périphérie de commune urbaine (1750 m², 8 bennes, pour 15.000 habitants)
3. les « grandes » déchetteries urbaines créées pour une population urbaine dense (3500 m², 12 bennes, pour 30.000 habitants).
4. Déchetterie industrielle [18].

II.5.3. Le centre de transport

Le centre de transfert (ou de transit), également appelé station de transfert, est un équipement qui permet de regrouper des déchets, apportés par les collecteurs, voire par les entreprises productrices elles-mêmes. Entre la phase de collecte et le traitement, il peut s'avérer utile de mettre en place ce type d'installation afin de faire face à l'éloignement des unités de traitement, de consolider les lots, et donc de diminuer les coûts de transport.

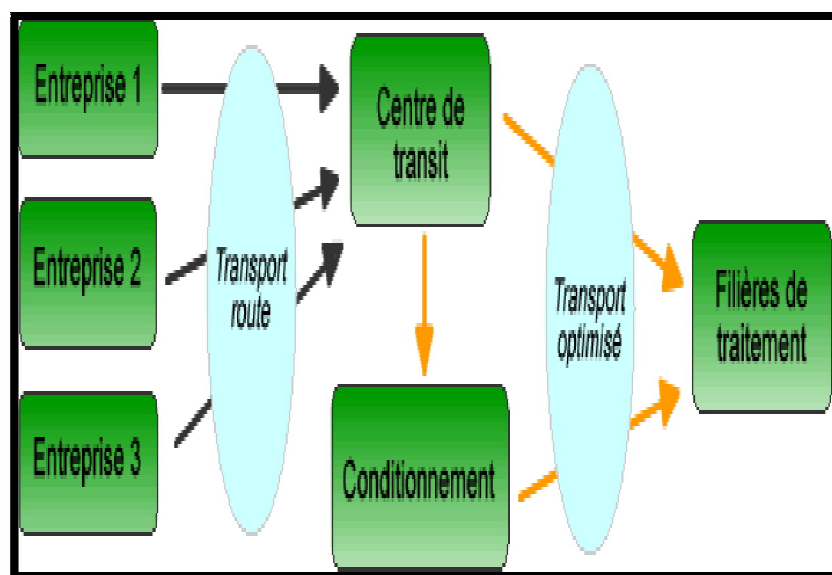


Figure II.6: Transport des déchets [19].

II.5.4. Mise en décharge des déchets ménagers et assimilés

II.5.4.1. Décharge classique ou incontrôlée (sauvage)

Ce type de décharge est sans doute le mode d'élimination terrestre le plus couramment appliqué dans les pays en développement. Il n'est précédé d'aucune étude d'impact ni analyse environnementale et les déchets sont mélangés sans tri d'où le nom de la « décharge incontrôlée » ou « décharge à ciel ouvert » ou « décharge sauvage »



Figure II.7 : Décharge classique des déchets

II.5.4.1.2. Les effluents de décharge : lixiviats et biogaz

II.5.4.1.2.1. Les lixiviats de décharges

On désigne par lixiviats, eaux usées appelées encore percolats, lessivats ou jus de décharge, les eaux qui ont percolé à travers les déchets en se chargeant physiquement et surtout chimiquement de substances minérales et organiques. Les lixiviats sont produits par le contact entre les déchets et l'eau : essentiellement l'eau de pluie et l'eau contenue dans les déchets.

Les lixiviats peuvent atteindre la nappe phréatique et ainsi se propager dans d'autres milieux. Ils peuvent donc engendrer des pollutions et des dysfonctionnements dans les écosystèmes voisins (notamment en intégrant la chaîne alimentaire par leur accumulation dans les végétaux). Les jus de décharge sont souvent assimilés à des rejets industriels complexes contenant à la fois des polluants toxiques : organiques et minérales. Si leur présence risque d'entraîner la contamination de sources d'eau potable ou une pollution de surface, ils doivent nécessairement subir un traitement avant leur rejet dans le milieu naturel

-Les procédés de traitement appliqués aux percolats de décharge sont nombreux, à savoir :

a. Traitement biologique aérobie ou anaérobie

C'est le procédé le plus utilisé pour l'élimination de la pollution organique. Toutes les techniques de traitement des eaux usées sont applicables aux lixiviats : lagunage; boues activées, lits bactériens.

b. Oxydation chimique

Les principaux oxydants sont l'ozone, le peroxyde d'hydrogène, le chlore, l'hypochlorite de calcium et le permanganate de potassium

c. Adsorption

Le charbon actif est le matériau le plus utilisé pour le traitement physico-chimique des lixiviats. Néanmoins, en raison de son coût relativement élevé et de la forte charge organique du jus de décharge, il est conseillé de l'utiliser conjointement à d'autres procédés.

d. Coagulation-floculation

Les réactifs les plus employés, pour la coagulation-floculation des lixiviats, sont le sulfate d'alumine ou alun, le sulfate ferreux, le chlorure ferrique et le chlorosulfate ferrique.

e. Procédés à membrane : osmose inverse

C'est un procédé connu et d'une utilité certaine dans beaucoup de secteurs de l'industrie et dans le traitement des effluents les plus pollués.

II.5.4.2.2. Le biogaz de décharges

Le biogaz est produit par la décomposition anaérobie des déchets organiques. On ne le trouve donc que dans des centres de stockage de classe II ou dans d'anciennes décharges recevant des déchets mélangés. La production s'effectue comme dans un bio digesteur avec quatre phases : hydrolyse, acidogénèse, acétogénèse et méthanogénèse.

Ces réactions biochimiques s'opèrent à une température inférieure à celle des biodigesteurs.

Tableau II.1 : Composition moyenne du biogaz de décharge (% volumique).

Gaz	Minimum	Maximum
CH ₄	30 %	55%
CO ₂	22%	50%
N ₂	3%	26%
H ₂ S	4 mg/m ³	20 mg/m ³
CO	0	3%
H ₂	0	3%
O ₂	1%	8%
NH ₃	0	0,35.10 ⁻⁶ vol
H ₂ O	4 % environ	

II.5.4.2.3. Techniques d'extraction et de destruction du biogaz

Le traitement et le conditionnement du biogaz comportent plusieurs étapes. Le biogaz est tout d'abord aspiré au moyen d'un système d'extraction dont le débit fait l'objet d'une régulation qui conditionne le taux de captage et la qualité du gaz. Les gaz sont ensuite injectés dans une unité d'incinération. Cette unité d'incinération a pour fonction de convertir les composés inflammables ou toxiques du gaz en composés inertes. Il s'agit principalement d'un système constitué par une torchère dont les performances sont liées à la température de la flamme et à la qualité de combustion

II.5.4.2.4. Valorisation du biogaz

Les principaux modes de valorisation du biogaz sont les suivants :

- La production d'énergie électrique
- La production de vapeur ou d'eau chaude
- Le nettoyage et la conversion de biogaz en gaz naturel
- La cogénération (production d'électricité et de chaleur)

II.5.4.2. Décharge contrôlée (CET OU CSD)

Ce type de décharge est appelé centre d'enfouissement technique (CET) ou centre de stockage des déchets (CSD), le principe reste cependant similaire à celui de la décharge classique. La différence se situe au niveau de la conception de l'ouvrage. Avant le démarrage de l'enfouissement des déchets, le fond et les côtés de la décharge sont recouverts successivement de couches de sable, de bentonite et/ou d'argile, de polyéthylène (PEHD) étanche et de sable (couche drainante).

II.5.5. Classification des centres d'enfouissement techniques

Un Centre d'Enfouissement Technique (CET) est une installation permettant de stocker les déchets acceptés en les isolant du milieu qui les entoure et d'éviter toute contamination du sol et de la nappe phréatique. Il existe une classification des installations de stockage de déchets, réparties en 4 classes :

- CET de classe 1 : destiné à accueillir les déchets industriels dangereux
- CET de classe 2 : reçoit les ordures ménagères et déchets assimilés.
- CET de classe 3 : reçoit les déchets inertes : terres, gravats, béton concassé, etc.
- C.E.T. de classe 4 : les déchets industriels non toxiques destinés à l'usage exclusif du producteur des déchets

II.5.5.1. Structure d'un centre d'enfouissement technique de classe 2 (CET 2)

Un centre d'enfouissement de classe 2 est essentiellement réservé aux déchets ménagers

et assimilés, ce centre de stockage comprend une surface de stockage de plusieurs dizaines d'hectares composé de casiers, indépendants, sur le plan hydraulique, constitué d'alvéoles, dans lesquelles sont entreposés les déchets, dont la hauteur doit être déterminée de façon à ne

pas dépasser la limite de stabilité des digues. En pratique, les casiers ont fréquemment des surfaces maximales allant de 5000 m pour une petite décharge de 1,5 ha pour une grande décharge. Les casiers sont entourés de digues étanches et l'ensemble des casiers est entouré d'une digue périphérique pouvant avoir des pentes internes de 2/1 et des pentes externes de 3/1. Les déchets sont entreposés dans un lieu confiné, sans échange avec les milieux environnant (eaux souterraines, sol et atmosphère). Entre le stockage de déchets et ces différents lieux, des dispositifs de sécurité sont aménagés sous forme de "barrières", passives et actives

- **Barrière passive (étanchéité naturelle)** : constituée par la couche géologique naturelle et doit présenter de haut en bas, une perméabilité (K_s) inférieure à 10^{-9} sur au moins 1 m et inférieure à 10^{-6} sur au moins 5 m. Une couche d'argile ou des matelas de bentonite sont des moyens qui permettent de réaliser une étanchéité naturelle.
- **Barrière active (étanchéité artificielle)** : constituée du bas vers le haut : d'une géomembrane, ou tout dispositif équivalent. Elle constitue la meilleure prévention des transferts advectifs, surmontée d'une couche de captage et d'un réseau de drainage pour les lixiviats. Seules les géomembranes en PEHD (Polyéthylène à Haute Densité) seraient chimiquement résistantes aux lixiviats,

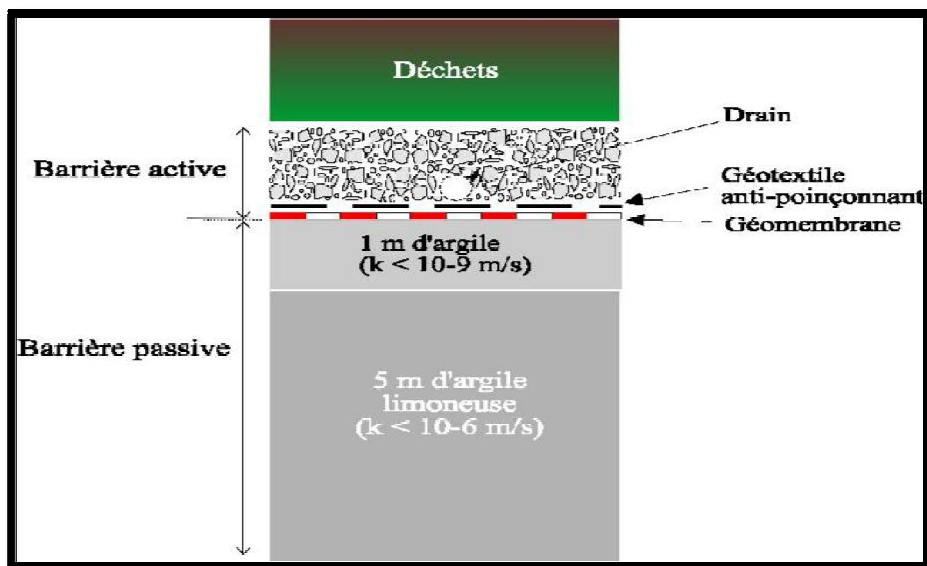


Figure II.8: Fond de CET de Classe 2

II.5.6.Prétraitement des déchets ménagers et assimilés (broyage et tri)

II.5.6.1.Broyage des déchets ménagers et assimilés

Le broyage permet de transformer une masse hétérogène et volumineuse de déchets en particules plus fines et plus homogènes

II.5.6.2.Types de broyeurs

- Broyeurs à marteaux
- Tambours à criblage
- Râpes

II.5.6.3.Tri (ou séparation) des déchets ménagers et assimilés

Le tri des déchets est intéressant à divers titres :

- La récupération et recyclage de certains composants (verre, métaux, papier matières plastiques, etc.)
- L'élimination de matières gênantes pour les procédés de traitement ultérieurs

II.5.6.3.1.Centres de tri

Un centre de tri comporte quatre parties :

- une zone de réception des déchets et de chargement sur les chaînes de tri
- une zone de tri mécanisé
- une zone de tri manuel
- une zone de conditionnement des produits à valoriser

II.5.6.3.2.Principaux procédés de séparation

On distingue deux types de procédés :

1. Procédés de séparation par voie sèche

- cribles
- éjecteurs balistiques
- séparateur pneumatiques
- Cyclones

- séparateurs électrostatiques
 - séparateurs optiques
2. Procédés de séparation par voie humide :
- Pulpeurs
 - séparateurs par liqueur dense
 - séparateurs par flottation [18].

II.5.7. Bioconversion des déchets organiques

II.5.7.1. Compostage

II.5.7.1.1. Définition de compostage

Est le processus de transformation biologique de matières organiques (déchets végétaux, restes de repas, déjections...) en conditions d'aération permettant de produire un compost utilisable en agriculture en tant qu'amendement organique.

Le compostage est basé sur l'équation globale de bio oxydation de la matière organique (MO) suivante :

Matière organique + Micro-organismes + O₂ → Produit oxydé (Compost) + CO₂ + H₂O + Chaleur [20].

II.5.7.1.2. Le but et les avantages du compostage

Le but du compostage est de ramener au sol un produit de qualité à base de matière organique et d'éléments minéraux, et qui lui sont associés. Sur le plan agronomique, le compost permet :

- Une homogénéisation des matières
- Un rééquilibrage du rapport C/N des matières organiques
- Une stabilisation de la matière organique évitant les soucis de stockage (odeurs et pertes d'azote)
- Une réduction voire une élimination des semences de mauvaises herbes qui pourraient s'y retrouver
- Une destruction plus ou moins importante des polluants organiques par biodégradation

- Un apport d'éléments fertilisants complémentaire aux sols et qui serait perdus sans ce recyclage
- Une dilution des matières toxiques peu ou pas dégradables en permettant ainsi de les répartir sur une plus grande surface de sols [15].

II.5.7.1.3. Qualité du compost

Le compost est la matière humique stable, assainie, riche en matière organique et non nauséabonde, qui résulte du compostage des bio déchets .Il est composé pour l'essentiel d'une fraction organique stabilisée et de composés minéraux. L'action de composter est donc de produire de la matière organique de type humique stable [17].

II.5.7.1.4. Types de composts

- **Le compost anaérobic** : est le compost résultant d'un entassement de débris végétaux qui se décomposent sur place, les inconvénients d'un tel compost sont :

-Odeurs désagréables du au pourrissement

-Evolution plus lente que celle d'un compost aérobie (il lui faut environ un an pour être prêt)
Et les risques de problèmes phytosanitaires car sa température reste basse et les organismes pathogènes ne sont pas détruits

- **Le compost aérobie** : Il ne possède pas d'odeur désagréable, sa maturation est beaucoup plus rapide (il peut être prêt en six mois environ).Les graines des mauvaises herbes et les germes pathogènes sont détruits lors de l'élévation de température résultant de la fermentation. Cependant, son seul inconvénient est qu'il nécessite une intervention humaine plus importante que le compost anaérobic [15].

II.5.7.1.5. Détermination de la maturité du compost

Le degré de maturité s'exprime généralement par la valeur du rapport (MO/N) de la matière organique (MO) à l'azote total (N). Sachant que : $MO = C/0,47$

Les composts sont classés selon le degré de maturité comme suit :

- Compost frais (température de 60°C pendant au moins 4 jours) : $MO/N \geq 30$
- Compost mûr (stabilisation de la courbe de température) : $25 < MO/N < 30$

-Compost demi-mûr (état de maturité intermédiaire) : MO/N < 25

II.5.7.1.6. Paramètres à contrôler lors du compostage

Pour produire des composts de qualité, un contrôle sévère doit être exercé sur les différents paramètres du compostage qui influencent les processus de transformation :

- la température
- la teneur en eau (teneur optimale voisine de 50 à 60%)
- l'oxygène et l'air de ventilation
- la nature et la granulométrie du substrat
- le rapport carbone/azote
- la valeur du pH (limites acceptables comprises entre 5 et 7) [17].

II.5.7.1.7. Les quatre phases du compostage

L'évolution schématique de la température au sein du compost permet de définir quatre phases au cours du compostage

- La phase mésophile : c'est la phase initiale du compostage. Durant les premiers jours la présence de matières organiques facilement biodégradables (les sucres, les glucides, les lipides) entraîne une forte activité microbienne générant une rapide montée en température à l'intérieur du compost.
- La phase thermophile : on observe une montée de la température allant de 60°C à 75°C. Seules les bactéries peuvent survivre à ces températures. La grande partie de la matière organique est perdue sous forme de CO₂ et H₂O.
- La phase de refroidissement : elle est caractérisée par une diminution de la quantité de matières organiques facilement dégradables provoquant un ralentissement de l'activité microbienne. Ceci favorise un refroidissement du compost.
- La phase de maturation : les processus d'humification prédominent ainsi que la dégradation lente des composés résistants. Cette phase de maturation dure jusqu'à l'utilisation du compost

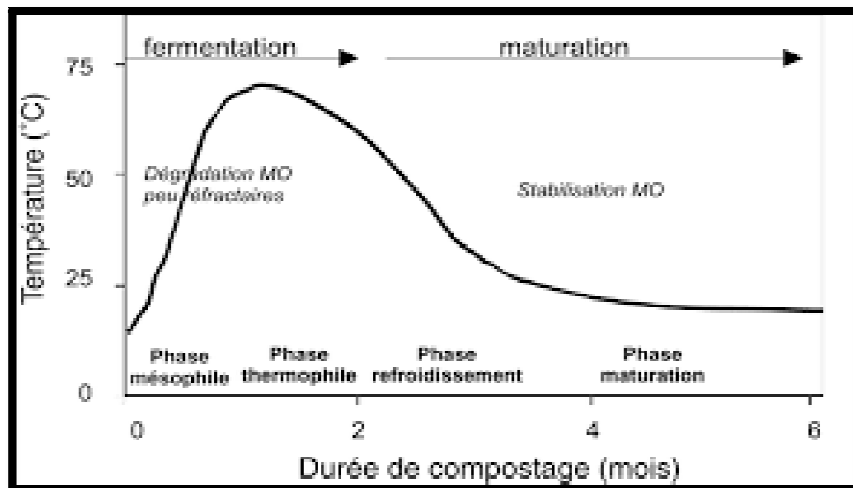


Figure II.9: Courbe théorique de l'évolution de la température au cours du compostage [21].

II.5.7.1.8. Procédés de compostage

Classiquement, pour le compostage des déchets ménagers et assimilés deux principaux procédés sont envisagés :

- **Compostage en andains à l'air libre (lent)**

Cette technique consiste, après traitement mécanique et éventuellement adjonction d'eau, à mettre les déchets broyés sur une plate-forme appropriée de fermentation

- **Compostage en bioréacteur (accélééré)**

Ce type de compostage contrôle et optimise au mieux les paramètres influençant

(Température, oxygène, humidité...) afin de réduire les temps de séjour. Ce système réduit ainsi la phase active de la fermentation aérobie (phase thermophile) à quelques jours. Cette première phase dure 8 à 21 jours et suivie d'une phase de maturation "en tas" durant plusieurs semaines (obtention d'un compost mûri) [17].

II.5.7.1.9. Lombricompostage

Le terme lombricompostage (ou Vermicompostage) se réfère à l'utilisation de vers.

Pour composter les résidus organiques, Les vers peuvent consommer pratiquement tous les types de matière organique et peuvent absorber l'équivalent de leur propre poids par jour. Les turriculés (excréments) des vers sont riches en nitrates, et en formes disponibles de P, K, Ca et Mg. Le passage à travers les vers de terre favorise la croissance des bactéries.

Notamment des actinomycètes dont la teneur dans les déjections de vers de terre est six fois supérieure à celle du sol d'origine [21].

II.5.8.La méthanisation

II.5.8.1. Définition de la méthanisation

La méthanisation (ou digestion anaérobie) est un processus biologique de dégradation de la matière organique sous l'action de populations microbiennes appropriées qui, en l'absence d'oxygène, produit un mélange de méthane et de gaz carbonique ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$) appelé biogaz.

II.5.8.2.Principaux déchets concernés par la méthanisation

Les déchets susceptibles d'être traités par digestion anaérobie sont de trois types :

1. Déchets ménagers et assimilés
2. Déchets agricoles
3. Déchets industriels

II.5.8.3.Les grandes étapes de la méthanisation des déchets

La méthanisation, qui s'effectue en cellule close (digesteur), à l'abri de l'air, se divise en quatre étapes principales : l'hydrolyse, l'acidogénèse, l'acétogénèse et la méthanogénèse

- **L'hydrolyse**

Les macromolécules (protéines, lipides, polysaccharides) qui constituent la matière organique se décomposent en petites molécules solubles (acides gras, mono et disaccharides, peptides et acides aminés). C'est une étape importante avant le procédé de fermentation, car les bactéries fermentatives ne peuvent pas absorber les polymères organiques complexes directement dans leurs cellules. Cette étape est le plus souvent lente.

- **L'acidogénèse**

Au cours de cette étape, les composés obtenus lors de l'hydrolyse sont transformés en acides gras volatils (AGV) (acétiques, propioniques), en alcools (éthanol), en acides organiques (lactiques) en hydrogène et en dioxyde de carbone.

- **L'acétogénèse**

L'étape d'acétogénèse permet la transformation des divers composés issus des phases précédentes en précurseurs directs du méthane : l'acétate, le dioxyde de carbone et l'hydrogène. Lors de cette étape, l'hydrogène produit doit être éliminé en continu pour éviter son accumulation, et par conséquent, l'arrêt de l'acétogénèse.

- **La méthanogénèse**

Dernière phase au cours de laquelle les produits issus de l'acétogénèse (acétate, formate, hydrogène, dioxyde de carbone) sont minéralisés et transformés en méthane par des micro-organismes méthanogènes (anaérobies stricts). Cette transformation est réalisée selon deux voies : l'une à partir de l'hydrogène et du dioxyde de carbone via les espèces dites hydrogénotrophes, et l'autre à partir de l'acétate en utilisant les espèces acétotrophes, selon le mécanisme suivant :

- Les méthanogènes acétotrophes : $\text{acétate (CH}_3\text{COO}^-) + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$
- Les méthanogènes hydrogénotrophes : $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

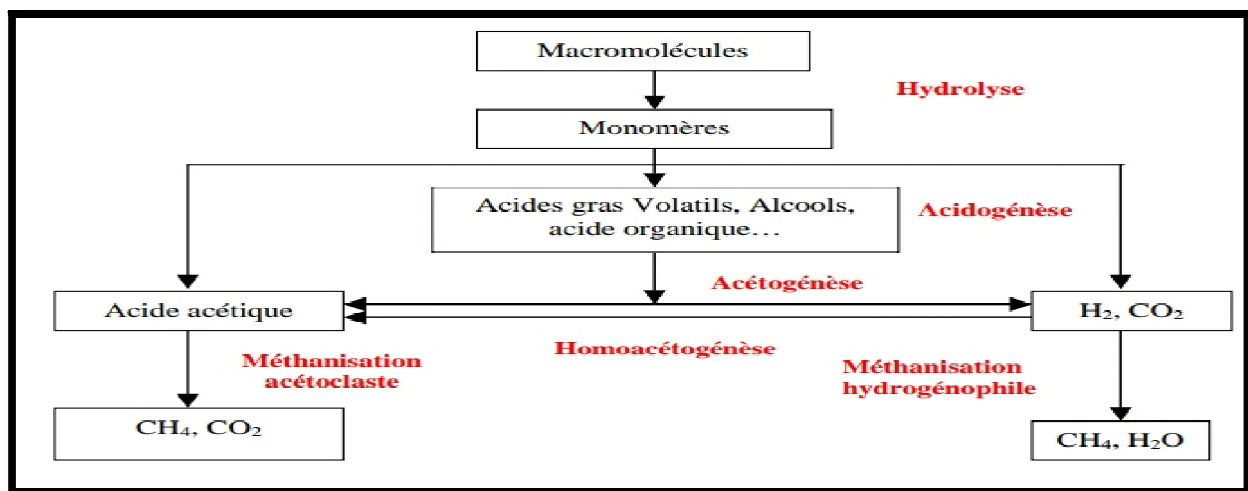


Figure II.10 : Etapes de la dégradation anaérobie de la matière organique.

II.5.8.4. Paramètres à contrôler dans une installation de méthanisation

- pH proche de la neutralité ;
- température mésophile, généralement de 35 à 42°C ;
- rapport optimal C/N entre 20 et 30 (au delà duquel le % de méthane dans le biogaz chuterait)
- AGV, normalement inférieurs à 500 mg/l.
- l'agitation (15 min toutes les 2 h) améliore le contact substrat/biomasse active. Le brassage, l'homogénéisation et la recirculation active les zones mortes du milieu de culture [18].

II.5.8.5. Evolution de la méthanisation des déchets

On distingue deux types de fermentation :

- **Méthanisation en fermentation « humide »**

Ce sont des fermentations à caractère mélangé. Comme les fermentations humides ont tendance à former 3 couches, avec au dessus les flottants et en dessous les lourds, les agitations qui sont mises en place créent une boucle. Le tri est donc essentiel ici et doit être particulièrement poussé lorsque les intrants sont, par exemple, des ordures ménagères brutes.

- **Méthanisation en fermentation « sèche »**

Ces digesteurs sont principalement des réacteurs à caractère piston. C'est pourquoi, ils ont en amont du digesteur un mélange des déchets avec du digestat. La teneur en matière sèche élevée, conduit à un digestat qui peut supporter des déchets lourds sans qu'ils ne tombent au fond. Cela limite la technologie de prétraitement. Par contre, cette technologie ne peut traiter des déchets qui ont une teneur en humidité inférieure à 20 % [22].

II.5.8.6. Types de digesteurs [23]

Le digesteur, encore appelé fermenteur ou bioréacteur - anaérobie est généralement constitué d'une cuve fermée, étanche à l'air et de préférence isolée thermiquement de l'extérieur dans laquelle différents microorganismes se côtoient pour dégrader et biochimiquement les déchets et effluents organiques et produire du biogaz. Le choix du digesteur varie en fonction du type de déchets à traiter et de l'application visée. On peut classer les digesteurs selon :

- Le mode d'alimentation : batch (discontinu), continu ou semi-continu
- Le type de substrats : solide, semi-solide ou liquide
- Le nombre d'étapes : mono- ou bi-étape selon que la méthanogénèse et l'acidogénèse, se déroulent dans le même réacteur ou dans deux cuves séparées [23]

II.5.8.7. Avantages et inconvénients de la méthanisation

Parmi les avantages de la technologie de méthanisation, nous citons les plus importants :

- production d'un biogaz propre et renouvelable
- économie d'énergie par diminution de la consommation des énergies fossiles
- traitement des déchets et élimination des odeurs

Cependant, cette technologie présente quelques inconvénients :

- Dégradation plus lente que celle réalisée au moyen des procédés aérobies
- Coûts d'investissement assez élevés
- Faible vitesse de croissance des bactéries et par conséquent une cinétique d'épuration lente [18].

II.5.9. Incinération

II.5.9.1. Définition de l'incinération

C'est une technique de gestion des déchets qui consiste en la transformation et la réduction de la quantité des déchets par l'action du feu, puis le transfert des restes vers les décharges. Cette technique est venue pour répondre aux difficultés éprouvées pour trouver de nouveaux sites pour les CET. La technique d'incinération ne convient pas pour tous types de déchets, notamment les déchets solides dangereux. Elle concerne seulement les déchets ménagers et assimilés, les déchets d'activités commerciales ainsi que les déchets d'activités de soins à risques infectieux. Elle permet de réduire le poids des déchets de 30 à 50%.

II.5.9.2. But de l'incinération

L'incinération des déchets consiste à réduire de manière très importante les volumes de déchets en les brûlant. L'énergie dégagée par ce processus peut être valorisée en alimentant des réseaux de chaleurs (chauffage, production d'eau chaude sanitaire, piscines et serres agricoles...) ou en produisant à l'aide d'une turbine de l'électricité [24].

II.5.9.3. Règle des 3 T

En contrôlant trois facteurs :

- **La température**

Elle doit être suffisante pour réduire la majorité des molécules auto-combustibles.

En général, la température doit être comprise entre 850 et 1000°C pour empêcher la formation de gaz toxiques polluants.

- **Le temps de séjour**

C'est le temps pendant lequel les déchets sont exposés aux hautes températures. Il doit être suffisamment long pour permettre à l'ensemble des réactions chimiques de se réaliser. Il doit être de l'ordre de 30 à 60 min pour assurer une combustion complète des déchets. Le

temps de séjour est déterminé par la relation suivante : $T = \frac{V}{Q}$

Où :

V : représente le volume de la chambre de combustion et Q le débit en volume de gaz produit par la charge incinérée.

- **La turbulence**

Elle exprime le mélange entre les combustibles et l'air comburant.

II.5.9.4. Les différentes phases du processus d'incinération

L'incinération des déchets se déroule en trois phases distinctes, à savoir :

- une phase de séchage avec évaporation de l'eau, durant laquelle se dégagent les matières volatiles
- une phase de vaporisation des matières organiques à partir de 200°C
- une phase de gazéification et de combustion du résidu carboné

II.5.9.5. Types des fours d'incinération des ordures ménagères

Concernant la phase de combustion en elle même, plusieurs types de fours ont été développés. La majorité des installations sont équipées de « fours à grille», mais d'autres technologies comme les « fours tournants et/ou oscillants» ou les« fours à lit fluidisé» sont aussi employés.

- **Fours à grilles mobiles**

C'est le procédé d'incinération le plus utilise pour les déchets urbains, dans ce type de four, la combustion des déchets a lieu sur un support mobile, en général une grille, constituée soit de barreaux (mouvements de translation du déchet), soit de rouleaux (mouvements de rotation).

- **Fours tournants et/ou oscillants**

Ce type de four est, en général, équipé d'une double enveloppe, assurant le préchauffage de l'air de combustion, celui-ci étant injecté sous les déchets.

En four tournant, les fumées sont extraites au niveau de l'introduction des déchets, en face avant, les fumées progressant dans ce cas à contre-courant de la charge. En four oscillant, les fumées sont extraites au milieu du four, au niveau de l'enveloppe cylindrique, les fumées progressant alors à courant parallèle puis à contre-courant de la charge.

- **Fours à lit fluidisé**

La combustion en lit fluidisé est une technique éprouvée sur le charbon ou sur certains déchets homogènes (boues de station d'épuration

Les fours à lit fluidisé sont de trois types :

- Four à lit fluidisé dense (LFD)
- Four à lit fluidisé rotatif (LFR)
- Four à lit fluidisé circulant (LFC)

II.5.9.6. Traitement des gaz de combustion et des fumées

Les polluants contenus dans les fumées de combustion se présentent sous la forme de solides particulaires (poussières) ou sous forme gazeuse (HCl, SO_x, NO_x...). Il convient donc, après refroidissement, d'effectuer des opérations de dépoussiérage et de neutralisation des fumées, avant leur rejet à l'atmosphère.

II.5.9.6.1. Dispositifs de dépolluage

On distingue quatre types de dépollueurs :

- **Dépollueurs mécaniques:** ces dispositifs utilisent les forces d'inertie et gravitaire pour la séparation gaz/solide. Ils regroupent les cyclones, les multi cyclones et les chambres de sédimentation
- **Dépollueurs humides:** ces dispositifs, appelés également laveurs Venturi, utilisent une pulvérisation d'eau, a co-courant des fumées chargées, au col d'un conduit Venturi, les gouttelettes venant capter les poussières.
- **Dépollueurs à couches filtrantes:** ces dispositifs, également désignés par filtre à manches, utilisent un média filtrant (tissu ou fibres) en poche, pour effectuer la séparation solide/gaz. Ces filtres sont décollables par injection séquentielle d'air comprimé.
 - **Dépollueurs électrostatiques sec ou humides :** désignés également par électro-filtres, ils permettent la séparation gaz/solides dans les fumées par attraction électrostatique des particules chargées par des électrodes émissives puis collectées par des électrodes réceptrices (plaques).

II.5.9.6.2. Dispositifs de neutralisation des fumées

Différents procédés d'abattement ou de neutralisation des fumées sont actuellement disponibles

- **Épuration par voie sèche et réactif alcalin:** l'épuration des fumées par voie sèche consiste à injecter dans les fumées un réactif (chaux ou bicarbonate de sodium), sous forme de solide pulvérulent sec
- **Épuration par voie semi-humide :** comme dans le cas du procédé sec, le principe du procédé semi-humide consiste à neutraliser les gaz acides par injection de chaux, celle-ci étant, dans ce cas, préalablement mélangée à de l'eau, pour former un lait de chaux.
- **Épuration en voie humide:** le procédé s'apparente à un procédé de lavage de gaz, à l'eau additionnée d'un réactif basique (soude, chaux). Les gaz doivent d'abord être dépollués à l'aide d'un électro-filtre ou d'un filtre à manches, suivi d'un refroidissement par quench à l'eau, jusqu'à une température de 65°C.

II.5.9.6.3. Résidus solides de l'incinération des ordures ménagères

En plus des rejets gazeux, l'incinération des déchets ménagers produit des résidus solides qui sont principalement les mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM) et les résidus d'épuration des fumées d'incinération des ordures ménagères (REFIOM).

- **Mâchefers (MIOM)**

Ce sont les principaux résidus (scories) retirés des foyers après incinération des ordures ménagères et composés de matériaux plus au moins incombustibles et facilement identifiables comme le verre, les ferrailles et tous les composés non volatils contenus dans les ordures ménagères. Ils ont l'aspect d'un solide noirâtre, de granulométrie variée et sont composés à 90 % d'oxydes de silice et d'aluminium (en majorité) et d'oxydes de sodium, de potassium et de magnésium. Les mâchefers sont classés en trois catégories : mâchefers de classe V (directement valorisés), mâchefers de classe M (valorisés après maturation de 1 à 4 mois) et mâchefers de classe S (stockés dans des CET de classe 2).

- **Résidus d'épuration des fumées d'incinération des ordures ménagères (REFIOM)**

Ce sont des cendres volantes (poussières, fines particules, gâteau de filtration...), véhiculés par les gaz de combustion et captés par l'électro-filtre (1er dépoussiéreur) et des résidus de neutralisation et d'élimination des métaux lourds et des dioxines/furanes captés par une large majorité par le 2ème dépoussiéreur (filtre à manches). Considérés comme déchets ultimes [18].

II.5.9.7. Avantages et inconvénients de l'incinération

Tableau II.2: Avantages et inconvénients de l'incinération [25].

Avantages	Inconvénients
- Réduire de 70 % la masse et 90 % le volume des déchets. - Récupérer de l'énergie sans extraire de nouvelles matières premières.	- Pollution et effets nocifs sur la santé. - L'incinération rejette dans l'environnement : dioxine, oxydes d'azote, oxydes de soufre ou encore. - Métaux lourds.

II.5.10. Recyclage

II.5.10.1. Définition de recyclage

Recycler, c'est transformer le matériau (carton, plastique, verre) d'un emballage usagé (boîte, flacon, bouteille) ou d'un objet (ordinateur, téléviseur, ...) pour fabriquer de nouveaux objets. Le recyclage nécessite plusieurs étapes. Il faut trier et récupérer les objets et emballages puis fabriquer du carton, papier, plastique ou verre "recyclé", enfin confectionner de nouveaux objets ou emballages.

II.5.10.2.Importance du recyclage

Le recyclage a également une grande importance dans le développement d'une économie verte, en ayant des effets directs sur la croissance économique et la création d'emploi.

II.5.10.3.Les logos du recyclage

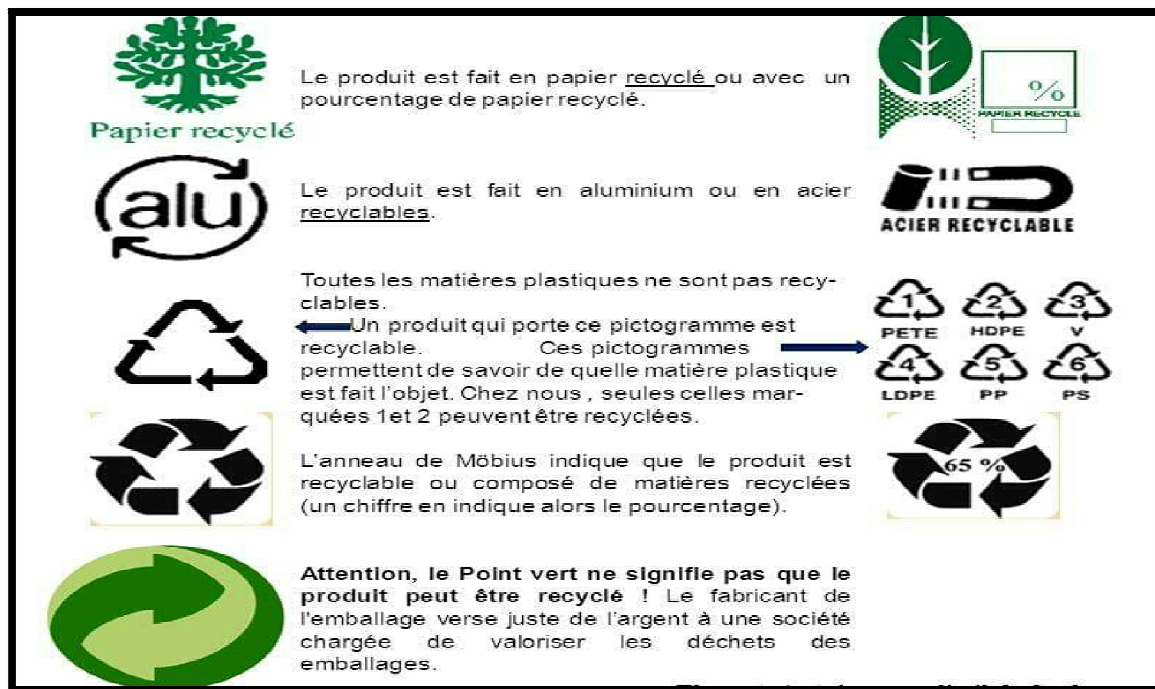


Figure II.11 : Quelques exemples de logos recyclage [26].

II.6.Déchets industriels spéciaux (DIS)



Figure II.12: Exemple de déchets spéciaux

II.6.1. Stockage des déchets industriels spéciaux (DIS)

Un centre d'enfouissement permet de stocker des déchets dans le sol sous certaines conditions. Il est conçu comme le maillon final de la chaîne de traitement. Il existe 4 catégories de centre d'enfouissement :

- Les centres d'enfouissement spécialisés ou profond (en mine de sel) qui servent au stockage des produits solides très toxiques (cyanure, arsenic, mercure...)
- Les centres d'enfouissement techniques (CET) de Classe I qui acceptent des déchets spéciaux ultimes, exempts de fraction organique et stabilisés avant leur admission.
- Les CET de Classe II qui accueillent les ordures ménagères et les déchets assimilés (déchets industriels banals).
- Les CET de Classe III qui acceptent uniquement des déchets inertes.

II.6.2. Transport

Il est soumis à la traçabilité et à la réglementation sur le transport de matières dangereuses, sous la responsabilité du producteur lui-même ou d'une entreprise autorisée. Le transport par leur émetteur de certains déchets est soumis à déclaration. Une entreprise qui voudrait traiter elle-même ses DIS est soumise à l'arrêté ADR (réglementation du transport des marchandises par route), elle doit demander une autorisation préfectorale pour certaines activités considérées comme dangereuses [11].

II.6.3. Traitement

II.6.3.1. Le traitement physico-chimique

Les traitements physico-chimiques font appel à des réactions chimiques et à des actions physiques qui permettent de diminuer ou d'annuler le potentiel polluant du déchet pour faciliter la valorisation ou le stockage en centre d'enfouissement technique. Il concerne essentiellement les déchets liquides de nature minérale.

Exemple : déchromassions, dé cyanuration, neutralisation...

II.6.3.2. Le traitement thermique : On distingue entre trois modes de traitement thermiques : l'incinération, la pyrolyse et la gazéification.

- **L'incinération**: c'est un mode d'élimination des déchets par le feu, elle permet de réduire fortement le volume et le poids des déchets, en les

transformant en énergie (gaz, chaleur) et en matériaux stériles et inerte (cendres et mâchefers). Elle se fait selon deux modes :

1. Incinération sans récupération d'énergie
2. Incinération avec récupération d'énergie [27].

II.7.Déchets de soins à risque infectieux (DASRI)

II.7.1.Législation

La réglementation spécifique aux déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) Les articles R.1335-1 à R.1335-14 du Code de la santé publique relatif à l'élimination des déchets d'activités de soins à risques infectieux et assimilés et des pièces anatomiques.

- Précisent l'unique filière d'élimination possible pour les pièces anatomiques d'origine humaine : la crémation. L'arrêté du 7 septembre 1999 relatif aux modalités d'entreposage des déchets d'activités de soins à risques infectieux et assimilés et des pièces anatomiques.
- Interdit le compactage des déchets à risques infectieux. L'arrêté du 7 septembre 1999 relatif au contrôle des filières d'élimination des déchets d'activités de soins à risques infectieux et assimilés et des pièces anatomiques .
- L'arrêté du 24 novembre 2003 modifié relatif aux emballages des déchets d'activités de soins à risques infectieux et assimilés et des pièces anatomiques d'origine humaine [28].

II.7.2.Types de déchets médicaux

Il y a plusieurs classifications des DAS dont chacune est basée sur un élément bien déterminé. Or, cette classification suivante est basée sur le degré de risque « établie par l'organisation mondiale de santé »

II.7.2.1.Déchets sans risques

Comprennent tous les déchets n'ayant pas été infectés comme les ordures de bureaux, les emballages et les restes alimentaires. Ils peuvent être répartis en trois groupes :

- **Déchets recyclables**

Ils comprennent le papier, les caisses en carton, les plastiques ou métaux non contaminés, les cannettes ou verres recyclables si une industrie de recyclage existe dans le pays.

- **Déchets biodégradables**

Cette catégorie inclut par exemple, les restes alimentaires, les déchets de jardins pouvant être compostés.

- **Autres déchets non dangereux**

Les déchets non dangereux regroupent tous les déchets, dont l'innocuité est garantie, en provenance de l'intégralité des activités économiques et des ménages.

II.7.2.2. Déchets nécessitant une attention spéciale

Ils regroupent :

-Déchets anatomiques humains

-Déchets tranchants et piquants

- **Déchets pharmaceutiques**

Cette catégorie de déchets inclus les produits pharmaceutiques périmés ou non utilisables pour d'autres raisons .Ils sont divisés en 4 classes. Leur traitement s'effectue d'une manière spécifique à chaque classe

-Déchets pharmaceutiques non dangereux

-Déchets pharmaceutiques potentiellement dangereux

-Déchets pharmaceutiques dangereux

-Déchets pharmaceutiques cytotoxiques

- **Déchets sanguins et les fluides corporels**

Ils comprennent les déchets qui ne sont pas catégorisés comme infectieux mais sont contaminés par du sang humain ou animal, des sécrétions et des excréctions

II.7.2.3. Déchets infectieux et hautement infectieux

Dans cette catégorie, on distingue deux groupes dépendant du degré d'infection qui leur est attribuée.

- **Déchets infectieux**

Les déchets de ce type proviennent typiquement des lieux suivants : les salles d'isolation des hôpitaux ; les salles de dialyse ou les centres de traitement des patients infectés par les virus de l'hépatite (dialyse jaune) ; les unités de pathologie ; les salles d'opérations ; les cabinets médicaux et les laboratoires.

- **Déchets hautement infectieux**

Ils comprennent :

- Toutes les cultures microbiologiques dans lesquelles un quelconque type de multiplication d'agents pathogènes s'est produit.
- Les déchets de laboratoire [29].

II.7.2.4. Déchets de soins médicaux radioactifs

Ils s'agissent des déchets contenant des substances radioactives générés par l'utilisation de sources radioactives à des fins médicales de diagnostic ou thérapeutique ou issus d'activité de recherche.

II.7.3. Le tri

Opération visant à séparer des déchets mélangés en différentes catégories en vue d'en faciliter l'élimination dans des processus spécifiques à chaque catégorie.

Une manière recommandée d'identifier les catégories de déchets de soins médicaux est de les disposer selon des codes couleur et dans des sacs ou conteneurs clairement étiquetés [30].

II.7.4. Le conditionnement

C'est l'emballage des déchets suivi de l'étiquetage (barrière physique contre les microorganismes pathogènes)

- ✓ Déchets solides médicaux et pharmaceutiques non dangereux, assimilables aux ordures ménagères, à collecter dans des sacs de couleur noire.
- ✓ Déchets piquants ou coupants, qui seront dans tous les cas considérés comme infectieux, à collecter, dès leur production, dans des collecteurs rigides et étanches de couleur rouge ou jaune
- ✓ Les déchets infectieux non piquants ni coupants doivent être collectés dans des sacs étanches de couleur rouge ou jaune.

II.7.4.1. Objectifs

Prévenir la propagation accidentelle des germes potentiellement infectieux

- ✓ Protéger le personnel responsable du transport des déchets, le personnel de soins, les patients et la communauté du risque infectieux
- ✓ Respecter la réglementation
- ✓ Ils doivent être mis sur des supports qui doivent être adaptés au volume des sacs plastiques
- ✓ A de bonnes garanties d'hygiène.

II.7.5. L'étiquetage

- ✓ La date de production du sac des déchets
- ✓ Le lieu de production avec le nom du responsable du service
- ✓ La destination finale du sac
- ✓ Un symbole indiquant le type de risque lié aux déchets éliminés : risque biologique, radioactif.

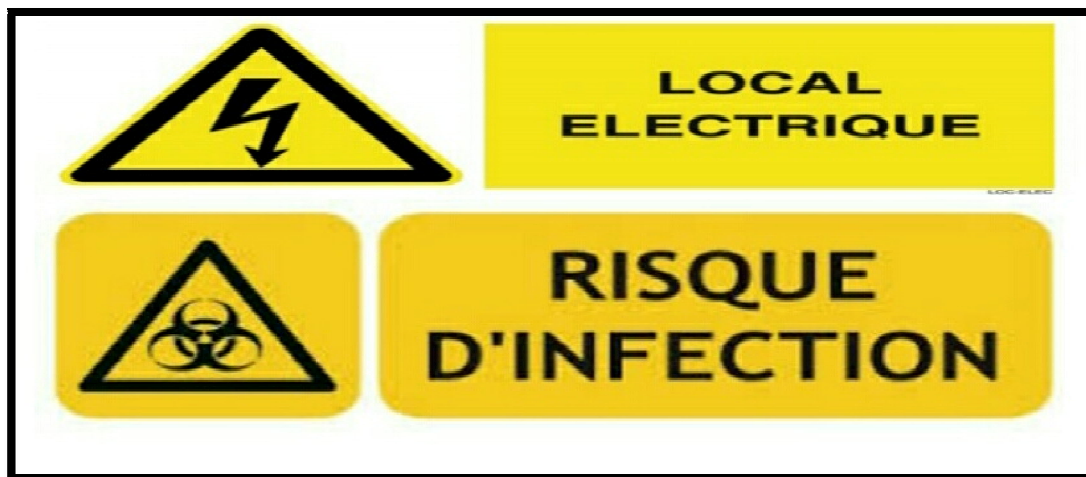


Figure II.13 : Exemple d'étiquetage de local de traitement des DASRI

II.7.6. Le stockage

II.7.6.1. Le stockage intermédiaire

Le stockage intermédiaire doit respecter des normes déterminées en ce qui concerne la quantité, la durée maximale, la température, l'aération et l'accessibilité.

les durées du stockage intermédiaire sont les suivantes:

Climat modéré :

- 72 heures en hiver
- 48 heures en été

Climat chaud :

- 48 heures en saison fraîche
- 24 heures en saison chaude

II.7.6.2. Le Stockage central

L'objectif du stockage central est de permettre le stockage sécuritaire des déchets en attendant l'élimination finale. Le stockage central est un lieu de stockage provisoire des déchets à l'intérieur de l'établissement de soins. Il doit disposer de deux locaux distincts : l'un pour les déchets ménagers (sacs noirs) et l'autre pour les déchets de soins à risque (sacs rouges ou jaune)

II.7.7. Transport

Le transport des déchets hospitaliers ne doit pas excéder 24 heures et doit se faire à la même température que celle de stockage des DASRI

Le transport s'effectue du site de traitement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'hôpital.

✓ Transport interne :

Le transport interne des déchets doit se faire pendant les périodes de basse activité. Le trajet doit être planifié pour éviter toute exposition du personnel, des patients et du public. Il faudra minimiser le passage à travers les zones propres (stérilisation), les zones sensibles (bloc opératoire, soins intensifs) et les zones publiques.

Les moyens de transport interne à l'établissement peuvent être de plusieurs sortes : brouettes, conteneurs sur roulettes, Chariots...

✓ Transport externe (transport routier) :

Le transport externe des matières dangereuses à l'extérieur de l'hôpital doit respecter la législation nationale et les accords internationaux. Le transport à l'extérieur de l'hôpital est assuré par des véhicules réservés à cet usage et doivent être eux aussi systématiquement lavés et désinfectés avant leur retour à l'établissement

Les conteneurs utilisés pour le transport doivent être :

- Etanches aux liquides
- Rigides
- Munies d'une fermeture efficace
- Marqués d'un signe apparent

II.7.7.1. Véhicules de transport

- Marqués du signe « Danger biologique »
- Exclusivement réservés au transport des DASRI
- Etanches aux liquides
- Constitués de surfaces lisses, faciles à nettoyer
- Munis d'un système de fermeture [31].

II.7.8. Traitement

II.7.8.1. L'incinération

L'incinération est un procédé de combustion à haute température (+800 °C) des déchets d'activités de soins solides et liquides qui sont alors transformés en gaz et en résidus non combustibles. Elle est caractérisée par la réduction importante du volume et du poids des déchets de soins.

II.7.8.2. Désinfection chimique

La désinfection chimique, utilisée communément dans les établissements sanitaires pour tuer les micro-organismes sur les équipements médicaux. Les substances chimiques sont ajoutées aux déchets pour tuer ou inhiber les agents pathogènes.

Ce type de traitement est surtout adéquat pour le traitement de déchets liquides infectieux comme le sang, les urines, les excréments ou les canalisations d'hôpitaux.

Les déchets médicaux solides peuvent être désinfectés chimiquement mais ils doivent d'abord être déchiquetés. Cette pratique pose beaucoup de problèmes de sécurité, et les déchets ne sont désinfectés qu'en surface [32].

II.7.8.3. La stérilisation

II.7.8.3.1. Définition

La stérilisation est une opération permettant d'éliminer ou de tuer les micro-organismes portés par des milieux inertes contaminés, le résultat de cette opération ayant pour objectif le degré 0 en fin d'opération. (le produit est stérile) et permettant de conserver cet état pour une période de temps précisée.

II.7.8.3.2. Moyens de stérilisation

Stérilisation par la chaleur pour les instruments qui résistent à la chaleur

- **Stérilisation par la chaleur sèche**

Elle est de moins en moins utilisée : Poupinel.

Les températures utilisées doivent être élevées : 180°, 1h30.

- **Stérilisation par la chaleur humide (Autoclave)**

Le premier stérilisateur à vapeur à usage hospitalier, il s'agissait alors d'un stérilisateur portable de 6 litres, chauffé à l'alcool.

La stérilisation par la vapeur d'eau est le procédé de référence pour la stérilisation en milieu hospitalier. L'autoclave est un appareil à pression de vapeur d'eau.

L'action conjuguée de la vapeur d'eau et de la température (température supérieure à 120°C) provoque la dénaturation puis la mort des micro-organismes (bactéries, virus,...) présents sur ou dans le matériel (y compris les Agents Toxiques Non Contaminant, ou ATNC, comme le prion, si un cycle spécifique est réalisé).

II.7.8.3.3. Principes de fonctionnement

L'autoclave fonctionne selon un "cycle de stérilisation" qui comporte les étapes suivantes :

- Le préchauffage de l'enceinte et de ses parois, qui évite la condensation de vapeur au niveau de la charge qui sinon risquerait de sortir humide en fin de cycle
- La purge de l'appareil et la réalisation du vide pour chasser l'air de l'enceinte (très mauvais conducteur de chaleur) et pour obtenir des vapeurs saturantes
- La stérilisation qui commence lorsque la température et la pression choisies sont atteintes et s'achève lorsque celles-ci diminuent [33].

II.7.3.8.4. Désinfection par micro-ondes

Après broyage des déchets la décontamination se fait par chaleur produite par des micro-ondes. La destruction des germes pathogènes est réalisée par un générateur de micro-ondes. L'opération peut être facilitée par l'humidification des déchets à traiter. En effet, l'eau contenue dans les déchets humidifiés se chauffe par les micro-ondes et transmet par conduction la chaleur qui tue les micro-organismes dans les déchets. Ce procédé traite les déchets à chaud selon un cycle de fonctionnement continu (45 à 60 minutes) [32].

II.8. Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous avons vu les types de traitement des déchets solides qui visent à les valoriser et à diminuer leur quantité ainsi que les problèmes qu'ils engendrent. Connaître ces techniques nous a semblé primordiale pour pouvoir plus tard dire quelle technique serait la plus appropriés pour la gestion des déchets du lieu de notre étude. Ces techniques de traitement diffèrent d'un pays à un autre.

CHAPITRE III

Partie Expérimental

III.1 Introduction

Ce chapitre traite des différents résultats obtenus lors de notre méthodologie et des descentes de terrains ainsi que de l'interprétation de ces données. Les résultats ci-dessous sont ceux recueillis dans le questionnaire, les entretiens et les observations.

III.2.L'objectif général de cette étude

IL s'agit de donner une description précise du fonctionnement réel du CET en tenant compte des moyens techniques mis en place, aussi une enquête pendant les 05 mois d'étude , notre but est de vérifier si ce CET applique efficacement les mesures de protection de l'environnement, et d'estimer les quantités et les catégories et la nature des déchets générées par six communes dans la willaya de khenchela

III.3.Description de CET khenchela

III.3.1. Localisation

L'établissement Public de Gestion des Centres d'Enfouissement EPWG CET Khenchela, Appelé « NADHIF Khenchela » Annonce l'ouverture de son siège situé dans la Commune de BAGHAI sise à 7Km de Chef lieu de wilaya de khenchela.

Le CET offre à ces clients les six Communes : Khenchela, El Hamma, Mahmel, Baghai, Mtoussa et N'sigha un service de traitement des déchets dans les normes environnementales et en plein respect avec la loi 01-19 du 12-12-2001 relative à la gestion au contrôle et à l'élimination des déchets



Figure III.1: CET Khenchela

III.3.2. Plan d'aménagement du CET

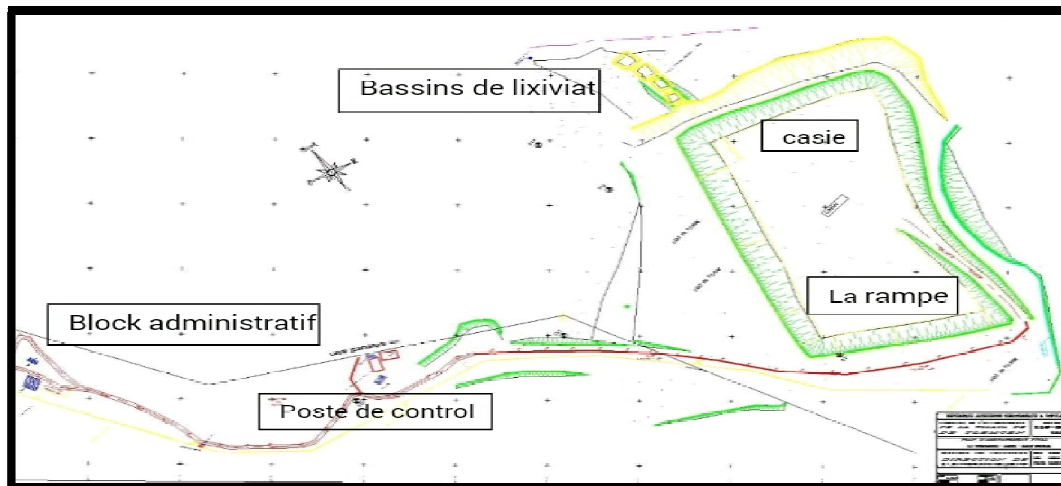


Figure III.2 : Plan d'aménagement

III.3.3. la voirie

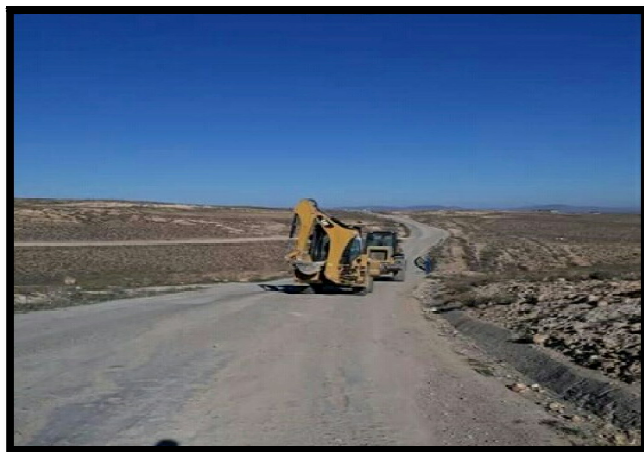


Figure III.3: Voirie de CET Khenchela

III.3.4. Bloc administratif



Figure III.4 : Bloc administratif

III.3.5. poste de contrôle



Figure III.5 : Poste de contrôle

III.3.6. Le Pont bascule

Elle est située à l'entrée de la décharge pour peser à chaque arrivée le poids des ordures transportées. La tare des véhicules est mesurée une fois pour toute



Figure III.6: le pont bascule

III.3.7. Le casier

Le CET comporte actuellement un casier de 3hectares avec un volume de stockage de 400,000 m³, sur le base de prévision et de calcul la durée de la vie de ce casier estimée à 10 ans.



Figure III.7 : Casier de CET Khenchela

III.3.8. Le centre de tri

A droite de portail principal d'entrée on trouve un centre de tri qui est composé d'un hangar pour trier les déchets, présenté par deux plateformes de 404,49m² chacune dans lequel se fait le tri des déchets et la récupération.



Figure III.8 : Centre de tri CET Khenchela

III.3.9. Centre de traitement des DASRI



Figure III.9 : Centre de traitement des DASRI

III.3.10. Système de lagunage : Le CET comporte une station de lagunage composée de 3 bassins, La station récupère les lixiviats venant du casier par le biais de drains.



Figure III.10 : Système de lagunage

III.3.11. Matériels de CET

Tableau III.1: Matériels utiliser dans le CET

Figure de matériels	Nom
	<p>Figure III.11: Bulldozer de marque SHANTUI</p>
	<p>Figure III.12 : Case de marque TEREX</p>
	<p>Figure III.13: Pelle chargeuse de marque SHANTUI</p>



Figure III.14 : Tracteur avec un citerne tractable et remorque



Figure III .15 : Un camion double cabine de marque JMC

III.3.12.La presse à balles des déchets

Est une machine dont la fonction principale est de compacter les déchets .Dans la ligne de ces types de machines elle reste la plus performante .Avec un mode de fonctionnement simple.



Figure III.16: Presse a balles des déchets du cet **Figure III.17** : les balles des déchets

III.3.13. Incinérateur des DASRI



Figure III.18: Incinérateur

III.3.14. Système de récupération de biogaz : en trouve au niveau de casier l'existence d'une installation de système de récupération de biogaz, fixé chaque 25 m²



Figure III.19: Torchère

III.3.15. La nature des déchets autorisés dans le CET

- Déchets ménagers et assimilés
- Déchets de balayures
- Déchets d'espaces verts
- Déchets artisanaux
- Déchets commerciaux
- Déchets encombrants

III.4.Enquête

III.4.1.Période d'étude

Nous avons menée une enquête durant 5 mois (Janvier, Mai) de la deuxième quinzaine du mois de février à la fin de la deuxième quinzaine du mois de Mai 2019

III.4.2.Le parcours des déchets ménagers

- Les véhicules commencent à effluer à partir de 06h de matin et continue jusqu'à 23h en fin de soirée. En principe, le CET fonctionne 24h/24 mais dans ce cas ce n'est pas nécessaire lorsque le dernier véhicule sort, le portail est fermé mais un gardien reste en place.
- Nous constatons que les véhicules de collecte sont assez respectueux des heures de collecte (sauf quelques cas rares où nous notons un décalage de 1h). Ceci démontre de l'existence d'un schéma communal de collecte qui est assez bien respecté

III.3.Réception des déchets

III.4.3.1.Contrôle de la Qualité

Le contrôle des déchets au Centre d'Enfouissement technique de Baghai, et les mini CET : Chechar, Babar, AinTouila, kais, Bouhmama, Yabous, Tamza et Ouled Rechache ne se limite pas au contrôle de camion au pont de bascule, un deuxième contrôle s'effectué aussi au niveau du casier

III.4.3.2. Mise en place des déchets autorisés dans les alvéoles

Les déchets pesés au niveau du poste de contrôle sont transportés par les camions vers le casier, puis déversés sur une aire de tri compacté. Après un tri d'environ 10 minutes par les Agents de tri, les déchets sont poussés à l'aide du chargeur sur chenille jusqu'au secteur de mise en place, étalés en couches fines et pré-compactés par plusieurs passages successifs du véhicule. A l'aide des bulldozers, les déchets déversés sont assemblé dans des alvéoles de 20x20 m. L'exploitation de casier s'effectué en deux phases selon six (6) alvéoles disposés en deux (2) étages.



Figure III.20: Déchets déversés et assemblés dans des alvéoles

III.4.3.3. Etat du Casier CET Baghai durant l'Année 2019

C'est une Fosse étanche où l'on stocke les déchets ménagers. Le casier est doté d'un système drainage des lixiviats pour leurs traitements. Le premier étage (5m d'hauteur) occupe un volume de : 60000 m^3 ; avec une quantité de 10 000 tonnes des déchets, il est rempli et recouvert avec une couche de TUFF d'une épaisseur de 20 cm.

Exploitation en surface

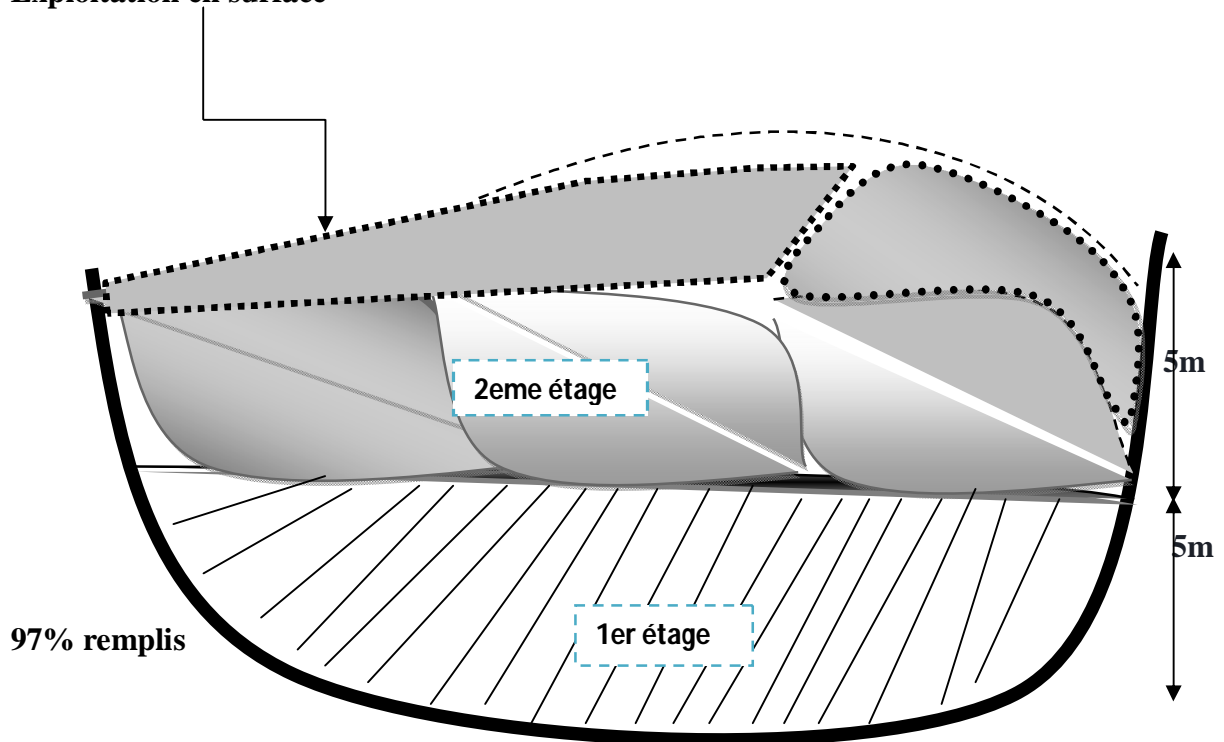


Figure III.21: Etat du casier CET Baghai

III.4.3.4.Fourniture et mise en place des matériaux pour la couverture des déchets

A l'aide d'un chargeur pneumatique, la couverture est réalisée presque chaque deux semaine suivant un plans en respectant la hauteur des déchets, après le compactage.

La couche supérieur de l'alvéole est recouverte avec du matériau approprié et disponible (TUFF) d'une épaisseur de 20 cm. Les couches sont couvertes avec de la terre (TUFF) pour éviter :

- L'envol des déchets
- La poussière
- Les mauvaises odeurs
- La Prolifération des animaux errants

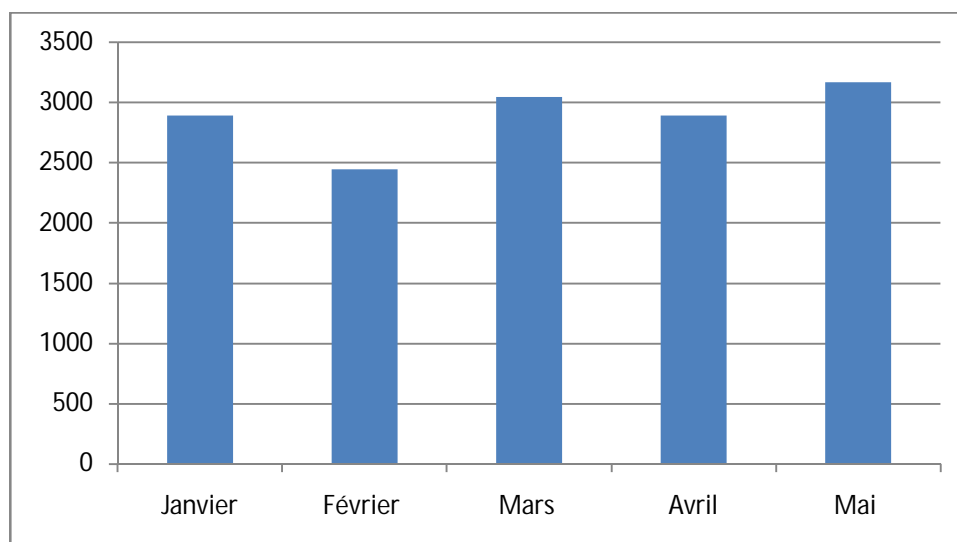


Figure III.22: Couverture journalière du casier

III.4.3.5.Récapitulatif des Données des Déchets réceptionnés par le CET

Tableau III.2 :Quantités des dechets réceptionnés par communes au niveau de CET Baghai durant 5 mois

Clients	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Khenchela	2299.38	1946.26	2406.82	2278.86	2440.64
Elhamma	88.14	64.64	89.6	111.74	165
Elmahmel	324.86	271.4	305.48	295.88	339.08
N'sigha	98.98	86.56	134.86	99.02	104.62
Baghai	76.5	75.22	108.62	103.14	115.92
Total	2887.86	2444.08	3045.38	2888.64	3165.26



Histogramme sur l'évolution des déchets au niveau de CET BAGHAI durant 5 mois

Les résultats obtenus après l'analyse statistique des données pendant 5 mois, montrent que la quantité des déchets réceptionnés depuis le début du mois de Janvier jusqu'à Mai 2019 est très variable

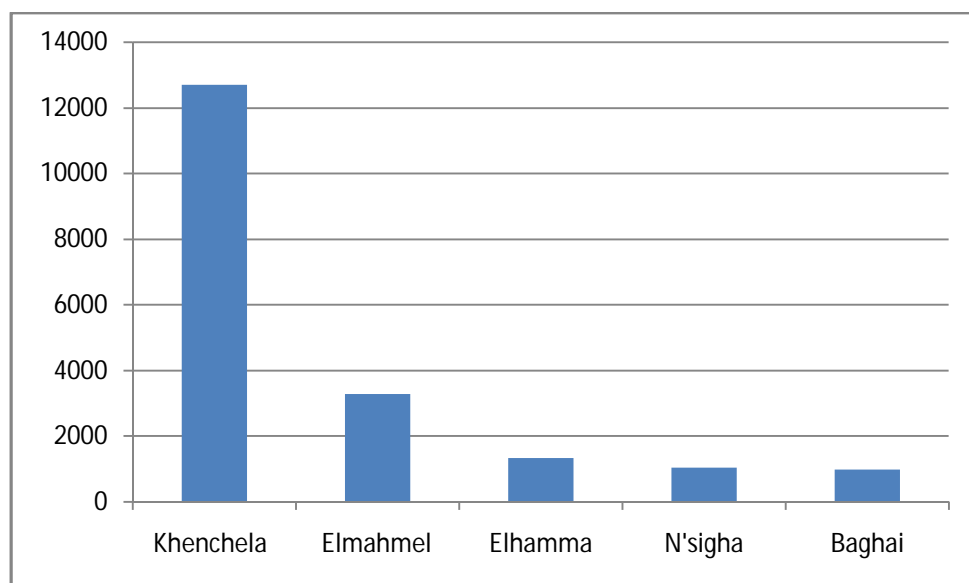
Le mois de Mai est la période où la réception des déchets est la plus élevée avec une quantité de 3165.26 tonnes

III.4.3.6. Classement des communes par apport aux quantités réceptionnées au CET Baghai

En exprimant la quantité des déchets réceptionnés par commune durant les 5 mois, on constate que Khenchela et Elmahmel restent les deux communes qui ont les taux les plus élevés de déchets avec **12692.10 T (78,13 %)** et **3 290.43 T (10,92 %)**, respectivement.

Tableau III.3: Quantités des déchets réceptionnés par communes

Classement	Commune	Tonnage/5mois	Taux réceptionné
1	Khenchela	12692.10	78.13
2	Elmahmel	3290.43	10.92
3	Elhamma	1345.96	4.19
4	N'sigha	1057.74	3.46
5	Baghai	995.18	3.30
6	M'toussa	00	00
Total		19399.41	100 %



Histogramme de la quantité réceptionné par communes

III.4.3.7. Valorisation des produits recyclable

En 2018 l'EPIC-EPWG-CET Khenchela a mis une préparation au vente aux enchères en 2018 des quelques produits récupérés, a savoir: Plastique PET, PEHD, film, carton.

Tableau III.4: La quantité (tonne) récupère durant l'année 2018

Produit	PET	PEHD	FILM	Carton	FER
Janvier	2,061	0,50	0,2	3,324	0
Février	6,636	1,41	0,25	21,23	0,595
Mars	14,46	3,19	0,93	18,70	1,858
Avril	10,139	3,47	1,01	18,13	1,805
Mai	8,723	3,05	0,30	10,60	1,936
Juin	3,915	1,59	-	0,11	1,252
Juillet	9,125	3,18	0,53	-	3,055
Aout	6,74	1,59	0,37	1,99	1,174
Septembre	8,598	2,16	-	-	1,384
Octobre	1,7	0,2	-	0	0
Novembre	13,374	2,06	0	0	1,567
Décembre	13,051	1,90	0,12	-	1,163
Total	98,508	24,291	4	74,08	15,789

III.5.Conclusion

Les résultats de cette étude ont montré que les déchets sont très mal gérés et sont souvent cause de nombreuses maladies et pollutions environnementales. En effet, le manque des textes réglementaires et les comportements de la population sont aussi la cause du problème de déchets ménagers. Notons que, le ramassage et le traitement des ordures ne dépendent pas de la compétence du service marchand, où le paiement se fait en fonction de la consommation (eau et électricité). Car il peut relever des associations privées; de la population elle-même à payer volontairement pour l'enlèvement de ses ordures ménagères. Visant à obtenir à partir de ces déchets, des matières premières secondaires ou de l'énergie.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Les déchets solides, pour beaucoup sont synonyme de mauvaise connotation, mais ces derniers sont le reflet de ce que nous sommes. En effet leur apparition est alliée à la notre ainsi que leur croissance ou leur diminution. L'accroissement des quantités des déchets solides ne fut pas sans conséquence sur nous et ce à travers les différents bouleversements qui ont touché l'environnement : pollution de l'air, de l'eau et le sol, ces derniers engendrèrent beaucoup de maladies pour la plupart mortelle, et cela fut la raison de la mauvaise réputation des déchets solides.

Dans une vision intégrée de développement durable, la problématique des déchets ne peut pas être traitée comme un objet isolé, ni même se limiter aux seuls aspects de valorisation et d'élimination. Elle doit être placée dans une perspective holistique de gestion des risques et des ressources, qui couvre tout le cycle de vie du déchet, depuis sa génération jusqu'au traitement ultime.

Dans notre travail nous avons tout d'abord proposé une modélisation a tout ce qui concerne les déchets solides (Définitions, la classification, les caractéristique, et cycle de vie..) ainsi que leur effets sur l'homme et l'environnement.

Les déchets solides étant très nombreux, nous avons choisi dans ce projet d'étudier trois types de déchets (les déchets ménagers et assimilés, les DASRI,et les déchets industriels spéciaux) et leurs méthodes de traitement à savoir : le compostage ,la méthanisation, l'incinération ..

Enfin, on conclure notre travail par une partie expérimental qui consacré sur une description détaillé de CET de la willaya de kenchela aussi une interprétation des résultats obtenu lors d'une enquête dans le centre d'enfouissement technique pendant 5 mois

Pour améliorer la gestion des déchets solides dans notre région, nous recommandons aux responsables:

- Mettre en place une stratégie de gestion des déchets en toutes formes (ménagers, hospitaliers, industriels ...) tout en prenant en considération plusieurs facteurs importants (coût, mode d'élimination, santé publique, qualité du paysage urbain...)

Conclusion générale

- Informer le public sur les conséquences sur l'environnement et la santé de la production et de l'élimination des déchets à travers les médias et moyens de communication
- Mettre en place une loi interdisant de rejeter des objets liquides tout comme solides dans la nature avant leur traitement
- Mettre en place des lois pour l'interdiction de dépôts des déchets ménagers en dehors de lieu autorisé.

Nous recommandons également aux collectivités locales

- Réduire à la source de la production des déchets en intervenant sur les procédés de fabrication, sur la distribution des produits et sur les modes de consommation et assurer la gestion des déchets sans mettre en danger la santé publique ni l'environnement
- Organiser le transport des déchets et sa limitation en distance et en volume ;
- Valoriser les déchets par réemploi, réutilisation, recyclage ou toute autre action

Nous espérons avoir posé la première pierre dans le domaine de gestion des déchets solides, ce qui donnera une impulsion à la recherche universitaire dans cet axe, en vue d'une prise de conscience aux effets de tels déchets et de respect de l'environnement et du développement durable.

ANNEXE

Annexe 01 : Catégories (ou chapitres) de déchets selon la nomenclature

01	Déchets provenant de l'exploration et de l'exploitation des mines et des carrières ainsi que du traitement physique et chimique des minéraux
02	Déchets provenant de l'agriculture, de l'horticulture, de l'aquaculture, de la sylviculture, de la chasse et de la pêche ainsi que de la préparation et de la transformation des aliments
03	Déchets provenant de la transformation du bois et de la production de panneaux et de meubles, de pâte à papier, de papier et de carton
04	Déchets provenant des industries du cuir, de la fourrure et du textile
05	Déchets provenant du raffinage du pétrole, de la purification du gaz naturel et du traitement pyrolytique du charbon
06	Déchets des procédés de la chimie minérale
07	Déchets des procédés de la chimie organique
08	Déchets provenant de la fabrication, de la formulation, de la distribution et de l'utilisation (FFDU) de produits de revêtement (peintures, vernis et émaux vitrifiés), mastics et encres d'impression
09	Déchets provenant de l'industrie photographique
10	Déchets provenant de procédés thermiques
11	Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux, et de l'hydrométallurgie des métaux non ferreux
12	Déchets provenant de la mise en forme et du traitement physique et mécanique de surface des métaux et matières plastiques
13	Huiles et combustibles liquides usagés (sauf huiles alimentaires et huiles
14	Déchets de solvants organiques, d'agents réfrigérants et propulseurs
15	Emballages et déchets d'emballages, absorbants, chiffons d'essuyage, matériaux filtrants et vêtements de protection non spécifiés ailleurs
16	Déchets non décrits ailleurs dans la liste
17	Déchets de construction et de démolition (y compris déblais provenant de sites contaminés)
18	Déchets provenant des soins médicaux ou vétérinaires et/ou de la recherche associée (sauf déchets de cuisine et de restauration ne provenant pas directement des soins médicaux)

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques :

- [1] Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme , centre national de formation à l'environnement ,2012 page (1,4) .
- [2] Miche .Virally,Le droit international en devenir ,article ,25 juin 2018, page 3.
- [3] Abir Ibourek.,Helmut Reifeld,L'impact et la gestion des déchets solides, Livre ,2015, page 12.
- [4] Florence.Campon,Le traitement et la gestion des déchets ménagers a la reunion :Approche Geographique ,Thèse de DOCTORAT,2007,page 28.
- [5] Hamzaoui .Sabri , Gestion et impact des déchets solides urbains sur l'environnement el Taref Commune , Septembre 2011,page(6-10).
- [6] KwésiAttindékoum.Nikita Topano,Gestion des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey-Calavi (Bénin) :Caractérisation et essais de valorisation par compostage,2012, page6.
- [7] MOLETTA. René, Le traitement des déchets, Lavoisier, 2 oct. 2009, page (12,15)
- [8] Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de licence ,les déchets hospitaliers 2016/2017.
- [9] Clémence.BRETHES, l'inspection dans le domaine des DASRI : état des lieux à la DT 92 et pistes d'amélioration, 2012,2013 ,page 10 .
- [10] Addou.Ai ,les bases de traitement des déchets solide ,2009,page (4,5).
- [11] Céline .Délzarche,10 chiffres qui montrent que le monde va crouler sous les déchets.Futura Planète, 1 Novembre 2018.
- [12] Frères Bouadou ,Algérie presse service, Mercredi 13 Mars 2019 .
- [13] Djidel .Abdessalam , Gestion des déchets spéciaux et spéciaux dandereux (les bourbiers et les boues de stockage du pétrole brut : impactsur l'environnement et technique de traitement ,Mémoire de MASTER ,juin 2015,page 12.
- [14] Yessed Naim, Contribution à l'étude des déchets ménagers de la ville de Béjaia par cartographie numérique ,Mémoire de MASTER ,2017, page (11,12,13)

- [15] Bourogaa Saraet OuarethAmira ,Situation sur la gestion des déchets solides hospitaliers de la ville d'Ouargla,mémoire de Master, 04/06/2016,page 4
- [16] Mémoire de Magister en Ecologie.Option: Gestion des déchets : Evaluation et Solutions Environnementales. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie .Département de Biologie et d'Ecologie. Université de Mentouri Constantine. Thème : Etude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organiques génères par le restaurant universitaire AICHA OUM ELMOUMININE (willaya de Constantine),2011/2012
- [17] Feuille de route Collecte, tri, recyclage et valorisation des déchets, Mai 2011, page 4
- [18] Dr. BENNAMA.Tahar , Les bases de traitement des déchets solides » , A l'usage des étudiants de Master et Licence en Génie des Procédés, Génie de l'Environnement et Chimie de l'Environnement Janvier 2016 page (29,40,46).
- [19] C.N.F.E.MO.Makhoukh,,article scientifique,2008.
- [20] Plateforme-Re-Sources, Les techniques de compostage de déchets d'origine naturel en Afrique et dans les caraïbes ,présentation synthétique de l'état des lieux et des retours d'expériences ,2015,page 1.
- [21] Mme CHENNI Kahina Melle MAGHLOUCHE Yasmina, Compostage des déchets verts: Cas de la station bio compost d'EL-KSEUR,Mémoire de MASTER ,2013, page (22,24).
- [22] GuitounWafa, Etude sur la biométhanisation des déchets organiques. Contribution expérimentale, Memoire MASTER academique, UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA, 2014/2015 , page 6.
- [23] Pépin TchouateHéteu (UCL-GEB) et Joseph Martin (UCL-GEB), Conversion biochimique de la biomasse : Aspects technologiques et environnementaux, Université catholique de Louvain,Février 2003,page 7.
- [24] KIRAT AMINA. La prolifération des déchets solides municipaux et leurs impact sur le paysage (cas de batna),Mémoire pour l'obtention du diplôme de MAGISTER en architecture,Université El hadj Lakhder Batna ,02 /11 /2015,page 28.
- [25] Anne-France DIDIER, « Gestion et traitement des déchets », École nationale des techniciens de l'équipement d'Aix-en-Provence .
- [26] ACTU Environnement. COGITERRA. Article.9 Décembre 2011.

Références bibliographique

[27] Slimani Chafaa ,BRAZANE Amine , conformité réglementaire sur la gestion des déchets à Sonatrach(direction Bejaia) ,mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Ecologie et environnement, Université Abderrahmane Mira Bejaia,2012 , page 15.

[28] Environnement et santé,déchets d'activité de soins à risques ,comment les éliminer .guide technique .2009.page 78.

[29] SEDRATI Nourelhouda. SEBTI Imen, Etat des lieux de la gestion des déchets hospitaliers au niveau de l'hôpital d'EL KHROUB de la wilaya de Constantine) , Mémoire de MASTER , Université des Frères Mentouri Constantine 1, 2017, page (4,5)

[30] Gestion des déchets hospitaliers ,Mémoire de licence ,Génie des procédés , Université Abbas Laghrour Khenchela , 2017,page 43.

[31] Hafiane Mohammed Rabia et Khelfaoui Abderrahim. Le traitement des déchets hospitaliers et son impact sur l'environnement.Mémoire de Master en Génie des Procédés . Université KASDI MARBAH OUARGLA. 2010/2011.page (8,10).

[32] ZOULIKIFOULI RADJI,amélioration de la logistique de gestion des déchets solides de soins infectieux : Cas de L'hopitale principale de Dakar . Mémoire de MASTER. 2010-2011 page (42,45).

[33] Comité éditorial pédagogique de l'UVMaF. Hygiène hospitalière. Cours (Version PDF) - Université Médicale Virtuelle Francophone . 01/07/11.page (16,17,18).

Résumé :

Les déchets solides sont considérés parmi les dangereux problèmes environnementaux comme elles contribuent significativement à polluer les éléments de l'environnement de la terre, d'air et de l'eau. Le but de notre travail est de mettre en lumière le déchet solide sous toutes ses déclinaisons, et de tout ce qui s'y rapporte et l'ensemble des grandes modalités de traitement (recyclage, enfouissement, incinération, compostage). Notre travail est consacré à une étude au niveau de centre d'enfouissement technique CET Baghai à khenchela contient une description précise du fonctionnement de l'établissement ,avec une estimation pendant quelque mois des différents quantités, catégories et la nature des déchets générées par six communes dans la willaya de khenchela .On a constaté la présence de plusieurs insuffisances et anomalies dans la méthode de gestion de ces déchets, alors qu'actuellement ils existent des systèmes de collecte efficaces du point de vue environnementale, et leur maîtrise pourra aider à diminuer les couts de la gestion des déchets.

Mots clés : Déchets solides, Gestion, Pollution, Environnement, CET, Khenchela.

Abstract :

Solid waste is considered as one of the dangerous environmental problems as it contributes significantly to polluting elements of the earth, air and water environment. The aim of our work is to highlight the solid waste in all of its variations, and all that relates to it and all the major treatment methods (recycling, landfill, incineration, composting). Our project is devoted to a study at the CET Baghai technical landfill level in khenchela contains an accurate description of the operation of the facility, with an estimate for a few months of the different quantities, categories and waste generated by six municipalities in the willaya of khenchela. There have been several inadequacies and anomalies in the method of managing this waste, whereas there are currently environmentally effective collection systems, and their control may help to reduce waste management.

Keywords: Solid waste, Management, pollution, environment, Technical landfill, Khenchela.

ملخص :

تعتبر النفايات الصلبة من بين المشاكل البيئية الخطيرة لأنها تسهم بشكل كبير في تلويث عناصر البيئة الأرض والهواء والماء، الغرض من دراستنا هو تسليط الضوء على النفايات الصلبة بجميع أشكالها ، وكل ما يتعلق بها وجميع طرق العلاج الرئيسية (إعادة التدوير ، الدفن ، الترميد ، السماد) . مشروعنا عبارة عن دراسة على مستوى مركز الردم التقني في منطقة بغاي ولاية خنشلة، حيث تضمن وصف دقيق لهذا المركز، مع احصاء لبضعة أشهر للكميات المختلفة ، وفئات وطبيعة النفايات الناتجة عن ستة بلديات في ولاية خنشلة حيث تم العثور على العديد من أوجه القصور في طريقة إدارة هذه النفايات ، في حين أن هناك حاليا نظم جمع فعالة بيئيا ، ويمكن السيطرة عليها تساعد في تقليل تكاليف إدارة النفايات.

الكلمات المفتاحية: النفايات الصلبة، ادارة، التلوث، البيئة، مركز الردم التقني، خنشلة.