



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle
Spécialité : Sécurité Industrielle et Environnement

Thème

**Etude d'Impact Environnemental d'un Centre
d'Enfouissement Technique : cas du CET de
Hassi-Bounif (W.Oran)**

Présenté et Soutenu par :

Mr MOKHTARI Mohammed Ryad

Mr RAHMANI Mohammed Amine

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Dr AISSANI Nassima	MCA	IMSI	Présidente
Dr HEBBAR Chafika	MCA	IMSI	Encadreur
Mme MECHKEN Amel	MAA	IMSI	Examinatrice

Année 2019/2020

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Dieu pour tout le courage et la force qu'il nous a donné pour faire ce travail.

Merci à toutes nos familles et surtout nos parents.

*Nos remerciements spéciaux vont à **Dr HEBBAR Chafika** notre encadreur de mémoire pour sa gentillesse, pour ces conseils et de nous avoir guidés pas à pas dans notre travail.*

*Notre reconnaissance à **Dr AISSANI Nassima** d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance.*

*On remercie **Mme MECHKEN Amel** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous remercions **Mr RAHMANI Mohamed Cherif** pour son aide.*

Enfin, nous remercions, tous nos amis et nos collègues, toutes les personnes qui nous ont encouragées soutenu de près ou de loin durant la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à:

- ❖ *Deux âmes les plus chères au monde mon père **TAHAR** et ma mère **NADIA** sans leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements je ne serais jamais arrivée à réussir dans mes études. Je sais bien quelque soit les remerciements que je leurs adresse c'est peu, que Dieu les protège et leur donne la santé et une longue vie.*
- ❖ *Ma tante **Mokhtaria**, mon grand père **Abdelkader** الله يرحمهم ويسكنهم فسيح جناته qui me manquent énormément, qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études.*
- ❖ *Ma grand-mère **Fatma** et mon grand-père **Mohamed** que Dieu les protège et les garde.*
- ❖ *Ma chère sœur **Zohra**, mon cher frère **Brahim**, mes chère tantes **Malika** et **Hadja Soria** et mon cher oncle **Houari**.*
- ❖ *Ma chère **Asmaa**.*
- ❖ *Mes chers (es) **Réda**, **Asmaa**, **Sara**, **Amel**, **Mahmoud**, **Kheireddine**.*
- ❖ *Ma famille en particulier **Khaled**, **Rachid**, **Djamel**, **Souad** et **Nadia**.*
- ❖ *Mon cher binôme et avant tout mon cher ami **Ryad** et toute sa famille.*
- ❖ *Mes amis **Hocine**, **Abdelilah**, **Zohir**, **Nadir**, **Marouane**, **Bakker**.*
- ❖ *Tous qui m'ont soutenue tout au long de cette période.*

AMINE

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à:

- ❖ *Ma chère maman **MEFTAH CHAHRAZED**, pour tous ses sacrifices, son amour, sa tendresse, son soutien et ses prières pour moi tout au long de mon parcours d'études.*
- ❖ *Mon cher père **ZOUBIR**, qui peut être fier de son fils et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit.*
- ❖ *Mes chers grands parents **الله يرحمهم ويسكنهم فسيح جناته***
- ❖ *Ma famille.*
- ❖ *Mon binôme et ami **Amine** et toute sa famille.*
- ❖ *Mes amis.*

RYAD

Résumé

La croissance démographique, le développement des activités socio-économiques et les mutations du mode de vie et de consommation, favorisent grandement la production des déchets.

L'Algérie est passée de la décharge sauvage à la décharge contrôlée et au centre d'enfouissement technique, traduisant ainsi une réelle prise de conscience pour la protection de l'environnement et la nécessité d'une gestion intégrée des déchets solides urbains.

Le centre d'enfouissement technique participe en grande partie dans l'amélioration du cadre de vie de la population par le maintien d'un environnement propre et par l'amélioration économique et sociale.

Le centre d'enfouissement technique (CET) de Hassi-Bounif a pour objectif d'accueillir les déchets ménagers et assimilés de plusieurs communes d'Oran (Bir El-Jir ; Es-Sénia), en vue de leur enfouissement. Il doit donc posséder un minimum d'impacts négatifs sur l'environnement et cela en suivant des réglementations et des normes strictes lors de sa réalisation et son exploitation.

Les déchets enfouis dans ce CET ont des spécificités polluantes pouvant porter atteinte à la santé humaine et à l'environnement s'ils ne sont pas traités et éliminés d'une manière efficace et sécuritaire.

Le présent travail expose les impacts environnementaux du centre d'enfouissement technique de Hassi-Bounif qui peuvent porter nuisance à l'environnement.

Mots-clés : CET, Déchet, Environnement, Impact, Décharge, Hassi-Bounif.

Abstract

Population growth, the development of socio-economic activities and changes in lifestyle and consumption greatly promote the production of waste.

Algeria has moved from illegal landfill to controlled landfill and technical landfill, thus reflecting a real awareness of environmental protection and the need for integrated management of urban solid waste.

A technical landfill center plays a large part in improving the living environment of the population by maintaining a healthy environment and by improving economic and social conditions.

The objective of the Hassi Bounif technical landfill center is to receive household and similar waste from several municipalities of Oran such as Bir El Jir and Es Senia, seen from their landfill, it must have a minimum of negative impact on the environment and this by following strict regulations and standards during its construction and operation.

These wastes leached into this technical landfill have specific pollutants that can harm human health and the environment if they are not treated and disposed of in an efficient and safe manner.

This work exposes the environmental impacts of the Hassi-Bounif technical landfill center which can be harmful to the environment.

Keywords: Technical Landfill Center, Waste, Environment, Impact, Landfill, Hassi-Bounif.

ملخص

النمو السكاني، وتطوير الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية والتغيرات في نمط الحياة والاستهلاك يعزز بشكل كبير إنتاج النفايات.

لقد انتقلت الجزائر من مكب النفايات غير القانوني إلى مكب النفايات الخاضع للرقابة و مركز الردم التقني للنفايات ، مما يعكس وعياً حقيقياً بحماية البيئة والحاجة إلى إدارة متكاملة للنفايات الصلبة الحضرية. يعتبر دور مركز الردم التقني للنفايات كبيراً في تحسين البيئة المعيشية للسكان من خلال الحفاظ على بيئة صحية وتحسين الظروف الاقتصادية والاجتماعية.

الهدف من مركز الردم التقني لحاسي بونيف هو تلقي النفايات المنزلية وما شابهها من عدة بلديات في وهران مثل بئر الجير والسانيا، من اجل ردمها ، وبالتالي يجب أن يكون لها حد أدنى من التأثير السلبي على البيئة وذلك بإتباع اللوائح والمعايير الصارمة أثناء بنائه وتشغيله.

تحتوي هذه النفايات الموجودة في هذا المركز على ملوثات محددة يمكن أن تضر بصحة الإنسان والبيئة إذا لم يتم معالجتها والتخلص منها بطريقة فعالة وآمنة.

يكشف هذا العمل عن الآثار البيئية لمركز الردم التقني للنفايات في حاسي بونيف و التي يمكن أن تكون ضارة بالبيئة.

الكلمات المفتاحية: مركز الردم التقني للنفايات، نفايات ، بيئة ، تأثير ، مكب نفايات، حاسي بونيف

Index des figures

Fig. I.1- Transport et logistique des déchets. (ADEME, 2012)	15
Fig. I.2- Transport et logistique des déchets. (ADEME, 2012)	16
Fig. I.3- Collecte automatisée des ordures ménagères.....	18
Fig.I.4 - Collecte déchets ménagers avec camion à benne tasseuse. (APS, 2019).....	19
Fig.I.5- multibenne (bennesamb.com/multibennes).....	19
Fig. I.6 - Benne mixte compartimentée. (sytrad.fr).....	19
Fig. I.7- Types de collecte des déchets ménagers et assimilés (Bennama, 2016).	20
Fig.I.8- Schématisation d'un véhicule à benne tasseuse pour le transport des ordures (Bennama, 2016).....	21
Fig.I.9- Des camions à benne tasseuse(liberte-algerie.com 2018).....	21
Fig.I.10- Schéma de principe de la collecte pneumatique des ordures ménagères(Bennama, 2016).....	22
Fig.I.11- Transport et logistique des déchets (ADME, 2012).....	24
Fig.I.12- Station de transfert sans reprise (PNUD, 2008).	25
Fig.I.13- Le premier cas où le lieu d'entreposage provisoire est une fosse (PNUD, 2008).....	26
Fig.I.14- Le deuxième cas où le lieu d'entreposage provisoire est une dalle (PNUD, 2008).	26
Fig.I.15- Transport et logistique des déchets (ADME,2012).....	26
Fig.I.16- Transport et logistique des déchets.(ADME,2012).....	27
Fig.I.17- Les déchets en chiffres en France (ADEME, 2009).....	30
Fig. I.18– Augmentation des déchets (Djeffal,2011).	31
Fig.I.19- Effets possibles des substances.(www.rise.be)	33
Fig.I.20- Pictogrammes de danger.(CUSSTR,2008).....	35
Fig.I.21- Compatibilité des produits.	37
Fig.I.22- Recyclage et traitement des déchets (Futura, 2017).....	38

Fig.I.23- Cycle de vie d'un déchet (Debray, 1997).....	39
Fig.I.24- Les bases de traitement des déchets solides (Bennama, 2016).	40
Fig.I.25 - Décharge classique ou incontrôlée.	41
Fig.I.26- Schéma descriptif d'une usine d'incinération des ordures ménagères.	43
Fig.I.27- Cycle du recyclage du papier et du carton (Somergie)	44
Fig. I.28- Cycle du recyclage du verre.(www.clikeco.com)	45
Fig I.29- Cycle de vie des produits plastiques (Bennama, 2016).....	46
Fig.I.30- Cycle du recyclage du métal. (www.clikeco.com).....	47
Fig.I.31– recyclage et valorisation des pneus usagés (clikeco.com).....	48
Fig.I.32- Principe de valorisation(Messai, 2015).....	50
Fig.I.33- Types de pollution générée par les déchets solides (Navarro, 1999).	52
Fig.I.34- Impacts d'une décharge incontrôlée sur l'environnement(Bennama, 2016).....	53
Fig. III.1- Vue générale du C.E.T de Hassi-Bounif (Rahmani, 2014).....	69
Fig. III.2- Plan de situation du CET « la Plâtrière » (Hassi bounif) (Rahmani, 2014).	69
Fig. III.3- Vue Aérienne inclinée du CET de Hassi-Bounif-Oran (modifiée) (Rahmani, 2014).....	70
Fig. III.4- Diagramme Ombrothermique BIR EL-JIR (www.climate-data.org).	70
Fig. III.5- Courbe de température Bir El-Jir (www.climate-data.org).....	71
Fig. III.6 - Courbe de vitesse de vent Es-Sénia (www.windfinder.com).....	71
Fig. III.7- Niveau de confort selon l'humidité (www.weatherspark.com)	72
Fig. III.8- Probabilité d'occurrence d'un séisme dans de la ville d'Oran en fonction de la magnitude locale (Aouane, 2019).....	73
Fig. III.9- CET Hassi-Bounif : Casier de décharge (modifié) (Khalfallah et al.,2019)....	77
Fig. III.10- CET Hassi-Bounif : Bassin de collection de lixiviat (modifié) (Khalfallah et al.,2019).	78
Fig. III.11- CET Hassi Bounif.	79

Fig. III.12- Les quantités annuelles des déchets enfouis au niveau de Hassi-Bounif. (Khalfallah et <i>al.</i> , 2019).....	80
Fig. III.13- Hangar de tri sélectif (AND, 2016).....	81

Index des tableaux

Tab. I.1- Densité moyenne des déchets solides urbains dans les villes algériennes (PNUD, 2008).....	15
Tab.I.2- Les déchets municipaux produits : un indicateur du niveau de développement économique et social.....	30
Tab.III.1- Rubrique ICPE (décret exécutif n° 07-144 du 19.05.07 fixant la nomenclature des ICPE.....	66
TabIII.2- Critères minimaux applicables du lixiviat (Benallal, 2016).	83
Tab.III.3- Matrice d'évaluation des effets environnementaux.	90

Index des abréviations

CET : Centre d'enfouissement technique

OMS : Organisation mondiale de la santé

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

PNUD : Programme des nations unies pour le développement

DMS : Déchets municipaux solides

DSU : Déchets solides urbains

AND : Agence nationale des déchets

COP : Conférences des parties

PED : Pays en développement

PD : Pays développés

PC : Pouvoir Calorifique

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieure

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

DMA : Déchets ménagers et assimilés

OMR : Ordures ménagères résiduelles

DIB : Déchets industriels banals

DIS : Déchets industriels spéciaux

DH : Déchets hospitaliers

DAS : Déchets d'activités de soins

DASRI : Déchets d'activités de soins à risque infectieux

OPCT : Objets piquants ou coupants tranchants

DRCT : Déchets de soins à risque chimiques et / ou toxiques

DI : Déchets inertes

FFOM : Fraction fermentescible des ordures ménagères

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie

CGDD : Commissariat General au Développement Durable

CSDU : Centre de stockage des déchets ultimes

CSD : Centre de stockage des déchets

UIOM : Usine d'incinération des ordures ménagères

PE : Poly Ethylène

PET : Poly Ethylène Téréphtalate

PVC : Poly Chlorure de Vinyle

PP : Poly Propylène

PUR : Pneu Usagé Réutilisable

PUNR : Pneu Usagé Non Réutilisable

MPR : Matières premières de recyclages

CNEF : Conservatoire Nationale des Formations en Environnement

MICL : Ministère Intérieur et des Collectivités Locales

PNAE-DD : Plan national d'action pour l'environnement et le développement durable

PNAGDES : Plan national de gestion des déchets spéciaux

EIE : Étude d'Impact sur l'Environnement

ICPE : Installations classées pour la protection de l'environnement

PEHD : Poly Ethylène de Haute Densité

MEST : Matières en suspension totale

COT : Carbone organique total

DCO : Demande chimique en oxygène

DBO : Demande biochimique en oxygène

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Index des figures

Index des tableaux

Index des abréviations

Introduction générale

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Introduction	4
I.1. Définition des déchets.....	4
I.2. Les Caractéristiques des déchets : densité, degrés d'humidité, pouvoir calorifique, teneurs en carbone et en azote.....	5
I.3. Classifications des déchets.....	8
I.3.1. Les déchets ménagers et assimilés (DMA).....	9
I.3.2. Les déchets des collectivités locales	9
I.3.3. Les déchets industriels	10
I.3.4. Les déchets hospitaliers (DH), déchets d'activités de soins (DAS) ou déchets infectieux.....	10
I.3.5. Les déchets inertes (DI)	11
I.3.6. Les déchets fermentescibles.....	12
I.3.7. Les Déchets radioactifs	12
I.3.8. Les déchets spéciaux.....	12
I.3.9. Les boues	13
I.4. Composition et propriétés des Déchets Solides Urbains	13
I.5. Collecte les déchets solides urbains et leur transport	15
I.6. Production des déchets.....	27
I.7. Risque liés aux déchets	31
I.8. Le cycle de vie des déchets	38
I.9. Traitement et valorisation des déchets	40
I.9.1. Définition du traitement et de la valorisation des déchets	40
I.9.2. Traitement par élimination : mise en décharge, L'incinération, La réduction a la source	41

I.9.3. Traitement pour la valorisation	44
I.9.4. Impact des déchets sur l'homme et sur l'environnement.....	51
I.10. Gestion des déchets en Algérie	54
I.11. Enfouissement technique des déchets (Enfouissement en surface, sur talus et en tranchées)	56
Conclusion.....	59

CHAPITRE II : Les Décharges et leur Classification

Introduction	60
II.1 Définition des décharges	60
II.2 Les différents types des décharges	60
II.2.1 Décharge brute	60
II.2.2 Décharge sauvage	60
II.2.3 Décharge surveillée.....	60
II.2.4 Décharge contrôlée	61
Conclusion	63

CHAPITRE III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi Bounif »

Introduction	64
III.1 Cadre réglementaire	64
III.2 Objectifs du CET.....	66
III.3 Classification des CET : CET de Classe I, CET de Classe II et CET de Classe III	66
III.4 Contexte du travail	67
III.5 Description du CET de Hassi Bounif.....	67
III.5.1 Choix du site.....	67
III.5.2 Fiche technique du CET de Hassi Bounif	70
III.6 Conception et réalisation de site du CET de Hassi Bounif	74
III.6.1 Principe et intérêt de l'enfouissement technique des déchets	76
III.6.2 Type, nature des déchets destinés à l'enfouissement et capacité de stockage du CET.....	76
III.7 Eléments Constitutifs du site du CET de Hassi Bounif	77
III.8 Gestion et équipement du (C.E.T) de Hassi Bounif	79

III.9 Fonctionnement du C.E.T de Hassi Bounif	80
III.10 Evaluation des impacts prévisibles directs et indirects à court, moyen et à long terme du projet sur l'environnement CET de Hassi-Bounif.....	85
III.10.1 Identification des impacts de la phase exploitation du CET	85
III.10.2 Identification des impacts de la phase post-exploitation du CET	88
III.10.3 Evaluation des effets environnementaux	89
III.11 Les mesures recommandées pour supprimer, réduire et/ou compenser les conséquences dommageables des différentes phases du projet.....	90
Conclusion générale	91

Bibliographie

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. En effet, la problématique des déchets est aujourd'hui un sujet de recherche très important, encouragé par les politiques publiques (**Bessenasse, 2012**).

Les déchets se créent d'une façon régulière et continue dans une trajectoire croissante, au fur et à mesure du développement démographique et économique l'expansion urbanistique, le développement des activités socio-économiques et les mutations des modes de vie et de consommation engendrant ainsi un gisement de déchets de plus en plus grandissant.

La mise en décharge est la destination finale la plus privilégiée pour l'élimination des déchets ménagers et assimilés du fait, de son faible coût par rapport aux autres filières comme l'incinération ou le compostage. Cet état de fait a provoqué la saturation des décharges existantes et a engendré des problèmes d'hygiène et de salubrité publique (odeurs nauséabondes, problèmes respiratoires, allergie...). A cela, s'ajoute le potentiel risque que constituent les lixiviats pour les nappes phréatiques ainsi que les émissions des gaz à effet de serre.

L'Algérie est passée de la décharge sauvage à la décharge contrôlée et au centre d'enfouissement technique, traduisant ainsi une réelle prise de conscience pour la protection de l'environnement et la nécessité d'une gestion intégrée des déchets solides urbains.

Ces décharges sont soumises à des normes réglementaires et des contrôles systématiques pour la mise en place d'un cadre législatif moderne et des structures de traitement des déchets aux normes techniques strictes pour assurer la planification, la réalisation et l'exploitation des Centres d'Enfouissement Techniques (CET) pour aboutir à une élimination écologiquement correcte des déchets solides ménagers. Ce genre d'installation sert de stockage et de gestion des déchets pendant une période de temps limitée. En effet, bien que la durée de fonctionnement des CET soit limitée, leurs impacts n'en demeurent pas : les ordures ménagères continuent à vivre après leur enfouissement, créant ainsi d'autres nuisances. La plus importante reste la production du biogaz issue de leur dégradation. L'autre souci majeur engendré par les CET est celui des liquides formés lors de la percolation des eaux pluviales avec les déchets en pleine décomposition : les

lixiviats. Ces effluents, au fil du temps, se chargent en matières organiques et autres métaux lourds, ce qui fait un vecteur de pollution des plus dangereux. Cela montre la nécessité de leur traitement avant de les rejeter dans l'écosystème.

Conformément aux nouvelles dispositions règlementaires, notamment la loi n° 01-19 du 12.12.2001, le gouvernement algérien a opté pour cette technique, compte tenu de la simplicité de sa mise en place comparativement aux autres types de procédés comme l'incinération ou le compostage.

L'enquête réalisée par les services du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) fait ressortir plus de 3000 décharges sauvages implantées à travers le territoire national, occupant une superficie de plus de 150 000 hectares et situées le plus souvent sur des terres agricoles ou le long des oueds. En 2011, l'Agence Nationale des Déchets (AND) a estimé que plus de 10 millions de tonnes de déchets municipaux solides (DMS) sont générées annuellement en Algérie, et s'élèveront à 17 millions de tonnes à l'horizon 2025. Cette situation a provoqué une pollution environnementale assez importante touchant les différents secteurs de l'environnement (la faune et la flore), alors que la situation est devenue alarmante donc une réaction du gouvernement était indispensable et obligatoire.

Le programme en cours de réalisation est ambitieux et devrait se concrétiser à terme par la réalisation de 146 décharges contrôlées, 126 CET de classe II, 54 CET de classe III, 32 déchetteries, 29 centres de tri, et la réhabilitation des décharges sauvages. A l'horizon 2018, le pays prévoit la réhabilitation des plus importantes décharges à travers son territoire (Alger, Oran, Annaba, etc.), tandis que le nombre de CET de classe II et décharges contrôlées dépassera 300 et contribuera, ainsi, à prendre en charge plus de 75 % des déchets ménagers et assimilés.

Dans le cadre de cette problématique environnementale, l'objectif de ce travail est de réaliser une étude d'impact du centre d'enfouissement technique de Hassi-Bounif selon la réglementation algérienne

Le présent travail est structuré en trois chapitres :

Le chapitre 1 dresse un bilan de connaissances sur les déchets, leurs caractéristiques et leurs propriétés, le traitement et la valorisation des déchets et leurs impacts sur la santé humaine et l'environnement

Le chapitre 2 est relatif à la synthèse théorique sur les décharges et leur classification.

Le chapitre 3 expose l'étude d'impact environnemental du CET de Hassi-Bounif avec une présentation du site et une évaluation des impacts prévisibles directs et indirects à court, à moyen et à long terme sur l'environnement.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

CHAPITRE I

Bilan de connaissances sur les déchets

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Introduction

La protection de l'environnement est devenue une préoccupation de tout le monde, le domaine du « déchet » est aujourd'hui très vaste, ce qui nécessite une bonne connaissance du domaine afin de mieux le gérer. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu, chacun de nous doit être un acteur actif pour une meilleure gestion des déchets et ainsi améliorer le cadre de vie et préserver l'environnement.

I.1 Définition des déchets

La notion du déchet peut être définie selon plusieurs points de vue, ça dépend de chaque auteur, de chaque domaine et de chaque pays. C'est l'ensemble des résidus présents sous forme solide, voire liquide ou gazeuse ; ces déchets résultent des différentes activités humaines domestiques, industrielles et agricoles.

Tout ce que nous faisons, crée des déchets et tout ce que nous produisons conduit tôt ou tard à des déchets : il se forme des déchets lorsqu'on extrait des matières premières, lors de toute production, lors du stockage et lors du transport des produits ainsi que lors de leur consommation et leur utilisation (**Perraud et Bliefert, 2003**).

Le « LAROUSE » définit le déchet comme :

- Ce qui tombe d'une matière qu'on travaille.
- Perte, partie irrécupérable de quelque chose.

Le terme de déchet traduit l'idée de se défaire d'un produit dont une personne physique ou morale dispose, dont elle n'a plus l'utilité et qui l'embarrasse, vers un exutoire dont elle préfère ne pas assumer la responsabilité et qu'elle souhaite oublier. Au cours des siècles, cet exutoire évolue: après l'élimination dans le milieu naturel sans précautions particulières à un moment où les quantités produites sont faibles, on retrouve les techniques actuelles à l'état primitif comme le feu, le tas de fumier ou le dépôt, dans un lieu écarté (les fossés entourant les fortifications dans un premier temps) si possible, à défaut dans les rues (**Damien, 2016**)

Au sens de la réglementation algérienne, la loi n°01-19 du 12/12/2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets (article 3), définit le déchet comme : « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer ».

Selon la réglementation Française, la loi du 15.07.1975 définit le déchet comme « tout résidu d'un processus de production, de transformation, ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement, tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ».

Juridiquement « les termes de "bien meuble" et "abandon" font appel à des notions de droit civil appartenant à la terminologie du droit des biens.

Le terme "abandon" pourrait rattacher juridiquement le déchet "bien meuble" à la catégorie des "choses sans maîtres", choses volontairement délaissées par leur propriétaire. Cependant, la notion de détenteur et la définition de l'abandon renvoient implicitement à la responsabilité du producteur et/ou du détenteur de déchets.

Aussi, derrière tout déchet surtout générateur de nuisances, se trouve une personne physique qui le produit ou le détient et qui en est responsable jusqu'à son élimination finale. Et ce même si le déchet n'est plus physiquement entre ses mains.» (**Augris et autres, 2002**).

En économie, un déchet se définit comme « une matière ou un objet dont la valeur économique est nul ou négative, pour son détenteur, à un moment et dans un lieu donné ». Donc, pour s'en débarrasser, le détenteur devra payer quelqu'un ou faire lui-même le travail (**Maystre, 1994**).

Sociologiquement, le déchet est le témoin de la culture et de ses valeurs. Il est aussi le reflet d'une dépréciation économique ou sociologique à un moment donné. Il est le révélateur du niveau social des populations et de l'espace dans lequel elles évoluent (zones rurales ou urbaines, habitat collectif ou individuel). (**actu-environnement.com**)

I.2 Les Caractéristiques du déchet

La détermination de la composition moyenne des déchets est importante. Le comportement global du déchet dépend du comportement de chacun de ses composants mais aussi de leurs interactions (**Bouglouf, 2014**).

I.2.1 Densité

La densité ou la masse volumique est la relation entre le poids et le volume de déchets ; elle représente la masse par unité de volume exprimé en kg.m⁻³.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

La connaissance de la densité des déchets est très importante, pour le choix, d'une part des moyens de pré-collecte, collecte ou transport des déchets et d'autre part du type de traitement à préconiser, par exemple le dimensionnement d'un CET dépendra du volume que l'on peut estimer correspondre à un tonnage donné.

Dans certains pays en développement (PED), la masse volumique des déchets se situe entre 300 et 500 kg/m³, fortement supérieure à celle des pays développés (PD), comprise entre 100 et 200 kg/m³ (AND, 2016). La densité en moyenne est plus élevée dans les pays PED que dans les pays PD à cause de la proportion importante de matières fermentescibles et d'humidité dans les déchets, constituants plus lourds (Charnay, 2005).

La valeur de la densité dépend de plusieurs caractéristiques :

- La composition des déchets.
- La méthode de mesure.
- Du degré de compactage lors de la mise en place.
- De la présence ou non de couvertures périodiques.

I.2.2 Degrés d'humidité

L'humidité d'un échantillon de déchets donné représente le rapport entre la masse d'eau présente dans cet échantillon et la masse sèche de cet échantillon (l'échantillon varie de quelques grammes à plusieurs kilogrammes). Elle s'exprime en pourcentage. C'est un paramètre utilisé pour caractériser les déchets entrants et les déchets stockés. L'eau étant non seulement indispensable aux réactions biochimiques mais elle permet aussi l'échange de nutriments et de microorganismes au moyen de pontages capillaires. L'humidité est donc nécessaire pour la dégradation (Aina, 2006).

Le taux d'humidité varie selon la nature des déchets, le lieu de production le climat et les saisons. Dans les pays PED, l'humidité des déchets se situe entre 60 % et 80 % ; elle provient de la forte proportion de matière organique qui oscille entre 60 % et 85 % (AND, 2016).

I.2.3 Pouvoir calorifique

Pour les combustibles solides ou liquides, le pouvoir calorifique s'exprime en Kcal/kg. Pour les combustibles gazeux, on utilise des Kcal/Nm³.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

On distingue le Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) qui comprend la chaleur latente de condensation de la vapeur d'eau contenue dans les fumées et le Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) qui ne comprend pas cette chaleur de condensation.

En pratique, on utilise pour les déchets le PCI, qui représente l'énergie qui se dégage et qui peut être théoriquement récupérée au cours de la combustion. Bien sûr, la valorisation énergétique de ces déchets est d'autant plus facile et plus intéressante que leur pouvoir calorifique est élevé et les quantités importantes. En prenant pour référence le fioul (PCI) de l'ordre de 10.000kcal/kg, l'observation des caractéristiques de quelques produits tels que le bois (PCI de l'ordre de 4000 kcal/kg), les huiles usées (PCI souvent supérieur à 10 000 kcal/kg), le carton (4000 kcal/kg) ou le polyéthylène (11 000 kcal/kg) montre que les quantités d'énergie disponibles à partir des déchets sont très importantes (**www.leconomiste.com**).

Le PCI est un paramètre essentiel pour définir l'habilitation des déchets au traitement par incinération. Sa valeur diminue avec l'augmentation de la teneur en eau dans les déchets. Sans apport extérieur d'énergie, les déchets peuvent être incinérés lorsqu'ils ont un PCI supérieur à 1200 kcal/kg (**Ngnikam, 2002**).

I.2.4 Teneurs en carbone et en azote

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

Comme dans le cas de la matière organique, la teneur en carbone organique est liée à l'état de dégradation du déchet (**Aina, 2006**).

L'azote contenu dans le déchet est lié à la matière organique de ses constituants. Une faible part de l'azote contenu dans le compost est disponible à court terme.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

I.3 Classifications des déchets

Les déchets peuvent avoir plusieurs classifications :

- Selon leur nature :
 - Déchets solides.
 - Déchets liquides.
 - Déchets gazeux.
- Selon leur origine :
 - Déchets industriels.
 - Déchets urbains.
 - Déchets agricoles.
 - Déchets hospitaliers.
- Selon leur toxicité (risques qu'ils fassent courir à l'homme et à l'environnement) :
 - Déchets dangereux.
 - Déchets inertes.
 - Déchets non dangereux.
- Selon la législation algérienne (la loi n°01-19 du 12.12.2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets (article 5)) qui classifie les déchets en :
 - Les déchets spéciaux (y compris les déchets spéciaux dangereux).
 - Les déchets ménagers et assimilés.
 - Les déchets inertes.

Les critères de dangerosité des déchets spéciaux dangereux sont fixés par l'annexe 1 du décret n° 06-104 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux comme suite : Explosible - Comburante - Extrêmement inflammable - Facilement inflammable - Inflammable - Irritante Nocive Toxique Cancérogène - Infectieuse - Toxique vis à vis de la reproduction – Mutagène - Dangereux pour l'environnement.

Selon **Maystre(1994)**, le but d'une classification des déchets peut-être :

- D'ordre technique afin de mieux maîtriser les problèmes de transport, de stockage intermédiaire, de traitement et d'élimination finale.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

- D'ordre financier selon l'application du principe pollueur payeur, tri entre les communes et les entreprises qui sont nombre ou non d'un organisme de gestion des déchets.
- D'ordre légal pour rechercher les responsabilités en cas de dommages à l'environnement ou des tiers.

I.3.1 Les déchets ménagers et assimilés (DMA)

La loi n°01-19 du 12.12.2001 dans son article 3, définit les déchets ménagers et assimilés comme : Tout déchet issu 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.

Les déchets ménagers et assimilés sont collectés par le service public de ramassage mis en place par les collectivités. Ils se subdivisent en plusieurs catégories :

- Déchets occasionnels : encombrants, gravats, déchets verts, inertes divers, etc.
- Déchets de bricolage non dangereux.
- Déchets dangereux ou toxiques, à nature polluante potentielle : déchets ménagers spéciaux (restes de peinture et de colles, piles, résidus de produits d'entretien, déchets chimiques et huiles de vidange principalement).
- Déchets dits de « routine » ou « ordures ménagères et assimilées », produits de manière plus quotidienne, collectés en mélange (ordures ménagères résiduelles : OMR), ou en tri à la source, ou en apport volontaire (**Balet, 2016**).

I.3.2 Les déchets des collectivités locales

Ce type de déchets regroupe l'ensemble des déchets dont la gestion relève de la compétence de la collectivité (mairie, communauté de communes, etc.). Cette catégorie de déchets comprend ainsi les ordures ménagères en mélange (ensemble des déchets produits par l'activité quotidienne des ménages), les déchets ménagers collectés séparément (recyclables), les déchets d'activités économiques assimilés aux déchets ménagers, les encombrants des ménages, les déchets collectés en déchetteries et les déchets dangereux des ménages (**Turlan, 2013**).

I.3.3 Les déchets industriels

Les déchets industriels sont classés, selon leurs caractères plus ou moins polluants, en trois grandes catégories:

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

- Les déchets industriels banals (DIB) : Appelés quelquefois déchets industriels assimilés aux déchets ménagers : ils sont constitués de déchets non dangereux et non inertes ; Ils contiennent effectivement les mêmes composants que les déchets ménagers mais en proportions différentes.

Le traitement et l'élimination de ces déchets sont couverts par le même plan départemental ou interdépartemental que celui des déchets ménagers. (**Augris et autres, 2002**)

- Les déchets industriels spéciaux (DIS) : Contiennent des éléments polluants en concentration plus ou moins forte. Ils présentent certains risques pour la santé de l'homme et l'environnement. (**Augris et autres, 2002**)
- Les déchets industriels inertes : Sont des déchets non susceptibles d'évolution physique, chimique ou biologique importante. Ils sont essentiellement constitués de déblais et gravats et ne doivent pas être mélangés avec d'autres déchets. Les dépôts de déchets inertes sont souvent à l'origine de décharges sauvages. (**Augris et autres, 2002**)

I.3.4 Les déchets hospitaliers (DH), déchets d'activités de soins (DAS) ou déchets infectieux

La loi n°01-19 du 12.12.2001 définit les déchets d'activité de soin comme : tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire (article 3). Donc ces déchets qui proviennent des hôpitaux, des cliniques, des établissements de soins, des laboratoires et des services vétérinaires, peuvent être dangereux ou non et peuvent produire des déchets domestiques recyclables mais aussi des déchets dangereux qui peuvent être à l'origine de risque mécanique (coupure) ou de risque de contamination. Ces déchets sont classés en catégories (**AND, 2019**).

- Les déchets d'activités de soins à risque infectieux (DASRI) : qui présentent un risque infectieux, du fait qu'ils contiennent ou peuvent contenir des microorganismes viables ou leurs toxines susceptibles d'affecter la santé humaine. Selon le niveau du risque des déchets de soins à risque infectieux (DASRI), on distingue :
 - Les objets piquants ou coupants tranchants (OPCT).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

- Les déchets mous ou solides, ayant été en contact (ou pouvant l’avoir été) avec un produit biologique : coton, compresses, bandages,...
- Les déchets de soins à risques chimiques et/ou toxiques (DRCT), en :
 - produits cytotoxiques (produits anticancéreux, et leurs métabolites) et tous déchets ayant été contaminés par ces derniers.
 - médicaments entamés et/ou périmés ou détériorés (hors cytotoxiques).
 - déchets contenant des métaux lourds : le mercure contenu dans les amalgames dentaires, les thermomètres ou les tensiomètres, ...etc.
 - films radiologiques, fixateurs, révélateurs ...
 - réactifs des laboratoires d’analyses médicales.
 - acides et bases, solvants, désinfectants et détergents.
 - déchets d’équipements électriques et électroniques.
 - piles et accumulateurs...
- Les déchets anatomiques d’origine humaine : définis comme « tous les déchets anatomiques et biopsiques humains issus des blocs opératoires et des salles d’accouchement qui sont des organes, membres, fragments d’organes ou de membres ».
- Les Déchets radioactifs : sont représentés par tous les déchets générés par le traitement des patients dans le service de médecine nucléaire et qui possèdent une activité radioactive supérieure au bruit de fond naturel des rayonnements (flocons de radionucléides, gants, seringues, aiguilles, robinets à 3 voies contaminés). Sont concernés également les déchets de patients injectés traités (couches, poches d’urine, compresses, etc...).

I.3.5 Les déchets inertes (DI)

La loi n°01-19 du 12.12.2001 définit les déchets inertes comme : Tout les déchets provenant notamment de l’exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autre éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et/ou à l’environnement (article 3).

Les déchets dits « inertes » font partie des déchets non dangereux, mais sont classés séparément et définis par la négative : ne brûlent pas, ne se décomposent pas, ne produisent

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

aucune réaction ni chimique ni physique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas les matières avec lesquelles ils entrent en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine. Il s'agit presque exclusivement de déchets minéraux, issus essentiellement du secteur du BTP. Mais attention : tous les minéraux ne sont pas inertes. À noter aussi qu'un déchet non dangereux n'est pas nécessairement inerte (**Balet, 2016**).

I.3.6 Les déchets fermentescibles

Les déchets fermentescibles sont constitués de matières organiques biodégradables: tontes de gazon, épluchures de fruits et légumes, déchets de viande, de charcuterie, les papiers et cartons, le bois non traité et les textiles naturels. Les matières plastiques, bien que se décomposant à long terme, en sont exclues. On définit aussi la fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM) comprenant les composés organiques biodégradables contenus dans les ordures ménagères (**Damien, 2016**).

I.3.7 Les déchets radioactifs

Toute substance radioactive dont l'activité est telle que son rejet et sa dispersion dans l'environnement ne sont pas autorisés et pour laquelle aucun usage n'est envisagé.

Les déchets radioactifs sont constitués d'isotopes qui peuvent être instables et se transmuter spontanément en d'autres atomes avec émission d'énergie et de rayonnements. (**actu-environnement.com**)

I.3.8 Les déchets spéciaux

La loi n°01-19 du 12.12.2001, dans son article 3, définit les déchets spéciaux comme : Tous les déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de service et toutes autres activités qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

I.3.9 Les boues

Les boues se situent à la frontière des domaines respectifs des traitements des déchets solides et des eaux résiduaires. On les assimile généralement à des déchets solides

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

à partir du moment où leur teneur en eau les rend pelletables. Ce sont des mélanges de solide et de liquide (l'eau dans la plupart des cas), dont la fraction solide est constituée de fines particules (de la fraction de micromètre à quelques millimètres). Leur origine sont généralement des stations d'épuration des eaux urbaines ou industrielles et peuvent être d'origine diverses : hydrocarbures, peintures, traitement de surface... (**Damien, 2016**).

I.4 Composition et propriétés des déchets solides urbains

La grande majorité des services chargés de la gestion des déchets des différents pays définissent les déchets solides municipaux (ou urbains) (DSU) comme un ensemble de résidus hétérogènes (**PNUD, 2008**). Ces déchets sont générés dans les centres urbains (les villes) et dans leurs zones d'influence. Les logements privés (maisons, appartements), les bureaux et les commerces sont quelques-uns de ceux qui produisent des déchets solides, et sont ceux qui proviennent de l'activité domestique et commerciale des villes et des villages (**www.lesdefinitions.fr/dechet-solide**). Ils sont générés de façon continue en quantité croissante avec le développement des modes de vie des sociétés. Leur composition quantitative varie beaucoup en fonction de l'espace (d'une société à l'autre, d'un pays à l'autre, d'une ville à l'autre, etc.) et du temps (jours de la semaine, jours atypiques (fêtes et autres), saisons (humide et sèche, etc.). En effet, les facteurs géographiques, climatiques, économiques, culturels, sociaux et démographiques sont déterminants dans la quantité et la composition des déchets générés par une communauté donnée (**www.institut-numerique.org**).

La composition de ces déchets est très variable en fonction de la localisation, du climat et du degré de développement économique et social de chaque pays.

Dans tous les cas, ils sont généralement formés d'un ensemble de matériaux hétérogènes dont un pourcentage élevé est constitué de matériaux non fermentescibles (inorganiques), la plupart recyclables. Le reste est la fraction organique qui peut être traitée par stabilisation, compostage ou digestion anaérobie (**www.biannaiguacumec.com**).

Les déchets solides urbains peuvent être caractérisés par plusieurs propriétés :

- Propriétés physico-mécaniques, minéralogiques et structurales
- la composition : Les ordures ménagères sont hétérogènes (contenant des matières de composition très diversifiée).
- Granulométrie par taille (les gros, les moyens et les fines), finesse et surface spécifique.
- Propriétés mécaniques (dureté, résistances mécaniques).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

- État structural (vitreux, cristallisé) (Bennama, 2016).

➤ Propriétés physico-chimiques

- **L'humidité (h %)**

Les déchets ménagers renferment une quantité d'eau, qui est celle contenue dans leurs composants, le taux d'humidité :

«Varie selon : les proportions respectives des composants, les saisons, latitudes et l'origine géographique et sociale des populations qui en sont la source.» (PNUD,2008)

On le détermine : En plaçant un échantillon à l'étuve à 105 degrés C° jusqu'à ce que le poids des matières sèches soit constant.

P0 : Poids initial de l'échantillon.

P1 : Poids final après séchage.

Le taux d'humidité : **$Th = [(P0 - P1) / P0] \times 100$**

- **Les pouvoirs calorifiques**

Le pouvoir calorifique d'un déchet est la quantité de chaleur dégagée lors de la combustion d'une unité d'ordures ménagères brutes. Plus le PC est grand, plus la chaleur récupérée est importante. Ceci permet d'évaluer l'utilité de l'incinération et la quantité d'énergie pouvant être récupérée. Le PC varie selon la composition des ordures ; il est élevé si les composants sont inflammables et peu élevées s'ils sont trop humides à cause de l'énergie qu'il faut fournir pour obtenir la matière sèche. (Makhoukh, 2008)

- **Inflammabilité, capacité thermique**

- **Densité (ou masse volumique)**

La densité=la masse des déchets ménagers / le volume qu'elles occupent.

Les déchets ménagers sont essentiellement compressibles, leur densité varie au cours des différentes manipulations auxquelles elles sont soumises (Bennama, 2016).

Exemple : Le **tableau I.1** illustre quelques exemples de densités des déchets ménagers.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Tab. I.1- Densité moyenne des déchets solides urbains dans les villes algériennes (PNUD, 2008).

Densité en poubelle	Densité en benneuseuse	Densité après foisonnement en décharge
0,22 - 0,30	0,45-0.55	0,28 - 0,32

➤ Propriétés spécifiques

- Taux de cendres, couleur, biodégradabilité.
- Toxicité pour les êtres vivants (CO₂, soufre) et pour les installations.
- Réactivité chimique et agressivité.
- Comportement en lixiviation (Comment ils peuvent être emportés par le milieu environnant les déchets une fois solidifiés)
- Évolution dans le temps.
- Facteur qualité (pureté du déchet). (Bennama, 2016).

I.5 Collecte les déchets solides urbains et leur transport

La gestion des déchets solides urbains implique plusieurs démarches, avec une étape préalable à la collecte (qui comprend la séparation et le stockage à la source), la collecte elle-même, le transport par des camions à ordures et enfin, l'élimination ou la transformation (fig I.1). (www.lesdefinitions.fr/dechet-solide).

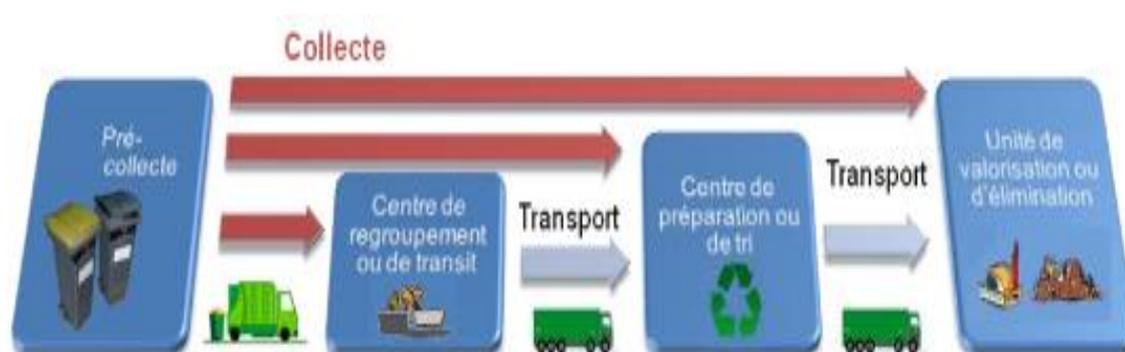


Fig. I.1-Transport et logistique des déchets. (ADEME, 2012)

Avant la collecte de ses déchets et leur transport, on trouve l'étape de la pré-collecte : c'est une phase qui consiste à amener les déchets de leur lieu de production au lieu de prise

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

en charge par le service public. Il faut tenir compte de la pré-collecte dans la construction d'un immeuble ou d'un groupe d'habitation. Donc c'est une opération par laquelle les habitants d'une maison, d'un immeuble ou d'une cité d'habitat collectif recueillent, rassemblent et stockent leurs déchets, puis les présentent à l'extérieur aux fins d'évacuation.

L'évacuation des déchets solides urbains se déroule sur la voie publique (APC en Algérie) et se subdivise en deux opérations :

- **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. C'est aussi l'ensemble des opérations d'évacuation des déchets de l'entreprise vers un lieu de tri, de regroupement, de valorisation.
- **Le transport** vers une destination appropriée: CET, décharge contrôlée, centre de tri ou une station de transfert.

Une bonne collecte des déchets a pour objet de libérer le plus vite possible l'homme de ses déchets, ceux-ci pouvant donner naissance à des odeurs gênantes dues au processus de décomposition ; ce qui représente un milieu favorable pour la prolifération des rats, des mouches ... etc (Chabane, 2016).

La collecte des déchets ménagers



Fig. I.2- Transport et logistique des déchets. (ADEME, 2012)

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Une bonne démarche consiste en ce qui suit :

1) Cartographie de l'agglomération

- **Estimation du gisement et du ratio par habitant :**

Il faut connaître le poids et le volume de déchets ménagers collectés chaque jour pour pouvoir appliquer la formule suivante:

$$\text{Poids de déchets Collectés (t)} = (\text{La capacité de chaque véhicule} \times \text{le nombre de rotations effectué}) \times \text{la densité de ces déchets ménagers}$$

Sachant que la densité de ces déchets ménagers évolue entre 0,3 et 0,4 lorsqu'ils sont empilés dans la benne.

$$\text{Capacité selon constructeurs} \times \text{Nombre de rotations effectué} = \text{Volume collecté (m}^3\text{)}$$

$$\text{Volume collecté (m}^3\text{)} \times \text{Densité} = \text{Poids Collecté(t) en tonnes}$$

Pour calculer le ratio par habitant (production journalière d'un habitant), il faut appliquer la formule suivante : $R = P/H$

Avec :

P= poids de déchets collectés en une journée.

H= nombre d'habitants de la commune ou l'agglomération traitée.

R= ratio.

- **Répartition du gisement :**

Il faudra disposer des données statistiques du dernier recensement de la population pour déterminer le nombre d'habitants par quartier.

Il faut calculer le gisement de déchets ménagers des quartiers traités qui correspond au tonnage de déchets collecté actuellement par les véhicules affectés à ces mêmes quartiers. De la sorte il sera possible de cartographier la répartition du gisement de déchets ménagers à travers l'ensemble de l'agglomération.

2) Sectorisation de l'agglomération et circuits de collecte

On doit sectoriser l'agglomération en zones homogènes auxquelles nous affecterons des moyens et une fréquence de collecte. Les paramètres de classement des quartiers sont :

- Le centre-ville devra toujours être isolé en zone(s) indépendante(s).
- Les autres quartiers de l'agglomération seront classés en fonction de :
 - Type d'habitat (individuel, collectif, étagé en tours de plus de 5 étages...)

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

- Type de population et des éventuelles activités particulières (ex: zone à forte densité de commerces).

Les paramètres de classement des quartiers permettront alors de :

- sectoriser l'agglomération en zones homogènes qui seront matérialisées sur le plan de rues.
- tracer les circuits de cheminement des véhicules de collecte, de façon à parcourir un minimum de distance tout en couvrant tous les sites de dépôt.

Une fois l'agglomération sectorisée et les zones de collecte identifiées et cartographiées, il sera possible de :

- choisir le mode de collecte à adopter.
- déterminer les types et les capacités de véhicules qui seront affectés à la collecte dans chaque secteur.
- déterminer la fréquence de ramassage qui sera réservée à chaque secteur (Djeffal,2011).



Fig. I.3- Collecte automatisée des ordures ménagères.

3) Détermination du/des mode(s) et fréquences de collecte

Le mode de collecte à adopter peut être de type : (PNUD, 2008)

- Porte à porte (le véhicule fait la porte devant chaque habitation) : c'est la collecte traditionnelle, sacs plastiques devant les maisons ou tous autres récipients déposés devant les maisons et ramassés à jours fixe.

On pourra retenir la collecte en porte à porte, pour les zones à habitats individuels et où la densité spatiale de population est faible, qui permet coût faible pour la collectivité mais le personnel doit obligatoirement disposer d'une bonne condition physique.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets



Fig.I.4 - Collecte déchets ménagers avec camion à benne tasseuse. (APS, 2019)

- Pré-collecte avec caissons (des caissons seront placés dans les quartiers et les habitants dans les zones à forte densité spatiale de population (zone d'immeubles) y videront leurs déchets pour que le véhicule vienne les vider régulièrement).



Fig.I.5- multibenne (www.bennesamb.com/multibennes)

- Mixte (porte à porte et pré collecte).



Fig. I.6 - Benne mixte compartimentée. (www.sytrad.fr)

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

On distingue deux manières de collecter les déchets ménagers:

- La collecte traditionnelle: ramassage de tous les déchets mélangés.
- 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.

La **figure I.7** illustre les deux types de collecte des déchets ménagers et assimilés ou ordures ménagères. (**Bennama,2016**).

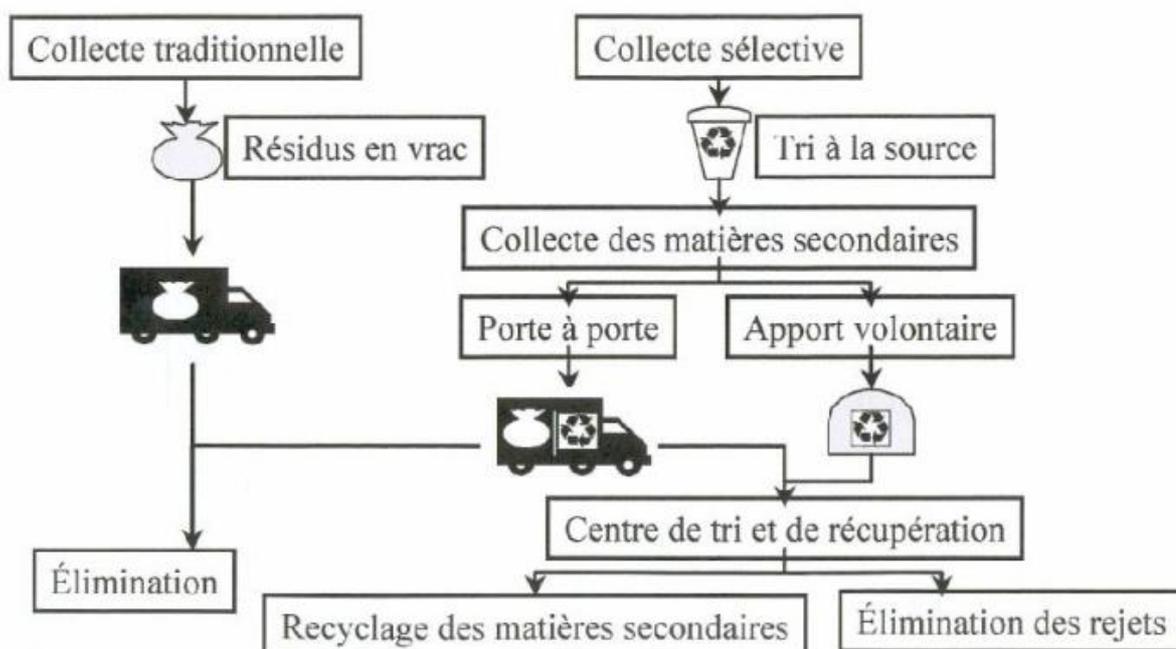


Fig. I.7- Types de collecte des déchets ménagers et assimilés (**Bennama, 2016**).

Les Caractéristiques de la collecte traditionnelle :

- Ramassage régulier : hebdomadaire.
- Ramassage au porte à porte.
- Benne ou camions de collecte spécialisés pour :
 - le tassement des ordures.
 - ou la collecte hermétique (par emploi de poubelles à fermetures étanche et exactement adaptable à l'orifice d'alimentation de la benne de transport)
 - ou la collecte pneumatique (**Bennama, 2016**).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

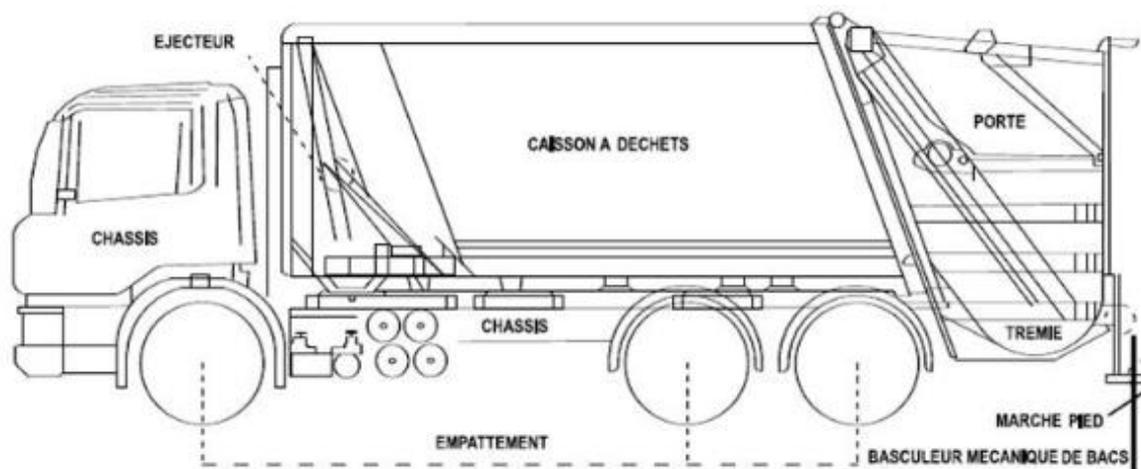


Fig.I.8-Schématisation d'un véhicule à benne tasseuse pour le transport des ordures (Bennama, 2016)

La benne est la partie du véhicule en contact avec les déchets. Elle se compose des éléments suivants : une trémie de réception des déchets, un système de compaction, un compartiment étanche et un dispositif de vidage (**fig. I.9**).



Fig.I.9- Des camions à benne tasseuse(www.liberte-algerie.com, 2018).

La collecte pneumatique

Ce système d'origine suédoise (procédé CENTRALSUG) 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. Ce procédé exclut toute intervention humaine: il a des répercussions bénéfiques sur l'hygiène et permet une diminution des inconvénients au trafic routier. Néanmoins, ce procédé coûte évidemment très cher, de plus il est quasi impossible à réaliser dans des constructions existantes. (**Bennama, 2016**).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets



Fig.I.10- Schéma de principe de la collecte pneumatique des ordures ménagères(Bennama, 2016).

Caractéristiques de la collecte sélective

Actuellement, il existe deux (02) grands de collecte sélective: le porte à porte (PAP) et l'apport volontaire (AP).

– 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). Elle est en général multi-matériaux. Elle a pour cible soit les déchets recyclables propres et secs (poubelle bleue) en vue d'une valorisation matière, soit les fermentescibles (poubelle verte) en vue d'une valorisation organique.

– Collecte sélective par apport volontaire(ou points de regroupement) :

C'est une collecte mono-matériaux : où l'utilisateur doit déposer des déchets préalablement séparés des autres dans un conteneur, ou un caisson métallique(cas d'une déchetterie), prévu spécialement à cet effet et installé dans un lieu public. C'est le cas par exemple quand un usager vient déposer ses bouteilles de verre dans un conteneur à verre.

Pour déterminer la fréquence de collecte : D'abord il faudra toujours réserver un traitement quotidien au centre-ville et les zones jugées représenter l'image de l'agglomération. Il faut diminuer la fréquence de collecte des déchets ménagers pour réduire le coût de collecte et éviter la circulation excessive des véhicules de collecte dans les quartiers d'une agglomération. Il faut savoir quelles sont les zones où la production des

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

déchets est faible qui peuvent être traitées 2à3 Foix par semaine et les zones nécessitant un traitement quotidien (Bennama, 2016).

4) Déterminations des véhicules de collecte

Avant de passer à la commande de véhicules de collecte, il sera nécessaire d'évaluer les besoins, cibler les types de véhicules à commander et avec des critères :

- Volume de déchets à collecter et son évolution pendant toute la durée d'amortissement du véhicule.
- Topographie du terrain à couvrir (présence de pentes importantes, terrain accidenté,...etc.).

Situation en Algérie : Selon les statistiques du MATE en 2005 : le parc des véhicules de collecte des déchets ménagers et assimilés en Algérie est estimé à un véhicule pour environ 7500 habitants alors que les normes internationales sont d'un véhicule pour 4000 habitants.

5) Détermination du personnel de collecte

Le personnel de collecte dépendra du nombre et du type de véhicules prévus mais surtout du volume de déchets à ramasser.

Les éboueurs doivent obligatoirement être médicalement suivis et vaccinés contre le tétanos et l'hépatite B puisque les déchets des ménages comportent souvent des lames de rasoirs et des résidus de soins.

Situation en Algérie : Selon les statistiques du MATE en 2005 : Le nombre d'agents chargés de la collecte des déchets ménagers et du nettoyage des voies publiques en Algérie, était de un(01) agent pour 500 habitants en 1980. En 2005, il est passé à un (01) agent pour 1500habitants, soit trois fois moins d'agents qu'il n'en faut (**Loi algérienne n°01-19**).

6) Elaboration du programme de collecte :

Pour diminuer le cout de cette opération, il faut minimiser le temps de collecte. Pour ce faire, il est possible d'agir sur :

- le temps de circulation du véhicule entre deux points de collecte.
- les horaires de collecte qui seront fixés de façon à éviter les encombrements de circulation.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Le programme de collecte doit être affiché au niveau du service communal chargé des déchets, et un extrait (excluant la liste nominative des éboueurs) sera imprimé sous forme de dépliant et distribué à la population concernée. (PNUD, 2008).

La collecte spéciale :

Ce type de collecte est pour les déchets qui ne sont pas des ordures ménagères ou bien qui ne sont pas générés régulièrement et dont l'enlèvement ne peut pas s'effectuer par les opérations de collectes normales (Loi algérienne n°01-19).

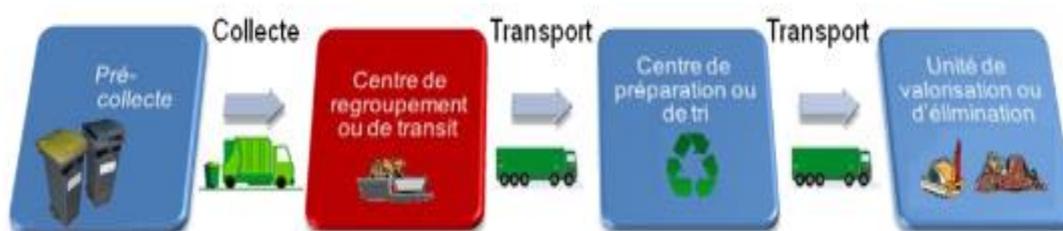


Fig.I.11- Transport et logistique des déchets (ADME, 2012)

Il s'agit d'une étape de gestion intermédiaire essentielle au regard de l'implantation et du nombre d'unités de valorisation et d'élimination permettant de diminuer les distances parcourues au total par les véhicules de collecte en amont et les véhicules de transport en aval grâce à un transport plus massifié. La cause est l'inaptitude des véhicules de collecte à circuler sur le trajet menant vers le site de traitement (véhicules lents, impacts environnementaux lors du transport), et l'impossibilité de réaliser un site de traitement sur le territoire de la commune (indisponibilité de terrain, projet non rentable...etc.).

Le rôle d'une rupture de charge est primordial : c'est une étape intermédiaire entre les points de collecte et les sites de traitement dans lesquels les déchets sont évacués vers leurs point de destination finale à l'aide des moyens de transport spécialement conçus pour des tonnages importants à cheminement sur des grandes distances (camions gros porteurs, chemin de fer...). Et pour mener à bien cette double tâche, la collectivité responsable doit disposer à la fois de moyens appropriés et d'une organisation adéquate.(ADME, 2012)

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

On peut avoir deux (02) types de station de transfert :

– Station de transfert sans reprise :

Ça consiste en un déversement gravitaire direct du haut d'un quai dans un moyen de transport (benne d'un camion gros porteur) ou sur un tapis qui alimente ce moyen de transport. Ça permet d'éviter la manipulation directe des déchets et convient aux déchets denses (tels que les déchets ménagers). Par contre les déchets à faible densité, occupant un grand volume, ne permettent pas de charger les véhicules de transport (gros porteurs) au maximum de leur capacité, ce qui engendre une augmentation du coût (**Bennama, 2016**).

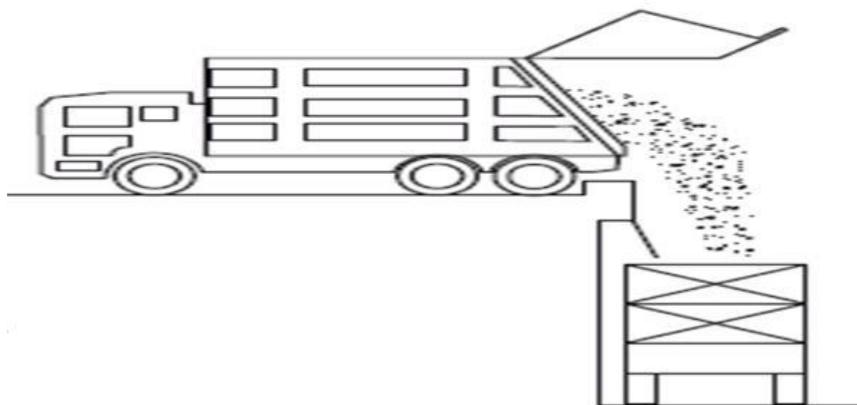


Fig.I.12- Station de transfert sans reprise (PNUD, 2008).

– Station de transfert avec reprise :

Ça consiste au déversement des déchets sur un lieu d'entreposage provisoire (fosse ou dalle) pour être, par la suite transférés sur le moyen de transport prévu et ce, au moyen d'engin de reprise qui peut être un pont roulant ou une pelle mécanique.

Ça permet que la possibilité de stockage des déchets pendant 24h et leur évacuation plus tard (hors heures de grande circulation, voir même durant la nuit) et la station de transfert puissent constituer une opportunité pour engager un pré-tri ou un tri complet des déchets avant évacuation vers le centre de traitement. Ces opérations contribueront à réaliser des profits et diminuer les coûts d'exploitation de la station, par contre l'émanation d'odeurs désagréables et les nuisances dues aux lixiviats (**Bennama,2016**).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

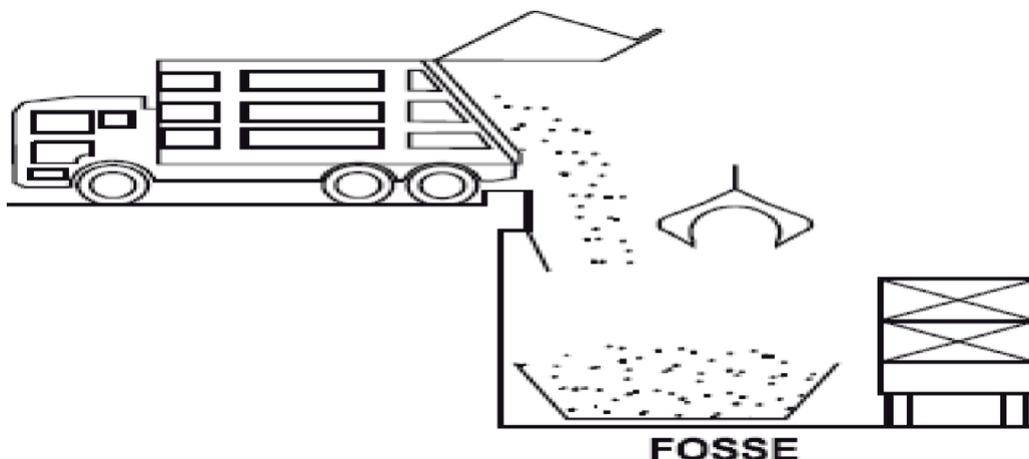


Fig.I.13- Le premier cas où le lieu d'entreposage provisoire est une fosse (PNUD, 2008)

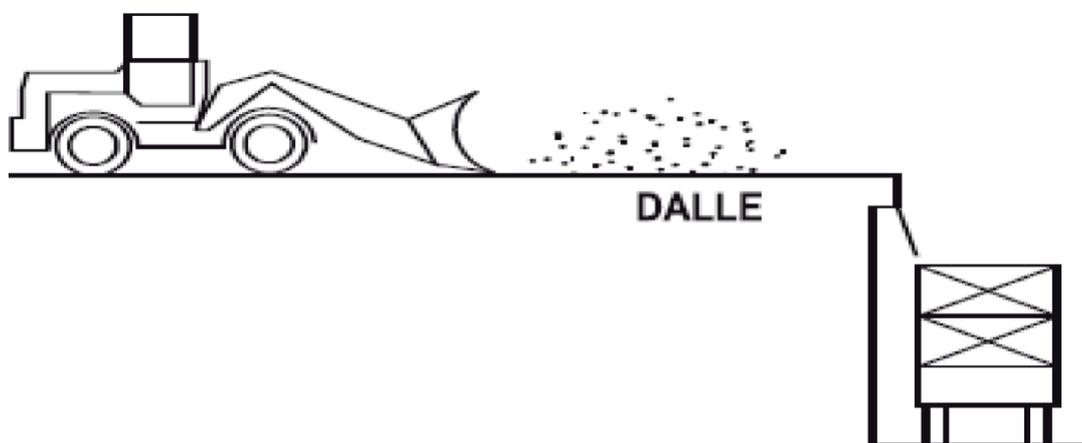


Fig.I.14- Le deuxième cas où le lieu d'entreposage provisoire est une dalle (PNUD, 2008).

Transport en sortie des centres de regroupement ou de transit

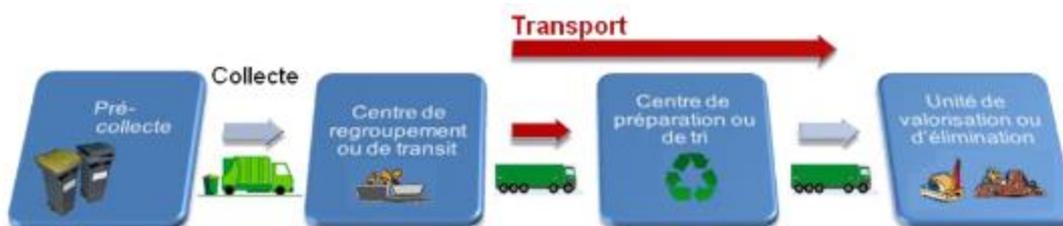


Fig.I.15-Transport et logistique des déchets (ADME,2012)

A partir des centres de regroupement ou de transit, les flux de déchets sont acheminés, selon les cas, vers des unités de préparation (dépollution, démontage, tri, etc.), directement vers des unités de valorisation, ou encore vers des unités d'élimination.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

En sortie des centres de regroupement ou de transit, les déchets sont expédiés sous la forme d'envois unitaires suffisamment lourds pour justifier l'utilisation de véhicules routier, le degré de massification dépend à la fois de la capacité de stockage de chaque centre de transfert et du degré de dispersion géographique des points de livraison. Les possibilités de massification sont réelles sur le maillon compris entre les centres de regroupement ou de transit et les unités de valorisation ou d'élimination.

La majeure partie du transport entre les centres de regroupement ou de transit et à destination des centres de tri et unités de valorisation ou d'élimination est réalisée en local, c'est-à-dire aux échelles intra-départementales et/ou intra régionales.(ADME,2012)

Transport en sortie des unités de préparation ou de tri

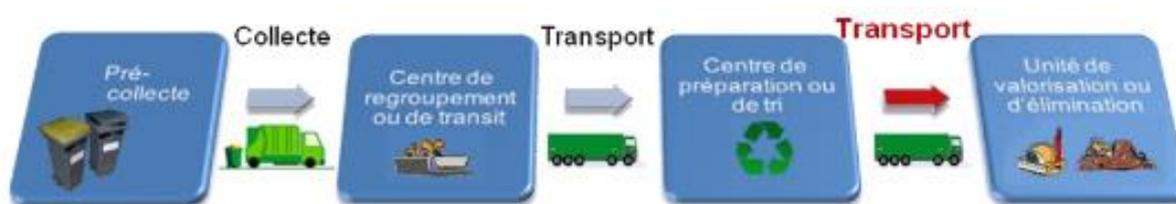


Fig.I.16- Transport et logistique des déchets.(ADME,2012)

Une fois les opérations de préparation appropriées effectuées (dépollution, démontage, broyage, tri, etc.), les flux de déchets sont acheminés vers des centres de valorisation ou d'élimination. Les fractions mono-matériaux (plastiques, métaux, papier-carton, etc.) sont envoyées en priorité vers le recyclage matière, tandis que les fractions en mélange ou trop polluées sont envoyées en valorisation énergétique ou vers une installation de stockage.

Dans la majorité des cas, on utilise le mode routier avec des camions. Le transport s'effectue le plus souvent à l'échelle intra régionale, mais également de manière forte à l'échelle interrégionale, voire internationale. Les exutoires de valorisation sont en effet souvent éloignés (plusieurs centaines de kilomètres pour certains d'entre eux) en particulier dans le cas des déchets triés en plastique et aluminium (ADME, 2012).

I.6 Production des déchets

Les déchets se créent d'une façon régulière et contenue dans une trajectoire croissante, au fur mesure du développement démographique et économique conditionné par une consommation maintenue et diverse.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Origine de la production des déchets

La production des déchets est inévitable 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 çà 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 conduits, 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 (**Bennama, 2016**).

Variation observées au cours des années

- **Évolution quantitative** : le taux de croissance annuel de la population urbaine et l'amélioration du niveau de vie ont entraîné par conséquent un accroissement de la quantité d'ordure ménagère générée par habitant et par jour.
- **Évolution qualitative** : plus le poids des ordures ménagères est important ; plus le volume augmente. Cela est dû aux grandes parts des emballages volumineux. Ce qui modifie entièrement les proportions relatives des composants des ordures ménagères. (**Gillet, 1985**).

La production de déchets augmente à un rythme inquiétant. Les états se développent rapidement sans se doter des systèmes nécessaires pour faire face à l'évolution de la composition des déchets, donc c'est une problématique qui concerne tous les pays. Un rapport publié Du rare à l'infini : panorama mondial du déchet en 2006, indique que la production planétaire de déchets représente de 3,4 à 4 milliards de tonnes. 1,7 à 1,9 milliards de tonnes proviennent des déchets municipaux, 1,2 milliards de tonnes représentent des

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

déchets industriels non dangereux et 490 millions de tonnes des déchets dangereux. (Chamlin et Lacoste, 2006)

Une nouvelle publication de rapport du site de la banque mondiale indique que :

«Si rien ne change rapidement, la production mondiale, le volume des déchets produits chaque année va augmenter de 70% au cours des 30 années à venir, pour s'établir à 3,4 milliards de tonnes en cause de l'urbanisation rapide, la croissance démographique et le développement économique. Sous l'effet de ces causes, la quantité de déchets produits chaque année dans le monde devrait grimper à 3,4 milliards de tonnes au cours des trois prochaines décennies, contre 2,01 milliards en 2016. Alors que les pays à revenu élevé ne rassemblent que 16 % de la population mondiale, ils génèrent plus d'un tiers (34%) des déchets de la planète, indique le rapport qui dresse un état des lieux mondial et régional de la situation. Près d'un quart de la production mondiale de déchets (23%) est actuellement imputable à la région Asie de l'Est-Pacifique. Le rapport prédit qu'à l'horizon 2050 la production de déchets sera multipliée par plus de trois et plus de deux en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud respectivement.

Le problème des déchets est particulièrement critique en ce qui concerne le plastique. Selon le rapport, le monde a produit 242 millions de tonnes de déchets plastiques en 2016, ce qui correspond à 12% de la production totale de déchets ménagers. Or, en l'absence de systèmes de collecte et de traitement appropriés, ces déchets contamineront et dégraderont les cours d'eau et les écosystèmes pour des centaines, voire des milliers d'années.

Les pays à revenu élevé et intermédiaire de la tranche supérieure assurent globalement la collecte des déchets et, dans les premiers, plus d'un tiers des ordures sont recyclées ou compostées. Les pays à faible revenu collectent environ 48% des ordures dans les villes et seulement 26% dans les zones rurales, et ne recyclent que 4% des déchets. À l'échelle mondiale, seuls 13,5% des déchets sont recyclés et le compostage ne représente que 5,5% des ordures (Banque mondiale, 2018). Quelques exemples de production de déchets (kg/hab / an) : Ces exemples figurent dans le **tableau I.2**.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Tab.I.2- Les déchets municipaux produits : un indicateur du niveau de développement économique et social.

Stade de développement	Le plus avancé	Avancé	En cours de transformation	Bas
Pays	USA, Australie, Monaco, Nouvelle Zélande	Europe de l'ouest	Europe de l'est, Russie, Brésil	Afrique, Amérique du sud, Moyen-Orient
Déchets rejetés en kg/hab./an	de 700 à 800 kg, plus de 1 000 kg pour les extrêmes (Monaco : 1 100)	de 400 à 600 kg	de 250 à 400 kg	moins de 100 kg

Un autre exemple : en France, la production de déchets a atteint, selon l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 770 millions de tonnes en 2009. Les déchets de l'agriculture et de la sylviculture (374 Mt) et de la construction et du BTP (254Mt) représentent environ 80 % de ce gisement. Les déchets d'activités des entreprises (hors agriculture et BTP) représentent 106Mt. Enfin, les déchets des ménages et des collectivités représentent des volumes respectifs de 32 et 5Mt (Commissariat Général au Développement Durable : CGDD).

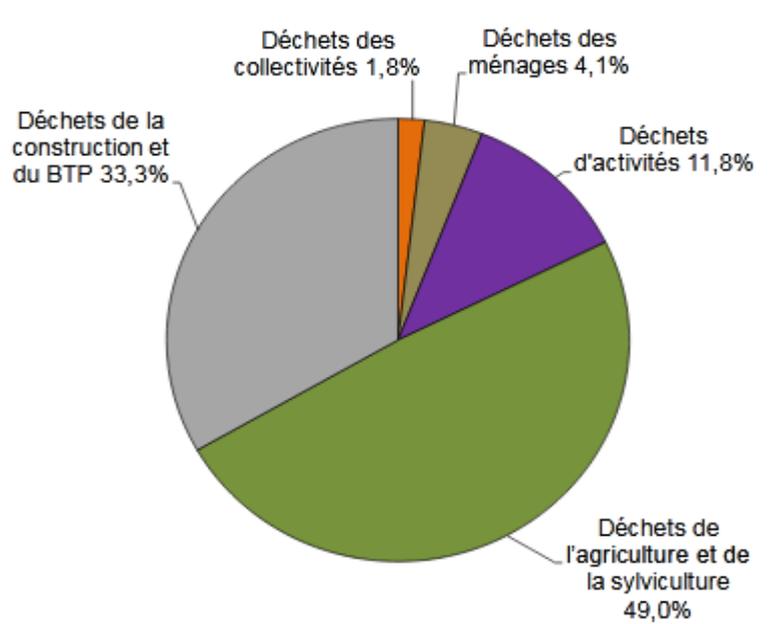


Fig.I.17- Les déchets en chiffres en France (ADEME, 2009)

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Donc la gestion des déchets est rapidement devenue un problème lié à l'évolution de nos modes de vie. Les déchets produits sont non seulement de plus en plus nombreux, mais aussi de plus en plus variés. (Djeffal, 2011). Cette tendance est liée à :

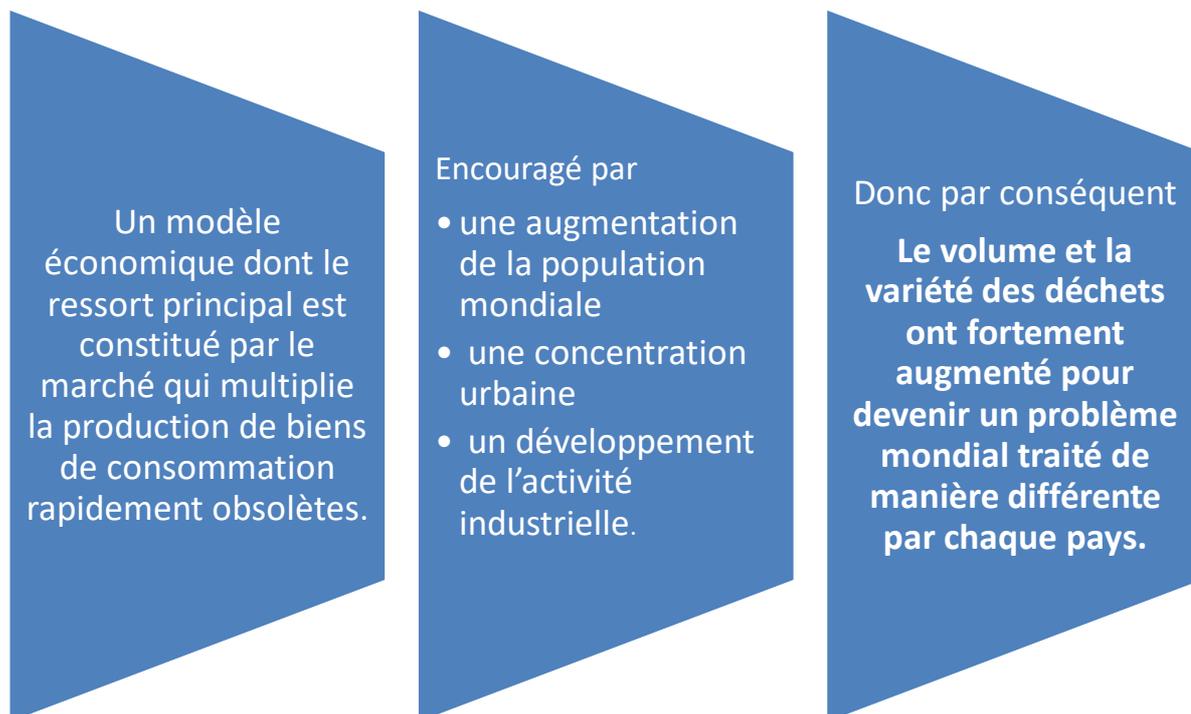


Fig. I.18– Augmentation des déchets (Djeffal,2011).

I.7 Risque liés aux déchets

Tout déchet représente un danger plus ou moins important si toutes les dispositions par rapport à la sécurité, la protection des personnes et de l'environnement ne sont pas respectées. Les dangers peuvent aller de la simple coupure à la brûlure, à l'intoxication bénigne ou grave, au feu, à l'explosion, voire jusqu'à la mort des victimes. Chaque établissement doit donc se conformer aux dispositions légales en vigueur en vue de la protection de sa propre personne et d'autrui vis-à-vis de tout danger.

Les déchets reflètent donc aussi la politique d'hygiène et de sécurité en vigueur dans l'établissement dont ils proviennent.

Nombreux sont les produits qui, à des degrés divers et dans des conditions déterminées, peuvent être dangereux pour la santé. Les modes de pénétration de ces produits dans l'organisme sont l'inhalation, le contact cutané ou l'ingestion.

L'inhalation est la principale porte d'entrée des toxiques dans l'organisme. La prévention passe par une protection respiratoire adaptée et par l'utilisation de moyens

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

techniques tels que la ventilation et l'aspiration des vapeurs toxiques. Des substances volatiles peuvent également pénétrer dans l'organisme par la peau et donc une protection de celle-ci peut s'avérer judicieuse selon le toxique.

La prévention du risque de contact cutané consiste essentiellement à empêcher les contacts avec les produits par le port d'équipements de protection individuelle et les mesures de prévention des risques d'intoxication par ingestion de produits dangereux à appliquer sont principalement les règles d'hygiène et une utilisation correcte du matériel technique à disposition. (CUSSTR,2008)

Ces polluants peuvent être transmis soit par:

- voie directe ingestion, inhalation et contact cutané avec les polluants.
- voie indirecte, c'est-à-dire par l'intermédiaire de médias qui ont été pollués par transfert à partir du sol ou de l'eau.

Dans la population générale, certaines catégories se trouvent plus exposées que d'autres du fait de facteurs biologiques ou génétiques, de comportements particuliers ou d'une plus grande vulnérabilité aux substances dangereuses :

- Les enfants constituent le premier de ces publics à risque.
- Les femmes enceintes peuvent également être un groupe à risque.
- Mais ce sont surtout les travailleurs des filières susceptibles de manipuler des substances dangereuses qui sont les plus susceptibles de présenter des expositions régulières aux polluants environnementaux.

Les risques encourus par ces travailleurs sont :

- accidentels : risques de blessure par des objets coupants ou tranchants potentiellement infectés.
- chimiques : intoxication par les composés toxiques contenus dans les déchets de manière directe ou indirecte (consécutives au traitement) : métaux lourds, composés organiques volatils, hydrocarbures aromatiques polycycliques.
- microbiologiques : bactéries, virus, agents pathogènes, microorganismes contenus dans les déchets et stimulés par leur stockage et leur fermentation.
- physiques et ergonomiques : liés aux conditions de travail (chaleur lors de l'intervention dans les fours) et aux contraintes physiques (équipements, gestes répétitifs). » (Observatoire régional de la santé nord-pas-calais)

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Les risques liés aux déchets varient selon le type et la nature du déchet et selon le type de travail à réaliser :

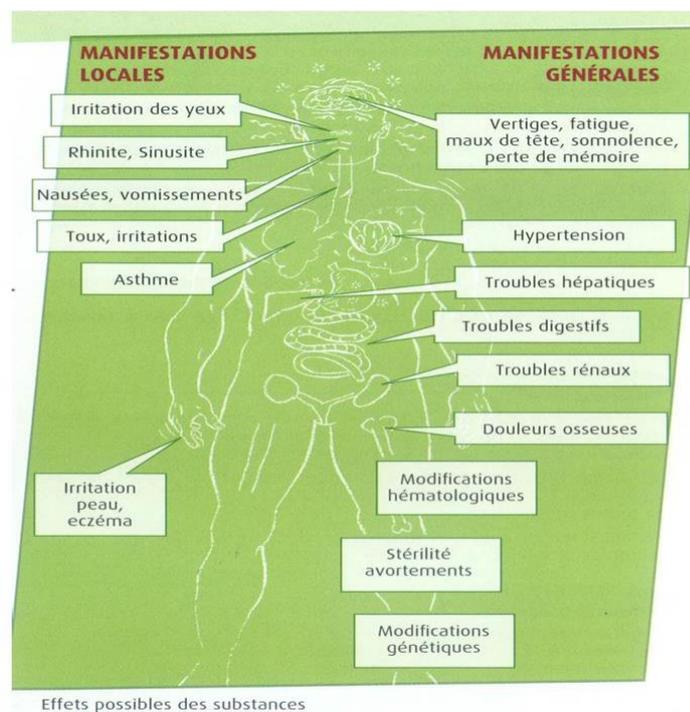


Fig.I.19- Effets possibles des substances.(www.rise.be)

L'évaluation du risque

Connaître la nature des déchets, des dangers et évaluer l'exposition

L'évaluation des risques passe par l'identification de ceux-ci et par l'estimation du niveau et de la durée d'exposition. Tout employeur a l'obligation de mener une politique de bien-être au travail en appliquant le système dynamique de gestion des risques. L'évaluation des risques liés à des agents chimiques, cancérigènes, mutagènes et biologiques est décrite au titre V de la loi du 4 août 1996, relative à la protection des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail

Pour apprécier l'exposition à une ou plusieurs substances, il existe plusieurs démarches complémentaires :

- La composition atmosphérique au poste de travail (mesures ambiantes) est une des possibilités. Cette démarche permet de suivre uniquement l'exposition par inhalation des travailleurs. Les mesures peuvent se faire en continu (longue durée), de manière ponctuelle (courte durée), en mode statique (en un point déterminé) ou dynamique (sur l'individu en mouvement). Elles mesurent des concentrations de substances dans l'atmosphère en

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

comparaison à des valeurs de référence et elles déterminent l'exposition du groupe de travail (collectivité).

- Une autre démarche est la surveillance médicale et biologique des travailleurs. Cette surveillance appelée 'bio-monitoring' se fait sur échantillons urinaires, sanguins ou sur l'air expiré. Le bio monitoring permet de suivre les répercussions éventuelles sur l'organisme et de faire un dépistage précoce d'imprégnation ou d'intoxication à une substance (maladie professionnelle) mais également d'apprécier l'exposition globale (par la peau, les poumons et les voies digestives). On détermine les effets au niveau de l'individu.

La concertation sur les mesures de prévention

La filière déchets s'expose à différents risques : la collecte, pour sa part, à l'exposition aux gaz d'échappement ; l'incinération aux risques chimiques ; les centres de tri à une exposition chimique, une contamination virale, une exposition aux moisissures à l'origine de pathologies respiratoires ; le compostage à des symptômes inflammatoires. Il faut procéder à une estimation de l'exposition en effectuant des mesures comparatives air intérieur/air extérieur.

Il faut favoriser la prévention collective :

- Evaluation des risques potentiels (identifier, classer, quantifier).
- Recours aux mesures de prévention technique (éliminer, réduire, remplacer, confiner et limiter le risque à la source par une ventilation, une aspiration, une amélioration technique du processus).
- Limitation du nombre de personnes exposées.
- Information optimale et répétée des travailleurs sur les risques, les méthodes de travail, les consignes d'hygiène et de sécurité, les principes de maintenance et d'entretien et les procédures d'urgence.
- Ordre, hygiène et propreté des locaux et du poste de travail.
- Délimitation des zones à risques.
- Prévention des accidents (douches de sécurité, fontaines oculaires) et des incendies.
- Etiquetage et fiches de sécurité et de santé, analyse précise des produits reçus.
- Suivi de l'exposition par des mesures ambiantes au poste de travail.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Les mesures individuelles

- Port des équipements de protection individuelle : vêtements de travail résistants correctement entretenus et placés dans un endroit approprié ; gants et combinaisons jetables ; lunettes ; tabliers ; bottes ; protections respiratoires ; masques adéquats (poussières, vapeurs, gaz) et filtres si nécessaire.
- Hygiène corporelle stricte : se laver soigneusement les mains aussi souvent que nécessaire ; prendre une douche à la fin de chaque poste de travail ; nettoyer et désinfecter soigneusement toutes les plaies et coupures ; ne pas manger, ni boire, ni fumer dans les zones à risques.
- Ecartement du travail pour les femmes enceintes ou allaitantes. (Rise, Cepag, 2013)

Les emballages de déchets chimiques devraient comporter le ou les pictogrammes correspondants, ce qui attirerait plus facilement l'attention du personnel chargé de manipuler et de stocker ces déchets (**fig. I.20**).



Fig.I.20- Pictogrammes de danger.(CUSSTR,2008)

Savoir lire une étiquette, c'est déjà se protéger :

Toutes les substances et préparations dangereuses doivent être accompagnées d'une fiche de données de sécurité et de santé et étiquetées. Différentes informations doivent obligatoirement figurer sur une étiquette, il faut lire entièrement l'étiquette pour mieux connaître les risques :

- Le nom de la substance.
- Le nom et l'adresse du fabricant ou du fournisseur.
- Le ou les symboles de danger.
- Les phrases « R » mentionnant les risques spécifiques.
- Les phrases « S » mentionnant les conseils de prudence.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Dans le secteur des déchets, les risques peuvent varier en fonction des chantiers auxquels les travailleurs sont affectés.

Le problème du tri et du traitement se complique dès qu'un déchet relève simultanément de plusieurs catégories ou sous-catégories. Il est donc judicieux d'éviter dans toute la mesure du possible de constituer des hybrides. S'ils sont inévitables, on peut recourir à une hiérarchisation basée sur les méthodes de traitement. Un déchet biologique contenant des substances toxiques sera en principe traité en fonction de ces dernières, sous réserve d'une stérilisation primaire préalable pour autant qu'elle soit compatible avec les substances biologiques (CUSSTR, 2008).

Remarque : Il peut s'avérer nécessaire de consulter plusieurs spécialistes internes ou externes (experts en radioprotection, coordinateur sécurité biologique, chimiste ou droguiste, ...) pour traiter les déchets combinés (ou déchets mixtes).

Hiérarchie des critères de tri

- 1) Radioactif.
- 2) Biologique médical, vétérinaire, microbiologique,...
- 3) Chimique.
- 4) Roches et terres.
- 5) Objets et matières spécifiques :appareils, piles, verrerie et emballages propres, papier non contaminé, métaux d'usinage,...
- 6) Autres composables, ménagers.

Mélanges sauvages et rencontres fulgurantes, voire explosives...

Les produits dangereux en raison de leurs propriétés écotoxiques peuvent, en cas de libération ou de dispersion accidentelle, présenter un risque immédiat ou différé pour un ou plusieurs composants de l'environnement.

Le travail isolé doit être, dans la mesure du possible, évité. Il est préférable de travailler avec une personne à proximité immédiate, qui pourra porter secours ou déclencher l'alarme. En cas de travail isolé, et afin de permettre une intervention rapide des secours, il sera convenu de prévoir une organisation ou des moyens de surveillance pour que l'alarme puisse être donnée au plus vite.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Compatibilité des produits

Certains produits peuvent réagir violemment les uns avec les autres ; ils ne doivent donc pas être stockés au même endroit (**fig. I.21**).

				
+	-	-	+	
O	-	+	-	
+	+	-	-	
+	+	O	+	

Fig.I.21- Compatibilité des produits.

+ : peuvent être stockés ensemble.

O : ne doivent être stockés ensemble que si certaines conditions sont remplies.

- : ne doivent pas être stockés ensemble.

Logistique et ressources

Opérations sur les déchets :

- Tri à la source.
- Conditionnement et collecte sur place.
- Acheminement au dépôt intermédiaire.
- Rassemblement et stockage intermédiaire.
- Prise en charge par un preneur agréé.
- Transport jusqu'au lieu d'élimination.
- Remise et élimination.

Ressources utilisées :

- Logistique : matériel de collecte et d'étiquetage, équipement de prétraitement et capacité de stockage.
- Personnel : formation, instructions, opérateurs qualifiés et cahiers de charges.
- Partenaires externes : transporteur et repreneur final.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Responsabilité jusqu'à la prise en charge.

Chaque producteur de déchets est responsable de celui-ci depuis sa production jusqu'à sa prise en charge par le centre de traitement de déchets spéciaux. Il est donc indispensable d'avoir l'identification la plus claire et la plus précise quant au type de déchets et à l'unité qui en est à l'origine (traçabilité). Il est également très important de respecter les consignes de stockage et notamment de limiter la durée de stockage. Enfin, il faut éviter les erreurs de mélange incompatibles et connaître les réactions engendrées avec certains mélanges de substances chimiques. Lorsqu'on ne peut pas réaliser soi-même une neutralisation sur place avant le transfert de déchets, il faut connaître la stabilité du mélange et indiquer que celui-ci doit rapidement être traité dans un délai à donner. (CUSSTR, 2008)

I.8 Le cycle de vie des déchets

Une fraction des déchets ne peut être valorisée en l'état des technologies actuelles et de la faisabilité économique. Cette fraction forme des déchets ultimes qui, après réduction éventuelle de leur toxicité, sont stockés dans des centres spécialisés. Ces centres de stockage des déchets ultimes (CSDU) ou d'enfouissement techniques (CET) ont pour but d'empêcher toutes fuites dans l'environnement qui pourraient engendrer des pollutions ou affecter la santé humaine (fig. I.22).

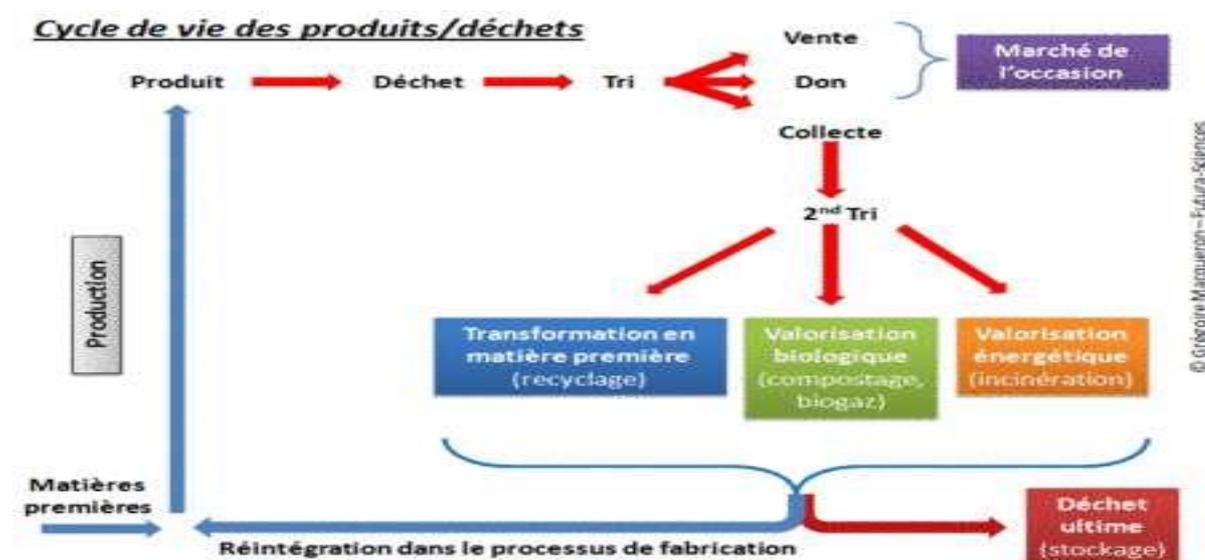


Fig.I.22- Recyclage et traitement des déchets (www.futura-sciences.com, 2017).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

La **figure I.23** montre une autre présentation du cycle de vie d'un déchet (**Debray, 1997**).

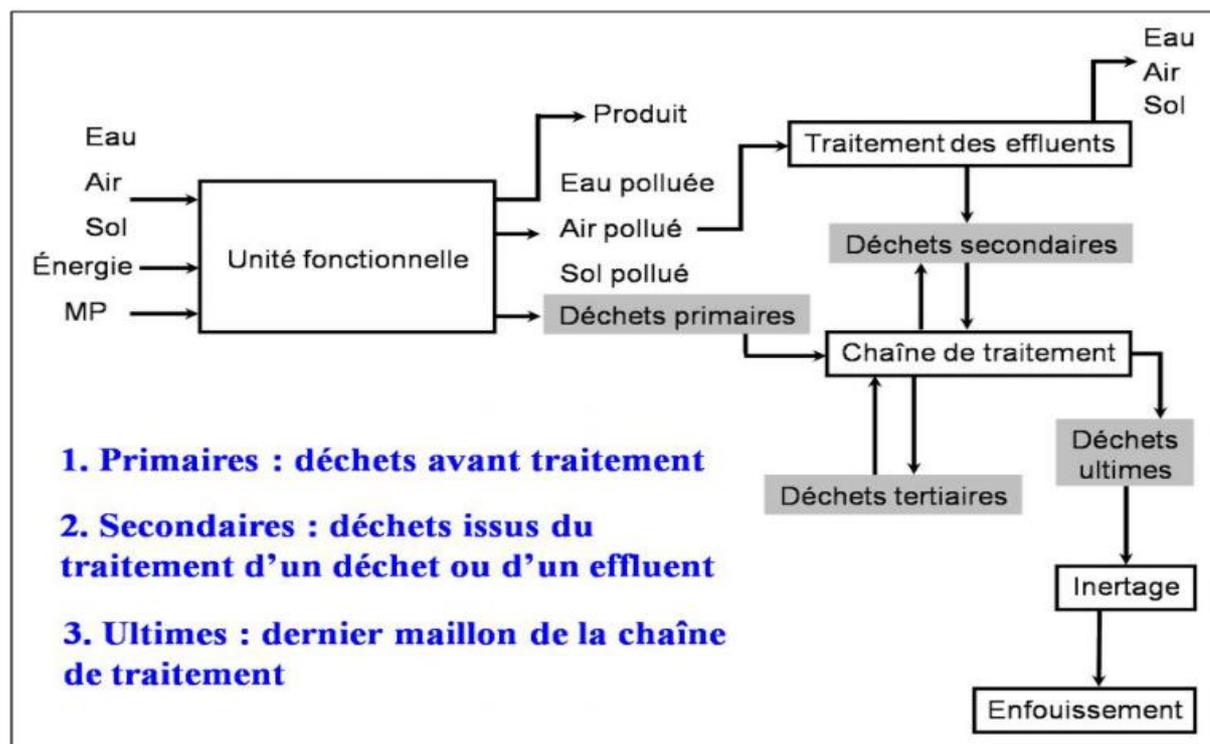


Fig.I.23- Cycle de vie d'un déchet (**Debray, 1997**).

Définition d'un déchet ultime

Un déchet ultime est défini comme 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, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux. (**article L. 541-1 code de l'environnement français**).

Procédé d'inertage d'un déchet ultime

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.
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.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

- Échange ionique.

Principe du procédé d'inertage d'un déchet ultime

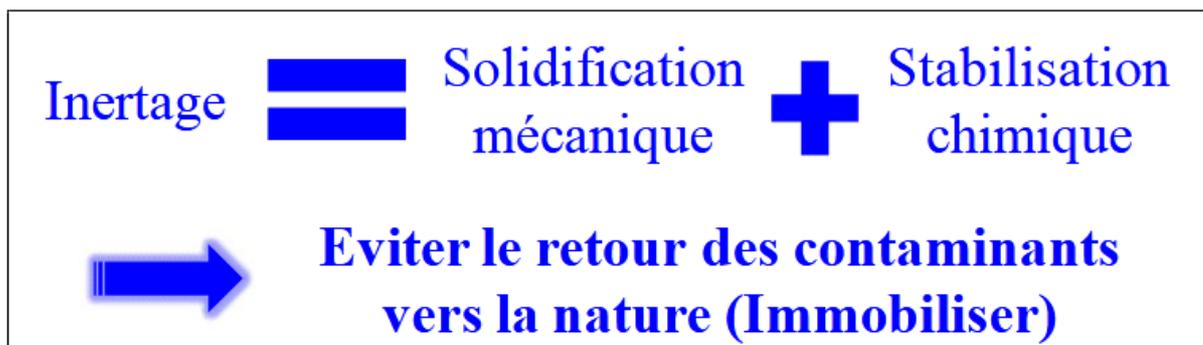


Fig.I.24- Les bases de traitement des déchets solides (Bennama, 2016).

I.9 Traitement et valorisation des déchets

I.9.1 Définition du traitement et de la valorisation des déchets

Le traitement des déchets débute après les opérations de collecte, de transport et de prétraitement. Il est réalisé par des opérateurs privés ou publics, dans le cadre du service public ou dans un cadre privé.

Plusieurs types de traitements, très variables, existent et sont souvent adaptés à un type de déchets. Les installations de traitement de déchets sont des installations classées pour la protection de l'environnement. Le traitement des déchets qui doit se faire dans le respect de la hiérarchie des modes de traitement des déchets (privilégier la réutilisation, puis le recyclage, et éviter l'élimination), permet d'économiser des ressources, dans le cadre de la transition vers une économie circulaire (www.futura-sciences.com, 2009).

La valorisation est définie comme toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets (**article L. 541-1-1 du code de l'environnement français**).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

I.9.2 Traitement par élimination

L'élimination des déchets doit être évitée et réservée aux déchets ultimes pour lesquels aucune autre valorisation n'est possible.

I.9.2.1 Mise en décharge

Actuellement, la mise en décharge est utilisée comme méthode de gestion des déchets dans tous les états ; son importance varie selon les pays et selon les conditions géographiques et géologiques. L'évacuation des déchets dans les décharges est de loin la méthode la plus courante. La décharge est le moyen d'évacuation le plus satisfaisant et le plus économique, mais uniquement si le terrain approprié n'est pas trop éloigné du lieu de production des déchets (**Encyclopédie Encarta, 2005**).



Fig.I.25 - Décharge classique ou incontrôlée.

Ce type de décharge (**fig. I.25**) 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 décharge incontrôlée ou décharge à ciel ouvert ou décharge sauvage (**Bennama, 2016**).

I.9.2.2 Incinération

Les déchets sont brûlés dans des fours à une température de 700 à 900°C. Ce mode de destruction par le feu permet de réduire fortement le volume et le poids des résidus en les transformant en gaz, en chaleur et matériaux inertes (cendres et mâchefers) (**Benallal, 2016**).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Règle des 3 T

L'incinération est un processus d'oxydation de la partie combustible d'un déchet, au sein d'une unité adaptée aux variations de caractéristiques des déchets en contrôlant trois facteurs : la température de combustion, le temps de séjour et la turbulence (règle des 3T). Le respect de cette règle garantit un bon fonctionnement du four.

- La **température de combustion** doit être suffisante pour réduire la majorité des molécules auto-combustibles des températures élevées pouvant entraîner la formation de dioxyde d'azote, alors que les basses températures favorisent le dégagement de monoxyde de carbone et des dioxines.
- le **temps de séjour** 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 ; il est déterminé par la relation suivante: **$T=V/Q$** .

Avec :

V : le volume de la chambre de combustion.

Q : le débit en volume de gaz produit par la charge incinérée.

- la **turbulence** exprime le mélange entre les combustibles et l'air comburant. Elle doit être suffisante pour maintenir une bonne homogénéité : Ce qui a pour rôle d'éviter la présence de zones froides, qui diminueraient les vitesses de combustion, et les déficits en oxygène responsables de la formation de matières organiques non brûlées (Bennama, 2016).

Les différentes phases du processus d'incinération

En général, l'incinération des déchets se déroule en trois phases distinctes :

-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 : les matières volatiles émises brûlent à partir de 500°C. Cette combustion est considérée complète à 1000°C, pour autant que le contact air/combustible soit satisfaisant et que le temps de séjour à ces hautes températures soit suffisant. Les matières combustibles, constituées essentiellement des éléments (C, H, Cl, S, N) subissent une dégradation thermique conduisant à la génération de CO₂, H₂O et en quantité moindre d'acide(HCl) et des oxydes d'azote NO_x) et des oxydes

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

de soufre (SO_x), qui se trouve dans les effluents gazeux. Les fumées produites sont donc riches en poussières et gaz polluants. (Bennama, 2016).

Exemple : Une usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) comporte généralement les éléments suivants (fig. I.26).

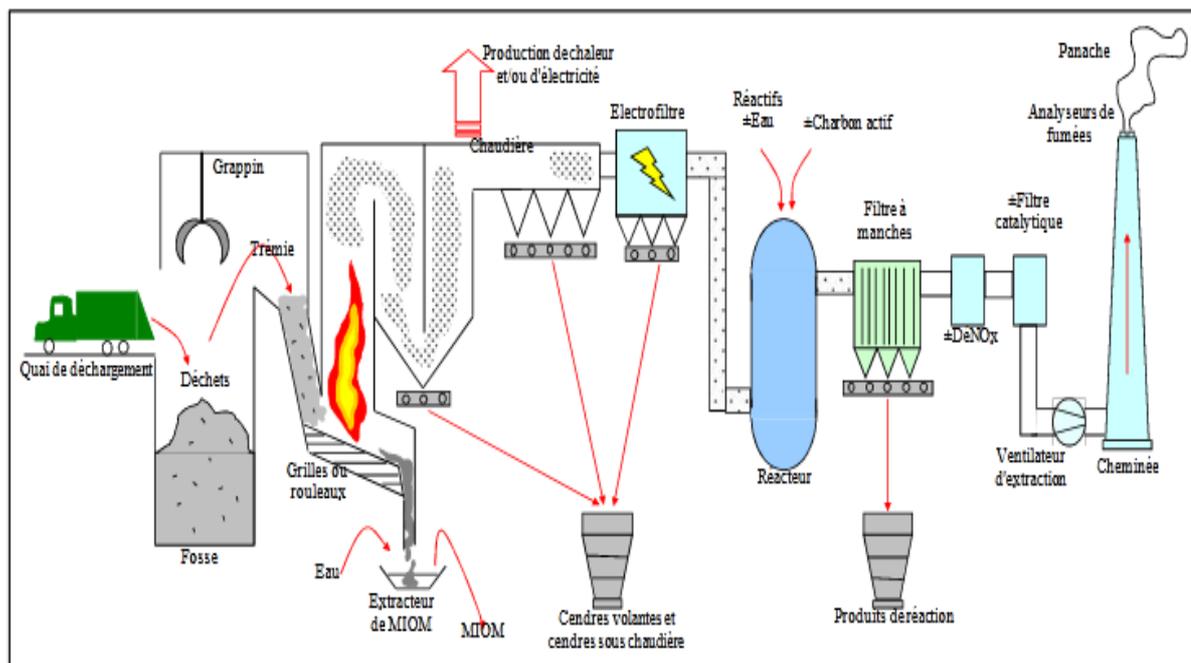


Fig.I.26- Schéma descriptif d'une usine d'incinération des ordures ménagères.

- la fosse de stockage des ordures;
- le grappin qui mélange les déchets et alimente les trémies situées au-dessus du four;
- le four de combustion pourvu éventuellement d'une chambre de postcombustion;
- la chaudière qui génère la vapeur en refroidissant les gaz de combustion;
- le système d'extraction des mâchefers et des cendres volantes (résidus de combustion);
- le dispositif de traitement et d'évacuation des fumées tels que le dépoussiérage (centrifugation et/ou électro-filtre et/ou filtre à manche), lavage-neutralisation (voie sèche ou semi-sèche, humide ou semi-humide, voie par condensation);
- la cheminée d'évacuation des fumées (Bennama, 2016).

I.9.2.3 Réduction à la source

Elle consiste à générer le moins de déchets lors de la fabrication, de la distribution et de l'utilisation du produit. Le citoyen peut contribuer à cette réduction en diminuant la quantité de déchets produits par l'utilisation de produits en vrac plutôt qu'emballés, des produits durables plutôt que jetables (Bennama, 2016).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

I.9.3 Traitement pour la valorisation

I.9.3.1 La valorisation matérielle (recyclage)

Le **recyclage** se définit comme une récupération de matière première, sans véritable transformation. Ce mode de traitement concerne surtout le verre, le papier-carton, les emballages et les métaux (Balet, 2016).

➤ **Recyclage du papier-carton:**

Le papier et le carton sont constitués de fibres de bois biodégradables, recyclables et non toxiques. De ce fait, il est possible de les composter, de les valoriser énergétiquement en les brûlant ou encore en les recyclant (**fig. I.27**).

Exemple : 01 tonne de papier recyclée vaut 1,41 tonne de bois économisée, 48,2 m³ d'eau et 10,25 MWh d'énergie, soit 0.04 tonnes d'équivalent CO₂ évitée. Cependant tous les papiers et cartons ne sont pas recyclables.

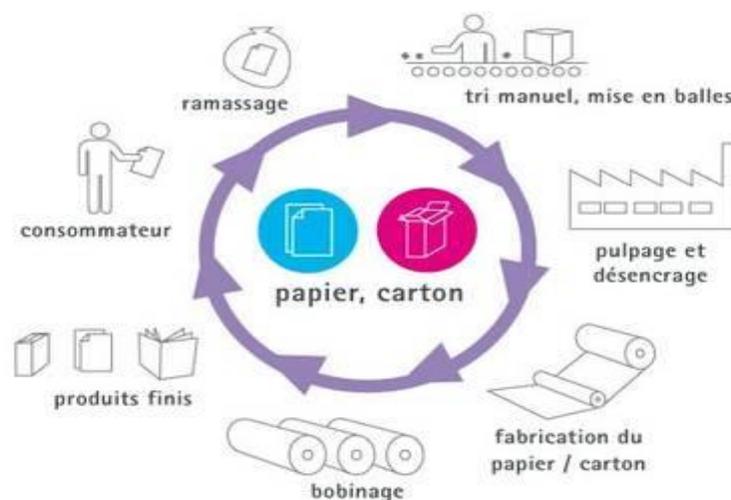


Fig.I.27- Cycle du recyclage du papier et du carton (www.clikeco.com)

Une fois trié et collecté, le papier et le carton vont être transportés dans les usines de retraitement et mis en balles.

Le pulpage : Le papier et le carton sont brassés dans de l'eau. Lors de cette étape, les fibres de cellulose vont être séparées des produits résiduels. La pulpe obtenue est ensuite purifiée et désancrée pour éliminer les composants chimiques du papier comme les colles, les vernis et les encres. Le résultat est une pâte de papier, qui sera égouttée et séchée avant d'être transformée en bobines qui serviront à la production de nouveaux emballages cartons et de feuilles de papier. Cependant, lors de ce processus, les fibres de cellulose s'abîment

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

et il n'est donc pas possible que de recycler ces fibres une dizaine de fois. Il n'en reste pas moins que le recyclage du papier et du carton est essentiel, car il permet d'économiser de l'eau, du bois et d'énergie et de limiter les rejets de CO₂ (www.clikeco.com).

➤ Recyclage du verre:

Le verre, de caractère minéral et inerte, peut être recyclé à l'infini et constitue un matériel non-dangereux et très stable ne subissant que très peu de dégradation lors de son recyclage (**fig. I.28**).



Fig. I.28- Cycle du recyclage du verre.(www.clikeco.com)

Lorsque le verre est recyclé, il va être dans un premier temps trié par le consommateur, puis entreposé dans des bacs (ou bennes) prévus à cet effet. Le verre est ensuite collecté, puis acheminé dans un centre de tri. Un tri mécanique permet de retirer tous les éléments métalliques. Ensuite un tri optique (grâce à un rayon infrarouge) va permettre de retirer tous les éléments non transparents, comme la céramique qui n'est pas recyclable. Enfin un souffleur va retirer tous les éléments légers tels que les bouchons ou les étiquettes. Une fois le tri effectué, le verre va être broyé pour former du calcin, la principale matière première utilisée par les verriers. Fondu puis soufflé pour former de nouveaux emballages, le calcin obtenu après broyage du verre résultant du tri, peut constituer jusqu'à 80% des nouveaux emballages (**fig. I.28**).

➤ Recyclage de plastique:

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

On entend par produit plastique recyclable, un produit susceptible d'être refondu et moulé ou injecté à nouveau. Un matériau plastique est apte à être recyclé selon sa nature et ses propriétés physiques et physico-chimiques. Les déchets thermoplastiques sont traités et transformés en granulés par triage, broyage, lavage, séchage et fonte dans une extrudeuse pour être régénérés. Parmi les produits thermoplastiques recyclables répandus qu'on rencontre sur le marché national, figurent : le PET (Polyéthylène Téréphtalate) ; le PE (Polyéthylène) ; le PVC (Polychlorure de Vinyle) ; le PP (Polypropylène) et les matériaux caoutchouteux (Bennama, 2016). La figure I.29 montre le cycle de vie des produits plastiques.



Figure I.29- Cycle de vie des produits plastiques (Bennama, 2016).

➤ Recyclages des métaux (aluminium) :

Lorsqu'on parle de recyclage des métaux, on parle en fait du recyclage de l'acier et de l'aluminium. L'aluminium est recyclable à 100%, et à l'instar du verre, on peut le recycler à l'infini. Le recyclage de l'aluminium permet une économie énergétique non négligeable : 95% de l'énergie nécessaire à la production de l'aluminium première fusion.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets



Fig.I.30- Cycle du recyclage du métal. (www.clikeco.com)

Après le tri opéré par les consommateurs, la collecte et le transport vers les centres de traitement spécifiques, les métaux sont à nouveau triés : les espèces ferreuses (attirées par les aimants, telles que l'acier et le fer) d'un côté, les espèces non ferreuses de l'autre côté (tous les autres métaux, tels que le cuivre, les métaux précieux, l'aluminium, etc.). Ensuite, un second tri permet de trier avec une plus grande précision les métaux. Broyés, laminés et lavés, les métaux sont ensuite fondus et purifiés, avant d'être transformés en matière première sous forme de lingots, de bobines (ou de barres), qui seront ensuite utilisés dans la création de nouveaux produits finis (**fig. I30**).

➤ **Recyclages des pneus:**

Les professionnels du secteur du pneumatique distinguent deux types de pneus usagés :

- **Pneus usagés réutilisables (PUR)** : sous cette dénomination, se cachent tous les pneus usagés pouvant être :
 - Rechapés (le cas des pneus de poids lourds et d'engins de chantier).
 - Commercialisés sur le marché de l'occasion ou de l'export (le cas des pneus n'ayant pas atteint la limite d'usure autorisée).
- **Pneus usagés non réutilisables (PUNR)** : ce terme désigne un pneu qui ne peut plus assurer la mobilité d'un véhicule en respectant les normes de sécurité.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets



Fig.I.31– recyclage et valorisation des pneus usagés (www.clikeco.com)

I.9.3.2 Le traitement biologique : La méthanisation (les ordures source de biogaz) et le compostage et le recyclage :

Valorisation de la fraction fermentescible :

Définition et principe : le traitement biologique est complexe faisant intervenir plusieurs types de bactéries : aérobies et anaérobies. Les bactéries aérobies décomposent la matière organique en produisant des éléments simples par exemple : acide carbonique, nitrates, phosphates ... En revanche, les bactéries anaérobies produisent du méthane. Cette distinction est fondamentale pour comprendre les modes de valorisation de la fraction fermentescible en :

- Favoriser la fermentation anaérobie permettra de produire préférentiellement du biogaz : c'est la méthanisation.
- Favoriser la fermentation aérobie aboutira à la production d'une matière riche en composés organiques : c'est le compostage (**Balet, 2016**).

➤ **La méthanisation:**

C'est un procédé de fermentation sans insufflation d'air, qui aboutit à un dégagement de biogaz méthane récupérable. La digestion anaérobie est un processus biologique de dégradation de la matière organique sous l'action de populations microbiennes appropriées qui, en absence d'oxygène, produit un mélange de méthane et de gaz carbonique ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$) appelé biogaz. Elle s'applique à la plupart des déchets organiques, qu'ils soient d'origine municipale, industrielle ou agricole, solides ou liquides. La matière biodégradable est transformée en un compost désodorisé et hygiéniste et en biogaz (bio méthane) énergétique, composé d'environ de 60% de méthane, de 40% de CO_2 et de composés gazeux à l'état de traces ($\text{H}_2\text{S}, \text{NH}_3 \dots$) (**Bennama, 2016**).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

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

- Déchets ménagers et assimilés: fraction fermentescible des déchets ménagers (déchets de plantes, gazon, déchets de fruits et légumes, restes de repas, etc.), sous-produits de l'assainissement urbain (boues d'épuration, refus de dégrillage) ;
- Déchets agricoles: résidus de grandes cultures déjections animales ;
- Déchets industriels : qui peuvent être classés en trois catégories distinctes:
 - Bio déchets industriels, notamment les déchets de restauration.
 - Fraction fermentescible des DIB résiduels (part restante après tri des emballages et divers recyclables).
 - Boues et effluents des industries agroalimentaires, déchets de processus des industries transformatrices de matières végétales et animales (**Bennama, 2016**).

➤ Le compostage:

Le compostage industriel n'est qu'une accélération contrôlée d'un phénomène biologique naturel, réalisée au moyen de différents procédés : cellules ouvertes ou digesteurs. C'est un processus biologique dans lequel les déchets organiques sont transformés par les microorganismes du sol en une terre noire riche en matières nutritives. Cette terre noire, un produit stabilisé et hygiénique appelé compost, constitue un engrais naturel idéal pour les espaces verts, utilisable en agriculture et en horticulture pour l'amendement des sols en éléments nutritifs (**Bennama, 2016**).

L'apport de compost est un moyen simple et naturel d'enrichir la terre en humus, qui est la base de la fertilité et de la conservation des sols. Produire et utiliser du compost, c'est participer à la réduction des déchets et protéger l'environnement en diminuant l'emploi d'engrais chimiques et en prolongeant la durée de vie des décharges (**Hueber, 2001**). Le composte, produit issu de la fermentation en milieu aérobie, qui existe depuis longtemps en agriculture sous deux formes le fumier et le compost proprement dit les variétés de composte sont nombreuses et dépendent en grande partie de la nature des produits soumis à la fermentation (**Balet, 2016**).

Remarque: Toutes les techniques de compostages nécessitent normalement une collecte sélective en amont. Les eaux de percolation provenant des aires de fermentation, de maturation et de stockage du compost sont très chargées en pollution organique. Il est indispensable de maîtriser leur collecte, leur traitement et leur stockage avant rejet dans le milieu naturel.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

La valorisation des déchets fermentescibles nous permet d'obtenir des produits de qualité (Gestion biologique).

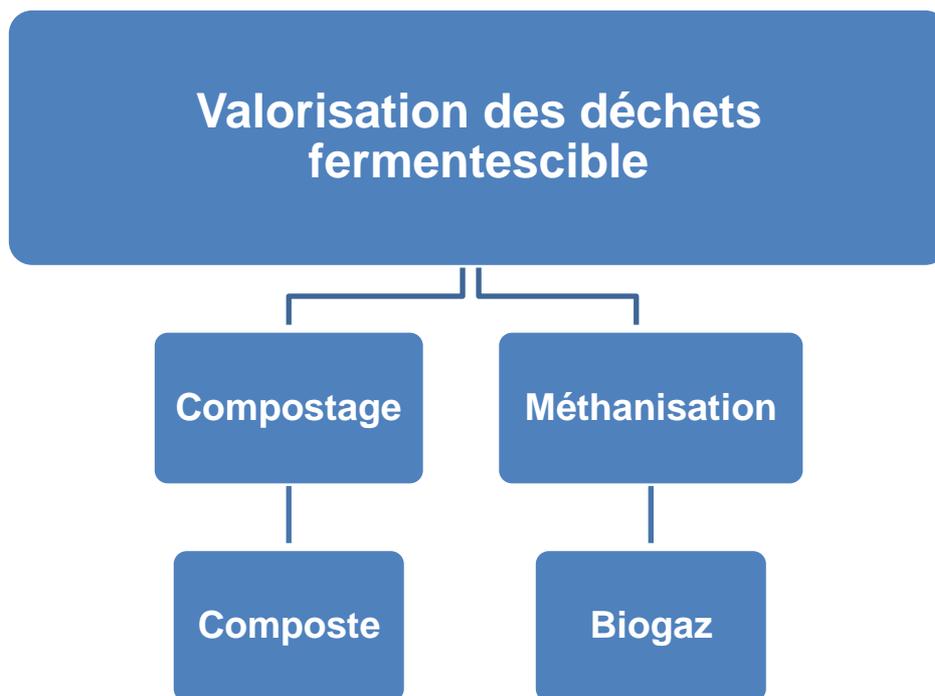


Fig.I.32 - Principe de valorisation (Messai, 2015).

➤ **Recyclage:**

Le recyclage et la valorisation des matières au sens large jouent un rôle essentiel comme moyen de lutte contre les impacts environnementaux liés à la production et à l'élimination des déchets, et pour la gestion durable des ressources naturelles. Tous deux limitent également l'émission de gaz à effet de serre et la consommation d'eau liée à la production industrielle.

Les déchets destinés au recyclage proviennent soit des entreprises (chutes de production, production mise au rebut, équipements hors d'usage et emballages industriels ou commerciaux), soit des ménages (emballages ménagers, journaux/magazines et équipements en fin de vie, tels que les véhicules et appareils ménagers hors d'usage). Ces déchets sont collectés par des entreprises spécialisées ou mis en déchetterie.

Dans l'industrie, les matières premières de recyclage (MPR) représentent un enjeu stratégique. Pour les industriels, réduire les ressources à mobiliser et valoriser les déchets sont des pratiques qui permettent généralement de réduire les coûts de production, et par voie de conséquence, les quantités de déchets en sortie (**Bennama, 2016**).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

I.9.4 Impact des déchets sur l'homme et sur l'environnement :

Les déchets sont à la fois un risque et une ressource, mais lorsqu'ils sont éliminés sans précautions, ils risquent de dégrader des paysages, de polluer l'environnement et d'exposer l'homme à des nuisances et des dangers dont certains, peuvent être très graves (Desachy, 2001).

I.9.4.1 Impact des déchets sur la santé humaine

Les conséquences directes et indirectes de cette pollution sur l'homme et sur les autres êtres vivants sont de type allergène (entraîne des allergies), carcinogène (provoque des cancers), mutagène (entraîne des modifications des chromosomes) et tératogène (provoque des malformations). Les citoyens peuvent atteindre des insuffisances respiratoires à cause des incendies et des mauvaises odeurs, et des maladies à transmission hydrique ou par contact avec les animaux, les insectes (choléra, la rage, la tuberculose cutanée) (Chograni, 2017).

I.9.4.2 Impact des déchets sur l'environnement

1. La pollution de l'eau

La pollution de l'eau peut être provoquée par la dispersion des déchets ou leur élimination d'une façon anarchique, les rejets contaminent aussi les eaux souterraines, source d'approvisionnement en eau potable, par l'infiltration des lixiviats lors du lessivage des dépôts de déchets par les eaux de pluie (Dorbane, 2004).

2. La pollution de l'air

On considère que l'air est pollué quand il contient des substances qui n'entrent pas dans sa composition naturelle de base et qui peuvent entraîner des nuisances plus ou moins graves (Desachy, 2001).

La décomposition naturelle des déchets entraîne des sous-produits et de nombreux types d'émissions tel que le méthane (CH₄), le dioxyde de carbone (CO₂), l'hydrogène (H₂), l'ammoniaque (NH₃), les Chloro-fluro-carbones (CFC). La concentration de ces gaz dans l'atmosphère engendre des effets irréversibles et dangereux tel que l'effet de serre, les pluies acides...etc (Dorbane, 2004).

De ce point de vue, la principale source de pollution de l'air est la combustion provoquée, accidentelle ou spontanée de dépôts de déchets à l'air libre, qui donne naissance à de grandes quantités de fumées et d'odeurs et nauséabondes (OMS, 1971).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

3. La pollution du sol

Les sols, vu la position qu'ils occupent dans les échanges avec les autres éléments biotopes, constituent des ensembles vulnérables et sont souvent exposés à la pollution par différentes particules toxiques ; ils sont des lieux de passage de nombreux flux de matières (Ngo et Regent, 2004).

A la périphérie des agglomérations, on relève de façon quasi systématique une contamination des sols au niveau des friches industrielles et de sites industriels en activité qui présentent souvent une très forte pollution due à un déversement (parfois volontaire par le passé) de divers résidus minéraux ou organiques de très forte toxicité et aux dépôts de déchets afférents (Ramade, 2005).

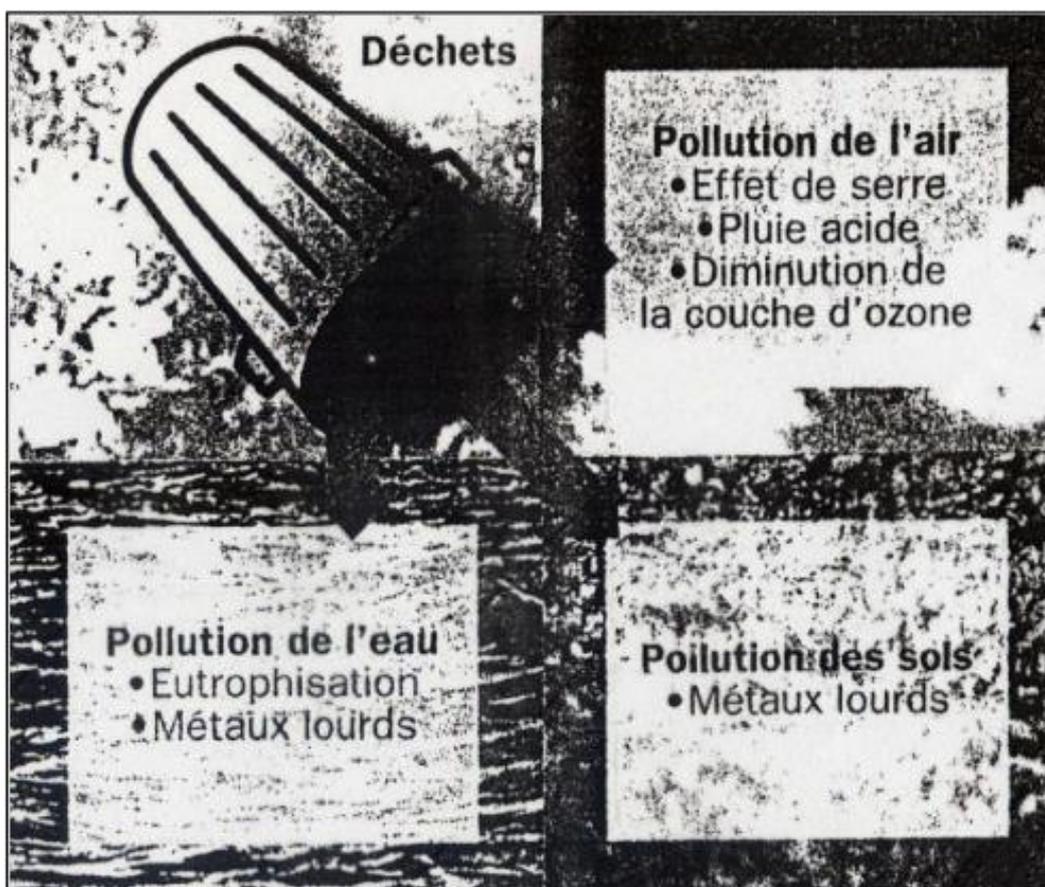


Fig.I.33 - Types de pollution générée par les déchets solides (Navarro, 1999).

4. Détérioration des paysages :

Les dépôts sauvages, les déchets abandonnés par les passants (papier, cigarettes, tickets) ou les animaux, et qui résultent de la circulation automobile sont la source de

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

nuisances esthétiques et visuelles de l'environnement. Beaucoup de sites touristiques demeurent moins fréquentables à cause de la dégradation de la qualité de l'environnement, surtout par les dépôts d'ordures impressionnant qui s'agglomèrent (Desachy, 2001).

5. Risque sur les chaînes alimentaires

Les déchets déposés sur le sol transmettent des polluants et des substances dangereuses qui s'infiltrent par l'intermédiaire des eaux de pluie, qui les entraînent vers les profondeurs ; les végétaux les absorberaient. Ces produits toxiques migrent jusqu'à l'homme qui consomme ces végétaux devenus toxiques. Ce risque de migration tout au long de la chaîne alimentaire existe aussi pour les denrées animales issues de l'élevage et de la pêche (Ramade, 1979).

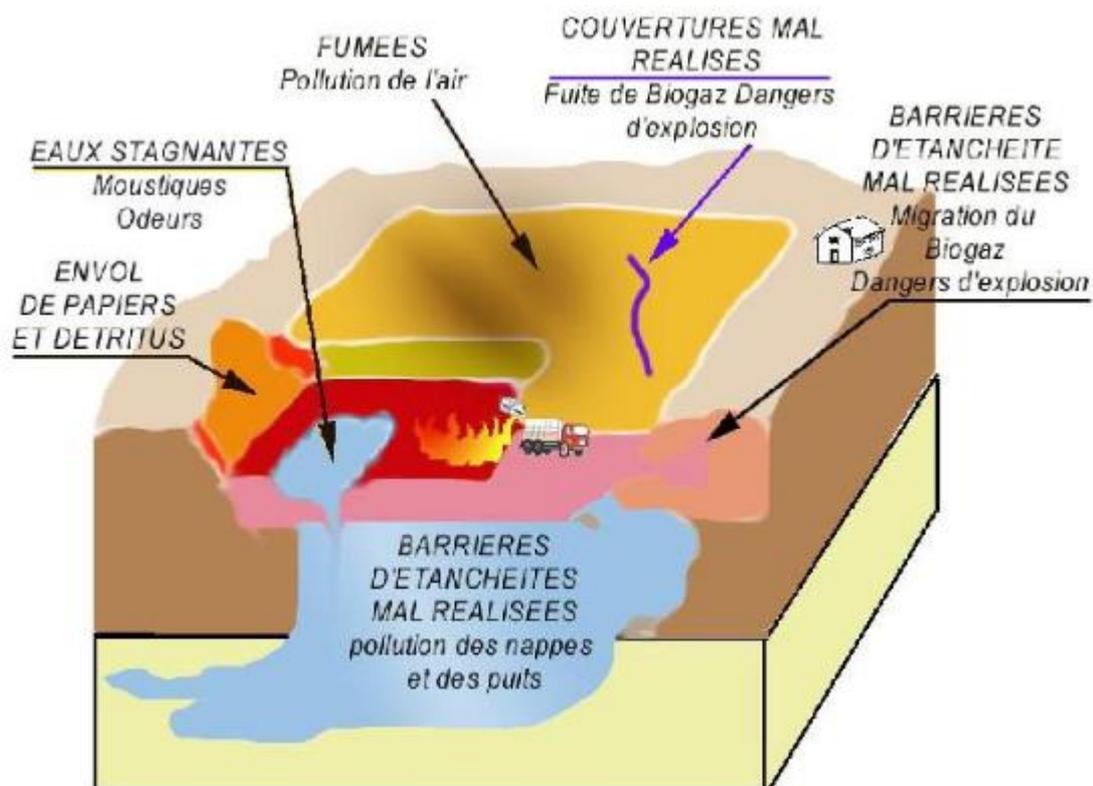


Fig.I.34- Impacts d'une décharge incontrôlée sur l'environnement(Bennama, 2016).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

I.10 Gestion des déchets en Algérie

La gestion des déchets reste un des problèmes majeurs à résoudre dans toutes les villes du monde et surtout dans les villes des PED dont l'Algérie. Pour faire face, les responsables du secteur doivent tracer une stratégie à long et moyen terme en se basant sur des statistiques de la qualité et la quantité du déchet en Algérie. En **2018**, l'**Algérie Presse Service(APS)** indique qu'un volume de 34 millions de tonnes de déchets/an est produit en Algérie, dont 13 millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés équivalent à 40 milliards de DA ; ce volume de déchets est appelé à atteindre 70 millions de tonnes à l'horizon 2035.

Dans le cadre de la politique nationale de maîtrise et de modernisation de la gestion des déchets spéciaux, le ministère chargé de l'environnement a lancé au mois d'octobre 2001, l'opération d'élaboration du cadastre national des déchets spéciaux qui a abouti à la quantité des déchets générés, stockés, valorisés ou traités, la consistance des déchets, l'identification des générateurs de déchets spéciaux, la répartition géographique des déchets spéciaux et les installations de traitements. A ce sujet, on trouve 2360 tonnes stockés de pesticides périmés, 22 tonnes/an de déchets cyanurés, 59000 t/an d'huiles usagées générées et 12.000 t stockés de produits pharmaceutiques périmés (**Dafi, 2017**). En 2017, le non recyclage des déchets a fait perdre à l'Algérie une enveloppe de 3800 milliards de centimes (**APS, 2019**). Ces statistiques montrent que l'Algérie par son investissement dans le secteur de la gestion et le recyclage des déchets peut diversifier son économie nationale et participer comme un acteur important dans le développement durable.

Cadre institutionnel (ANGed, 2014) ?

Le secteur de la gestion des déchets en Algérie est attribué au :

• Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) à travers ses différents instruments en particulier :

- L'Agence Nationale des Déchets (AND).
- Le Conservatoire Nationale des Formations en Environnement (CNFE).
- Les Directions de l'environnement de Wilayas.

• Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales (MICL) par l'appui financier en direction des municipalités.

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

L'agence nationale des déchets mentionne qu'à partir de 2001, le gouvernement algérien a défini une stratégie nationale en matière de protection de l'environnement qui s'est traduite par le plan national d'action pour l'environnement et le développement durable (PNAE-DD). Sur le volet déchet, le PNAE-DD s'est décliné en deux programmes:

-PROGDEM : Programme de gestion des déchets solides municipaux.

-PNAGDES : Plan national de gestion des déchets spéciaux.

Cadre réglementaire

Loi n° 01-19 du 12.12.2001, relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets.

Loi n° 03-10 du 19.07.2003, relative la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Décret n° 02-372 du 11.11.2002, relatif aux déchets d'emballages.

Décret n°02-175 du 20.05.2002, portant création, organisation et fonctionnement de l'Agence Nationale des Déchets.

Décret n°04-199 du 19.07.2004, fixant les modalités de création, organisation, fonctionnement et de financement du système public de reprise et de valorisation des déchets d'emballages.

Pour atteindre les objectifs fixés, ces encadrements institutionnels et réglementaires ont permis de tracer des lignes principales à suivre (**ANGed, 2014**) :

- La réorganisation de l'administration communale chargée de la gestion des déchets.
- Le renforcement des capacités de collecte et de transport des services de la commune.
- L'ouverture du service public de gestion des déchets à l'investissement privé, 4080 entreprises actives dans le secteur de la gestion des déchets entre collecte, recyclage et tous autres modes de traitement des déchets (Radio-Algérie, 2019).
- La mise en œuvre un programme de formation et d'assistance technique.
- La mise en place des équipements de collecte.
- La prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source.

A ce titre, le PROGDEM a connu depuis 2002, date de sa mise en œuvre, un état d'avancement appréciable qui s'est traduit par (**ANGed, 2014**).

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

-L'élaboration de 1223 schémas directeurs communaux de gestion des déchets ménagers et assimilés sur les 1541 communes existantes, soit un taux de couverture de 79,36% de l'ensemble du territoire national.

-135 CET pour DMA et DI sont réalisés et 146 décharges contrôlées.

-Lancement d'un programme de réhabilitation de 101 décharges sauvages notamment dans les communes où les CET sont opérationnels.

-Les grandes décharges publiques sont éradiquées en cours de réhabilitation (AND).

-Réalisation de 32 déchetteries et 29 centres de tri.

-Réalisation de 26 stations de transfert (points de rupture de charge) pour l'économie de transport des points de collecte vers les centres de traitement des déchets localisés à des distances de plus de 20 km.

-Mise en place de 44 établissements publics de wilayas à caractère industriel et commercial (EPIC de gestion des CET).

-Modernisation et mécanisation des équipements.

-Renforcement des capacités locales par des cycles de formation du personnel technique appelé à améliorer le niveau de prestations de services techniques des collectivités locales.

-Renforcement de la politique de recyclage et de valorisation des déchets à travers la réduction à la source de la production, leur réutilisation et leur recyclage.

-Un système public de reprise et de traitement des déchets d'emballages a été instauré (AND).

-Les déchets industriels (y compris les déchets industriels banals) enregistrent une production annuelle d'environ: 2 550 000 T/an, parmi lesquels, les déchets spéciaux représentent environ 330 000 Tonnes/an et les déchets d'activité de soins et à risque infectieux (DAS/DASRI) approchent les 30000 Tonnes/an pour l'année 2011(ANGed,2014).

I.11 Enfouissement technique des déchets (Enfouissement en surface, sur talus et en tranchées)

L'enfouissement des déchets désigne leur stockage dans le sol en couches ne dépassant pas deux mètres d'épaisseur ; à compacter ces couches et à recouvrir quotidiennement de terre, les surfaces exposées. Selon leurs caractères polluants, les

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

déchets sont orientés vers des classes différentes de CET. Les lixiviats sont récupérés et traités avant rejet. La biogaz est capté et brûlés en torchères ou valorisé par la production de chaleur, l'électricité et de carburants (www.Dictionnaire-environnement.com).

Avant l'ère industrielle, les déchets, d'odeur caractéristique, étaient de nature organique dans leur grande majorité, et leur volume, déjà limité au départ, diminuait donc rapidement de façon naturelle. Les décharges étaient de simples trous, dans lesquels étaient entassés les déchets, la nature faisant le reste (**Balet, 2005**).

La classification des centres de stockage de déchets est donc faite fonction de la nature des déchets. On distingue trois types de centre de stockage de déchets :

- Classe I : réservée aux déchets industriels spéciaux ou toxiques.
- Classe II : réservée aux déchets ménagers et assimilés.
- Classe III : réservée aux déchets inertes.

Pour un CET, le plus important est de l'implanter sur un site approprié et de l'exploiter conformément à un plan de construction et d'exploitation fixé et approuvé à l'avance. La classification des CET par forme de la décharge à concevoir est déterminée par les caractéristiques du site, notamment sa topographie, c'est-à-dire par la nature du terrain. En principe, on peut distinguer trois cas :

- **Enfouissement en surface plate** : la construction en forme de tumulus est souvent la seule solution réalisable dans les terrains plats, il a lieu dans les ravins, les carrières abandonnées, les vallées etc. Les déchets y sont répandus et compactés jusqu'à réduction de leur volume de 50 %, sont ensuite recouverts de terre.
- **Enfouissement sur talus** (pente) : cette forme peut se justifier par la topographie du terrain, où les déchets sont versés sur le flanc d'une élévation (colline) où ils sont étendus, compactés et recouverts de terre obtenu lors excavation du sol.
- **Enfouissement en tranchée** (fosse) : où les déchets sont déversés dans une tranchée ou fossé et recouvert par la terre d'excavation (**Bouarfa, 2018**).

La décharge en fosse n'est pas recommandée à cause des problèmes posés par l'évacuation des lixiviats et des efforts importants à entreprendre pour rendre étanches la base et les côtés afin d'empêcher l'infiltration vers la nappe phréatique.

En raison des risques potentiels de nuisances et de pollution, le choix du site est un facteur déterminant pour tout projet de décharge contrôlée (**Hueber, 2001**)

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Pour que les déchets soient entreposés dans un lieu confiné, sans échange avec les milieux environnants (eaux souterraines, sol et atmosphère), des dispositifs de sécurité et de protection sont aménagés sous forme de barrières. On distingue :

- La barrière passive, généralement constituée d'une couche de sol imperméable plus ou moins épaisse (1 à 5 m) selon la nature des déchets, qui sert de « rempart extrême » et qui minimise les effets sur l'environnement en cas de défaillance des dispositifs d'étanchéité et de drainage (d'où l'appellation de système passif).
- La barrière active sur laquelle il est possible d'agir pour prévenir tout accident ou pour minimiser par une action volontaire toute sollicitation de la barrière passive. Elle est constituée d'un écran étanche généralement à base d'un matériau géosynthétique et d'un réseau de drainage composé d'un réseau de canalisations de collecte, disposées dans une couche de matériaux drainants.
- De plus, dans la masse des déchets, si ceux-ci sont évolutifs et fermentescibles, un réseau de collecte des gaz formés (biogaz) est aménagé, de même qu'en superficie, sous la barrière passive de couverture.
- Les barrières de confinement et de drainage ceinturent la totalité du stock de déchets (le fond, les flancs et en couverture finale) (**Billard, 2001**).

La construction de sites d'enfouissement technique ne se réalise pas sans contraintes dont, notamment, celles qui suivent :

- Dans les zones densément peuplées, la disponibilité de terrains aptes à l'enfouissement est souvent limitée, les sites d'enfouissement techniques nécessitant de grandes surfaces.
- Les conditions topographiques, géotechniques et hydrogéologiques ainsi que les règlements d'urbanisme sont aussi des éléments contraignants pour le choix de la localisation d'un site. Par exemple, il est nécessaire de conserver une zone tampon entre le site et les résidences avoisinantes et des distances doivent également être respectées par rapport à des installations comme les aéroports, des sources d'eau potable ou des cours d'eau.
- L'acceptation sociale pour la construction de ce type d'installation est souvent très difficile et parfois même impossible à obtenir (www.enviroaccess.ca/expert-conseil/)

Chapitre I : Bilan de connaissances sur les déchets

Conclusion

Après avoir dressé un bilan de connaissances sur la notion de déchets, on constate que la plupart de ces déchets sont dangereux qu'ils soient qualifiés ou non, et leur gestion doit suivre des procédures complexes et parfois difficiles. La meilleure solution pour ce problème est de réduire la quantité des déchets et donc de réduire son impact sur la santé humaine et sur l'environnement.

Chapitre II : La Classification des Décharges

Chapitre II

La Classification des Décharges

Chapitre II : La Classification des Décharges

Introduction

A l'heure actuelle, on entend de plus en plus parler du problème des décharges, leur propagation un peu partout dans le pays, et comment les gérer. Dans ce chapitre, nous présenterons des généralités sur ces décharges et leurs classes.

II.1 Définition des décharges

La mise en décharge signifie le dépôt définitif des déchets solides urbains et industriels dans le sol ou sur le sol, sous contrôle ou non.

La décharge est un très vaste réacteur biochimique où se retrouvent mélangés des millions de composés chimiques, organiques et minéraux, interagissant les uns avec les autres sous l'influence d'agents naturels (pluies, microorganismes). Ces réactions aboutissent à une transformation biologique, physique et chimique des déchets avec libération de liquide et de gaz (**Benatallah, 2013**).

II.2 Les différents types des décharges

II.2.1 Décharge brute

Est celle qui est admise ou tolérée en un lieu réservé à cet usage sur lequel les usagers viennent habituellement déposer leurs déchets, c'est-à-dire un regroupement de tous les déchets en un point (**Cheniti, 2014**).

II.2.2 Décharge sauvage

Est celle qui se crée en violation des règlements régissant la gestion des déchets, dans laquelle certains habitants déposent leurs déchets "à la sauvette". Ces décharges présentent au regard un amoncellement d'immondices qui peuvent se développer jusqu'à former des montagnes d'ordures fumantes et malodorantes, désastreuses pour l'environnement, génératrices des risques d'incendie, de prolifération d'agents pathogènes (**Cheniti, 2014**). L'image de ces décharges est donnée par ces amoncellements d'immondices qui peuvent se développer jusqu'à former des montagnes d'ordures fumantes et malodorantes (**Gillet, 1985**).

II.2.3 Décharge surveillée

C'est une décharge brute que l'on a amélioré en délimitant le lieu de dépôt, en assurant la présence d'un surveillant chargé de guider les camions, d'empêcher la divagation d'animaux. Avec de plus, une intervention mécanique (bulldozer, chargeur sur chenilles ou

Chapitre II : La Classification des Décharges

pneus) qui assurera un enfouissement et un recouvrement des déchets par la terre (Abderrezak, 2001).

II.2.4 Décharge contrôlée

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

- Elle est implantée sur un site approprié après autorisation de l'administration. Cette autorisation est accordée après une étude approfondie de son impact sur l'environnement, et en particulier de tous les dangers de pollution.
- Les déchets mis en dépôt dans le respect des règlements administratifs en vigueur et suivant des techniques bien maîtrisées garantissant leur élimination hygiénique.
- Son exploitation s'effectue conformément à un plan fixé à l'avance et suivant lequel la réintégration du site dans son environnement naturel devra s'effectuer en fin d'exploitation (Cheniti, 2014).

II.2.4.1 Les types de la décharge contrôlée

On peut distinguer trois types de décharges, la durée de vie d'un site étant fonction du type de décharge choisi:

1. La **décharge traditionnelle** : le procédé consiste à déposer les ordures en couches successives d'épaisseur modérée. Le réglage des déchets est assuré par un chargeur à chaînes ou un buteur.
2. La **décharge compactée** : c'est spécifique pour les moyennes et grandes décharges. Un compactage par un engin (compacteur, épandeur) des ordures déposées en couche mince réduit leur volume et diminue la quantité de matériaux de couverture nécessaire. Le degré de compactage limite le risque de nuisances. La circulation des véhicules de transport sur la décharge se fait dans les meilleures conditions.
3. La **décharge avec broyage préalable** : où les ordures sont broyées, puis répandues à l'aide d'un chargeur sur pneus. La fermentation se réalise de deux manières : en tas (avant réglage du broyat), ou directement en décharge. Le broyage permet de doubler à peu près la densité des ordures brutes. De plus, la densité du broyat est encore doublée

Chapitre II : La Classification des Décharges

par le phénomène de fermentation. Les risques de nuisances sont limités : il y a moins de risque d'incendies, en raison de la compacité du produit obtenu. En contrepartie, les coûts de traitement sont plus élevés que pour une décharge traditionnelle ou compactée. (Abderrezak, 2001).

II.2.4.2 Les classes de la décharge contrôlée

- 1. Classe I :** Les décharges Classe I sont situées sur des sites imperméables (le coefficient de perméabilité $K \leq 10^{-9}$ m/s sur une épaisseur de 5 m) qui assurent un confinement performant des déchets et des lixiviats. Elles sont destinées à recevoir certains types de déchets industriels spéciaux.
- 2. Classe II :** Les décharges classe II sont disposées sur des sites semi-perméables qui assurent une migration lente des lixiviats à travers des couches de sols non saturées d'épaisseurs suffisantes (le coefficient de perméabilité $K = 10^{-6}$ m/s sur une épaisseur de 5 m).

Elles reçoivent habituellement des déchets ménagers et assimilés (DMA) répartis en catégories :

Catégorie D : déchets dont le comportement est fortement évolutif et conduit à la formation de lixiviats chargés de biogaz. La plupart des DMA bruts non triés et des déchets d'activités industrielles ou artisanales appartiennent à cette catégorie : ordures ménagères (OM), déchets de voirie, encombrants domestiques avec composants fermentescibles, déchets verts, boues d'eau potable ou d'eau à usage industriel, bois, papiers, cartons.

Catégorie E : déchets dont le comportement est peu évolutif, dont la capacité de dégradation biologique est faible et présente un caractère polluant modéré. Ils sont subdivisés en :

- E1 : déchets pouvant faire l'objet de traitement afin d'en extraire une part valorisable comme les déchets de plastique, métaux, ferrailles, verre... .
- E2 : déchets pouvant faire l'objet de traitement afin d'en extraire une part valorisable tout en étant essentiellement de nature minérale, par exemple : mâchefers issus de l'incinération de déchets, cendres et suies issues du charbon, sables de fonderie.
- E3 (ni E1 ni E2) : déchets de nature minérale, par exemple : boues, poussières, sels et déchets non fermentescibles issue de l'industrie (non DIS).
- E4 : déchets contenant de l'amiante lié (amiante-ciment, vinyle-amiante ...).
- E5 : autres déchets de catégorie E.

Chapitre II : La Classification des Décharges

Les déchets interdits sont les DIS, les DAS, les déchets radioactifs, déchets contenant plus de 50mg/kg de PCB, déchets inflammables et explosifs, déchets dangereux des ménages collectés séparément, déchets liquides ou de siccité inférieure de 30%, pneumatique (**Benatallah, 2013**).

3. Classe III : Les décharges de Classe III sont placées sur des sites perméables qui assurent une migration relativement rapide des lixiviats. Les confinements des parois et des fonds sont absents. Aucune condition géologique particulière en matière d'étanchéité n'est préconisée. La perméabilité inférieure à 10^{-7} m/s sur une épaisseur de 1 m : une évolution sur ce point pourrait donc se produire.

On peut dire que ces sites ne peuvent donc recevoir que des déchets inertes tels que certains déchets de chantiers comme les pierres, les terres de terrassement et le béton.

Les déchets admissibles définis par type sont :

- **Type F** : plâtre dépourvu de déchets dangereux (plâtre+laine minérale, en stuc, en enduit, en plaques type Placoplatre), déchets de matériaux en amiante-ciment.
- **Type G** : déchets issus de la déconstruction des bâtiments et ouvrages. Les déchets non minéraux et non dangereux sont tolérés parce qu'ils ne puissent pas être séparés dans les conditions économiques acceptables (peintures sans plomb sur les murs, papiers peints et leur colle, enduits bitumineux d'étanchéité des terrasses et des murs enterrés).
- **Type H** : déchets constitués de déblais de terrassement ne comportant aucun déchet de plâtre et de matériaux non minéraux (pas des métaux et en particulier d'armatures d'acier). Il peut s'y trouver 20% maximum de déchets minéraux sans plâtre (démolition de bâtiments, d'ouvrage d'art et de génie civil). Les terres comportant une fraction organique sont autorisées en stockage type H (**Benatallah, 2013**).

Conclusion

La mise en place des décharges doit être effectuée suivant certaines règles et dispositions sanitaires et sécuritaires qui permettent d'éviter les impacts sur l'environnement, donc éviter les décharges brutes et sauvages ; contrôler au maximum les autres types de décharges et surveiller de plus près la nature et les caractéristiques des déchets enfuis dans ces décharges afin de faciliter et de garantir une élimination selon les normes c'est-à-dire avec un minimum d'impact sur la santé des populations et sur l'environnement.

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif»

Chapitre III
Etude d'impact Environnemental
du CET « Hassi-Bounif »

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

Introduction

Cette étude est réalisée en application de la loi n°03-10 du 19.07.2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable et de ses décrets exécutifs n° 06-198 du 31.05.2006 et 07-144 du 19.05.2007 définissant la réglementation applicable aux installations classées et fixant leur nomenclature et aussi conformément à l'article 6 du décret exécutif n° 07-145, déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.

Pour la politique, la priorité résidait dans la mise en place d'un cadre législatif moderne et de structures de traitements des déchets aux normes techniques strictes pour assurer la planification, la réalisation et l'exploitation des centres d'enfouissement techniques (CET) pour aboutir à une élimination écologiquement correcte des déchets solides ménagers.

III.1 Cadre réglementaire

Le cadre juridique relatif à la protection de l'environnement est défini par la loi 03-10 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, qui abroge la loi n°83-03 du 05.02.1983 relative à la protection de l'environnement. Elle institue un régime juridique spécifique applicable aux établissements classés et l'obligation de l'étude d'impact sur l'environnement pour toute création d'activité industrielle. Les modalités d'application de ces exigences sont précisées par les décrets exécutifs suivants :

- Décret exécutif n°07-145 du 19.05.2007 définissant la procédure de l'élaboration d'une étude d'impact sur l'Environnement (EIE) et son approbation. Il énumère la liste des projets soumis à une EIE et la liste des projets soumis à la notice d'impact.
- Décret exécutif n°06-198 du 31.05.2006 (abrogeant le décret 90-78 du 27.11.1990) définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'Environnement et notamment les régimes d'autorisation, de déclaration, d'exploitation, les modalités de délivrance de cette déclaration, de suspension et de retrait, ainsi quelques conditions et modalités de leur contrôle. Il fixe également les délais d'octroi de l'accord préalable par décision à la création d'établissement classé.
- Décret Exécutif n°07-144 correspondant au 19.05.2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'Environnement (ICPE).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

- Loi n°03-10 du 19.07.2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Entrée en vigueur 19.07.2003.
- Loi n°01-19 du 12.12.2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. Entrée en vigueur 12.12.2001.
- Décret exécutif n° 07-145 du 19.05.2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement d'une géo-membrane multiple ou des matériaux associés d'une géo-membrane composée. Entré en vigueur 19.05.2007.
- Décret exécutif n°07-144 du 19.05.2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. Entrée en vigueur 19.05.2007.
- Décret exécutif n°06-198 du 31.05.2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement. Entré en vigueur 31.05.2006.
- Décret exécutif n°04-410 du 14.12.2004 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. Entré en vigueur 14.12.2004.
- Décret exécutif n°93-160 du 10.07.1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ; Entré en vigueur 10.07.1993.
- Directive 3011/SG du 08.10.2005 relatif à la gestion et l'exploitation des centres d'enfouissement technique. Entrée en vigueur 08.10.2005.

Le projet du centre d'enfouissement technique des déchets (**tab. 3**), de par sa nature et l'envergure de ses activités, entre dans le cadre des installations classées pour la protection de l'Environnement (ICPE).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

Tab.III.1- Rubrique ICPE (décret exécutif n° 07-144 du 19.05.07 fixant la nomenclature des ICPE.

N° de la rubrique	Désignation de l'activité	Type d'autorisation	Rayon d'affichage (km)	Etude d'impact	Etude de dangers	Notice d'impact	Rapport sur les produits dangereux
2719	Ordures ménagères et autres résidus (stockage et traitement des déchets) ; à l'exclusion des activités visées par d'autres rubriques de la nomenclature						
	Décharge(CET)	AW	1	X	X		

III.2 Objectifs du CET

Le CET est destiné pour accueillir les déchets ménagers et assimilés vue de leur enfouissement pour :

- Eradiquer les lieux de dépôt sauvage.
- Atténuer l'impact des déchets sur l'environnement.
- Récupérer et évaluer les matériaux recyclables tout en réduisant les pertes de la matière première.
- Réduire le volume et la quantité de déchet.
- Fournir de nouvelles opportunités industrielles et des postes d'emplois.

III.3 Classification des CET

III.3.1 CET de classe 1 : Pour déchets dangereux, toxiques (déchets industriels spéciaux traités et stabilisés, les cendres volantes des usines d'incinération).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

III.3.2 CET de classe 2 : Pour déchets ménagers et assimilés (ordures ménagères, encombrants, déchets verts, déchets industriels banals).

III.3.3 CET de classe 3 : Pour les déchets inertes (déchets, déblais, gravats) issus d'entreprises du bâtiment et des travaux publics et de travaux de bricolage de particuliers.

Le CET de Hassi-Bounif réceptionne quotidiennement des déchets ménagers produits par 12 communes de la wilaya d'Oran. Les communes sont : ORAN, ES SENIA, EL-KERMA, BIR EL-JIR, SIDI-CHAMI, HASSI-BOUNIF, HASSI-BENOKBA, BENFRIHA, BOUFATIS, OUED TLILAT, TAFRAOUI, EL-BRAYA. (AND, 2016).

C'est un centre d'enfouissement technique de classe II ; Il dessert une population de près de 1,3 millions d'habitants (Rahmani, 2014).

III.4 Contexte du travail

Cette démarche de gestion des déchets est traduite par la mise en œuvre d'un plan de gestion des déchets qui s'articule autour de trois grandes étapes :

- Tri sélectif des déchets à la source.
- Traitement et valorisation des déchets.
- Elimination des déchets.

La création d'un CET représente la phase finale de la démarche de gestion des déchets d'une façon sécuritaire en minimisant les impacts sur l'environnement comparativement aux pratiques classiques de mise en décharge (dépôts anarchiques, brûlage à l'aire, odeurs et l'envol des déchets,...).

Le CET participe en grande partie dans l'amélioration du cadre de vie de la population résidente au niveau du village Hassi-Bounif, par le maintien d'un environnement sain et par l'amélioration économique et sociale de ce village.

III.5 Description du CET de Hassi-Bounif

III.5.1 Choix du site

III.5.1.1 Situation géographique d'Oran

Oran est la deuxième ville d'Algérie et une des plus importantes du Maghreb. C'est une ville portuaire de la Méditerranée, située au nord-ouest de l'Algérie, à 432 km de la capitale Alger.

La wilaya d'Oran est délimitée territorialement comme suit :

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif»

- Au Nord par la mer Méditerranée.
- Au Sud-est par la wilaya de Mascara.
- A l'Ouest par la wilaya d'Ain Témouchent.
- A l'Est par la wilaya de Mostaganem.
- Au Sud par la wilaya de Sidi Bel Abbés.

La wilaya d'Oran s'étend sur une superficie de 2 114 000 km². La population totale de la wilaya est de 1 577 556 habitants, soit une densité de 746 habitants par Km². (ANDI, 2013). Elle bénéficie d'un climat méditerranéen sec classique marqué par une sécheresse estivale, des hivers doux. Pendant les mois d'été, les précipitations deviennent rares voire inexistantes, et le ciel est lumineux et dégagé. En revanche, la région est bien arrosée pendant l'hiver. Les faibles précipitations (420 mm de pluie) et leur fréquence (72,9 jours par an) sont aussi caractéristiques de ce climat (ANDI, 2013).

III.5.1.2 Situation géographique de la commune de Hassi-Bounif

Le centre d'enfouissement technique se trouve dans la commune de Hassi-Bounif, Daïra Bir El-Jir, localisé à environ 11km à l'Est de la ville d'Oran. Il longe la route nationale RN 11 Oran/Arzew. Il est limité au Nord et au Nord-Ouest, par l'agglomération de Hassi-Ameur, à l'Est, par les agglomérations de Douar Kharrouba, latitude : 35°40'45 ,4"N et longitude : 0°26'47,8"W (Khalfallah et al., 2019). Cette commune s'étend sur 31,77 km² et compte 70 852 habitants (Wikipedia, 2017).

III.5.1.3 Le CET de Hassi-Bounif

Le CET de Hassi-Bounif est considéré comme étant le plus grand à l'échelle nationale, a été mis en exploitation le 01.05.2012 et étendu sur une superficie de 89 ha (Khalfallah et al., 2019). Le site retenu pour l'aménagement du CET se trouve dans la partie Sud-Ouest de la montagne des plâtrières, à 20km de la ville d'Oran, dans la commune de Hassi-Bounif/Daïra de Bir El-Jir. Ce site est entouré par des terrains occupés par des formations forestières dégradées et défrichées depuis quelques années (1995), pour être transformés en terrain d'oliviers (Rahmani, 2014).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

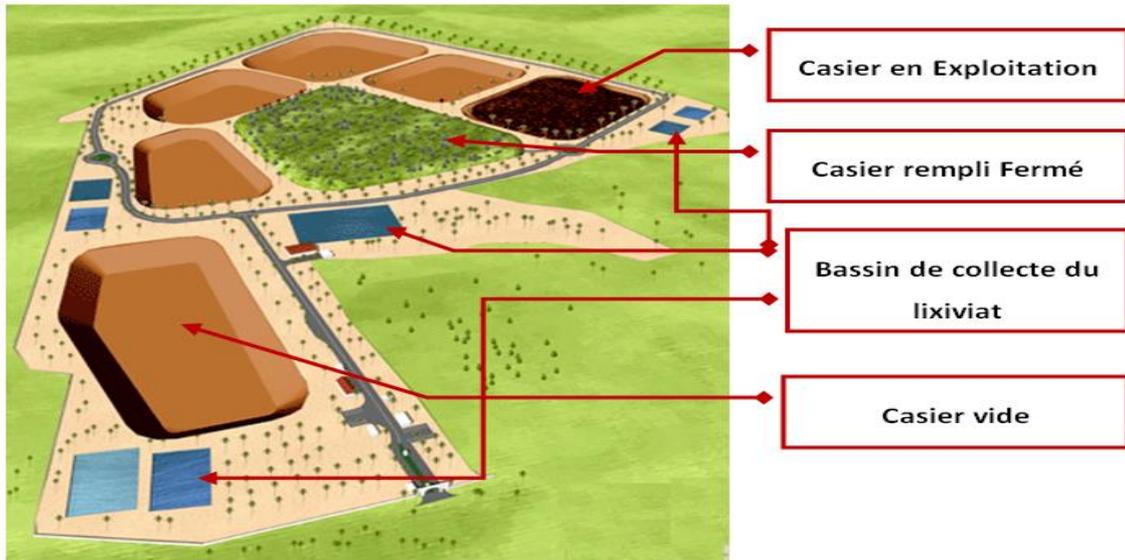


Fig. III.1- Vue générale du C.E.T de Hassi-Bounif (Rahmani, 2014).

Le plan de situation du CET (fig. III.2) dessert immédiatement 04 localités importantes : Hassi-Bounif, Hassi-Ameur, Ben-Freha et Boufatis (Rahmani, 2014).

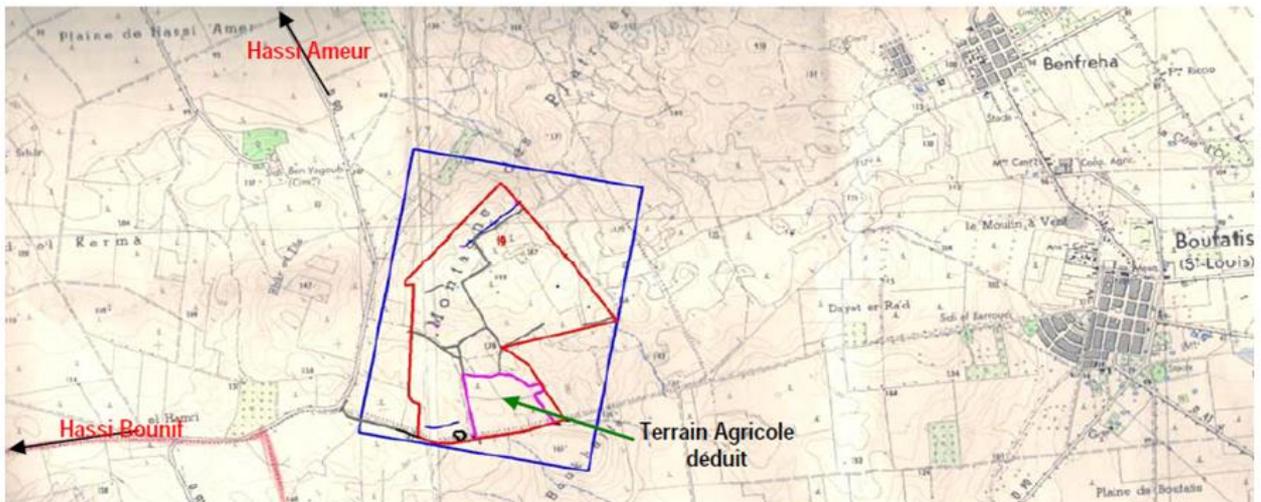


Fig. III.2- Plan de situation du CET « la Plâtrière » (Hassi bounif) (Rahmani, 2014).

L'accès au site se fait par une route construite pour le projet de CET et reliant ce dernier aux localités limitrophes sans avoir à les traverser. Les conditions géotechniques du site du projet se caractérisent par une succession de couches de marne et de grès sous un encroûtement calcaire. L'ensemble est couvert par une couche de terre végétale. Le terrain est considéré hors nappe. Les terrains sont compacts dotés d'une bonne résistance et d'une compressibilité très faible (RapportStudi International, 2008).

Le CET de Hassi-Bounif est composé de 07 casiers d'environ 5 hectares chacun, à l'exception du premier casier avec une superficie de 12 hectares et d'une capacité de 1,2 million de m³(Rahmani, 2014).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »



Fig. III.3- Vue Aérienne inclinée du CET de Hassi-Bounif-Oran (modifiée) (Rahmani, 2014).

III.5.2 Fiche technique du CET Hassi-Bounif

- Description du site

- La superficie du site destinée pour accueillir le CET est de 89 ha.
- Les données météorologiques du site : Hassi Bounif est une commune de la Daira de Bir El-Jir et près de Es-Sénia, donc pour les données de précipitations et de température, on a pris celle de Bir El Jir et pour les données du vent on a pris celles d'Es-Sénia, et pour l'humidité on a pris celles d'Oran.

- Précipitations

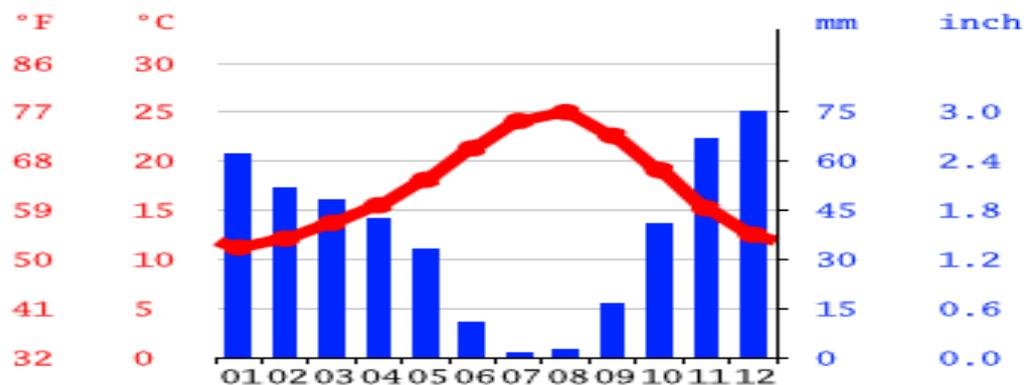


Fig. III.4- Diagramme Ombrothermique BIR EL-JIR (www.climate-data.org).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

Les précipitations moyenne annuelle est de 384mm. Le mois de Juillet est le mois le plus sec avec seulement 1mm, les précipitations record sont enregistrées en Décembre, elles sont de 64mm en moyenne (www.climate-data.org)

- **Climat** : Un climat méditerranéen sec classique marqué par une sécheresse estivale, des hivers doux.
- **La température**

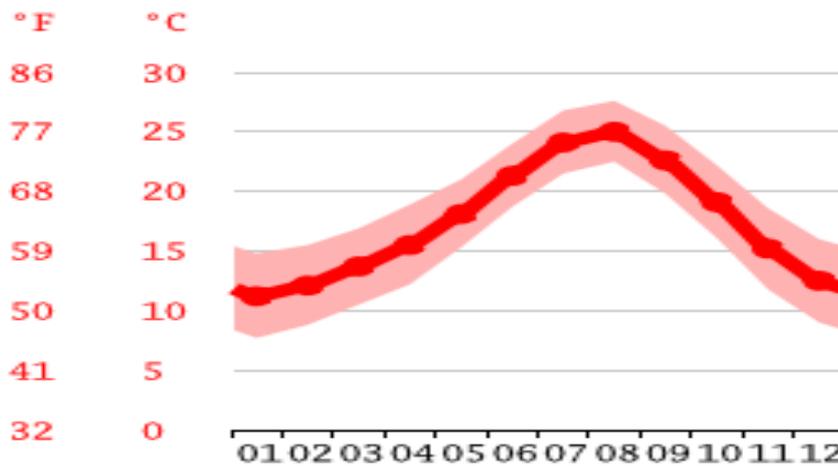


Fig. III.5- Courbe de température Bir El-Jir (www.climate-data.org)

La température moyenne annuelle est de 17,5°C à Bir El Djir. Au mois d' Août (mois le plus chaud de l'année), la température moyenne est de 25°C. Le mois le plus froid de l'année et celui de janvier avec une température moyenne de 11,2°C (www.climate-data.org).

- **Le vent**

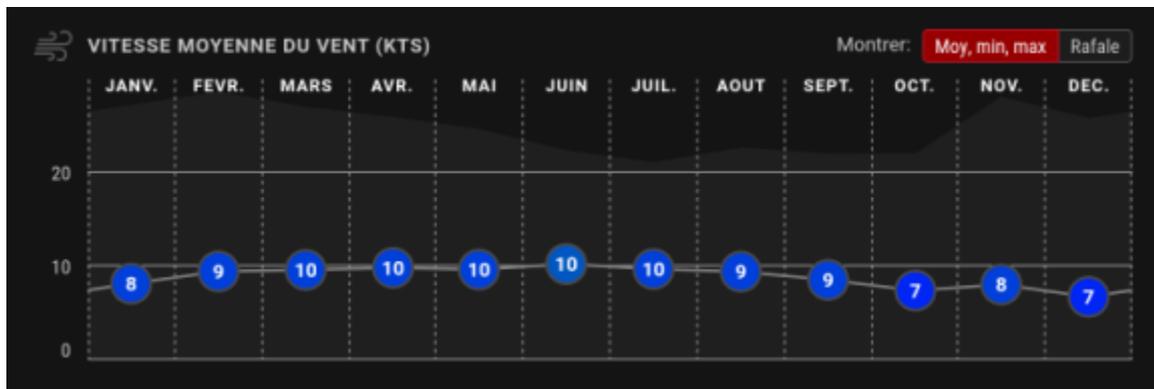


Fig. III.6 - Courbe de vitesse de vent Es-Sénia (www.windfinder.com).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

Ces statistiques sont basées sur des observations entre 04/2010 et 09/2020 tous les jours de 7h00 à 19h00(heure locale) (www.windfinder.com).

KTS : le nœud est une unité de mesure de la vitesse utilisée en navigation maritime et aérienne. Un nœud est à un mille marin par heure, soit 1852 km/h.

➤ L'humidité

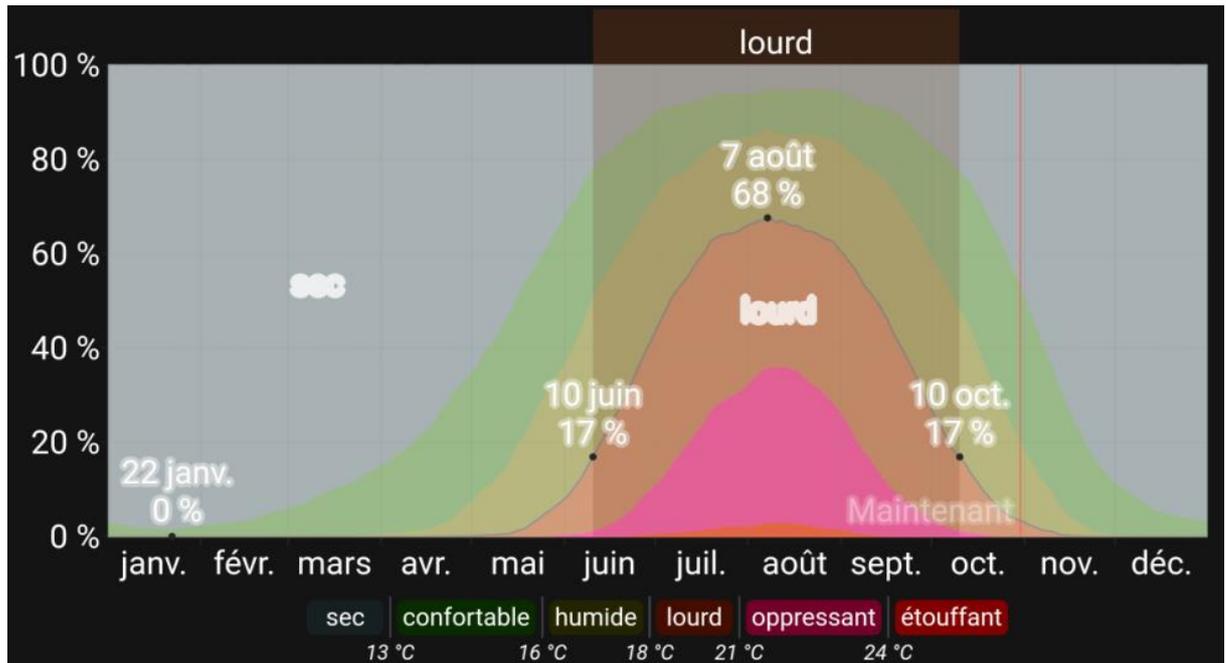


Fig. III.7- Niveau de confort selon l'humidité (www.weatherspark.com)

Les mois les plus humides sont entre juin et octobre. (www.weatherspark.com)

➤ La détermination de l'étage climatique de la région d'étude :

La méthode d'EMBERGER est utilisée. Le Quotient est de la forme :

$$Q2 = (P \times 3,43) / (M - m).$$

$$Q2 = (384 \times 3,43) / (25 - 11,2)$$

$$Q2 = 95,44$$

P : total annuel des précipitations en mm

M : température moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m : température moyenne de maxima du mois le plus froid.

- **Risques et catastrophes naturelles**

- **Sismicité**

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

La situation géographique de l'Algérie qui se trouve au nord de l'Afrique, précisément entre les deux plaques euro-africaines, engendre constamment des séismes, qui sont généralement de faible intensité ou modéré et de temps en temps de forte magnitude soit destructeur. La magnitude est utilisée pour décrire l'énergie libérée par le séisme : C'est une valeur intrinsèque au séisme, qui n'est pas liée au lieu d'observation. Un séisme libère plus d'énergie, plus sa magnitude est élevée.

Probabilité d'occurrence d'un séisme a ORAN en fonction de la magnitude

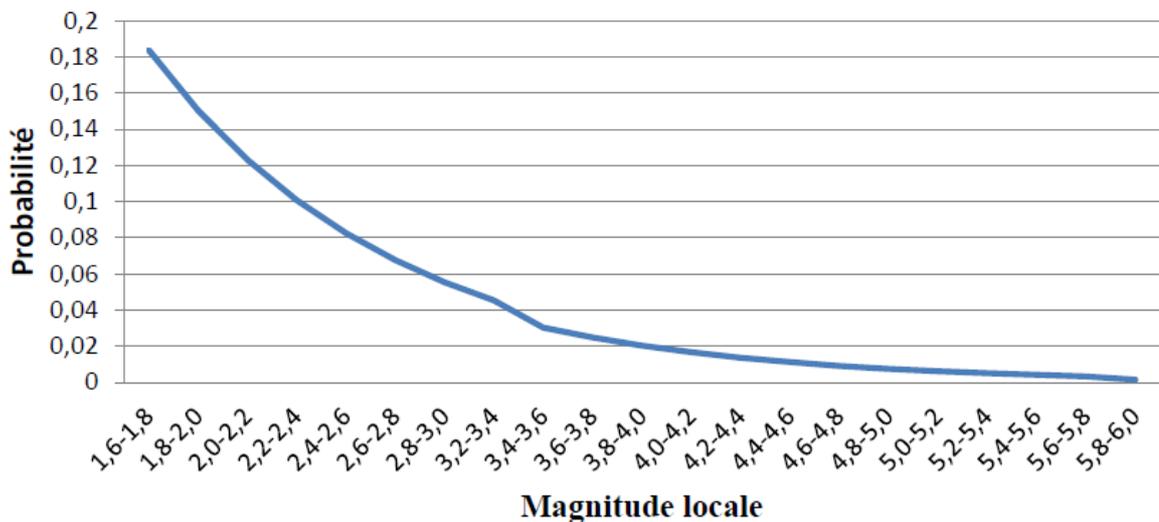


Fig. III.8- Probabilité d'occurrence d'un séisme dans de la ville d'Oran en fonction de la magnitude locale (Aouane, 2019).

– Hydrologie

Dans le cas de l'étude hydrographique on a pris le cas de Hassi-Ameur situé juste à côté de Hassi-Bounif.

Le réseau hydrographique du secteur de la plaine de Sidi-Ali est restreint. Les reliefs de la partie nord/nord-ouest de la plaine ont permis le développement de chevelu hydrographique très réduit peu dense et faiblement organisé. Trois ou quatre Chaâbets qui dévalent les reliefs de la forêt de Hassi Ben-Okba vers la plaine où les eaux de ruissellement viennent se perdre à la faveur des forts amortissements de la pente au niveau des glacis d'accumulation l'écoulement est intermittent, animé par des crues parfois brutales lors de la saison pluviale (Boubkeri, 2013).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

– Géologie

Le secteur d'étude est inclus dans le domaine géologique du littoral oranais qui intègre la zone externe ou tellienne de la chaîne alpine. Ce domaine s'allonge sur environ 100 km entre le Massif de Madegh, à l'Ouest, et le mont d'Arzew à l'Est. Il s'étend sur une largeur moyenne d'environ 20 km ; il comprend dans le sens de la longueur un groupe de horsts constitués essentiellement de terrains d'âges secondaire. Ces horsts très tectonisés, correspondant à un substratum, sont bordés au sud par des zones déprimées comblées d'une importante sédimentation constituée de terrain d'âges néogènes et quaternaire (**Boubkeri, 2013**).

- **Analyse granulométrique du sol**

L'analyse granulométrique d'un sol consiste à déterminer la portion des diverses classes de grosseurs des particules. L'étude granulométrique des particules permet de déterminer la surface spécifique (m^2/g) du sol ; ce qui permet d'estimer sa capacité d'absorption des métaux et des substances organiques. Les données spécifiques au site ne sont pas disponibles.

III.6 Conception et réalisation de site du CET de Hassi-Bounif

Pour un CET, le plus important est de l'implanter sur un site approprié et de l'exploiter conformément à un plan de construction et d'exploitation fixé et approuvé à l'avance. Car, il faut prendre en compte la réintégration du site dans son environnement naturel après fermeture. On classe les CET par forme d'un CET à concevoir et déterminée par les caractéristiques du site, notamment sa topographie, c'est-à-dire par la nature du terrain. Le CET est composé de :

1. Une zone de service et direction où le contrôle, l'admission et la pesée des déchets se font. Cette zone abrite également les bureaux, vestiaires et autres locaux.
2. La zone d'enfouissement qui comporte les casiers d'enfouissement et la station de traitement des lixiviats (liquides émanant des déchets).
3. Un réseau de voiries (bitumé) relie l'ensemble des éléments composant le CET. Il est également possible d'installer un centre de tri au niveau d'un CET.

Après le bon choix du site fondé sur certains caractères spéciaux (géologiques, climatiques, hydrogéologiques), commencent les œuvres de la réalisation :

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

A. **Le casier** : fosse étanche où l'on stocke les déchets ménagers. Le casier est doté d'un système de récupération des lixiviats et des biogaz pour leur traitement. C'est la partie la plus importante de CET, il passe par les travaux suivants :

- Terrassement, déblai en grande masse par engin mécanique ou tous autres moyens de terrassement, et un remblais périphérique des talus du casier en tuf pour construire la digue du casier, assainissement des eaux pluviales et eaux de ruissellement (Protection du casier).
- Fouilles en tranchées à une largeur de 0.50 m et d'une profondeur moyenne de 0.60 m pour canalisation, réalisation d'un regard en béton armé 1.00x1.00 m d'une profondeur entre 1.00 et 2.00 m, dosé à 350 Kg/m³ avec tampon en fonte 0.800.80 m.
- Eaux de percolation et drainage des lixiviats :
- Réalisation d'un éperon drainant en gravier DN 8/15, largeur de 0.60m, profondeur de 0.50 m, fourniture et pose d'un matelas en fibre de verre perméable pour drainage des lixiviats.
- Réalisation d'un regard de contrôle en béton armé 1.70x1.70 m sur une profondeur variable entre 1.00 et 2.00 m, dosé à 350 Kg/m³ fourniture, pose et raccordement d'un tuyau collecteur des lixiviats en amiante ciment DN 300, compris emboitement, jointement.
- Etanchéité ;Etanchéité souterraine : réalisation de l'étanchéité minérale première couche d'argile ou en terre riche en argile épaisseur 0.25 m, réalisation de l'étanchéité en plastique du type polyéthylène de haute densité (PEHD) ,réalisation de la deuxième couche de protection du PEHD en argile épaisseur 0.25 m, réalisation de la couche de filtration et de protection en gravier 16/32 épaisseur 0.10 m, fourniture et pose de tuyaux de drainage des gaz en buse de ciment DN 150 perforés.

B. **Après la réalisation des casiers, viennent les opérations suivantes :**

- Poser le géotextile et la géo-membrane : il faut couvrir tout le casier par le géotextile et le géo-membrane du bas vers le haut, la soudure fera par une machine spéciale pour éviter l'infiltration des eaux.
- Placé le PEHD et protégé par la couche des graviers de 40 à 60 cm.
- Construire le hangar de tri, l'abri de l'incinérateur, la direction, les voiries, et
- Le boisement, plantation et jardinage.

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

C. **Aménagement fixes** : un CET doit être entièrement clôturé. La clôture a pour fonctions d'interdire l'accès au CET aux personnes étrangères à son exploitation et d'arrêter les déchets légers qui pourraient être emportés par le vent.

La clôture est réalisée en matériaux sur deux mètres de hauteur au minimum et doublée, le plus souvent possible, d'une haie d'arbres à feuillage persistant et à croissance rapide. (Bouarfa, 2018).

III.6.1 Principe et intérêt de l'enfouissement technique des déchets

Un site d'enfouissement technique permet la disposition finale des déchets solides de façon sécuritaire en minimisant les impacts sur l'environnement. L'utilisation de géo-membranes dans la construction des cellules, assure une imperméabilité, évitant ainsi toute contamination possible du sol ainsi que des eaux superficielles et souterraines.

III.6.2 Type, nature des déchets destinés à l'enfouissement et capacité de stockage du CET

III.6.2.1 Type et nature des déchets admis au CET

La nature des déchets destinés à l'enfouissement au CET de Hassi-Bounif sont les déchets ménagers assimilés. Le CET Hassi-Bounif est composé de 07 casiers d'environ 5 hectares chacun, à l'exception du premier casier qui se trouve en exploitation (saturé) avec une superficie de 12 hectares et d'une capacité de 1,2 million de m³ (Rahmani, 2014).

III.6.2.2 Capacité du CET

Le volume (capacité) de la décharge est en fonction :

- de la quantité de déchets à mettre en décharge estimée à environ 14 M T.
- la nature des déchets à enfouir : certains déchets (pneus, ...) sont encombrants et subissent mal l'effort de compactage.
- du degré de compactage envisagé et donc de la nature des déchets et de la méthode de compactage.
- de la disposition et la conception des différents casiers.
- Selon ces indications, le choix des équipements et la méthode de mise en place sont déterminants pour le degré de compactage souhaité.

Sur la base de ce qui précède, un taux de compactage moyen permettant d'obtenir une densité de 800 kg/m³ des déchets enfouis a été retenue pour les calculs. Ainsi, la capacité requise du CET serait de 14 378 503 m³. En retenant un taux de récupération de

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

10% des déchets produits, on peut dire que la capacité requise du CET « la Plâtrière » s'établit à environ 13 millions de m³ et la durée de vie du CET est estimée à 20 ans (Rahmani, 2014).

III.7 Eléments Constitutifs du site du CET de Hassi-Bounif

III.7.1 Casiers d'Enfouissement technique des déchets

Le CET Hassi-Bounif contient 7 casiers de taille variable. Les casiers sont destinés à recevoir définitivement les déchets non réutilisables. Chaque casier, de surface d'environ 5 ha, est formé de 4 alvéoles de 10000 m² chacune. Le premier casier a une surface d'environ 12 ha et de capacité de 1,2 millions de m³ (fig. III.9). Le second casier d'une consistance de 8 millions de tonnes et le troisième assurera le remblayage d'un million de tonnes de déchets ménagers selon le ministre de l'environnement lors de sa visite à Oran en octobre 2020.

Les autres casiers sont estimés recevoir un volume de déchets d'environ 500 000 m³ chacun avec une hauteur maximale des déchets de 40 m. Chaque casier comporte une digue périphérique et des diguettes intérieures (Rahmani, 2014).



Fig. III.9- CET Hassi-Bounif : Casier de décharge (modifié) (Khalfallah et al.,2019).

III.7.2 Système d'étanchéité du casier d'Enfouissement

Les fonds des casiers et les talus intérieurs des digues sont recouverts d'une étanchéité à base de membrane géo-synthétique en polyéthylène haute densité (PEHD) de 2,5 mm d'épaisseur. Cette géo-membrane repose sur un sol préalablement compacté et surmonté d'une couche d'argile de 0,40 m d'épaisseur. Compte tenu des résultats géotechniques, et notamment de la présence d'une couche marneuse sous la croute en

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

calcaire, l'épaisseur de la couche d'argile usuellement pris de 50 à 100cm, a été réduite. Cette couche d'argile de 40cm bien compactée, sert comme un support homogène pour la géo-membrane, et une protection supplémentaire pour les risques éventuels d'infiltration. La géo-membrane est recouverte par un géotextile épais de protection, puis d'une couche de sable d'une épaisseur de 10 cm, et une couche de gravier filtrant 25/40 d'épaisseur 30 cm (Rahmani, 2014).

III.7.3 Système de drainage des eaux pluviales

Les eaux de ruissellement seront récupérées dans un bassin en terre de 29 m x 49 m. La hauteur de stockage de l'eau à l'intérieur du bassin est de 3,31 m. Le bassin des eaux pluviales couvre une surface de 2306 m² (fig. III.10). On note aussi la réalisation prochaine d'une station d'épuration et d'une déchèterie sur le site même.

Pour arriver à des qualités de rejet satisfaisantes, les lixiviats seront traités par voie biologique de type intensif. Le traitement biologique a pour intérêt la dégradation des odeurs dues à deux paramètres: la présence d'ammoniac et la décomposition de la matière organique présente dans l'effluent dont la macération se poursuit (fermentation anaérobie).



Fig. III.10- CET Hassi-Bounif : Bassin de collection de lixiviat (modifié) (Khalfallah et al.,2019).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

III.8 Gestion et équipement du (C.E.T) de Hassi-Bounif

III.8.1 Les équipements d'infrastructure

Le centre d'enfouissement comportera en première phase les éléments suivants :

- clôture du C.E.T.
- portail d'entrée.
- pont bascule et local de contrôle de la pesée.
- aire de tri et de compostage.
- bâtiment d'exploitation.
- bâtiment administratif.
- hangar et atelier de réparation.



Fig. III.11- CET Hassi Bounif.

III.8.2 Les équipements matériels

L'entreprise chargée de l'exploitation du CET, a besoin d'équipements spéciaux pour la réalisation d'un enfouissement technique dans les règles de l'art. Le matériel pour l'enfouissement sanitaire dans un centre d'enfouissement technique accomplit trois fonctions différentes :

- la manutention et le compactage pour réduire le volume des déchets. Les machines idéales pour ce travail sont les compacteurs à tambours dits à pied de mouton, les tracteurs à chaîne (bulldozers) ainsi que les chargeurs à chaîne.
- le transport des matériaux de couverture. Pour cette fonction, la machine sera sélectionnée sur la base de la distance jusqu'à la zone d'emprunt, le volume à transporter, la vitesse nécessaire eu égard à la production journalière nécessaire.

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

- d'autre matériel complémentaire pourrait être nécessaire tels que des tracteurs agricoles avec benne ou citerne ou des groupes électrogènes.

Dans cette optique, le CET Hassi-Bounif s'est doté des équipements suivants :

- 01 pont bascule d'une force portante de 60 t.
- 01 compacteur à pied de mouton.
- 02 bulldozers.
- 01 chargeur sur pneus.
- 01 camion-citerne à eau.
- 1 camion à benne basculante 16 m³
- 01 citerne à gasoil.
- 02 camions vidangeurs.

III.9 Fonctionnement du C.E.T de Hassi-Bounif

III.9.1 Le bilan quantitatif déchets admis

La quantité des déchets est représentée dans la **figure III.12**.

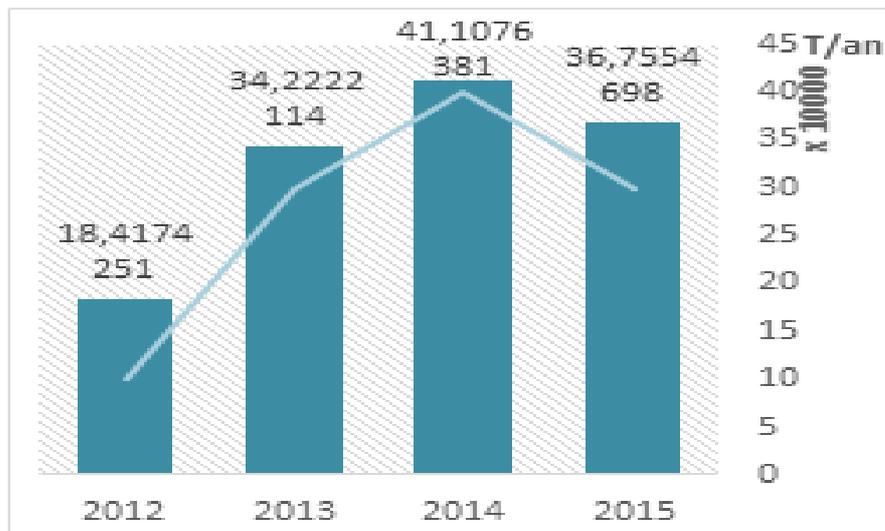


Fig. III.12- Les quantités annuelles des déchets enfouis au niveau de Hassi-Bounif. (Khalfallah et al., 2019).

III.9.2 Le mouvement des déchets admis

Le contrôle des déchets est effectué au poste de contrôle, à l'entrée de l'établissement. Les déchets admis accèdent au C.E.T, après que les informations de l'engin de livraison (Poids, immatriculation) soient consignées sur le registre des admissions. Les

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

déchets sont recouverts obligatoirement de filets de protection contre les envols quand ils sont livrés par des engins découverts. Les camions semi-remorques ne sont pas admis.

Les déchets interdits sont refusés à l'enfouissement ; il est préconisé un autre mode de traitement. Le motif de refus des déchets et leurs provenances sont consignés sur le registre des refus.

Les déchets admis, après leur consignation, sont dirigés soit vers le pont bascule pour les véhicules nouveaux dont on ignore les poids à vide et à charge, soit directement vers le centre de tri. Dans les deux cas, ils empruntent des chemins balisés (Benallal, 2016).

III.9.3 Le centre de tri

Le centre de tri a pour vocation de trier les déchets multi matériaux, issus d'une collecte brute ainsi que les déchets banals issus des activités commerciales et industrielles. Ce centre contribue à atteindre les objectifs du recyclage, à diminuer l'emploi de matière premières vierges. Il constitue une source d'activités économiques et d'emplois directes ou indirectes.

Le tri manuel est positif, sa mécanisation reste un projet de l'installation. Le choix de la taille et le degré de mécanisation seront définis en concertation avec les partenaires, repreneurs des matériaux triés et en fonction de critères de rentabilité économiques.



Fig. III.13- Hangar de tri sélectif (AND, 2016).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

III.9.4 La déchetterie

La déchetterie est un maillon du système de l'installation. C'est un espace aménagé et gardienné où le particulier peut apporter les déchets encombrants où ils sont stockés. Enfin de journée, les déchets sont ainsi répartis :

- Dans les cases : les matières récupérables.
- A la déchetterie : les déchets encombrants (carcasses d'appareil électroménagers, sommiers usagers....etc.)
- Sur l'aire de dépotage : les déchets destinés à l'enfouissement et les déchets verts.
- Séparément : les déchets ménagers spéciaux (huiles, batteries, piles, peintures, Phytosanitaires, solvants, tubes fluorescents).

III.9.5 L'enfouissement technique

L'exploitation du casier peut se faire progressivement ou par alvéole. Il n'est exploité qu'un casier ou qu'une seule alvéole à la fois, lorsque le casier est subdivisé en alvéoles. Les déchets sont déposés en couches successives compactées sur site. La couche des déchets compactés ne doit pas excéder une épaisseur de 80 cm. Elle est recouverte de matériaux sur une épaisseur de 10 cm. Les matériaux de recouvrement ne doivent pas être argileux pour laisser percoler les lixiviats.

Des principes érigés en clauses au cahier des charges qui régit l'aménagement et l'exploitation des C.E.T, conditionnent la mise en œuvre de l'enfouissement technique. Ces principes généraux sont les suivants :

- la quantité minimale de matériaux de recouvrement disponible doit être au moins égale à celle utilisée pour 15 jours d'exploitation.
- le compactage des déchets est effectué avec des engins à chaînes (chargeur à chaînes, tracteur à chaînes, chargeur sur pneu à chaînes, engins à compression sur roues métalliques à chaînes).
- tous les six mois, une évaluation du tassement des déchets est réalisée (**Benallal, 2016**).

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

III.9.6 La gestion des lixiviats

III.9.6.1 Drainage des lixiviats

Les drains sont constitués de conduites de diamètre 300 mm perforées sur les 2/3 de leurs périmètres. Les drains au nombre de six (06), d'une longueur unitaire d'environ 250 ml sont placés transversalement et sont espacés de 70,00m.

Les drains sont connectés à un collecteur principal non perforé en PEHD de diamètre 300 mm placé longitudinalement en bordure du casier à l'extérieur de la digue périphérique. Le collecteur principal sert à évacuer gravitairement les lixiviats vers le bassin des lixiviats (Rahmani, 2014).

III.9.6.2 Bassin de collecte des lixiviats

Ce bassin couvre une surface d'environ 3035 m². Les dimensions intérieures au niveau du fond du bassin seront de 32,25 m x 52,40 m Le fond du bassin ainsi que les talus sont exécutés de la même manière que le casier des déchets. Le fond du bassin ainsi que les talus intérieurs recevront une protection supplémentaire (au-dessus de l'étanchéité par géo-membrane PEHD 2,5 mm) en dalles en béton préfabriquées de dimensions 50 x 50 x 5 posées sur une couche de sable tamisée de 10 cm d'épaisseur (Rahmani, 2014).

III.9.6.3 Bassin d'évaporation des lixiviats

Ce bassin est destiné à recevoir les excès de lixiviats depuis la station de pompage. Il s'agit d'un bassin en terre de 75 m x 115 m environ. Le fond du bassin est exécuté de la même manière que le bassin des lixiviats cité dans le **tableau III.2**. Les lixiviats ne sont abandonnés dans la nature que s'ils respectent les valeurs suivantes, fixées réglementairement :

TabIII.2- Critères minimaux applicables du lixiviat (Benallal, 2016).

Matières en suspension totale (MEST)	<100mg/l si flux journalier max. <15Kg/j
Carbone organique total (COT)	< 70mg/l
Demande chimique en oxygène (DCO)	<300mg/l si flux journalier max. <100Kg/j
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	<100mg/l si flux journalier max. <30Kg/j

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

Azote global	Concentration moyenne mensuelle <30mg/l si flux journalier max. >15Kg/j
Phosphore total	Concentration moyenne mensuelle <10mg/l si flux journalier max. >15Kg/j
Phénols	<0,1mg/l si le rejet dépasse 1g/j
Métaux totaux dont :	<15mg/l
Chrome (Cr ⁶⁺)	<0,1mg/l si le rejet dépasse 1g/j
Cadmium (Cd)	<0,2mg/l
Plomb (Pb)	<0,5mg/l si le rejet dépasse 5g/j
Mercure (Hg)	0,05mg/l
As	0,1mg/l
Fluor et composés (en F)	<15mg/l si le rejet dépasse 150g/j
Cyanures (CN) libres	<0,1mg/l si le rejet dépasse 100g/j
Hydrocarbures totaux	<10mg/l si le rejet dépasse 100g/j
Composés organiques halogénés (en AOX ou EOX)	<1mg/l si le rejet dépasse 30g/j

Dans le cas contraire, les lixiviats sont traités dans une station d'épuration urbaine quand un raccordement est possible. Les points de rejet dans le milieu naturel sont réduits en nombre pour être surveillés par l'exploitant quand ils ne transitent pas par une station d'épuration (**Benallal, 2016**).

III.9.6.4 Le contrôle des biogaz

Le biogaz est un mélange gazeux, hétérogène qui résulte de la décomposition anaérobie de la matière organique. La production de biogaz est déterminée par les facteurs qui régissent la méthanisation des déchets : température, pH, densité et humidité des déchets. Sa composition est généralement la suivante :

- gaz carbonique (CO₂) 40 à 60%

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

- méthane (CH₄) 35 à 50%
- hydrogène sulfuré -----
- traces de mercaptan. -----

III.10 Evaluation des impacts prévisibles directs et indirects (à court, à moyen et à long terme) du projet CET Hassi-Bounif sur l'environnement

Les sources potentielles d'impact comprennent notamment :

- l'aménagement des chemins d'accès au site.
- l'aménagement des installations de chantier.
- le transport et la circulation associés aux déplacements de la main-d'œuvre, des engins de chantier et des matériaux de construction.
- les travaux de terrassement et d'excavation.
- le retrait des matériaux de déblais.
- la gestion des eaux usées et des eaux de drainage du site.
- la création d'emplois.

On n'a pas eu accès aux données et aux analyses réelles propres du CET Hassi-Bounif à cause des instructions strictes dues à la pandémie du COVID 19. On a donc fait une évaluation d'impact basé sur les recherches et les études déjà faites par d'autres chercheurs portés soit aux CET d'Ain-Temouchent et de Soumâa de Blida.

III.10.1 Identification des impacts de la phase exploitation du CET

•Impact sur la géologie et le sol

L'utilisation de géo-membranes et la pose des différentes couches (sable, tuf) au fond et sur les parois du CET lors de la construction ainsi que la nature même du sol (substrat argileux) assurent une imperméabilité, évitant ainsi toute contamination possible du sol. L'exploitation du CET a un impact négligeable sur la géologie du terrain et la pollution du sol.

•Impacts visuels

L'implantation du CET a un impact moyen.

•Pollution et détérioration de la qualité des eaux (rejets hydriques)

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

Les eaux contaminées par des lixiviats contenant des microorganismes pathogènes, sont impropres à la consommation et présentent le siège de maladies hydriques, parmi les plus connues la salmonelle et le choléra.

Compte tenu de la nature des déchets à enfouir (déchets solides) et la nature climatologique de la région (pluviométrie moyenne), les volumes eaux souillées (lixiviats) qui peuvent être générés de l'exploitation du CET sont fortes (**Rahmani, 2014**).

Aussi, les dispositions prises lors de la construction du CET en installant des caniveaux et regard étanches au fond du CET pour capter les eaux souillées ainsi que les caniveaux et regards installés autour et à l'extérieur du CET pour le drainage des eaux pluviales assurent un bon confinement des rejets dues à l'exploitation du CET. Les eaux de rejets captées ne seront pas traitées dans la station de traitement des eaux (**Rahmani, 2014**).

L'utilisation de géo-membranes et la pose des différentes couches (sable, tuf) au fond et sur les parois du CET lors de la construction assurent une imperméabilité, évitant ainsi toute contamination possible des eaux souterraines. Cependant l'exploitation du CET a un impact faible sur la qualité des eaux.

➤ CET de Soumâa (W.Blida)

Le risque de contamination des eaux est un élément capital à prendre en considération ; cette contamination peut atteindre les eaux de surface ainsi que les eaux souterraines par voie de ruissellement et par voie de lessivage en profondeur (**Benatallah, 2013**).

➤ CET d'Ain Témouchent (Sidi Ben-Adda)

L'étude géophysique a révélé la présence de la nappe phréatique à 20m de profondeur. Donc il y a un danger de pollution hydrique d'où la nécessité de procéder au système d'étanchéité (**Benallal, 2016**).

➤ Autres études :

Faute d'une gestion rigoureuse des flux, une pollution des eaux superficielles par fuite d'effluents lors de la décharge serait à redouter. La contamination de l'eau souterraine est un des principaux impacts possibles d'une décharge. La couche d'étanchéité offre une faible perméabilité : de 10^{-7} à moins de 10^{-9} m/s (**Meziane et Bettioui, 2018**).

•Qualité de l'air

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

Le CET est destiné pour le stockage des déchets ménagers, donc il y aura une génération de gaz de méthane (biogaz) suite au compactage et stockage des déchets. Les principaux gaz générés (CO₂, CO, le SO₂, NO_x) pendant la phase d'exploitation sont liés aux gaz d'échappement des engins utilisés pour le compactage des déchets. L'impact n'est pas évalué.

➤ **CET de Soumâa (W.Blida) :**

La présence d'une décharge contrôlée donne lieu à des dégagements de gaz de toutes sortes : Méthane, gaz carbonique, sulfure d'hydrogène (H₂S) et d'autres mercaptans, qui favorisent une pollution atmosphérique assez gênante (**Benatallah, 2013**).

➤ **Autres études :**

Du fait l'interdiction du brûlage sur le site et de la mise en place d'un système de récupération du biogaz, l'impact sur la qualité de l'air sera quasiment nul (**Meziane et Bettioui, 2018**).

• **Déchets solides**

Le projet lui-même est un centre d'enfouissement des déchets, donc pas d'impact.

• **Impacts sur les activités socio-économiques**

Le casier CET accueillera un bon nombre d'ouvriers du village Hassi-Bounif qui vont assurer son fonctionnement, cet impact sera donc positif.

• **Bruit, Vibration et Poussières**

Pendant la phase d'exploitation les émissions sonores seront générées par la circulation des engins de compactage des déchets. Les bruits générés seront limités dans le temps du fait que quelques opérations de compactage des déchets seront réalisées d'une fréquence périodique (trimestrielle). Aussi, les bruits générés seront limités à la zone du projet.

Le personnel intervenant directement sur le CET (ouvriers, ingénieurs, opérateurs...) sera équipé par des casques protecteurs et de masques anti-poussières pour se prévenir du dégagement de poussière généré durant cette phase d'exploitation du CET. Cet impact est moyen car l'effet est ressenti de façon continue mais pour une période de temps inférieure à la durée de vie du projet.

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

• Impacts sur la santé, la sécurité et l'hygiène

Les risques d'accidents de travail durant les travaux d'exploitation du CET seront dus à la conduite des engins de compactage des déchets et aux manœuvres des camions lors du dépôt (réception) des déchets.

Avec le système de management de la sécurité efficace (permis de travail, évaluation des risques, audit,....) dont dispose le promoteur, le risque lié aux accidents de travail est évalué comme peu probable.

• Maladies liées aux différents types de pollution

Sans risques pour ce CET.

D'autres pathologies sont signalées par les médecins des villes adjacentes tels que :

- Des rhinites, conjonctivites, rhinopharyngites non infectieuses, irritatives ou allergiques.
- Des allergies cutanées, une urticaire géante
- Une thrombopénie inexplicée.
- Des toux chroniques, des dyspnées d'effort, des expectorations chez des patients n'ayant aucune pathologie respiratoire avant l'exposition à la décharge.
- De l'anxiété, des syndromes dépressifs, des céphalées.

Il est manifeste que céphalées, rhinites, conjonctivites et dépressions sont les pathologies les plus fréquemment retrouvées. Les médecins généralistes pensent que l'augmentation de ces pathologies qu'ils constatent depuis quelques années est imputable à la proximité de la décharge dont les nuisances (olfactives – visuelles – auditives) sont manifestes.

• Dégradation de l'environnement

Sans importance surtout avec la remise en état des lieux accompagnée de plantation.

• Maladies transmises par les animaux

Aucun danger signalé en respectant les règles d'hygiène et de sécurité.

III.10.2 Identification des impacts de la phase post-exploitation du CET

Quand le niveau final d'exploitation du CET est atteint, il est recouvert d'un toit multicouche dont la couche finale est de la terre plantée en arbustes d'essences locales afin de favoriser l'apparition de la végétation. Cette démarche est considérée comme impact positif.

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

III.10.3 Evaluation des effets environnementaux

Les critères d'évaluation des effets environnementaux sont :

• **Importance d'impact** : L'importance de l'impact est un indicateur qui permet d'évaluer l'effet que peut subir l'environnement suite à l'activité du CET. L'impact peut être majeur, moyen, mineur, nul.

• **Certitude de l'impact** : On distingue trois degrés de certitude d'impact :

- Impact certain lorsqu'on est sûr qu'il aura lieu suite à son analyse.
- Impact probable lorsqu'on est peu sûr qu'il aura lieu suite à son analyse.
- Impact peu probable lorsqu'on n'est pas sûr qu'il aura lieu suite à son analyse.

• **Type d'impact**

- Impact positif: s'il présente des avantages à l'environnement entourant le projet du CET.
- Impact négatif: s'il a des effets néfastes sur les éléments environnementaux entourant le projet.

• **Durée de l'impact** : c'est-à-dire déterminer son aspect temporel et les caractères de réversibilité. On distingue trois niveaux de durée :

- Longue durée: l'effet est ressenti de façon continue pendant la durée de vie du projet et même après.
- Moyenne durée: l'effet est ressenti de façon continue mais pour une période de temps inférieure à la durée de vie du projet.
- Courte durée: l'effet est ressenti à un moment et pour une période généralement inférieure à une année.

• **Niveau de l'impact**

- Impact fort : s'il détruit ou modifie fortement l'environnement.
- Impact moyen: s'il altère l'environnement. Cette altération modifie la qualité de l'élément sans pour autant mettre en cause son existence.
- Impact faible: s'il modifie peu l'environnement.

• **Degré d'atténuation de l'impact**

Un impact résiduel est défini par sa capacité à être atténué complètement totalement ou partiellement par une mesure d'atténuation. Un impact résiduel peut être :

Chapitre III : Etude d'impact Environnemental du CET « Hassi-Bounif »

- Impact incorrigible: si on ne peut pas envisager de mesures d'atténuation afin de minimiser son effet néfaste.
- Impact corrigible: si on peut envisager des mesures d'atténuation afin d'atténuer partiellement ou totalement ou même neutraliser son effet.

Tab.III.3- Matrice d'évaluation des effets environnementaux.

	Evaluation des impacts					
	Importance	Certitude	Durée	Niveau	Type	Degré d'atténuation
Environnement	Majeur	Certain	Courte	Fort	Positif	Corrigible
	Moyen	Probable	Moyenne	Moyen		
	Mineur	Peu probable	Longue	Faible	Négatif	Incorrigible
	Nul					

III.11 Les mesures recommandées

Dans l'objectif de supprimer, réduire ou compenser les impacts dommageables des différents phases de projet, on a utilisé un diagnostic proposé par le ministère de l'environnement et des énergies renouvelables en collaboration avec l'agence de coopération internationale allemande pour le développement (GIZ) réalisé en 2018. Les recommandations sont comme suite :

- Réaliser les études pour améliorer le traitement des lixiviats (qualitative et quantitative).
- Etablir un diagnostic biogaz (réseau, caractérisation et calcul du potentiel du site par phase).
- Réaliser des puits de dégazage pour éviter les mauvaises odeurs et capter le gaz.
- Faire une étude de caractérisation pour connaître la qualité du gaz produit.
- Afficher les consignes de sécurité applicables sur site et les faire respecter par tout le monde pour protéger l'intégrité du personnel et des visiteurs.
- Mettre en place un système d'éclairage sur la zone de vidange pour sécuriser les conditions de vidange la nuit.
- Clôturer la totalité des bassins du CET pour protéger l'intégrité du personnel et des visiteurs.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Rendre les déchets une source d'emploi et d'énergie et permettre l'usage de plusieurs matières premières, et ce, grâce au traitement mécanique et du recyclage en se basant sur l'idée que nos déchets sont notre prochain pétrole et constituent une source de richesses en allant vers le traitement mécanique et le recyclage. Nous sommes tous concernés par la gestion des déchets, dont le citoyen qui doit, quant à lui, participer au tri des déchets à son niveau.

Un centre d'enfouissement technique est pour l'instant une des solutions les plus sûres pour la gestion et l'élimination des déchets avec un risque d'impact minimal sur la santé humaine et de l'environnement.

Le centre d'enfouissement technique Hassi-Bounif est considéré comme une référence en Algérie en vue de son implantation bien positionnée et de ses équipements indispensables à ce type d'installation : pont-bascule, bâtiments, matériels, voiries, centre de tri....

Les impacts du CET Hassi-Bounif ne sont pas alarmantes mais nécessite une évaluation continue tout au long de sa durée de vie avec des recommandations suivantes :

- Travailler sur l'amélioration de la sécurité, en priorité des récupérateurs, mais aussi de l'ensemble des opérateurs intervenant sur le site ainsi que les visiteurs.
- Un suivi continu même après la fermeture de la décharge.
- Une amélioration des conditions d'exploitation.

On doit opter pour la nécessité d'améliorer les installations existantes et d'implanter une nouvelle unité de traitement plus écologique des déchets. On doit aussi insister sur l'augmentation de la durée de vie du centre d'enfouissement en haussant le taux de recyclage et en réduisant les volumes de déchets enfouis.

En conclusion, un centre d'enfouissement de cette taille dans une ville comme Oran avec sa grande population nécessite toujours une gestion parfaitement maîtrisée par un personnel très compétant et très spécialiste dans la matière.

Références bibliographiques

Abderezak, S., (2001), « Gestion des déchets solide en Algérie ». Séminaire international sur la gestion intégrée des déchets. Alger, édition Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), (2009), « Les déchets en chiffres en France ».

Agence nationale des déchets, (2016), « Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie 2014 », Algérie.

AND, (2016), « présentation du centre d'enfouissement technique d'Oran(EPIC CET ORAN) », Algérie.

Agence nationale des déchets, (2019) « Gestion des déchets d'activités de soins, guide national », Algérie.

Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANGed), (2014), « Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie », GIZ Tunisia / SWEEP-Net /D-Waste.

Aina, M.P., (2006), « Expertise des centres d'enfouissement des déchets urbains dans les PED: contribution à l'élaboration d'un guide méthodologique et sa validation expérimentale », Thèse de doctorat, Limoges, Université de Limoges, 192 pages.

Ait Maamar, K., (2016), « Contribution à l'étude d'état de la gestion des déchets ménagers et assimilés dans la commune de Tizi-Ouzou», Mémoire Master en gestion des déchets solides, Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 63 pages.

Aouane, A., (2019), « Simulation sismique avec une approche SMA (Systèmes Multi Agents). Application de la méthode RISK-DZ à la ville d'Arzew (Oran) », thèse de doctorat en Sciences, Oran, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 218 pages.

Augris M et autres, (2002), « Gestion des déchets, Guide pour les établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche », édition INRA, France.

Balet,JM., 2005), « Gestion des déchets », 2eme édition, édition Dunod, Paris.

Balet, J.M., (2016), « Gestion des déchets », 5eme édition, , édition Dunod, Malakoff.

Billard, (2001), « Centres de stockage des déchets impact et prospective » [Ouvrage], techniques de l'ingénieur.

Benatallah, M-E., (2013), « Impact de la pollution d'un centre d'enfouissement technique (CET) sur la nappe Cas du CET de Soumâa (W.Blida)», Mémoire de Magistère en Sciences de l'Eau et Développement Durable, Option: Sciences de l'Eau, Djelfa, Université ZIANE Achour de Djelfa, 165 pages.

Benallal A., (2016), « Etude d'impact de centre d'enfouissement technique d'Ain Témouchent (Sidi Ben-Adda) sur l'environnement», Mémoire de Master en Pathologie des écosystèmes, Université Abou Bekr Belkaid- Tlemcen, 59 pages.

Bettoum, F., et Bouanem, Kh., (2017), « Valorisation des déchets issus des traitements de lixiviat de décharge », Mémoire de Master en Chimie de l'Environnement, Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri, 39 pages.

Bennama T, (2016) « Les bases de traitement des déchets solides», Polycopié de Cours, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, 76 pages.

Boubkeri, M., (2013), « Vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines en contexte industriel : cas de la zone de Hassi Ameur (région d'Oran – Algérie) », Mémoire de Magistère en science de la terre, Oran, université d'Oran, 130 pages.

Bouglouf, M., (2014), « Contribution à la gestion et la valorisation des déchets solides et ménagers à Skikda (Nord-est algérien) », Mémoire de Magistère en Sciences de la mer, Option: Protection et valorisation des écosystèmes littoraux, Skikda, Université 20 Août 1955-Skikda, 122 pages.

Bio Intelligence Service, AJI-Europe, BP2R. 2012. Transport et logistique des déchets – Rapport final. ADEME. 281 pages.

Benssenasse M., (2012), « REALITES DES CENTRES D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE EN ALGERIE », Revue Agrobiologia, Université Saad Dahleb Blida

Bouarfa S, (2018), « Le centre d'enfouissement technique Réalisation et fonctionnement », Le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides,

Charnay F, (2005), « Compostage des déchets urbains dans les PED : Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost », Thèse de Doctorat, Limoges, Université de Limoges, 229 pages.

Cheniti, H., (2014), « La gestion des déchets urbains solides : cas de la ville d'Annaba», Thèse de doctorat 3eme cycle, Annaba, Université Badji Mokhtar-Annaba, 135 pages.

Chograni Y, (2017), « Gestion du CET II (Centre d'enfouissement Technique des déchets ménagers) de Hammame Boughrara et risque environnementaux », Mémoire de Master En Pathologie des écosystèmes, TLEMCEN, UNIVERSITE de TLEMCEN, 53 pages.

Commissariat Général au Développement Durable(CGDD)

Chalmin P et Lacoste É, (2006), « Du Rare à l'infini. Panorama mondial des déchets 2006 », Economica, , p. 20-20.

Chabane dit chibane Aziz, (2016), « Les problèmes des déchets dans les quartiers résidentiels de la ville de Tizi-Ouzou », Mémoire de master en Architecture Option : Architecture et environnement, Tébessa, Université Larbi Tébessi – Tébessa, 80 pages.

CUSSTR, (2008), « Gestion des déchets », version 2, 84 pages.

Debray B, (1997), « Système d'aide à la décision pour le traitement des déchets industriels spéciaux », thèse de doctorat en science et technique du déchet, Lyon, institut national des sciences appliquées de Lyon, 317 pages.

Dafi, K., (25 avril 2017),« Stratégie Nationale de l'Environnement 'Gestion des déchets», journée d'étude, salon RECYCLING-EXPO centre de convention,

Damien, A., (2016), « Guide du traitement des déchets »,7eme édition, édition Dunod, Paris.

Djeffal D, (2011), « Gouvernance et développement durable : la gestion des dechets solides urbains entre service public et pratique citoyenne : cas de ville de TIZI-OUZOU. » Thèse de magister, Batna, Université de Batna, 188 pages.

Daikh, M., (2016), « La contribution à l'apport des déchets ménagers et lixiviat, à la bio stimulation des sols par des vers de terre anéciques (*Allolobophora rosea rosea*), sur la croissance du blé tendre ». Mémoire de master en Ecologie et environnement, Constantine, Université des Frères Mentouri Constantine-Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 33 pages.

Desachyd C., (2001), « Les déchets : sensibilisation à une gestion écologique. » Ed. TEC&DOC. Paris.

Dorbane N., (2004), »Gestion des déchets solides urbains dans la ville de Tizi-Ouzou », thèse de magister en science économiques. U.M.M.T.O, 212 pages.

Grisey E, (2013), « Impact de l'évolution des déchets d'une installation de stockage de déchets non dangereux sur l'environnement», Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 210 pages.

Gillet, R., (1985), « Traité de gestion des déchets solides». 1er volume Copenhague.

Hueber, D, (2001), « Manuel d'information sur la gestion des déchets solide urbains », édité pour le ministère de l'environnement, Alger.

Khalfallah W ., Mehdi M., Lounis Z., Talbi Z., (2019). « Traitement des lixiviats du Centre d'Enfouissement Technique de Hassi-Bounif par l'utilisation de deux types d'adsorbants (Bentonite et Zéolithe LTA).Algerian J. Env. Sc., Technology, 5:4 1185-1196.

Koller., (2004), « Traitement des pollutions : Eau, Air, Déchets, Sols, Boues », édition Dunod, Paris.

Lagier, T., (2000), « Etude des macromolécules de lixiviat : caractérisation et comportement vis-à vis des métaux », Thèse de doctorat, Lille, Université de Poitiers. 378 pages.

Makhoukh M., (2008), cours CNFE: cour n 4,

Meziane, Y et Bettioui, H, (2018), « Dimensionnement d'un centre d'enfouissement technique & recyclage des déchets ménagers», Mémoire Mastère en Travaux Publics, Ain T'émouchent, Centre Universitaire d'Ain T'émouchent, 80 pages.

Maystre Ly., (1994), « Déchets urbains, naturel et caractérisation », édition Presses Polytechnique et Universitaire Romandes, Lausanne.

Messai F. R, (2015), « Urbanisation et gestion des déchets solides urbains », Mémoire de magistère en Urbanisme, option : GESTION DES VILLES ET DEVELOPPEMENT DURABLE., UNIVERSITE MOHAMED LARBI BEN M'HIDI, 185 pages

Mejdoub H, (2002), « Problématique de la gestion des déchets ménagères urbains et solution envisageables pour la ville de Sidi Bel Abbes ».

Mounnier J, (1982), « Santé publique, Santé de la communauté », 83 pages.

Ministère de l'Education nationale Française, (2002), « Gestion des déchets, Guide pour les établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche », édition INRA, France.

Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables en collaboration avec l'agence de coopération internationale allemande pour le développement (GIZ) (2018), **Projet PRODEC 2, DIAGNOSTIC CET HASSI BOUNIF.**

Ngnikam., (2002), « La maîtrise de la collecte et de traitement des déchets solides dans les pays en développement et réduction des émissions de gaz à effet de serre, rencontre de la coopération technologique nord-sud pour le développement durable et le climat organisées dans le cadre de POLLUTEC », Lyon 25 et 26 Novembre 2002, 22 pages.

Ngo. C et Regent. A., (2004), « Déchets et pollution impact sur l'environnement et la santé. » Ed, Dunod. Paris.

Perraud, R. Bliefert, C, (2003), « chimie de l'environnement-air, sol, eau-», édition Boeck, Paris.

Programme des nations unis pour le développement (PNUD), (2008), « guide des techniciens communaux pour la gestion des déchets ménagers et assimilés. », 51 pages.

Rahmani M. C, (2014), «DURABILITE DES FONDATIONS D'UN CENTRE DE STOCKAGE DE DECHETS VIS-A-VIS DES SOLlicitations DE SERVICE », mémoire de magistère en GENIE CIVIL, Oran, Ecole Nationale Polytechnique d'Oran, ORAN, 110 pages.

Rahmani A , Tatebi H, (2016), « Gestion et valorisation énergétique des déchets organiques », mémoire de master en CHIMIE D' ENVIRONNEMENT, ADRAR, UNIVERSITE AHMED DRAIA ADRAR, 55 pages

Ramade F, (1979), « Ecotoxicologie », 2ème édition. Ed. Massions, Union Nationale Des Exploitants Du Déchet (UNED)

Ramade F., (2005), « Elément d'écologie, écologie Appliquée », 6ème édition, Dunod, Paris

Rapport de la Banque mondiale, (2018), « What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. » WASHINGTON,

Turlan, T., (2013), « LES DÉCHETS, Collecte. Traitement. Tri. Recyclage », édition Dunod, Malakoff.

Sabri H, (2011), « Gestion et impact des déchets solide urbains sur l'environnement, EL TARAF commune », Mémoire Magister hydrogéologie, environnement et modélisation, Annaba, université Annaba, 104 pages..

Webographie :

<https://www.leconomiste.com/content/l-economiste> (visité 03/05/2020)

<https://www.leconomiste.com/node/>, Edition n°:137 ,07/07/1994, Maroc. (visité 03/05/2020)

<https://www.and.dz/>(visité 03/05/2020)

<https://www.actu-environnement.com> (visité 20/05/2020)

<https://www.Dictionnaire-environnement.com> (visité 10/06/2020)

<http://www.enviroaccess.ca/expert-conseil/>(visité 10/06/2020)

<http://www.aps.dz/algerie/82820-l-algerie-produit-34-millions-de-tonnes-de-dechets-par-an>(visité 03/05/2020)

<http://www.aps.dz/economie/99118-le-non-recyclage-des-dechets-a-fait-perdre-a-l-algerie-38-milliards-de-da-en-2017>(visité 03/05/2020)

<https://www.radioalgerie.dz/news/fr/article/20191007/181171.html>(visité 03/05/2020)

<https://www.andi.dz> (visité 15/10/2020)

<https://www.meteoblue.com> (visité 15/10/2020)

<https://www.craag.dz> (visité 15/10/2020)

<https://www.climate-data.org> (visité 15/10/2020)

<https://www.weatherspark.com> (visité 15/10/2020)

<https://www.windfinder.com> (visité 15/10/2020).

<https://www.rise.be>(visité 10/06/2020)

<https://www.futura-sciences.com> (Cycle de vie des déchets) Dossier - Recyclage et traitement des déchets Grégoire Macqueron, Futura Publié le 25/11/2009Modifié le 07/03/2017 (visité 10/06/2020)

<https://www.clikeco.com> Le recyclage des déchets papiers, cartons, métaux, pneus et du verre (visité 10/06/2020)

<https://www.lesdefinitions.fr/dechet-solide> (visité 10/06/2020)

<https://www.institut-numerique.org> (visité 10/06/2020)

<https://www.biannaiguacumec.com> (visité 10/06/2020)

<https://www.bennesamb.com/multibennes> (visité 10/06/2020)

<https://www.sytrad.fr> (visité 10/06/2020)

<https://www.liberte-algerie.com> (visité 10/06/2020)

<https://www.institut-numerique.org/11-gestion-de-dechets-menagers-dans-les-pays-en-developpement-521483aa7ad69/amp> (visité 10/06/2020)