

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

Ecole Nationale Polytechnique d'Alger



Département de Génie de l'Environnement

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de master en
génie de l'environnement**

Thème

**Impact environnemental de centre d'enfouissement
technique**

Présenté par : GUESSOUM Belkis

Sous la direction de Mr A.NAMANE, Maître de conférences

Présenté(e) et Soutenu(e) publiquement le (15/09/2016)

Devant le jury suivant :

Président de jury: Mr M.CHERGUI, Pr, ENP

Promoteur: Mr A. NAMANE, MCA, ENP

Examineur: Mr A.BENMOKHTAR, MAA, ENP

ENP (2016)

الملخص :

الهدف من هذا العمل هو تقييم الاثار الناتجة عن مواقع طمر النفايات المنزلية المتشابهة على البيئة و بعد معالجة تقنيات ادارة ن.م.م قد تم تحديد الاضرار البيئية المختلفة فزيائية , كيميائية , بيولوجية و لهذا فان تنفيذ م.ط.ن مضر على النظام البيئي المجاور.

الكلمات الدالة : مركز طمر النفايات، والنفايات، الآثار، بيئة.

Abstract:

The aim of this study is to assess the impacts of a landfill site for household and similar waste on the environment. After addressing D.M.A management techniques. The various muggings, on both physical, chemical, biological, have been inventoried. It appears that the implementation of a C.E.T is an abomination to the ecosystem in question.

Keywords: Landfill site, waste, impacts, environment.

Résumé:

Le but de ce travail est d'évaluer les impacts d'un centre d'enfouissement technique des déchets ménagers et assimilés sur l'environnement. Après avoir abordé les techniques de gestion des D.M.A. Les différentes atteintes à l'environnement aussi bien physique, chimique, biologique, ...ont été recensées. Il apparait que l'implantation d'un C.E.T est une abomination pour l'écosystème considéré.

Mots clé : Centre d'enfouissement technique, déchets, impacts, environnement.

Remerciement

Mes remerciements vont en premier lieu à mon directeur de thèse M.NAMANE, en qui j'ai trouvé un maître compréhensif, humain.

Sa rigueur intellectuelle, et surtout ses corrections, ses conseils, ses critiques ont beaucoup apporté à mon travail.

Tout ce travail n'aurait pas abouti sans ses encouragements et son soutien constant;

Je tiens à remercier Mr M. Chergui et Mr A. Benmokhtar d'avoir accepté de lire ce travail et de faire partie des membres du jury;

J'adresse un merci affectueux à mes parents et à mes frères.

A tous mes amies et mes proches qui ont toujours considéré ma réussite est leurs succès.

Enfin, cordialement, je remercie l'ensemble de mes professeurs du département génie de l'environnement à l'Ecole Nationale Polytechnique

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Résumé | |
| Remerciements | |
| Sommaire | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures | |
| Liste des abréviations | |
| Introduction générale..... | 9 |
| Chapitre 1 : Généralités sur les déchets | 12 |
| 1.1 Définition des déchets..... | 12 |
| 1.2 Classification des déchets..... | 13 |
| 1.3 La composition des déchets en Algérie..... | 16 |
| 1.4 Gestion et caractérisation des déchets urbains | 17 |
| 1.5 Flux des déchets en Algérie | 21 |
| 1.6 Gestion des déchets en Algérie..... | 22 |
| Chapitre 2: Centre d'enfouissement technique..... | 25 |
| 2.1 Définition de centre d'enfouissement technique..... | 25 |
| 2.2 Classification des CET..... | 26 |
| 2.3 Principe de fonctionnement du CET..... | 27 |
| 2.4 La composition de lixiviat..... | 29 |
| 2.5 Les émissions atmosphériques de CET..... | 30 |
| 2.6 Surveillance et Contrôle | 31 |
| 2.7 Centre d'enfouissement en Algérie..... | 33 |
| Chapitre 3: Impact d'un centre d'enfouissement technique..... | 35 |
| 3.1 Les voies de transfert des polluants de CET..... | 35 |
| 3.2 Méthode d'évaluation de l'impact environnementale et sanitaire d'un centre d'enfouissement technique..... | 36 |
| 3.3 Paramètres d'évaluations des impacts environnementaux des centres d'enfouissements techniques dans les pays en développement..... | 38 |
| 3.4 Impacts de centre d'enfouissement technique..... | 40 |
| Conclusion générale | 48 |
| Références Bibliographiques..... | 50 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 2.1 : Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel..... | 32 |
|--|----|

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1.1 : Evolution interannuelle de génération et de collecte de déchets en Algérie..... | 22 |
| Figure 2.1 : Disposition générale d'une décharge..... | 28 |
| Figure 3.1: Les voies de transfert des polluants de CET..... | 35 |

Liste des abréviations

ACV : Analyse du Cycle de Vie

CNFE : Conservatoire National des Formations à l'Environnement

CET : Centre d'enfouissement technique

COV : composés organiques volatils

DMA : Déchet Ménager et Assimilé

DSD : Déchets spéciaux dangereux

DS : Déchets spéciaux

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

HAPH : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Halogénés

HC : Hydrocarbures

MES : matière en suspension

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

PROGDEM : Programme National pour la Gestion Intégrée des Déchets Ménagers et Assimilés

PED : Pays En Développement

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Introduction générale

Introduction générale :

Ville et Environnement ne sont pas que des mots qui s'opposent. Ce sont au contraire des termes qui se complètent, s'harmonisent, dans un ensemble vivant ou évolue l'homme.

Avec l'accroissement des populations, la mise au point des nouveaux matériaux et la culture d'emballage, la gestion des déchets ménagers est devenue une problématique importante.

Afin de contrer la multiplication de décharges sauvages et de limiter l'impact des déchets sur l'environnement et la santé publique, l'amélioration de la gestion des déchets a impliqué la mise en œuvre des mesures institutionnelles et d'accompagnement ainsi que des investissements majeurs. La récente loi 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets constitue à cet égard le point de départ et la référence de cette nouvelle stratégie. Le Programme National pour la Gestion Intégrée des Déchets Ménagers et Assimilés (PROGDEM) élaboré par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) constitue quand à lui le prolongement de cette loi et le cadre de sa mise en œuvre.

Plus de 3200 décharges sauvages sont recensées par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, soit une superficie de plus de 150.000 hectares avec l'apparition de nouvelles habitudes de consommation des populations, l'ensemble des villes algériennes doit faire face au phénomène d'une brusque augmentation des quantités de déchets produites.

La population de l'Algérie était de 37,1 millions d'habitants au 1er janvier 2012, selon l'Office national des statistiques, qui prévoit une population de 37,8 millions d'habitants en janvier 2013 avec le maintien du rythme des naissances de 2011, algérien produit quotidiennement en moyenne 0.75 Kg de déchets solides par jour (**ONS, 2007**).

L'évolution des modes de vie engendre une croissance significative de la production des déchets. Parmi les différents procédés de traitement et/ou d'élimination, le stockage est le plus ancien et reste pour l'instant le plus répandu.

La filière traditionnelle d'élimination des déchets solides en Algérie est essentiellement la mise en décharge, méthode la plus ancienne et la plus largement pratiquée du fait de son coût plus faible que celui des autres filières d'élimination.

La gestion directe est prédominante et l'enfouissement des déchets est l'option privilégiée par les pouvoirs publics. La participation du secteur privé reste encore timide et ne semble pas connaître d'amélioration.

Le rapport de ce mémoire s'articule en trois chapitres ; le premier chapitre permet de donner une généralité sur les déchets, leurs définitions, leurs classifications et leur gestion. Les deux derniers chapitres présentent le centre d'enfouissement technique et son impact sur l'environnement.

Chapitre 1 : Généralités sur les déchets

Chapitre 1 : Généralités sur les déchets

1.1 Définition des déchets :

Dans le langage courant, le terme déchets est désigné par les mots, ordure, immondice, ou tout autre nomination de résidu rejeté dans les décharges publiques, du moment qu'ils ne sont plus utilisables ou consommables dans notre vie courante.

Un déchet est une matière ou un objet dont la valeur économique est nulle ou négative, pour son détenteur, Donc pour s'en débarrasser il peut être définie aussi de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état des déchets.

La loi N° 01-19 du 12/12/ 2001 dans son 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 détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a obligation de se défaire ou de l'éliminer.

Les techniciens pourront donc dire qu'un déchet est un matériau qui n'est pas à sa bonne place, les économistes, c'est un objet qui n'a pas de valeur, tandis que les juristes affirmeront qu'un bien ne peut devenir déchet que si son propriétaire veut s'en débarrasser.

Autre sens du mot déchet est celui donné par les fonctionnalistes, où les déchets solides urbains sont des résidus inévitables, ou toute matière ou objet provenant d'un processus de production ou d'utilisation de toutes activités dans les villes. De ce point de vu, le déchet est considéré comme un flux de matière issu d'une unité fonctionnelle, représentant une activité ou un ensemble d'activité.

Déchets ménagers et assimilés (DMA): tous déchets issus de 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.

1.2 Classification des déchets :

1.2.1 Selon la nature :

Le guide des techniques communales pour la gestion des déchets ménagers et assimilés du ministère d'aménagement du territoire et environnement, présente une classification des déchets selon leur nature physique en 03 catégories :

- Déchets solides : ordures ménagères, emballages...
- Déchets liquides : huiles usagés, peintures, rejet de lavage...
- Déchets gazeux : biogaz, fumées d'incinération...

1.2.2 Selon l'origine :

Déchets municipaux ou résidus urbains :

Les déchets municipaux sont divisés en :

• Déchets ménagers :

Ce sont l'ensemble des déchets produits par les ménages. Ils comprennent les ordures ménagères, les encombrants, les déchets ménagers spéciaux et les déchets ménagers liés à l'automobile.

• Déchets issus des activités économiques :

Ce sont les déchets issus de l'artisanat, des commerces, des bureaux et petites industries ou d'établissements collectifs (éducatifs, socioculturels, militaires, pénitentiaires,

• Déchets du nettoyage :

Ce sont les déchets résultants de l'entretien du domaine public.

• Déchets des espaces verts publics :

Ce sont les déchets végétaux liés à l'entretien des espaces verts.

• Déchets de l'assainissement public :

Ces déchets proviennent du curage des réseaux d'assainissement ou du traitement des eaux usées collectées.

Les déchets industriels :

Il s'agit de l'ensemble des déchets produits par les entreprises industrielles, commerciales et artisanales. Ces déchets peuvent être de natures très diverses, ce sont des résidus produits par l'activité économique. Les déchets des entreprises sont répartis en :

• Déchets inertes :

Ils sont constitués, pour la presque totalité, par des déblais et gravats de démolition ainsi que par les résidus minéraux provenant des industries d'extraction et des industries de fabrication de matériaux de construction.

• Déchets non dangereux :

Anciennement appelés déchets banals ou déchets industriels banals, cette catégorie regroupe essentiellement des déchets constitués de papiers, cartons, plastiques, bois, métaux, verres, matières organiques, végétales ou animales. Ils résultent, soit de l'utilisation d'emballages, soit de rebuts ou chutes de fabrication.

• Déchets dangereux :

Anciennement appelés déchets spéciaux ou déchets industriels spéciaux, ils regroupent les déchets des entreprises pouvant générer des nuisances. Ils peuvent contenir des substances qui justifient des précautions particulières à prendre lors de leur traitement ou leur transport.

Les déchets agricoles

L'activité agricole peut générer 03 types de déchet :

- Des résidus de l'industrie agroalimentaire ;
- Des déchets de cultures ;
- Des déjections animales de l'élevage.

1.2.3 Classification selon la législation Algérienne :

Décret exécutif n°06-104 du 29 Moharram 1427 correspondant au 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux. Ils se répartissent d'après la législation algérienne sous plusieurs catégories les suivantes :

- **Déchets ménagers et assimilés :**

Tous les déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales qui, par leur nature et leur composition sont assimilables aux déchets ménagers.

- **Déchets encombrants :**

Tous déchets issus des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés comme : Canapés, fauteuils, tables, vieux meubles.

- **Déchets spéciaux :**

Tous déchets issus des activités industrielles, de soins, agricoles, de services et toute autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent pas être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

- **Déchets spéciaux dangereux :**

Tous déchets spéciaux qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement.

- **Déchets d'activité de soin :**

Tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire comme les seringues, fragments anatomiques, pansements, etc.

- **Déchets inertes :**

Tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leurs mises en décharge et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou d'autres éléments générateurs de nuisance, susceptibles de nuire à la santé et à l'environnement.

- **Déchets radioactifs :**

Ainsi, le décret présidentiel N°05-119 du 11/04 /2005 relatif à la gestion des déchets radioactifs a mis en évidence la notion des déchets radioactifs qui représentent les matières contenant ou contaminée par des radioéléments à des concentrations ou activités supérieures aux limites d'exemption et pour laquelle aucune utilisation n'est prévue.

La réglementation algérienne n'a pas traité les déchets ultimes. Selon la réglementation française les déchets ultimes sont les déchets résultant ou non du traitement d'un déchet et qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économique du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant et dangereux, cette définition est par nature, Instable dans le temps.

1.3 La composition des déchets en Algérie:

La croissance démographique particulièrement forte et exode rural massif ont entraîné un processus de développement accéléré dans des villes algériennes caractérisées par une urbanisation intense souvent peu ou pas contrôlé.

La multiplication de l'habitat dit spontané en périphérie de la ville a engendré des mauvaises conditions de vie illustrées essentiellement par une absence totale des normes d'hygiène publique. Les déchets domestiques représentent des sources de pollution et de nuisance importante sur l'environnement et donc sur la population.

Pour Alger la production journalière des ordures ménagères et assimilées est de l'ordre de 4000 T/J, et l'estimation de la quantité totale des ordures est de l'ordre de 8,5 M de T/J.

Les quantités de déchets urbains générés quotidiennement dans la ville d'Alger estimés en 2004 : voir rapport gourine

- Les résidus alimentaires (organiques) 67%,
- plastique 7 %,
- papier et carton 12 %,
- verre 0.0 %,
- métaux 1 % ;
- autres 13 %.

Cette composition reflète le mode de consommation des ménages algériens qui est basée dans une grande partie sur les produits frais (fruits et légumes) conjuguée à l'absence de tradition de produits de conserves.

Le développement de l'industrie alimentaire et de l'emballage a modifié sensiblement la composition des ordures ménagères ainsi que les habitudes de consommation en Algérie en général et de l'algérien en particulier.

1.4 Gestion et caractérisation des déchets urbains :

La réglementation algérienne (loi 01-19) définit la gestion des déchets comme «Toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations».

1.4.1 L'enlèvement des déchets solides urbains :

On entend par enlèvement, l'ensemble des opérations ayant pour objet l'évacuation des déchets urbains, lesquelles comprennent:

- La pré collecte
- La collecte
- le transport

a) Le pré collecte :

Le pré collecte des ordures est la phase qui consiste à amener les déchets de leur lieu de production au lieu de prise en charge par le service public. Elle est généralement réalisée par l'habitant ou parfois par l'éboueur.

C'est l'étape supplémentaire dans le processus de gestion des déchets. Elle existe sous la forme d'un apport volontaire des habitants de leur déchet et son dépôt en un endroit où le

service de collecte pourra l'enlever. Les containers utilisés à cet effet sont déchargés, soit dans un site de transit, puis acheminés à la décharge par moyens lourds, soit directement transportés à la décharge. En Algérie par exemple, depuis l'an 2000, on utilise des bacs vides de 1100 litres pour les quartiers.

b) La collecte

C'est l'évacuation des déchets vers une destination appropriée (décharge, centre de tri, station de transfert, etc.). Une bonne collecte des déchets a pour objet de libérer le plus vite possible l'homme de ses déchets. Ces derniers s'ils séjournent trop longtemps en milieu urbain, ils peuvent causer des nuisances olfactives en raison de leur décomposition rapide, des dangers pour l'hygiène et la santé de la population. C'est pourquoi la collecte doit être régulière et dans des récipients fermés.

La mise en place d'un système de collecte des ordures ménagères est fonction des besoins à satisfaire et des divers impératifs à observer.

c) La collecte sélective

La collecte sélective des déchets, est une gestion écologique qui a des retombées économiques du fait qu'elle permet une récupération facile des produits ayant une certaine valeur comme elle améliore les performances du compostage en séparant les éléments non fermentescibles gênants ou nuisibles.

La collecte sélective à la source, soit au niveau des ménages et des principaux générateurs, nécessite la mise en place de moyens de collecte spécifiques, une sensibilisation et une bonne information des habitants.

Elle peut aussi se faire directement dans les centres de recyclage ou déchetteries. Elle est fondée sur le principe de l'apport volontaire, qui consiste en la mise en place de points d'apport volontaire à proximité des habitations, chaque point reçoit un type de déchets ; verre, plastique, papier et carton.

Pratique de la collecte sélective :

Dans la pratique, la collecte sélective consiste à séparer et à trier les déchets et à les répartir sur divers récipients ; des conteneurs, des poubelles ou des sacs. La population dispose généralement de 3 à 4 types de récipients de collecte :

- Le conteneur pour verre et papier : Ces conteneurs sont placés dans des endroits stratégiques, d'accessibilité facile; le verre est même trié selon sa couleur verte, marron et transparente.
- Le conteneur bio pour les déchets fermentescibles des cuisines et jardins : A l'intérieur des foyers, les déchets organiques sont emballés dans des sacs en papier renforcés pour absorber l'eau et disposés dans des bidons à couvercle qu'on vide par la suite dans le conteneur bio, recevoir des produits d'emballage qui sont revalorisables comme les emballages métalliques (boîtes de conserve, tubes, couvercle de yaourt, etc.), les emballages plastiques (sacs plastiques, bouteilles, pots de yaourt, etc.)

1.4.2 Le transport des déchets ménagers :

Le transport est la phase au cours de laquelle les ordures sont acheminées vers une destination appropriée : décharge, usine de traitement, etc. Les différents types de collecte de déchets urbains font intervenir des modes de transport allant des plus rudimentaires (charrettes) aux plus sophistiqués, comme les camions-bennes.

Le choix des matériels de collecte dépend des caractéristiques de la ville desservie, du type de pré collecte et des ressources financières de la municipalité.

1.4.3 Méthode d'élimination et traitement des déchets :

En raison de caractère nocif des déchets et des risques de pollution qu'ils engendrent lors de leurs contacts mutuels avec le milieu, différentes opérations mécaniques et biologiques relatives à plusieurs modes de traitement sont établies.

Ces traitements doivent s'adapter à l'origine, les compositions et l'état bio-physico-chimique des déchets. On définit ainsi :

❖ La mise en décharge :

C'est un procédé relativement simple, qui ne nécessite pas d'infrastructures importantes. Cette option peut être utilisée comme mode de traitement unique ou comme solution de secours de complément des autres procédés.

❖ L'incinération :

L'incinération des déchets urbains est l'opération qui consiste à leur destruction par le feu. Elle est très généralisée dans les pays industrialisés. Elle est appliquée à des ordures ayant un

pouvoir calorifique élevé et on pourra toutefois diminuer le prix de revient à la tonne traité en récupérant la chaleur à des fins domestiques (chauffage et production d'électricité).

Dans les pays africains, la teneur en matière organique pour les déchets solides municipaux urbaine est d'environ 56% et sa dégradation par incinération à l'air libre est un contributeur majeur aux émissions de gaz effet de serre. Si l'on considère les résultats des analyses des ordures ménagères algériennes et les ordures ménagères européennes, on retient les conclusions suivantes :

- L'échantillon algérien : contient 2 fois plus d'eau que l'échantillon européen et ne peut être incinéré.
- Avec un taux d'humidité élevé de 62%, les ordures de la Mitidja ont un pouvoir calorifique entre 900 et 1000, ce qui revient à dire qu'elles ne sont pas incinérables. Il est admis que l'incinération est un mode de destruction des déchets bien approprié en ville moyenne de 200000 habitants.

❖ **Le compostage :**

Le compostage consiste en un traitement biologique des matières organiques fermentescibles des ordures ménagères en milieu oxygéné.

Lorsque le traitement porte sur des quantités importantes de matières, il s'accompagne d'un dégagement de chaleur qui peut porter la température à plus de 60° C à l'intérieur de l'andain, ce qui concourt à l'hygiénisation du compost.

Les principaux déchets traités par compostage sont les déchets verts (tontes de pelouses, feuilles, etc.) parfois en mélange avec des boues d'épuration urbaines ou industrielles.

Les déchets agro-alimentaires, les effluents d'élevage (fientes, fumier, etc.), ainsi que les déchets ménagers, après collecte sélective de la fraction organique ou tri sur le site de traitement, sont également traités par compostage.

Ce processus permet une stabilisation et une réorganisation de la matière organique qui se transforme en un compost susceptible d'être mis sur le marché comme amendement organique ou matière fertilisante dans la mesure où sa qualité satisfait les critères normalisés.

❖ **La méthanisation :**

La méthanisation est un procédé de transformation de la matière organique par un ensemble de micro-organismes, en absence d'oxygène (milieu anaérobie).

Ce phénomène s'accompagne de la production de "biogaz", mélange gazeux combustible principalement composé de méthane et de CO₂, et d'un résidu pâteux appelé "digestat".

❖ **Le choix du mode d'élimination:**

Ce choix ne peut résulter que d'une étude technique et économique approfondie, il ne saurait être question de donner des règles précises dans ce domaine, chaque cas est un cas d'espèce.

- Si par exemple, des terrains propices pour la décharge existent à faible distance de la localité, le recours au procédé de la décharge contrôlée se justifiera économiquement, surtout si l'on a eu en même temps comme objectif de valoriser un terrain inutilisable.

Parfois, la décharge, qui ne nécessite que peu d'investissement, constituera une bonne solution d'attente avant la réalisation d'une usine de traitement.

Le compostage, intéressant en lui-même par l'apport d'humus à la terre compensant la rareté du fumier de ferme, se justifiera si les débouchés en culture existent dans le voisinage, ou même dans des régions plus éloignées et si les frais de transport sont acceptables; il conviendra parfaitement aux déchets urbains solides de notre pays.

L'incinération permet de régler pour une longue durée, d'une façon sûre et hygiénique, le problème de l'élimination des ordures notamment si l'on ne dispose pas de terrains de décharges favorables, et si le compostage, ne trouve pas de débouchés suffisants. Autre points positifs de l'incinération est qu' à partir d'une certaine importance de l'usine, la récupération de la chaleur peut devenir intéressante comme source de chaleur.

Il faut cependant observer que le choix d'une solution rationnelle au problème de traitement ne peut être dissocié des autres opérations : collecte et transport, l'emplacement du lieu de décharge ou de traitement influe directement sur l'organisation de la collecte. C'est donc l'ensemble du système qui doit être pris en considération pour rechercher la solution la plus économique.

1.5 Flux des déchets en Algérie :

Les déchets solides, résultat des activités domestiques, sociales et industrielles sont en augmentation dans la plupart des pays africains, en quantité et en composition en raison de la croissance démographique et la hausse du niveau de vie.

Parallèlement à cette croissance se pose la question de la gestion des déchets qui ne représente pas une priorité pour la plupart de ces pays, par rapport d'autres problèmes aussi importants que sont l'éducation, l'approvisionnement en eau et la santé.

L'Algérie comme ses voisins africains connaît les mêmes problèmes mais pas avec la même intensité. Les capacités financières de l'Algérie lui ont permis de réaliser des avancées notables dans tous les domaines et notamment celui de la gestion des déchets urbains.

Toutes les phases de la gestion des déchets ménagers urbains ont connues des améliorations notables. La production des déchets DMA est passée de 2,25 millions de tonnes en 1980 à 7,27 millions de tonnes en 2000, pour dépasser le seuil des 12 millions de tonnes en 2007 (**Figure1.1**).

Parallèlement à ce volume de production, nous constatons aussi une augmentation du volume de collecte qui couvre la totalité des déchets ménagers générés (**Figure1.1**).

La forte progression des déchets collectés s'explique, en grande partie, par l'amélioration des moyens affectés par l'État.

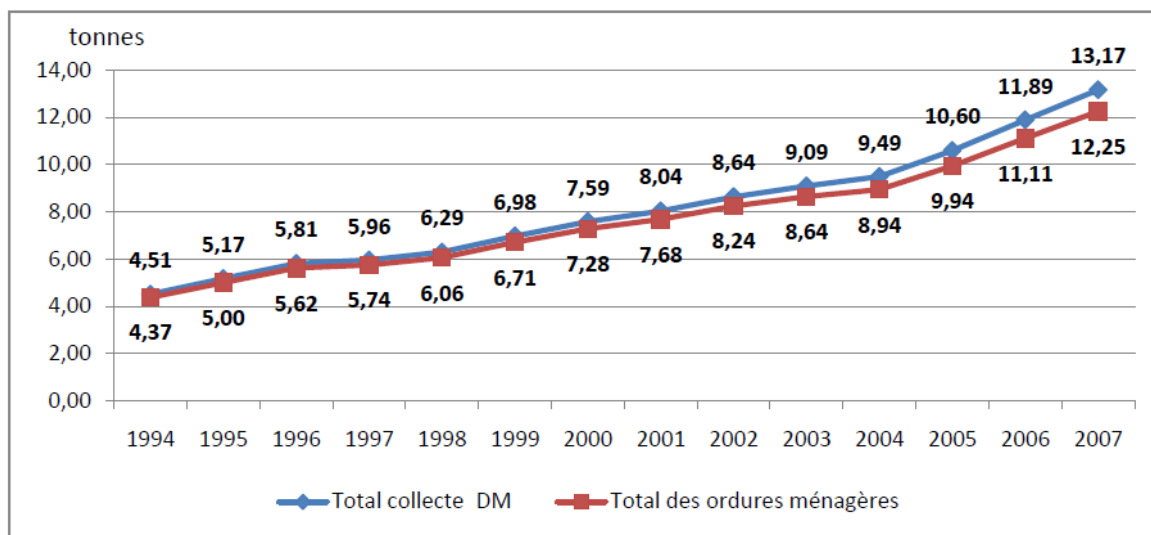


Figure1.1 : Evolution interannuelle de génération et de collecte de déchets en Algérie

1.6 Gestion des déchets en Algérie :

Globalement, la politique de gestion des déchets est fondée sur trois types d'instruments : les instruments législatifs ou règlementaires, les instruments économiques (taxation) et les instruments de sensibilisation et formation.

Selon l'enquête réalisée par les services de M.A.T.E en 2005, la quantité globale de déchets municipaux générée annuellement est évaluée à environ 8.5 million de tonnes y inclus environ

1.5 million de tonnes de déchets industriels assimilables à des déchets urbains, ainsi qu'ils ont recensé plus de 3000 décharges sauvages sur le territoire national occupant une superficie de l'ordre de 150 00 hectares.

Pour mettre fin à cette situation, il était impérative qu'un programme national de gestion rationnelle des déchets municipaux soit mis en œuvre.

Le programme national pour la gestion intégrée des déchets ménagers (PROGDEM), a été mis en œuvre par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en 2001. Il a pour objet l'implémentation d'une nouvelle stratégie qui repose sur une série de principes ; le principe de précaution-prévention, le principe du pollueur-payeur, le principe de producteur-récupérateur, la promotion de l'information et de la sensibilisation du citoyen.

Ce programme fixe des objectifs en matière d'amélioration du cadre de vie du citoyen, de la préservation de la salubrité publique et la protection de la santé, ainsi que l'élimination saine et écologiquement rationnelle des déchets par la valorisation des déchets recyclables.

Les principales actions concernées par PROGDEM sont les suivantes :

- L'élaboration et la mise en œuvre des plans communaux de gestion des déchets, qui sont des instruments de planification et de gestion qui permettent de projeter sur le moyen et le long terme.
- L'aménagement des sites de mise en décharge contrôlée pour réduire l'impact sur l'environnement de la gestion chaotique de la filière élimination des déchets. A ce propos des centres de stockage de déchets ont été réalisés ou sont en cours de réalisation à travers toutes les wilayat du pays.
- La promotion des activités de recyclage et de valorisation des déchets.
- Sensibilisation, formation et éducation à travers la création de CNFE pour la formation des cadres d'état dans le domaine de l'environnement, et l'implantation d'une maison de l'environnement dans chaque wilaya pour la sensibilisation des citoyens et l'éducation des collégiens.

Chapitre 2 : Centre d'enfouissement technique

Chapitre 2: Centre d'enfouissement technique

2.1 Définition de centre d'enfouissement technique :

La gestion des résidus urbains est devenue une des préoccupations majeures de ces dernières décennies et plusieurs techniques de conception ont vu le jour dans bon nombre de pays développés : incinération, compostage, méthanisation et enfouissement.

La décharge contrôlée est l'une des filières préconisées, mais elle présente des risques de contamination pour les eaux de surface et la nappe souterraine susceptible d'être utilisée pour l'élimination en eau potable. Progressivement, la décharge s'est transformée en Centre d'Enfouissement Technique ayant pour règles la récupération des effluents gazeux (biogaz) et aqueux (lixiviats), la sélection des déchets admis, le contrôle et la surveillance des exploitations.

Aujourd'hui, l'implantation d'une installation de stockage de déchets non dangereux impose des mesures de conception et de construction faisant appel à plusieurs barrières de sécurité pour prévenir les risques de pollution des eaux souterraines et des sols. Une sécurité qui assure la pérennité du système de confinement (couche de sol imperméable, géomembrane, etc.) et une sécurité assure le réseau drainant des alvéoles.

Au sens de l'article 2 du décret wallon du 27 juin 1996 relatif aux déchets, les CET sont définis comme un site d'élimination des déchets par dépôt des déchets sur ou dans la terre, y compris:

- Les décharges internes (les décharges où un producteur de déchets procède lui-même à l'élimination des déchets sur le lieu de production);
- Un site permanent (pour une durée supérieure à un an) utilisé pour stocker temporairement les déchets, à l'exclusion : des installations où les déchets sont déchargés afin de permettre leur préparation à un transport ultérieur en vue d'une valorisation, d'un traitement ou d'une élimination en un endroit différent;
- Du stockage des déchets avant valorisation ou traitement pur une durée inférieure à trois ans en règle générale.

2.2 Classification des CET :

Selon la nature des déchets admis et en fonction de leur perméabilité les centres de stockage de déchets sont répartis en trois classes :

2.2.1 Catégories de déchets admissibles à CET de Classe I :

En plus des déchets urbains et banals, ces décharges sont habilitées à recevoir certains déchets industriels spéciaux. Ainsi sont admis dans ces CET de classe I :

- les déchets industriels spéciaux de catégories A qui sont : les résidus de l'incinération; les résidus de la sidérurgie : poussières, bous d'usinage; les résidus de forages; les déchets minéraux de traitement chimique : sels métalliques, sels minéraux, oxydes métallique.

- les déchets de catégories B qui sont : Les résidus de traitement d'effluents industriels et d'eaux industrielles, de déchets ou de sols pollués; Les résidus de peinture déchets de peinture solide, de résine de vernis; Les résidus de recyclage d'accumulateurs et de batteries.

2.2.2 Catégories de déchets admissibles CET de Classe II :

Sont acceptés sur ces centres les déchets ménagers et assimilés. Ce sont des installations soumises à la loi française du 19 juillet relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. Les déchets admissibles dans ces décharges sont: Ordures ménagères; déchets ménagers encombrants; déblais et gravats; déchets commerciaux, artisanaux et industriels banals assimilables aux ordures ménagères; déchets d'origine agricole ne présentant pas de danger pour la santé humaine et l'environnement; cendres et produits d'épuration refroidis résultant de l'incinération des ordures ménagères; boues en provenance de l'assainissement urbain.

2.2.3 Catégories de déchets admissibles CET de Classe III :

Ce sont les installations de stockage recevant essentiellement des déchets inertes.

Ces décharges de la classe III, ne reçoivent que les déchets inertes d'origine domestique comme les déchets issus du bricolage familial les déblais et gravats, Ils reçoivent aussi les déchets de chantiers et les déchets de carrière.

2.3 Principe de fonctionnement du CET :

L'objectif actuel du stockage de ces déchets est d'assurer un confinement efficace et suffisamment durable des déchets ainsi qu'une maîtrise adaptée des deux types d'effluents générés, les lixiviats et le biogaz, qui sont à l'origine des principaux impacts environnementaux et sanitaires des décharges. Le fonctionnement d'un centre d'enfouissement technique est basé sur :

2.3.1 L'acheminement des déchets sur le site :

Les déchets sont en majorité acheminés par camion sur le site de la décharge. Le trafic routier autour du site est ainsi densifié, entraînant pour les riverains des nuisances sonores et des pollutions.

Les déchets sont ainsi acheminés depuis des points de collecte de plus en plus éloignés, vers des méga-décharges, majoritairement contrôlées.

2.3.2 Le déchargement des déchets dans les casiers d'enfouissement :

Pour la décharge contrôlée des déchets, cette technique, conçue dans le but de faire disparaître le front de décharge, consiste à découper le site en aires de forme rectangulaire de 3000 m², à plus d'un mètre carré qui constituera de petites décharges indépendantes appelées "Casiers" ou "Alvéoles".

Le camion est pesé et faire transverser les déchets dans des casiers, qui sont des grandes fosses étanchéifiées où se fait le dépôt des déchets pour leur enfouissement. Un même site comporte plusieurs casiers comblés et plusieurs casiers en exploitation. Dans ces derniers, le camion déverse le contenu de sa benne.

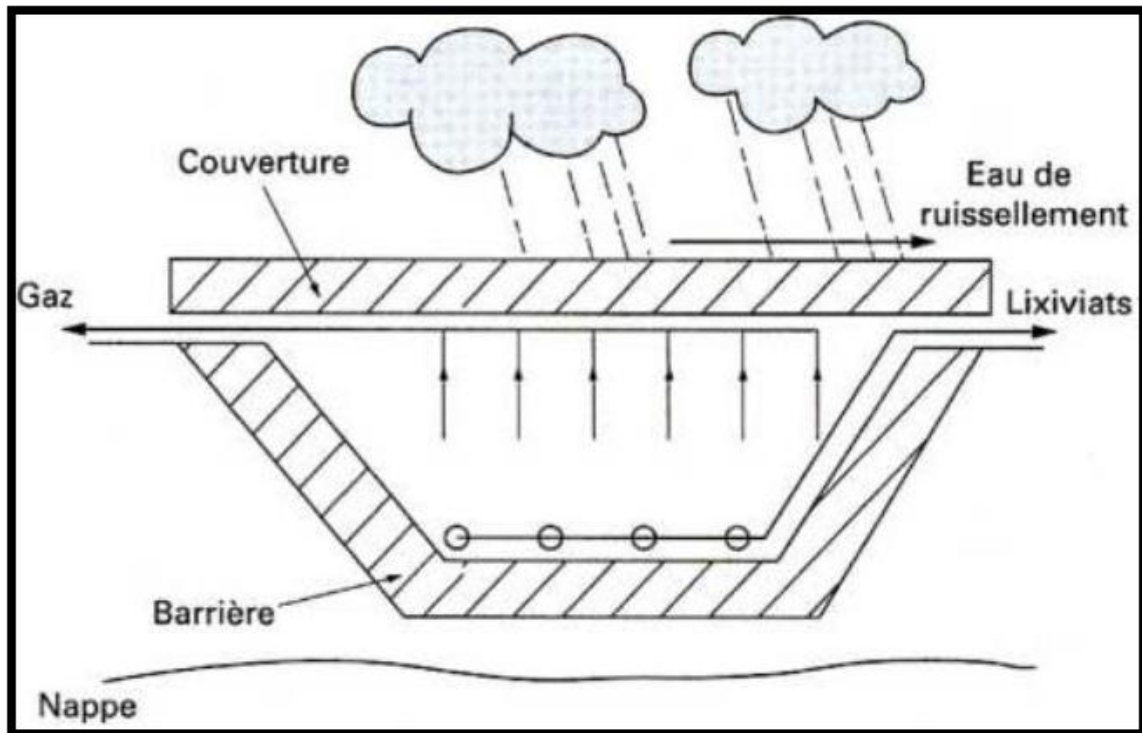


Figure 2.1 : Disposition générale d'une décharge

Un ou plusieurs tractopelles compactent ensuite les déchets mélangés pour diminuer leur volume et favoriser la fermentation des matières organiques qu'ils contiennent.

Le brassage de ces matériaux dégage une odeur désagréable qui signale déjà l'échappement de gaz nocifs et peut même provoquer des départs de feu. Il est nécessaire de prévoir un drain pour les eaux de percolation car le bilan hydrique sera excédentaire.

2.3.3 La production de lixiviat par décomposition des matières organiques :

La décomposition par fermentation des déchets organiques, ajoutée aux eaux pluviales, produit un jus, le lixiviat, dont une partie est captée par des drains enfouis à la base des casiers.

Le C.E.T doit être protégé des érosions hydriques et surtout des infiltrations d'eau pouvant entraîner des polluants contenus dans les déchets, on veillera à le doter d'un réseau de drainage des eaux pluviales et de lixiviat, celui-ci devra entre autres protéger les cellules d'enfouissement des invasions d'eau à partir des terrains voisins. (S.Hamzaoui,2011)

Ce jus chargé en différents polluants contenus dans les déchets mélangés est très toxique, la loi oblige à l'acheminer vers une station de traitement sur site ou à l'extérieur, où une partie seulement de la pollution est abattue.

Le liquide traité, contenant encore une quantité de métaux lourds et de substances nocives est rejeté dans l'environnement, polluant les cours d'eau.

Pour isoler les casiers du sol, leur fond est tapissé par une membrane synthétique étanche, appelée barrière ou géomembrane. Mais ces barrières n'ont qu'une efficacité limitée dans le temps : dans un casier refermé, la membrane peut se fissurer et laisser s'échapper du lixiviat. Franchissant la couche de terre, il finit alors par contaminer le sol et les nappes phréatiques. Le lixiviat se charge mécaniquement, bactériologiquement et surtout chimiquement de substances minérales et organiques.

La composition des lixiviats n'est pas constante au cours du temps, elle évolue en fonction de l'état de dégradation des déchets.

2.3.4 La production de biogaz par décomposition des matières organiques :

La dégradation des déchets, à l'origine de la production du biogaz, résulte en grande partie d'activités microbiologiques; elle se traduit par un processus de fermentation de la fraction organique des déchets en condition aérobie et anaérobie. Le biogaz se compose essentiellement de méthane (CH₄) et de dioxyde de carbone (CO₂).

L'étape aérobie se situe dans les couches superficielles des déchets organiques (en contact avec l'air ambiant) où se développe toute une microflore spécifique. Elle aboutit à la transformation de cette matière organique en produits finaux tels le dioxyde de carbone (CO₂) et la vapeur d'eau.

L'étape anaérobie se caractérise par la production de méthane (CH₄). En phase de méthanisation stable, la concentration en méthane dans le gaz du CET peut atteindre 50 à 60%.

Le biogaz est drainé puis acheminé vers une unité de valorisation énergétique (électricité, chaleur voire carburant) ou à défaut détruit par combustion (torchère).

À l'inverse lorsque la production est moindre et ne présente pas de danger, un réseau d'évents à biogaz, qui permet d'évacuer passivement le biogaz vers l'atmosphère, peut être mis en place.

2.4 La composition de lixiviat :

Les compositions chimiques et biochimiques des lixiviats sont non seulement très diverses mais aussi variables dans le temps et dans l'espace (**Pronost et Matejka**).

Les quatre types de polluants dans lixiviat :

- La matière organique dissoute ou en suspension, issue de la biomasse, exprimée généralement en DCO (les AGV, les substances humiques et fulviques...);
- Les micropolluants organiques (hydrocarbures, composés aromatiques...);
- Les composés minéraux majeurs sous forme ionique (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Fe^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} ...) ainsi que d'autres composés tels que les borates, les sulfites...;
- Les cations de métaux lourds à l'état de traces, sous forme majoritairement complexée par des ligands minéraux (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) ou organiques (macromolécules de type humique).

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

2.5 Les émissions atmosphériques de CET :

L'ensemble des installations de traitement des déchets ménagers et assimilés sont à l'origine d'émissions atmosphériques de diverses natures, parfois non spécifiques aux activités de traitement des déchets.

Les sources des rejets atmosphériques pour les centres d'enfouissements techniques sont de deux types, à la fois canalisé et diffus. Les rejets canalisés sont ceux issus des torchères, chaudières, moteurs et turbines (permettant la valorisation énergétique ou l'élimination du biogaz produit), tandis que les rejets diffus sont causés par la part de biogaz non capté (fuites sur le réseau de biogaz). (M.J.BALET.2008)

Par ailleurs, le risque de fuite non contrôlée de lixiviats bruts vers les eaux souterraines et de surface peut être envisagé en cas de défaut ou d'altération de la membrane ou encore de colmatage du système de drainage. La prise en compte de cette source d'émission, non négligeable pour l'environnement et la santé humaine, dépend de la vulnérabilité du milieu et des usages des eaux identifiés ou prévus. Les émissions atmosphériques générées par ces installations sont de trois natures différentes :

2.5.1 Substance chimiques :

Les principales substances d'intérêt sanitaire émises par CET :

- le dioxyde de carbone (CO₂), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote NO_x, l'acide fluorhydrique (HF) et l'acide chlorhydrique (HCl)...
- les composés organique volatile (COV), le benzène, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), 1,2 trichloroéthane, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène ...
- poussières.
- les émissions gazeuses diffuses : le méthane, le sulfure d'hydrogène H₂S et les COV.
- les métaux lourds (plomb, mercure, cadmium, nickel, arsenic, manganèse, nickel, cobalt, ...).

2.5.2 Particules :

Le transfert d'ordures ménagères fraîches sur un site de stockage émet des poussières totales dont la contribution est comprise entre 0,0006 % et 0,01 % du poids d'ordures transférées. Les travaux d'aménagement sont responsables d'émissions de poussières minérales, difficilement quantifiables, dues aux envols de particules du sol.

Les déplacements d'engins sur site peuvent être également responsables d'émissions de particules de nature organique dues aux gaz d'échappement.

2.5.3 Bioaérosols :

En l'état des connaissances actuelles, l'activité de stockage ne semble pas augmenter de manière significative les concentrations en bioaérosols dans l'air inhalé par les riverains des installations.

Des agents biologiques ont déjà été détectés dans les lixiviats de centres de stockage mais le plus souvent en nombre assez faible. La génération de poussières dans les alvéoles en cours d'exploitation lors de certaines opérations spécifiques (déversement et compactage des déchets) est la principale source d'émission de bioaérosols dans un centre de stockage. Les alvéoles en cours d'exploitation sont caractérisées par la présence dominante de bactéries Gram positif et de champignons du genre *Aspergillus* et *Penicillium*. Le biogaz émet à la fois des bactéries Gram positif, Gram négatif et des champignons.

2.6 Surveillance et Contrôle :

Le lixiviats et le biogaz sont générés tout au long de la dégradation des déchets. Pendant cette période, la surveillance, l'entretien, le contrôle du CET, l'analyse du biogaz et des lixiviats sont de la responsabilité de l'exploitant.

Certains ont voulu rajouter à cette responsabilité, le suivi du tassement pour la stabilité du talus, une capacité de stockage ultime et l'optimisation de la durée de vie.

En France, l'arrêté du 09 septembre 1997, précise les valeurs limites à respecter en cas de rejet dans le milieu naturel (**Tableau 2.1**). Mais d'autres aspects sont considérés dans cet arrêté de la législation française, notamment les exigences dans le choix et les modes de conception de sites, les conditions d'admission des déchets, d'exploitation et de post exploitation après fermeture du site quand il est arrivé à saturation. Ce type d'arrêté est au stade d'écriture en Algérie.

Tableau 2.1 : Valeurs limites de rejet dans le milieu naturel.

| | |
|--|---|
| Matière en suspension totale (MEST) | < 100 mg /L si flux journalier max < 15 Kg /j < 35 mg /L au-delà |
| Carbone organique total (COT) | < 70 mg /L |
| Demande chimique en oxygène (DCO) | < 300 mg /L si flux journalier max < 100 Kg /j < 125 mg /L au-delà |
| Azote global | Concentration moyenne mensuelle < 30 mg /L si flux journalier max > 50 kg /j |
| Phosphore total | Concentration moyenne mensuelle < 10 mg /L si flux journalier max >15 Kg /j |
| Phénols | < 0,1 mg /L si le rejet dépasse 1 g / j |
| Métaux lourds dont : | < 15 mg /L |
| CrVI+ | < 0,1 mg /L si le rejet dépasse 1g /j |
| Cd | < 0,2 mg /L |
| Pb | < 0,5 mg /L si le rejet dépasse 5g /j |
| Hg | < 0,05 mg /L |
| Arsenic | < 0,1 mg /L |
| Fluorures et composés (en F) | < 15 mg /L si le rejet dépasse 150 g /j |
| CN libres | < 0,1 mg /L si le rejet dépasse 1g /j |
| Hydrocarbures totaux | < 10 mg /L si le rejet dépasse 100 g /j |
| Composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) | < 1 mg /L si le rejet dépasse 30g /j |

2.7 Centre d'enfouissement en Algérie :

Des centres d'enfouissement techniques de déchets, appelés actuellement centres de stockage de déchets, ont été réalisés ou sont en cours de réalisation dans divers Wilayas du pays.

Le Temps d'Algérie (Quotidien National d'Information) rapporte en date du 24 Avril 2010 selon l'agence nationale des déchets :

- 32 CET sont achevés à travers le territoire national,
- 42 sont en cours de réalisation,
- 7 autres en voie de lancement,
- 12 en phase d'étude
- 4 centres sont en phase de choix de site.

La réalisation des CET intervient en fonction d'un cahier de charge, une fois les études d'impact sur l'environnement et la santé du citoyen finalisées, la pérennité des centres d'enfouissement technique dépend du "respect des critères en vigueur dans le monde et leur contrôle par la création, en leur sein, d'unités chargées du tri et du traitement des déchets".

Les agents, quant à eux, sont tenus de procéder au tri des déchets recyclables qui nécessitent d'être coupés pour en réduire le poids avant d'être enfouis avec des méthodes modernes pour empêcher la propagation des mauvaises odeurs. Les CET ont été également dotés des stations de traitement des léxiviats des déchets et des gaz émanant de ces centres outre la réalisation d'autres stations pour le tri sélectif des déchets.

La durée de vie des CET dépasse les 15 ans, et la réalisation d'un centre d'enfouissement technique prend en compte des normes importantes et étudiées dans le cadre du cahier de charge.

Chapitre 3 : Impact d'un CET

Chapitre 3: Impact d'un CET

3.1 Les voies de transfert des polluants de CET :

Les transferts des polluants mise en suspension dans les l xivats vers l'environnement se déroulent par infiltration où les polluants se déplacent par gravité en s'infiltrant dans le sol par la porosité du sous- sol et puis dans les eaux souterraine; aussi par l'évaporation des polluants volatiles et/ou ruissèlement des l xivats.

Les substances émises par les centres d'enfouissement technique sont susceptibles d'atteindre l'homme à travers plusieurs voies d'exposition :

- de manière directe via l'inhalation de gaz, particules ou bioaérosols émis dans l'atmosphère ou de particules déposées au sol remises en suspension.
- de manière indirecte via l'ingestion d'eau, d'aliments ou de sol contaminés par des rejets liquides ou des retombées atmosphériques.
- Par voie cutanée: contact de la peau avec sol poll e ou l'eau contaminée et la poussière.

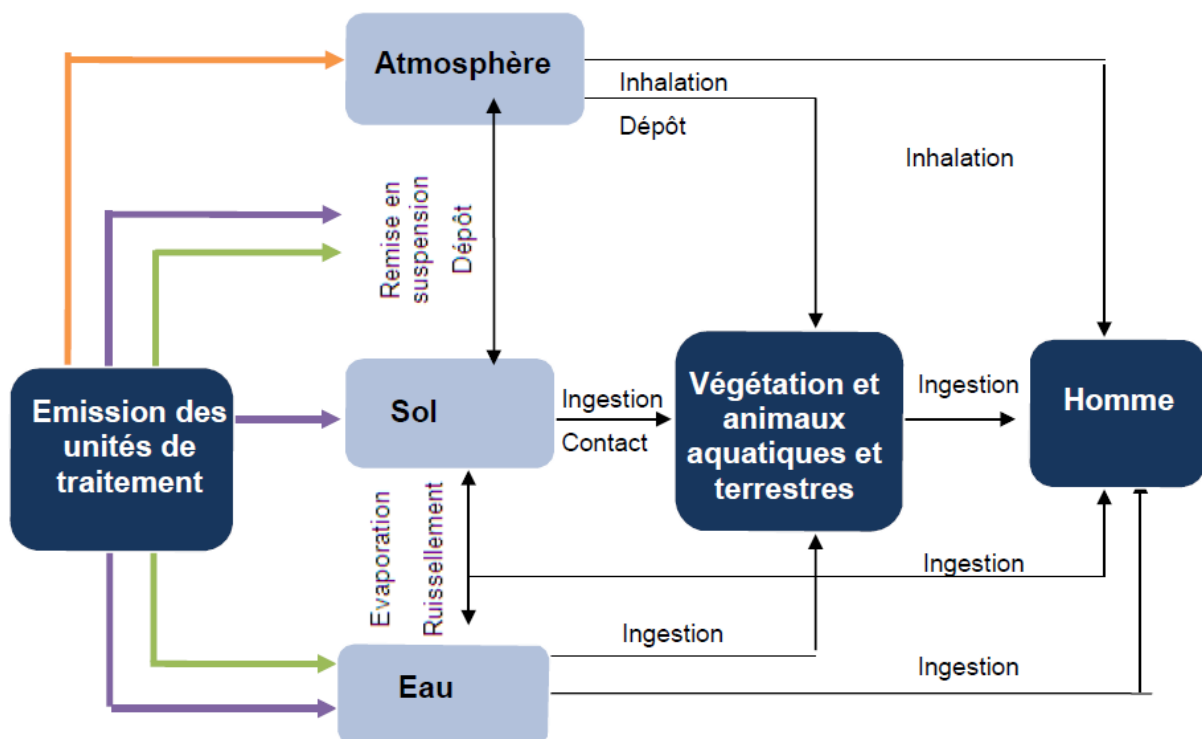


Figure 3.1: Les voies de transfert des polluants de CET

3.2 Méthode d'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire d'un CET :

Les installations de traitement des DMA sont à l'origine de rejets atmosphériques et liquides, facteurs d'impacts potentiels sur l'environnement et la santé.

La toxicité de certaines substances est avérée et l'homme peut être exposé à ces polluants de multiples manières. Les études sont généralement faites afin de caractériser l'impact sanitaire et environnemental de ces installations.

Ces études peuvent être de plusieurs ordres : études d'imprégnation, études épidémiologiques et analyse du cycle de vie. L'impact environnemental est essentiellement renseigné à travers l'analyse de cycle de vie.

Les centres de stockage ont fait l'objet de quelques études mais elles concernent essentiellement des sites de stockage de déchets dangereux seuls ou en mélange avec des déchets ménagers.

(D.Zimrou.2003)

L'étude a montré la présence de dérivés benzéniques, à des concentrations très inférieures aux valeurs d'exposition maximales en milieu professionnel. Les concentrations en composés susceptibles d'être à l'origine des mauvaises odeurs (limonènes, alpha-pinène) n'ont jamais dépassé les valeurs toxicologiques de référence. L'étude sanitaire semble montrer l'apparition de troubles irritatifs, respiratoires et digestifs, significativement plus sévères chez les populations les plus proches de la décharge.

L'évaluation environnementale est une démarche désormais obligatoire pour les plans d'élimination des déchets ménagers, elle a pour objectif de renforcer la prise en compte de l'environnement en amont des projets et d'assurer le suivi dans le temps de cette prise en compte, notamment à travers l'information du public. Cette évaluation implique l'appréhension de multiples phénomènes et effets potentiels sur l'environnement ou la santé, aussi bien locaux (pollution de l'air ambiant, risque pour les riverains et les travailleurs, etc.) que délocalisés (gaz à effet de serre, émission ou épandage de substances participant à l'acidification des milieux, à l'eutrophisation des cours d'eau, etc.).

L'impact des risques délocalisés, à une échelle géographique aussi importante que celle du département ou de la région, est plus difficile à évaluer car il dépend non seulement des caractéristiques locales et globales du site, mais également des volumes de substances mis en jeu, leur capacité à persister dans l'environnement et à se disperser.

En tout état de cause, la démarche doit être adaptée à la nature des plans et ne peut donc être analogue à celle réalisée dans le cadre des études d'impact de projets. Pour cela, les approches d'analyse du cycle de vie peuvent être utilisées pour l'analyse environnementale des filières de gestion des déchets. La fin des années 1960, la méthodologie ACV vise à estimer les impacts environnementaux des activités industrielles ou des produits tout au long de leur cycle de vie et de proposer des priorités d'action. L'ACV traite l'ensemble des enjeux environnementaux tels que l'effet de serre, l'eutrophisation des cours d'eau, l'acidification des milieux, la destruction de l'ozone stratosphérique, la réduction des facteurs abiotiques et, depuis quelques années, l'impact sur la santé humaine.

L'ACV permet d'évaluer un produit ou système sur tout son cycle de vie en quatre étapes :

- définition des objectifs et du champ de l'étude (systèmes étudiés),
- inventaire des flux de matières et d'énergie entrant et sortant pour chaque système,
- évaluation des impacts environnementaux potentiels permettant de quantifier la contribution potentielle du système aux grandes problématiques environnementales : effet de serre, acidification des milieux... etc.
- interprétation des résultats et réalisation d'études de sensibilité afin de vérifier la robustesse des résultats.

La plupart des études intègrent en premier lieu le scénario actuellement mis en place et qui doit être amélioré, puis différentes options d'amélioration sont testées : intégration du recyclage, compostage ou méthanisation, valorisation énergétique pour les filières d'incinération et de stockage, etc.

Les différentes méthodes de collecte et de transport des déchets peuvent également être testées entre les points de collecte et de traitement, mais également entre chaque filière de traitement.

Quelques études faisant intervenir l'ACV ont été réalisées dans le domaine du traitement des DMA. L'objectif premier de ces études est d'identifier la meilleure option de traitement des DMA qui soit à la fois la plus respectueuse de l'environnement et la plus réaliste pour la municipalité concernée. D'après ces études :

Le stockage apparaît comme la filière d'élimination des déchets la plus pénalisante pour l'environnement en termes d'émissions de gaz à effet de serre (CH₄, CO₂), des substances responsables de l'acidification des milieux (SO₂, NO_x, H₂S, HCl, HF) et de l'eutrophisation des

cours d'eau. De plus, les centres de stockage sont des installations qui peuvent être suivies pendant près de 60 ans : en période de chantier, d'exploitation (entre 10 et 30 ans) et de post-exploitation (30 ans). Cependant, à l'heure actuelle, aucun scénario de gestion des déchets ne peut se passer totalement du recours au stockage pour les déchets ultimes.

3.3 Paramètres d'évaluations des impacts environnementaux des centres d'enfouissements techniques dans les pays en développement :

Dans les PED où la décharge demeure le moyen le plus répandu d'élimination des déchets urbains, les conditions de stockage, ne répondent pratiquement pas aux garanties nécessaires pour éviter non seulement la pollution des eaux, des sols, de l'air mais également pour assurer une gestion efficace des sites.

Aujourd'hui, dans les villes des PED, moins de 70 pour cent des déchets solides des zones urbaines sont collectés et seulement 50 pour cent des ménages sont desservis.

Sans services municipaux adéquats de gestion, l'air, la terre et l'eau dans les voisinages des villes deviennent des cibles de la pollution provoquant des risques énormes pour la santé, ralentissant la productivité des écosystèmes naturels, menaçant la croissance économique, entretenant les inégalités sociales et nourrissant l'instabilité politique et sociale. Les paramètres d'évaluations des impacts environnementaux dans PED :

3.3.1 Sol :

Plusieurs types d'interaction peuvent influencer sur le transport de la pollution dans le sol. La connaissance du comportement des polluants joue un rôle essentiel dans le cadre de l'évaluation des impacts environnementaux, donc il faut connaître : Les voies de transfert, les différentes formes du polluant, La vitesse de propagation du polluant et son extension.

Les paramètres suivis sont la couleur des sols, l'évolution de la charge organique (DCO, COD) et celle des métaux lourds et des chlorures (Cl⁻). Les résultats montrent que dans PED la migration des métaux lourds met en jeu un grand nombre de phénomènes : solubilisation à pH acide, complexation par la matière organique de type humique, précipitation à pH basique,

rétenion des MES sur des particules fines des sols, adsorption des ions ou des molécules à la surface des grains de matrice poreuse, phénomène d'échange d'ions.

Par conséquent le mouvement de ces métaux lourds est en relation avec les différents compartiments minéraux organiques et biologiques de sol, elles montrent aussi une augmentation de la charge organique avec la profondeur.

3.3.2 Air :

La mesure de la qualité de l'air aux alentours d'un dépôt de déchets est très difficile à aborder puisqu'elle dépend non seulement de la mesure, dans l'air atmosphérique, de polluants présents en très faibles concentrations, mais aussi relève de la bonne connaissance des différentes sources d'émissions gazeuses dans l'environnement d'étude. Il existe des méthodes simples afin de déterminer le périmètre pollué.

Les polluants chimiques rencontrés varient en fonction de l'ancienneté des sites, de la nature des déchets et de son mode d'exploitation. Les principaux polluants atmosphériques recensés dans PED sont le méthane, le dioxyde de carbone, l'azote, les COV parfois et les micro-organismes. Ce sont ces derniers qui inquiètent le plus les pouvoirs publics.

Ces polluants observés proviennent du biogaz (CH₄, CO₂, H₂S ...) qui s'échappent de ces différents sites étant donné qu'il n'y a pas d'activités industrielles dans la zone pouvant engendrer telles émissions. On rencontre pratiquement les mêmes effets quel que soit le climat à des intensités variables selon la vitesse de dispersion liée au vent.(**C.Deseumaux, I.Zdanevitch, M.Durif.2015**)

3.3.3 Eau :

Peu de recherches sur les eaux souterraines et de surface ont été réalisées dans les PED. Les paramètres utilisés pour faire des analyses sont le pH, la conductivité, les substances eutrophisantes (azote kjeldahl, azote ammoniacal), les substances inorganiques (sulfates, chlorures), les paramètres organiques et les métaux lourds. Toutes les eaux de surface situées dans les environs immédiats des différents sites de décharge sont polluées et les eaux souterraines ont fortes teneurs en métaux lourds et chlorures.

3.3.4 Santé publique :

D'après une enquête descriptive dans une PED qui a pour objectif de comparer les fréquences de déclaration de symptômes dans la population exposée par rapport à une population d'un village voisin pris comme témoin. Les principaux résultats sont :

Les habitants exposés ont déclaré plus souvent des signes irritatifs et neuropsychologiques : toux (25/60) et expectoration (19/60), écoulements nasaux ou éternuements (46/60), picotements des yeux (37/45), nausées (21/60), maux de tête (40/60), difficultés d'endormissement (47/60), irritabilité (52/60) et nervosité (28/60) référence ?

Ces proportions sont significativement différentes des déclarations enregistrées dans les zones dites témoins pour l'expectoration, la gêne respiratoire, les picotements des yeux, les nausées, les difficultés d'endormissement et l'irritabilité.

Les données obtenues auprès des médecins exerçant leur activité sur les communes riveraines des décharges et ou lieu de dépôts étudiés signalent régulièrement des troubles de santé qui leur paraissent anormaux compte tenu de leur expérience. Ce sont :

- Des rhinites, conjonctivites, rhinopharyngites non infectieuses, irritatives ou allergiques ;
- Des allergies cutanées,
- 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.

3.4 Impacts de centre d'enfouissement technique:

3.4.1 Impact environnemental :

3.4.1.1 Pollution aérienne et le changement climatique :

La théorie de l'effet serre est bien connue et en général acceptée. C'est grâce à cet effet de serre que la vie sur terre est possible. En l'absence des gaz à effet de serre, la température des couches inférieures de l'atmosphère serait d'environ 30°C inférieure à celle existant actuellement, mais leur augmentation perturbe l'équilibre du rayonnement qui détermine la

température environnante. Une augmentation du rayonnement retenu dans l'atmosphère a pour conséquence un réchauffement de l'atmosphère et des modifications du climat.

Le biogaz, par le méthane qu'il contient, contribue à cet effet de serre. En effet le méthane a un potentiel d'effet de serre de 21 pour un potentiel à effet de serre de 1 pour le CO₂. L'apport de CO₂ par le biogaz n'est pas pris en compte dans la comptabilisation des gaz contribuant à l'effet de serre car il fait partie du cycle normal du carbone organique via la photosynthèse qui capte du CO₂ de l'atmosphère. Seul le CO₂ libéré par la combustion de combustible fossile, CO₂ piégé par une photosynthèse vieille de plusieurs millions d'années, est pris en compte dans la contribution anthropique à la production de gaz à effet de serre. Le protoxyde d'azote (N₂O) qui est le quatrième plus important gaz à effet de serre à contribuer au réchauffement climatique.

D'autres polluants, de part leur propriété acide, peuvent participer à l'acidification des milieux (HCl, HF, NH₃) ou aux phénomènes de pluies acides (SO₂, NO_x). Le sulfure d'hydrogène en formant de l'acide sulfurique par solubilisation dans l'eau peut également contribuer à l'acidification des milieux. Les composés organiques volatiles (COV), les oxydes d'azote (NO_x) et le monoxyde de carbone (CO) interviennent dans le processus en tant que précurseur de formation d'ozone dans la basse atmosphère.

3.4.1.2 Pollution des eaux et des sols :

Les centres d'enfouissements techniques sont une source de pollution aquatique à partir de lixivats. Ils doivent être collectés et traités, leur infiltration dans le sol étant normalement rendue impossible par la mise en place d'une membrane imperméable au moment de la construction du site. Mais ces membranes peuvent présenter des perforations, des déchirures, ou subir une altération progressive.

Les polluants émis dans l'eau ainsi que ceux émis dans l'air dans une moindre mesure sont susceptibles de polluer en deuxième instance les sols environnants par dépôt et infiltration. On retrouve donc potentiellement dans les sols tous les polluants présents dans les eaux.

Cette pollution des sols représente un risque environnemental, mais aussi, dans le cas des terres de culture ou d'élevage, un risque sanitaire et économique.

Par ailleurs, le dépôt atmosphérique d'azote est à l'origine d'une eutrophisation des écosystèmes terrestres, d'eau douce et marins, d'un lessivage accru de l'azote dans les eaux souterraines, les rivières et les lacs, ainsi que de la modification de l'écosystème forestier.

3.4.1.3 Impact sur la biodiversité :

Les polluants émis dans les différents milieux (eaux, airs et sols) sont susceptibles d'être ingérés ou inhalés par les animaux et donc de nuire à leur santé, voire de causer ou d'accélérer leur mort. Quand il s'agit d'espèces protégées, rares ou en voie de disparition, ces polluants peuvent donc être un facteur de mise en danger ou de diminution de la biodiversité.

3.4.2 Impact sur la santé :

Les populations peuvent être exposées aux substances présentes dans les lixiviats, par absorption directe d'eau contaminée ou lors d'activités récréatives aquatiques, lorsque les lixiviats sont rejetés dans l'environnement et qu'il rejoint les eaux souterraines ou les eaux de surface.

Pour la population, la possibilité d'un contact direct avec les sols et les matières enfouies peut être considérée négligeable puisque les aires d'exploitation d'un CET sont généralement peu accessibles à la population.

Par contre la réutilisation des terrains après la fermeture du site, comme aires de loisirs ou toutes autres activités, constituerait par contre une éventuelle source d'exposition directe potentielle pour la population.

3.4.2.1 Eaux de lixiviation :

Trois classes de substances ayant la capacité de porter atteinte à la santé humaine sont généralement présentes dans les eaux de lixiviation. Ce sont des composés inorganiques, des composés organiques et des microorganismes pathogènes.

- **Composés inorganiques :**

Parmi les composés inorganiques retrouvés dans les eaux de lixiviation brutes, ce sont les métaux lourds qui retiennent l'attention en raison de leur potentiel de toxicité.

Bien que ces substances soient généralement présentes à de faibles concentrations dans les lixiviats à l'exception du fer et du manganèse, certaines peuvent présenter un danger si elles s'infiltrèrent au niveau d'une source d'approvisionnement en eau potable. Les métaux lourds contenus dans l'environnement peuvent, par des cycles parfois complexes, se retrouver dans une étape végétale de la chaîne alimentaire et entraîner une contamination de l'homme par voie

orale. Toutefois, un simple passage passif dans la chaîne alimentaire aurait un impact limité, sans l'existence d'un phénomène très particulier pour les métaux lourds et pour d'autres composés chimiques qu'est la bioaccumulation.

La bioaccumulation a pour conséquence une concentration en polluant dans un organisme vivant supérieure à la concentration de ce polluant dans le biotope de l'organisme. Dans le cas des métaux lourds, cette concentration se transmet tout au long de la chaîne alimentaire ce qui explique que l'homme puisse être exposé à des quantités dangereuses de métaux lourds par son alimentation. Malheureusement, dans la chaîne alimentaire de l'homme, les aliments ne sont pas les seuls à être contaminés par des métaux lourds, les boissons peuvent l'être également.

- **Composés organiques :**

Près d'une centaine de composés organiques ont été répertoriés à ce jour dans les eaux de lixiviation des lieux d'enfouissement. Ces composés proviennent d'une multitude de produits incluant des produits domestiques utilisés comme solvant, agent nettoyant, dégraissant. Ces polluants sont bioaccumulables et toxiques.

Il est à noter que la plupart des COV retrouvés dans les lixiviats se volatilisent facilement. Aussi, les effets possibles sur la santé sont davantage susceptibles de se produire à la suite d'une exposition par inhalation.

- **Organismes pathogènes :**

Divers microorganismes pathogènes sont présents dans les lixiviats en raison de la nature même des matières résiduelles enfouies.

. L'ingestion ou le contact avec une eau contaminée par des micro-organismes pathogènes ou des substances chimiques sont susceptibles d'engendrer des problèmes de santé.

La pollution microbiologique produit des dégâts encore plus graves comme maladies infectieuses chronique et épidémiologique.

C'est entre autres pour cette raison qu'un traitement des eaux de lixiviation est effectué avant rejet dans le milieu. Les maladies transmissibles par la consommation d'eau sont les suivantes: Maladie aiguë du colon et de l'intestin grêle, Douleurs abdominales, fièvre, frissons, diarrhée ou constipation, hémorragie ou perforation intestinale.....

3.4.2.2 Biogaz :

L'émission de biogaz est susceptible de modifier la qualité de l'air ambiant et affecter la population. Plusieurs facteurs influencent la production de biogaz dont les conditions atmosphériques, les caractéristiques du site et le stade de décomposition des matières résiduelles.

Dans le cas d'un CET, les principaux impacts toxicologiques sont associés principalement à une exposition chronique aux composés traces retrouvés dans le biogaz, en particulier les composés organiques volatils (COV).

L'inhalation des substances organiques présentes dans le biogaz (COV) peut induire des effets cancérigènes et des effets non cancérigènes. Dans le premier cas, l'apparition des effets est fonction d'un temps de latence plus ou moins long et d'une exposition chronique à la substance en cause. En ce qui a trait aux substances à effets toxiques, dites non cancérigènes, elles peuvent induire divers effets néfastes sur la santé lors d'une exposition aiguë (court terme), sous aiguë (moyen terme) ou chronique (long terme).

Les effets néfastes les plus souvent reportés sont les effets neurotoxiques, hépatotoxiques, irritatifs, etc. Certains de ces effets, tels que les effets irritatifs au niveau des yeux, de la peau et des voies respiratoires, cessent lorsque l'individu n'est plus exposé.

Les effets possibles sur la santé associés à l'émission de gaz d'un lieu d'enfouissement sont :

- Altérations de la fonction pulmonaire;
- Aggravation des maladies respiratoires pré-existantes;
- Dommages aux poumons ;
- Dommage au foie, aux poumons, aux reins et au système nerveux central;
- Cancérogénicité pour le cerveau, le foie et les poumons ;
- infection ou en induisant des réactions allergiques et/ou inflammatoires,
- Diminution du bien-être et de la qualité de vie des gens demeurant à proximité du site.

3.4.3 Impact psychosocial :

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit la santé comme un état de bien-être à la fois physique, mental et social.

De façon générale, les impacts sociaux comprennent l'ensemble des effets positifs et négatifs, directs et indirects, perceptibles et jugés significatifs par les acteurs sociaux. Les impacts peuvent être observés au niveau de l'individu, du réseau social de l'individu, de même qu'au niveau de la communauté. Dans le cas des sites d'enfouissement, l'impact psychosocial susceptible d'être observé au niveau de certains individus peut être décrit de façon de détresse, de dysfonction et d'incapacité se manifestant par une vaste gamme d'issues psychologiques, sociales, et comportementales.

3.4.3.1 L'anxiété :

L'anxiété constitue l'une des plus fréquentes perturbations de la santé mentale dû aux impacts psychosociaux d'un CET. Les manifestations psychiques et somatiques de l'anxiété sont caractérisées par une intensité excessive et disproportionnée par rapport aux événements de la vie courante. Les symptômes qui s'ensuivent comprennent : la transpiration excessive, les bouffées de chaleur, les palpitations ou les serrements de poitrine. Dans le cadre de l'exploitation d'un lieu d'enfouissement, l'anxiété est reliée :

- au potentiel d'altération de l'état de santé et l'apparition de maladie grave;
- à la possibilité d'une dépréciation de la valeur des biens immobiliers;
- à la détérioration de la qualité de vie due à la présence d'odeurs nauséabondes et aux inconvénients associés à l'augmentation de la circulation lourde (bruit et poussières).

3.4.3.2 L'odeur :

Les principaux impacts psychosociaux reportés dans la littérature dus aux odeurs désagréables émises par un site d'enfouissement sont les suivants :

- nuisance au sentiment de bien-être;
- absence de motivation à revenir à la maison;
- diminution des activités extérieures;
- réduction des rencontres sociales;
- interférences, nuisance à la communication;
- diminution du seuil de tolérance, colère plus fréquente;

- diminution de l'appétit.

Les odeurs proviendraient principalement de composés soufrés tels que le sulfure d'hydrogène, le méthyl mercaptan, le diméthyl mercaptan ainsi que l'isopropyl mercaptan.

3.4.3.3 Le bruit :

Le bruit constitue l'impact psychosocial le plus sérieux relié à la circulation. En effet, l'exposition chronique au bruit peut engendrer des effets néfastes qui sont :

- une augmentation significative du nombre et de la durée totale des éveils intermittents;
- une diminution de la durée de la phase de sommeil;
- un accroissement du temps de réaction et du nombre d'erreurs lors d'examens;
- une altération subjective de la qualité du sommeil.

3.4.3.4 Animaux nuisibles :

La présence d'animaux indésirables tels que les goélands, les insectes ou les rongeurs peut constituer une préoccupation pour les résidents avoisinant un site d'enfouissement.

Conclusion générale

Conclusion générale :

La filière traditionnelle d'élimination des déchets solides en PED est essentiellement la mise en décharge, méthode la plus ancienne et la plus largement pratiquée du fait de son coût plus faible que celui des autres filières d'élimination.

Aujourd'hui, l'implantation d'une installation de stockage de déchets non dangereux impose des mesures de conception et de construction faisant appel à plusieurs barrières de sécurité pour prévenir les risques de pollution des eaux souterraines et des sols. Une sécurité qui assure la pérennité du système de confinement (couche de sol imperméable, geomembrane, etc.) et une sécurité assure le réseau drainant des alvéoles.

La gestion des C.E.T exige du savoir-faire technique et organisationnel et de proposer un programme global de surveillance comme la surveillance des retombées atmosphériques, la mesure dans les sols (les sols sont les milieux de réception ultimes des dépôts atmosphériques des polluants), la surveillance des écosystèmes et la surveillance de l'exposition des populations par la mise en œuvre, le cas échéant de mesures dans les milieux d'exposition des populations résidentes au voisinage des unités de traitements.

Les principaux impacts potentiels pour la santé associés aux opérations d'un CET proviennent principalement de la contamination potentielle des eaux souterraines par les lixiviats et de l'émission de biogaz.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques :

- **C.Deseumaux, I.Zdanevitch, M.Durif.** Rapport d'étude N° INERIS- DRC 11-109446-00724B-.Evaluation l'impact sanitaire et environnemental des filières de traitement des déchets ménagers et assimilés : état de l'art et améliorations possibles .2015
- **CHAOUCHI.** Les modalités technique potentiel de traitement : les internationales. Séminaire international sur la gestion intégrée des déchets solides. 2000. pp141-150.
- **D.Zimrou.** Beau soleil Rouisse L déchet et sol pollué .2003.
- **F.MEZOUARI .**Les décharges publiques du grand Alger et l'utilisation des matériaux géo synthétiques comme barrière d'étanchéité : cas de la décharge d'Ouled Fayet. Mémoire de magister en Urbanisme. 2002.
- **J.Winkler & B.Bilitewski.** Comparative evaluation of life cycle assessment models for solid waste management. 2007. Waste Management, n°27, pp 1021-1031.
- **K. Edem koledzi.** Valorisations des déchets solides urbains dans les quartiers de Lone (TOGO): Approche méthodologique pour une production durable de composte. Thèse de doctorat. Ecole doctorale ScienceTechnique Santé, Faculté des Sciences et Techniques.2011.
- **M.J.BALET.** Aide-mémoire de la gestion des déchets. Etat de lieux. 2^{ème}.ed Dunod, paris .2008. pp 7-94.
- **P.THONART, M.LARDINOIS, S.DIABATE et S.HILIGSMANN.** Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement technique dans les pays du Sud. Collection Points de repère.2005.
- **P.ARRIZABALAGA.** Etude de lixiviat de décharges : Approche écologiques.1995.
- **R.GILLET.** Manuel de gestion des déchets solides « Les déchets urbains ». Organisation Mondiale de la santé, bureau régional de l'Europe.1983. pp 11- 29.
- **S.Hamzaoui.** Gestion et impact des dechets solides urbains sur l'environnement El Tarf. Magister. Université Badji Mokhtar. Annaba. 2011.
- **ZEBDJI M.** Gestion des déchets solides urbains dans le gouvernorat du grand Alger. Séminaire international sur la gestion intégrée des déchets solides Alger.2002. pp 37 - 42.

- Agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Saint. Nicéphore. Étude d'impact sur l'environnement 05-18215. Décembre 2010.
- Entrepris Publique de wilaya de gestion des centres 'enfouissement technique (EPWG-C.E.T), (2013).
- Ministère d'Aménagement du Territoire et d'Environnement (M.A.T). Le programme national pour la gestion intégrée des déchets municipaux – Le PROGDEM-.2005.