



N° d'ordre :

N° de série :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Filière: Science de Biochimie

Spécialité : Toxicologie

THEME

**Etude de l'effet de l'incinération des déchets sur
la santé humaine**

Dirigé par :

Mr. BOUALI Nourredine

Présenté par :

BEKKOUCHA Med Tedjani

HANNICHE Hassiba

LATRECH Maroua

OBEIDI Fatima al-Zahra

Année universitaire 2014/2015

Remerciements

Nous remercions le dieu, notre créateur de nous avoir donné la volonté, la capacité, la patience et les moyens de réaliser ce modeste travail.

*Nos remerciements s'adressent également à notre encadreur, **BON ALI** Nouredine Pour toutes les orientations et les conseils qu'il nous a prodigué tout le long de ce travail.*

Et la direction de l'environnement de la wilaya d'El Oued à son aide pour réaliser un bon travail.

Il nous est particulièrement agréable d'exprimer et de témoigner notre très vive reconnaissance à nos familles, pour leurs aide, disponibilité, encouragements et conseils surtout pour leur patience tout au long du projet.

Nous n'oublierons pas de remercier tous les enseignants qui ont assuré notre informations au cours de ces dernières années d'étude, ainsi toutes les personnes ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Et nous tenons également à transmettre ce qu'on appris avec honnêteté.

MERCI POUR TOUT

Résumé

La croissance démographique, le développement industriel entraînent une augmentation de la production des différents types de déchets responsables d'une menace sérieuse pour l'homme et l'environnement tel que les maladies respiratoire, les troubles de reproduction, le cancer, l'effet de serre et la pollution (sol, air, eau). Parmi ces déchets, on compte : les déchets ménagers, les déchets industriels et les déchets d'activité de soins. Il existe plusieurs voies d'élimination des déchets, mais dans notre travail, nous avons opté pour l'incinération. Elle est avantageuse car elle permet la réduction du volume des déchets, néanmoins elle s'accompagne toujours d'émissions de fumée et des gaz toxiques. Notre étude vise à l'effet de l'incinération des déchets sur la santé humaine.

Mots clés : déchets, incinération, toxicité, polluant, santé, impact.

Sommaire

Introduction	
Chapitre I : Notions sur les déchets	3
I.1. Définition des déchets.....	3
I.2. Les sources des déchets.....	3
I.3. Classification des déchets.....	4
I.3.1. Selon leur nature.....	4
I.3.1.1. Les déchets inertes.....	4
I.3.1.2. Les déchets fermentescibles ou biodégradables.....	4
I.3.1.3. Les déchets toxiques.....	4
I.3.2. Selon l'origine.....	4
I.3.2.1. Les déchets urbains.....	4
I.3.2.2. Les déchets hospitaliers.....	5
I.3.2.3. Les déchets industriels.....	5
I.4. Les déchets concernent par l'incinération.....	5
I.4.1. Les déchets ménagers et assimilés.....	5
I.4.1.1. Définition.....	5
I.4.1.2. Les différents types des déchets ménagers.....	5
I.4.1.3. Composition des déchets ménagère.....	7
I.4.2. Les déchets industriels.....	9
I.4.2.1. Définition.....	9
I.4.2.2. Les types des déchets industriels.....	9
I.4.3. Déchets d'activités de soins.....	13
I.4.3.1. Définition.....	13
I.4.3.2. Typologie et nature des déchets d'activités de soins.....	13
I.4.3.3. Composition des déchets d'activités de soins.....	14
Chapitre II : L'incinération des déchets	18
II.1. Définition de l'incinération des déchets.....	18
II.2. Les différents types de l'incinérateur des déchets.....	18
II.2.1. Usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM).....	18
II.2.2. Usine d'incinération des déchets dangereux.....	19

II.2.3. Usine d'incinération de déchets d'activité de soins à risques infectieux (DASRI).....	19
II.2.4. Incinération dans les cimenteries.....	19
II.3. Le principe de l'incinération des déchets.....	19
II.3.1. Les types de four de l'incinération des déchets.....	21
II.4. Les rejets de l'incinération des déchets.....	21
II.4.1. Rejets atmosphériques.....	22
II.4.2. Rejets liquides.....	22
II.4.3. Résidus solides.....	23
II.5. Les principaux polluants rejetés dans les fumées des incinérateurs des déchets.....	23
II.5.1. Les dioxines et les furanes.....	23
II.5.2. Les Métaux.....	24
II.5.3. Fluorure d'hydrogène (HF).....	24
II.5.4. Chlorure d'hydrogène (HCl).....	24
II.5.5. Oxydes de soufre (SOx).....	24
II.5.6. Monoxyde de carbone (CO).....	24
II.5.7. Oxydes d'azote (NOx).....	25
II.5.8. Poussière.....	26
II.5.9. Dioxyde de carbone (CO2).....	26
II.5.10. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	26
II.6. L'incinération des déchets avec le traitement des rejets.....	26
II.6.1. Le fonctionnement d'un incinérateur des déchets.....	27
II.6.2. Les 3 étapes principales de l'incinération des déchets ménagers.....	28
II.6.3. Résidus générés.....	29
II.6.4. Matériaux générés et récupérés.....	29
II.6.5. Récupération énergétique.....	30
II.7. Les avantages et les inconvénients de l'incinération des déchets.....	31
II.7.1. Les avantages.....	31
II.7.2. Les inconvénients.....	31
Chapitre III : L'effet de l'incinération des déchets sur la santé humaine.....	34
III.1. Les différentes voies d'exposition.....	35
III.1.1. Exposition par inhalation.....	36
III.1.2. Exposition par ingestion.....	36
III.1.3. Exposition cutanée.....	36

III.2. Les effets des principaux polluants de l'incinération sur la santé et l'environnement...	37
III.2.1. Les effets sur la santé.....	37
III.2.1.1. Les dioxines.....	37
III.2.1.2. Les métaux lourds.....	38
III.2.1.3. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	39
III.2.1.4. Oxydes d'azote (NOx).....	40
III.2.1.5. Monoxyde de carbone.....	40
III.2.1.6. Les Poussières.....	40
III.2.1.7. Dioxyde de soufre (SO2).....	41
III.2.1.8. Le chlorure d'hydrogène (HCl).....	41
III.2.2. Les effets sur l'environnement.....	42
III.3. Les effets de l'incinération des déchets sur la santé humaine.....	43
III.3.1. L'impact de l'incinération sur les maladies respiratoires et cardiovasculaire.....	43
III.3.2. L'impact de l'incinération sur la reproduction et le développement.....	44
III.3.3. L'impact de l'incinération sur les cancers.....	45
Conclusion.....	47
Références bibliographiques.....	48
Résumé et mots-clés	

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Composition des déchets ménagers	8
Tableau 2	Propriétés de dangerosité des déchets et leur définition	10
Tableau 3	Les effets des polluants sur l'environnement	42

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Composition moyenne des déchets des ménages algériens	6
Figure 2	Déchets encombrants	6
Figure 3	Déchets verts	7
Figure 4	Les aiguilles et seringues	15
Figure 5	Risque infectieux	15
Figure 6	Déchets pharmaceutiques	16
Figure 7	Risque radioactive	16
Figure 8	Schéma du principe de l'incinération des déchets	20
Figure 9	Les rejets atmosphériques d'une usine d'incinération des déchets	22
Figure 10	Les mâchefers	23
Figure 11	Schéma de fonctionnement d'un incinérateur des déchets	27
Figure 12	Voies d'exposition aux émissions des incinérateurs	35

LISTE DES ABREVIATIONS

- CO** : Monoxyde de Carbone
- CO₂** : Dioxyde de Carbone
- COV** : Composés Organiques Volatils
- DAOM** : Déchets Assimilables des Ordures Ménagères
- DAS** : Déchets d'Activités de Soins
- DASRI**: Usine D'incinération De Déchets D'activité De Soins A Risques Infectieux
- DIB** : Déchets Industriels Banals
- DII** : Déchets Industriels Inertes
- DIS** : Déchets Industriels Spéciaux
- DRCT** : Déchets de soins à Risques Chimiques et/ou Toxiques
- EDF** : Electricité De France
- H₂O** : Eau
- HAP** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
- HCL** : Chlorure d'Hydrogène
- HF** : Fluorure d'Hydrogène
- ISDND** : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
- MCV** : Maladies Cardiovasculaires
- MPOC** : Maladie Pulmonaire Obstructive Chronique
- NO_x**: Oxydes d'azote
- O₂** : Gaz d'Oxygène
- PAOH** : Pièces Anatomiques d'Origine Humaine
- Pb** : Plomb
- PCB** : Polychlorobiphényles
- PCDD** : Polychlorodibenzodioxines
- PCDF** : Polychlorodibenzofurannes
- PCI**: Pouvoirs Calorifiques Intéressants
- POPs** : Polluants Organiques Persistants
- REFIOM** : Résidus d'Épuration des Fumées d'Incinération d'Ordures Ménagères
- SO₂**: Oxydes de Soufre
- UIDD**: Usine d'Incinération des Déchets Dangereux
- UIOM**: Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères

Introduction

Les déchets produits sont non seulement de plus en plus nombreux, mais aussi de plus en plus variés. Cette tendance est liée au développement de l'économie de marché, par la production accrue des déchets issus de la consommation des ménages, mais surtout de ceux issus des processus industriels qui fabriquent des biens en toujours plus grande quantité, à l'échelle mondiale (ORSNPC, 2010).

La question des enjeux sanitaires liés aux déchets est complexe et donne lieu à de nombreux débats. Devant la diversité des polluants en présence, des modes de gestion et des voies d'exposition, les connaissances restent imparfaites et perfectibles.

Où en est la politique de santé publique face à la question des risques de ces déchets ?

La santé est une notion globale, déterminée par 4 types de facteurs : les caractéristiques biologiques et génétiques, les comportements personnels, l'environnement au sens large et les performances du système de soins. L'OMS estime qu'un quart des pathologies dans le monde relève de facteurs environnementaux modifiables: les déchets en sont certainement une composante de plus en plus lourde (ORSNPC, 2010).

L'incinération peut apparaître comme une solution intéressante pour la gestion des déchets car elle permet une réduction de 75 à 90 % de leur volume. Elle est de plus en plus utilisée dans les pays les plus développés, notamment pour les déchets ménagers, depuis que son champ d'action a été élargi à la production d'énergie et de chaleur, et que le contrôle des effluents a été amélioré. Elle apparaît également comme une alternative à l'enfouissement, dévoreur d'espace et mal perçu. Elle produit pourtant des résidus nocifs, beaucoup plus toxiques que les déchets entrants car les polluants s'y trouvent concentrés (ORSNPC, 2010).

A cet effet nous avons procédé à présenter comme suit :

Premier chapitre qui englobe tous les notions général sur les déchets, puis les processus d'incinération des déchets et enfin les effets de l'incinération sur la santé humaine.

Chapitre I

Notions sur les déchets

I. Notion sur les déchets

I.1. Définition des déchets

La notion de déchets peut être définie de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état du déchet.

Les déchets sont des matières normalement solides ou semi-solides résultant des activités humaines et animales qui sont indésirables ou dangereuses.

La Loi N°01-19 du 12/12/2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets arrête (officiellement) les définitions des différents types de déchets comme suit : « Déchets : tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer » (LOUDJANI.,2008).

I.2. Les sources des déchets

Globalement, il existe trois sources principales : les ménages, les communes, les services et l'industrie.

a) Les ménages : Les ménages produisent comme déchets :

- Les ordures ménagères tels que les restes alimentaires, déchets de cuisines emballages....etc.
- Les déchets encombrants tels que l'électroménager, quelques meubles cassés.....etc.
- Les déchets spéciaux tels que les aérosols colles, détergents, détachants insecticides, peintures, piles, tubes néon, produits de nettoyage.

b) Les communes : Les communes rejettent :

- Les déchets verts des parcs
- Les boues de traitement des eaux usées.

c) Le commerce, les services et les industries : Ces fonctions la génèrent :

- Les déchets hospitaliers : déchets anatomiques, infectieux,....etc.
- Les déchets de la production industrielle.
- Les déchets de chantiers : construction et démolition (TCHIER et *al.*, 2011).
- Les déchets agricoles : des résidus de l'industrie agroalimentaire, des déchets de cultures, des déjections animales de l'élevage (BENNADIR et FENTIZ., 2013).

I.3. Classification des déchets :

I.3.1. Selon leur nature :

La classification des déchets est souvent basée sur leur nature, leurs comportements et leurs effets vis-à-vis de l'environnement (TCHIER et *al.*, 2011); on peut distinguer les catégories suivantes :

I.3.1.1. Les déchets inertes :

Généralement constitués d'éléments minéraux stables ou inertes au sens de leur incompatibilité avec l'environnement et qui proviennent de certaines activités d'extraction minières ou de déblais de démolition (terre, gravats, sables, stériles, ...etc.) (LOUDJANI., 2008).

I.3.1.2. Les déchets fermentescibles ou biodégradables :

Débris de matière organique animale et végétale provenant des agglomérations, marchés, abattoirs, hôpitaux, ...etc., leur potentiel fermentescible ; étant en milieu aérobie qu'anaérobie, leur confère des nuisances diverses pour l'environnement et la publique (TCHIER et *al.*, 2011).

I.3.1.3. Les déchets toxiques :

Poisons chimiques ou radioactifs qui sont générés soit par des industries, soit par des laboratoires ou tout simplement par des particuliers qui se débarrassent avec leurs ordures de certains résidus qui devraient être récupérés séparément (ex : flacons de médicaments, seringues, piles et autres gadgets électroniques ...etc.) (LOUDJANI., 2008) et autre source qui générerait des déchets à effet toxique direct et /ou immédiat pour l'environnement et la santé publique (TCHIER et *al.*, 2011).

I.3.2. Selon l'origine :

La classification des déchets dans ce cas est basée sur la source de production distinguer les catégories suivantes :

I.3.2.1. Les déchets urbains :

Tous déchets issus des ménages, déchets de commerce et de l'industrie assimilables aux déchets ménagers, déchets encombrants, déchets verts (greffage des arbres, espaces verts), déchet de nettoyage des voies publiques, déchets hospitaliers, la collecte de ces déchets doit être assurée par les collectivités (ABDERREZAK., 2000).

I.3.2.2. Les déchets hospitaliers :

Ce sont des déchets spécifiques des activités de diagnostic médical, de suivi et de traitement préventif et curatif (TCHIER *et al.*, 2011).

I.3.2.3. Les déchets industriels :

Sont classés en trois grandes catégories en fonction de leur caractère plus ou moins dangereux pour l'environnement et pour la santé :

- Les déchets industriels banals : son assimilables aux ordures ménagères (BENNADIR et FENTIZ., 2013).
- Les déchets industriels inertes : Composés déblais, gravats, matériaux de démolition produit par les entreprises de travaux publics.
- Les déchets industriels spéciaux : Ce type de déchets comprenant des substances toxiques (NAGHEL., 2003).

I.4. Les déchets concernent par l'incinération

I.4.1. Les déchets ménagers et assimilés

I.4.1.1. Définition

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 (BENNADIR et FENTIZ., 2013). Les déchets assimilés ou assimilables à des déchets ménagers, correspondent à la catégorie des « déchets industriels banals » qui peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers (CNRACL., 2013). L'Algérie génère chaque année 10 à 12 millions de tonnes de déchets ménagers (LOUDJANI., 2008).

I.4.1.2. Les différents types des déchets ménagers

a) Les ordures ménagères

Déchets issus de l'activité domestique quotidienne des ménages et déchets des activités économiques collectés dans les mêmes conditions que ceux-ci. Ces déchets sont ceux collectés par la collecte traditionnelle des ordures ménagères résiduelles et par les collectes sélectives (hors déchèteries, collectes d'encombrants et collectes de déchets verts) (ADEME, 2010). Les ordures ménagères sont composées principalement de déchet putrescibles, de papier et cartons, de plastique et de verre (CANSELL et MOLETTA., 2003) (Voir figure1).

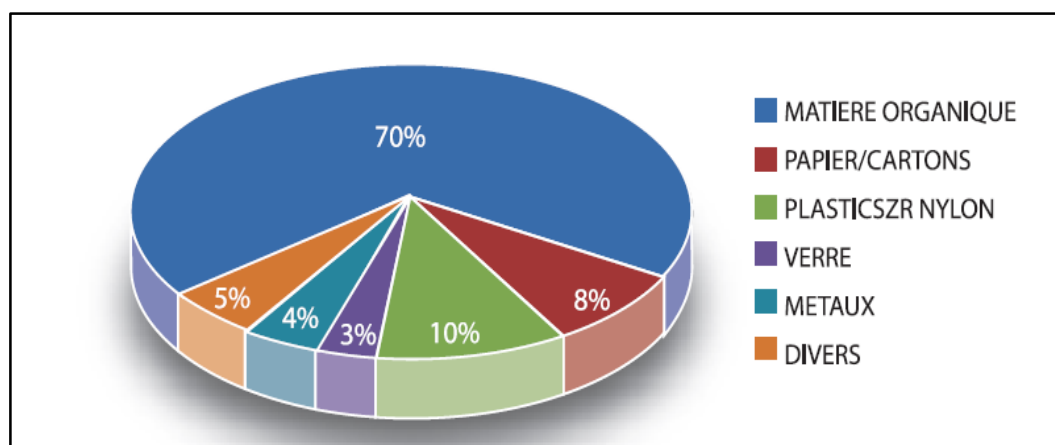


Figure 1: Composition moyenne des déchets des ménages algériens (LOUDJANI., 2008).

b) Les déchets ménagers spéciaux

Déchets des ménages qui ne peuvent être pris en compte par la collecte usuelle des ordures ménagères ou des encombrants, sans créer de risques pour les personnes ou pour l'environnement. Ces déchets peuvent être explosifs, corrosifs, nocifs, toxiques, irritants, comburants, facilement inflammables ou d'une façon générale dommageables pour l'environnement, (exemple : les insecticides, produits de jardinage, piles, huiles de moteur usagées, acides,...) (ISERE., 2008).

c) Les 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 (BENNADIR et FENTIZ., 2013) (voir figure 2).



Figure 2: Déchets encombrants (1).

d) Les déchets verts

Les déchets verts sont des déchets organiques formés de résidus issus de l'entretien des espaces verts, des serres, des terrains de sports, etc. En agriculture, les déchets verts sont en général utilisés compostés, ils peuvent toute fois être utilisés broyés (sans compostage). En agriculture biologique, les déchets verts doivent obligatoirement être utilisés compostés (JOUBERT., 2012) (voir figure 3).

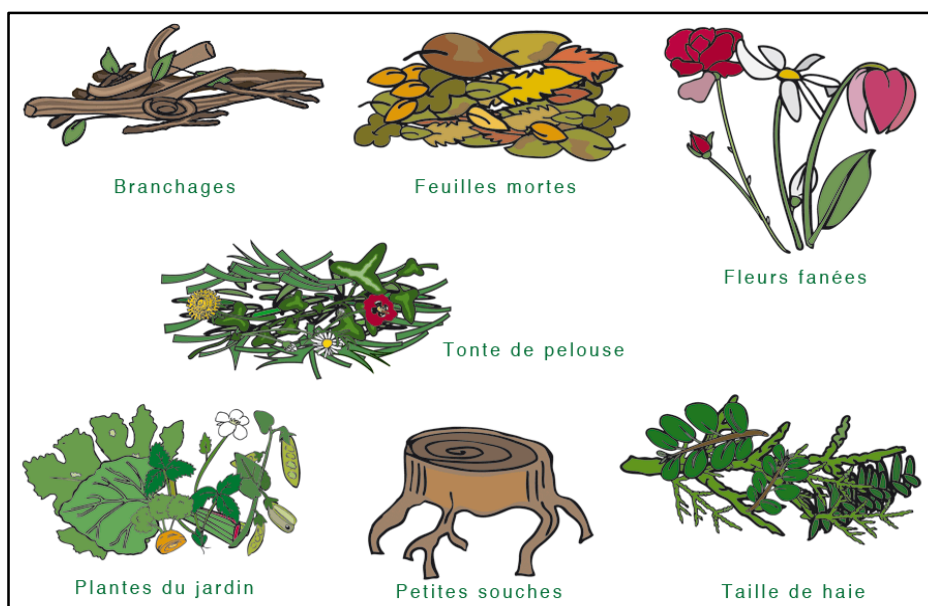
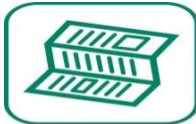







Figure 3 : Déchets verts (2).

I.4.1.3. Composition des déchets ménagère

Les déchets ménagers sont un mélange hétérogène de matériaux ayant des propriétés physiques et chimiques très différentes. Cette composition est largement déterminée par la nature des déchets et leur emballage ainsi que les pratiques de consommation, qui varient en fonction du niveau de vie et des habitudes, culturelles (ELYAZGHI., 2001) (Voir tableau 1).

Tableau 1: Composition des déchets ménagers (ADEME., 2010).

Déchets putrescibles	Déchets alimentaires (restes de cuisine)
	Produits alimentaires non consommés (sous emballage)
	Déchets de jardin
	Autres putrescibles
Papiers  PAPIERS (3)	Emballages papiers
	Journaux, magazines et revues
	Imprimés publicitaires
	Papiers bureautiques
	Autres papiers
Cartons  CARTONS (3)	Emballages cartons plats
	Emballages cartons ondulés
	Autres cartons
Plastiques  PLASTIQUES (3)	Films polyoléfines (PE et PP)
	Bouteilles et flacons en PET
	Bouteilles et flacons polyoléfines
	Autres emballages plastiques
	Autres plastiques
Verre  VERRES (3)	Emballages en verre incolore
	Emballages en verre de couleur
	Autres verres
Métaux  MÉTAUX (3)	Emballages métaux ferreux
	Emballages aluminium
	Autres métaux ferreux
	Autres métaux
Textiles  TEXTILES (3)	Textiles

I.4.2. Les déchets industriels

I.4.2.1. Définition :

Les déchets industriels sont des déchets inertes, banals ou spéciaux, résultant d'une activité de production artisanale, commerciale, industrielle ou tertiaire, dont l'élimination doit être assumée financièrement par leurs producteurs (CANSELL et MOLETTA., 2003).

I.4.2.2. Les types des déchets industriels :

Les déchets industriels sont traditionnellement classés, selon leur caractère plus ou moins polluant, en trois grandes catégories, à savoir les déchets industriels inertes, les déchets industriels banals et les déchets industriels spéciaux (TCHIER et *al.*, 2011).

a) Les déchets industriels banals (DIB) :

Le DIB regroupent l'ensemble des déchets non dangereux produits par les industries et les entreprises du commerce, de l'artisanat, des services et de l'administration, de la métallurgie, de la plasturgie, de la peinture, de la chimie et de la pétrochimie, ce sont des déchets d'emballage, des refus de fabrication non polluant (chutes, rebus), des déchets d'entretien et des matériels en fin de vie. Constitues de matériaux tels que le bois, les papiers cartons, les plastiques, les métaux, les pneus, le verre, le textile, le cuir ou encore les matériaux organiques, us peuvent être éliminés avec les ordures ménagères (OM) ou dans les installations spécifiques (SAADANI., 2008). En 2011, l'Algérie a produit 2547 000 tonnes/année y compris les déchets banals (KEHILA., 2014).

b) Les déchets industriels inertes (DII)

Ces déchets ne subissent aucune modification physique, chimique, ou biologique importante, les déchets inertes ne décomposent pas, ne brillent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles il entre en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. Ces déchets sont admissibles dans les installations de stockage et proviennent essentiellement des chantiers de bâtiment et de travaux publics ou d'industries de fabrication de matériaux de construction. Ce sont notamment les déchets suivants :

Les bétons, les tuiles et les céramiques, les briques, les déchets de verre, les terres, les enrobés bitumeux (SAADANI., 2008)



c) Les déchets industriels spéciaux (DIS)



Les déchets industriels spéciaux (DIS) sont les déchets qui, par leurs caractéristiques physicochimiques, font courir un risque (risque physique, risque lié à des réactions dangereuses, risque biologique, risque pour l'environnement) et nécessitent un traitement spécifique dans des installations adaptées. Ils ne doivent pas être traités dans une filière commune à celle des ordures ménagères. Ils font l'objet d'un contrôle administratif renforcé en matière de stockage, transport, pré-traitement et élimination. Ils se composent de déchets :



- contenant des substances telles que l'amiante, l'arsenic, le plomb, etc.
- constitués de boues de peinture, d'hydrocarbures, de produits de vidange.
- provenant de l'industrie pétrolière, chimique, pharmaceutique et phytopharmaceutique.
- provenant des ateliers de traitement de surfaces (CANSELL et MOLETTA., 2003).

En 2011, l'Algérie a produit 330 000 tonnes/an des déchets spéciaux (dangereux) (KEHILA., 2014) Les critères de dangerosité des déchets spéciaux dangereux sont rassemblés dans le tableau 2 suivant.

Tableau 2 : Propriétés de dangerosité des déchets et leur définition (MATE., 2006).

Propriétés	Définitions
Explosible  E - Explosif (4)	est explosible une substance ou un déchet solide, liquide, pâteux ou gélatineux qui, même sans la présence de l'oxygène atmosphérique, peut présenter une réaction exothermique avec développement rapide de gaz et, qui dans des conditions d'essai déterminés, détone, déflagre rapidement ou, sous l'effet de la chaleur, explose en cas de confinement partiel.
Comburante  O - Comburant (4)	est comburante une substance ou un déchet qui, au contact d'autres substances, notamment des substances inflammables, présente une réaction fortement exothermique.
Extrêmement inflammable	est extrêmement inflammable une substance ou un déchet dont le point d'éclair est extrêmement bas et le point d'ébullition bas, ainsi qu'une substance ou une préparation gazeuse qui, à température et pression

 <p>F+ - Extrêmement inflammable (4)</p>	<p>ambiantes, est inflammable à l'air.</p>
<p>Facilement inflammable</p>  <p>F - Facilement inflammable (4)</p>	<p>est facilement inflammable une substance ou un déchet pouvant s'échauffer au point de s'enflammer à l'air à température ambiante sans apport d'énergie ou à l'état solide qui peut s'enflammer facilement par une brève action, d'une source d'inflammation et qui continue à brûler ou à se consumer après l'élimination de cette source; ou à l'état liquide, dont le point d'éclair est très bas, ou qui, au contact de l'eau ou de l'air humide, produit des gaz extrêmement inflammables en quantités dangereuses.</p>
<p>Inflammable</p>	<p>est inflammable une substance ou un déchet liquide dont le point d'éclair est bas.</p>
<p>Irritante</p>  <p>Xi - Irritant (4)</p>	<p>est irritante une substance ou un déchet non corrosive qui, par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau ou les muqueuses, peut provoquer une réaction inflammatoire.</p>
<p>Nocive</p>  <p>Xn - Nocif (4)</p>	<p>est nocive une substance ou un déchet qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut entraîner la mort ou des risques aigus ou chroniques.</p>
<p>Toxique</p>  <p>T - Toxique (4)</p>	<p>est toxique une substance ou un déchet qui par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, en petites quantités, peut entraîner la mort ou des risques aigus ou chroniques.</p>
<p>Cancérogène</p>	<p>est cancérogène une substance ou un déchet qui, par inhalation,</p>

	ingestion ou pénétration cutanée, peut produire le cancer ou en augmenter la fréquence.
Corrosive  C - Corrosif (4)	est corrosive une substance ou un déchet qui, en contact avec les tissus vivants, peut exercer une action destructrice avec ces derniers.
Infectieuse	est infectieuse une matière ou un déchet contenant des micro-organismes viables ou leur toxines, susceptibles de causer la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants.
Toxique vis à vis de la reproduction	est toxique vis-à-vis de la reproduction une substance ou un déchet qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut produire ou augmenter la fréquence d'effets indésirables non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives.
Mutagène	est mutagène une substance ou un déchet qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peut produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence.
Dangereuse pour l'environnement  N - Dangereux pour l'environnement (4)	est dangereuse pour l'environnement une substance ou un déchet qui, présente ou peut présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement, susceptible de modifier la composition de la nature, de l'eau, du sol, ou de l'air, du climat, de la faune, de la flore ou des micro-organismes.

I.4.3. Déchets d'activités de soins

I.4.3.1. Définition :

Ces déchets sont produits principalement par les établissements de santé, les cabinets dentaires et médicaux, les laboratoires, les établissements de recherche, les morgues, les centres d'autopsie, les services de banque et de collecte de sang, les établissements de soins pour personnes âgées, les infirmiers ou les vétérinaires (ORSNPC., 2010). Chaque année, 22000 tonnes de déchets d'activités de soins sont produits en Algérie (LOUDJANI., 2008). Les déchets d'activités de soins (DAS) sont représentés par l'ensemble des déchets issus d'un établissement de santé, et sont constitués à la fois de déchets potentiellement infectieux et de déchets non infectieux.

a) Les déchets infectieux : sont notamment constitués par les objets perforants infectieux et les déchets non infectieux perforants. Les objets perforants infectieux sont les seringues, les aiguilles, les lames de bistouri, les dispositifs à perfusion, le verre cassé et tout objet susceptible de provoquer une perforation cutanée.

Les matériels infectieux non perforants sont notamment des objets qui ont été en contact avec le sang humain ou ses composants, les bandages, les écouvillons ou compresses imprégnées de sang, les déchets venant de patients en isolement infectieux (y compris les résidus alimentaires), les flacons de vaccin utilisés ou périmés, le linge de lit et les matériels contaminés par des agents pathogènes humains. Les excréta humains provenant des patients sont également inclus dans cette catégorie.

b) Les déchets non infectieux : peuvent être notamment des matériels qui ne sont pas entrés en contact avec les patients, des emballages papier ou plastique, des déchets métalliques ou du verre par exemple, semblables aux déchets ménagers (OMS., 2005).

I.4.3.2. Typologie et nature des déchets d'activités de soins

On distingue deux types de déchets d'activités de soins :

a) Les déchets non dangereux : assimilables à des ordures ménagères (DAOM), qui ne présentent pas de risques, ni infectieux, ni chimiques-toxiques, ni radioactifs. Les déchets d'activités de soins assimilables aux ordures ménagères sont constitués notamment d'emballages, cartons, papier essuie-mains, draps d'examen ou champs non souillés.

b) Les déchets dangereux : qui peuvent présenter des risques, infectieux, chimiques-toxiques, ou radioactifs. Parmi les déchets d'activités de soins (lesquels sont définis comme des déchets issus des activités diagnostiques, de suivi et de traitement préventif, curatif ou

palliatif, dans le domaine de la médecine humaine ou vétérinaire), sont considérés comme à risques les catégories suivantes (PILLET., 2012) :

- **des déchets d'activités de soins à risque infectieux (DASRI) :** qui présentent un risque du fait qu'ils contiennent ou peuvent contenir des microorganismes viables ou leurs toxines dont on sait ou dont on a de bonnes raisons de croire qu'en raison de leur nature, de leur quantité ou de leur métabolisme, ils causent la maladie chez l'homme ou chez d'autres organismes vivants. Soit même en l'absence de risque infectieux, les déchets suivants sont considérés comme DASRI : les matériels et matériaux piquants ou coupants destinés à l'abandon, qu'ils aient été ou non en contact avec un produit biologique ; les produits sanguins à usage thérapeutique incomplètement utilisés ou arrivés à péremption ; les déchets anatomiques humains, correspondant à des fragments humains non identifiables.

- **des déchets de soins à risques chimiques et/ou toxiques (DRCT) :** qui sont des déchets de nature à porter atteinte grave aux personnes qui les manipulent et à l'environnement, comme par exemple le mercure contenu dans les amalgames dentaires, les thermomètres ou les tensiomètres, les produits anticancéreux, etc.

- **des déchets de soins à risques radioactifs :** qui sont des déchets de soins contenant des radionucléides ou contaminés par des radionucléides, comme par exemple les traceurs radioactifs.

- **des pièces anatomiques d'origine humaine (PAOH) ou animale :** qui sont des organes ou membres ou fragments d'organes ou de membres, aisément identifiables par un non spécialiste, comme par exemple les cadavres d'animaux, les dents, etc (PILLET., 2012).

I.4.3.3. Composition des déchets d'activités de soins

Les déchets d'activités de soins comprennent deux grandes composantes : a) les déchets généraux ou ordures ménagères solides comme les emballages, les restes alimentaires, les journaux, les bouteilles ; b) les déchets d'activités de soins dangereux qui se subdivisent en sept types comme suit :

- **Les déchets piquants et tranchants :** représentent le type le plus clairement identifiable de déchets d'activités de soins dangereux tels que les aiguilles et seringues assemblées, les lancettes, les lames (Voir figure 4).



Figure 4 : Les aiguilles et seringues (4).

- **Les déchets potentiellement infectieux :** représentent la plus grande fraction parmi les déchets d'activités de soins à risque, par exemple : les tampons, les pansements, les gants, les tubulures de perfusion intraveineuse, les cathéters (Voir figure 5).



Figure 5: Risque infectieux (5).

- **Les déchets pathologiques :** y compris les pièces anatomiques, devraient être traités comme potentiellement infectieux. Dans beaucoup de pays, les déchets humains identifiables ne sont pas considérés comme déchets et sont enterrés dans des sites spécifiques sur place.

- **Les déchets chimiques :** y compris les métaux lourds, ne représentent généralement qu'une faible proportion des déchets d'activités de soins à moins qu'une chimiothérapie soit pratiquée ou que des solutions chimiques soient utilisées par exemple pour récupérer l'argent des développeurs de films radiographiques, le mercure des thermomètres, les désinfectants chimiques, les pesticides ; souvent les déchets chimiques ne sont pas identifiés dans les plus petits établissements de santé.

- **Les déchets pharmaceutiques :** sont constitués de médicaments inutilisés bien que le problème se pose rarement là où l'approvisionnement en médicaments est difficile. Parfois, une subvention mal orientée peut être à l'origine d'une accumulation de médicaments inappropriés au problème local. Les déchets cytotoxiques sont générés dans les hôpitaux spécialisés et universitaires où sont pratiqués les traitements anticancéreux (Voir figure 6).



Figure 6 : Déchets pharmaceutiques (6).

- **Les déchets radioactifs :** sont uniquement produits par les départements de médecine nucléaire, de traitement des cancers et de diagnostic ainsi que par les structures de recherche dans les grands hôpitaux. Habituellement, un contrôle efficace est mis en place au niveau national. Les radionucléides de courte demi-vie sont normalement stockés pour une désintégration naturelle avant d'être évacués hors des structures de traitement. Les radionucléides de longue demi-vie ne sont produits que dans très peu d'endroits. Les conteneurs sous pression et les bonbonnes à gaz, tels que les récipients à aérosol, constituent un risque potentiel d'explosion si la valve de la bonbonne est corrodée et la pression résiduelle inconnue (RUSHROOK et ZGHONDI., 2005) (Voir figure 7).



Figure 7: Risque radioactive (7).

Chapitre II

L'incinération des déchets

II. L'incinération des déchets

A la fin du XIX^{ème} siècle l'urbanisation croissante pose de réels problèmes sanitaires notamment au niveau des déchets. De plus la révolution industrielle modifie la composition des ordures. La part des déchets biologiques est réduite ce qui rend leur exploitation agricole comme engrais beaucoup moins attractive.

Logiquement c'est au cœur de la révolution industrielle qu'est construit le premier four d'incinération d'Alfred Fryer en 1870 à Paddington. Le four est mal ventilé et l'expérience est un échec. Il faut attendre 1877 pour voir un four opérationnel à Manchester. Cette solution va rapidement se propager avec la bénédiction des autorités. L'incinération est vue comme une solution hygiénique face aux maladies et aux rats qui prospèrent dans les déchets (CLARK., 2003).

II.1. Définition de l'incinération des déchets

L'incinération est un mode de traitement des déchets qui consiste à les brûler à haute température (entre 850 et 1000°C). Elle est également appelée traitement thermique. Elle se différencie selon qu'il y ait ou non, lors de la combustion, récupération d'énergie. Aujourd'hui les incinérateurs modernes valorisent l'énergie produite sous forme de chaleur et/ou d'électricité. Le traitement thermique des déchets permet de réduire de 70% leur masse et de 90% leur volume (CAMARD et FRACONI., 2005).

II.2. Les différents types de l'incinérateur des déchets

Il existe quatre types d'incinérateur des déchets selon le type des déchets incinérer :

II.2.1. Usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM)

Les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) sont des centres de traitement spécifiques de déchets ménagers et assimilés : déchets non dangereux des ménages ou provenant des entreprises industrielles, des artisans, commerçants, écoles, services publics, hôpitaux, services tertiaires et collectés dans les mêmes conditions (FABRE et *al.*, 2008).

II.2.2. Usine d'incinération des déchets dangereux

Il existe plusieurs types d'incinération :

- L'incinération dite classique : le principe est identique à l'incinération des ordures ménagères mais avec une température de combustion de 850°C ou plus élevée (1100°C si les déchets à traiter ont une teneur en chlore > 1 %).
- L'évapo-incinération : destinée au traitement des fluides usagés (huiles solubles, synthétiques ...). Le principe consiste à séparer par évaporation une fraction gazeuse (vapeur d'eau et composés organiques volatils) d'une fraction liquide concentrée. La fraction gazeuse est incinérée à haute température dans un four spécifique et la fraction liquide est incinérée avec les autres déchets dangereux dans le four classique (850 ou 1100°C).

II.2.3. Usine d'incinération de déchets d'activité de soins à risques infectieux (DASRI) :

Ces usines d'incinération traitent les déchets provenant des établissements hospitaliers, des cliniques, laboratoires et industries pharmaceutiques. Le principe est le même que pour le traitement des ordures ménagères, mise à part les précautions de manipulations de ces déchets :

- triés à la source,
- transportés dans des conditionnements spéciaux.

II.2.4. Incinération dans les cimenteries :

Les cimenteries ne sont pas des usines d'incinération des déchets à proprement parlé, cependant, elles sont à la recherche de matières ayant des pouvoirs calorifiques intéressants (PCI) pour alimenter leur four. Leurs brûleurs permettent d'incinérer de nombreux déchets à une température de près de 2000°C : farines animales, pneumatiques, huiles usagées ou déchets de marées noires (8).

II.3. Le principe de l'incinération des déchets

Le principe de base de la combustion est de "mélanger" des matières combustibles, les déchets, avec l'oxygène de l'air et d'accroître leur température pour atteindre leur point d'inflammation. La réaction qui se produit dans le four dégage beaucoup de chaleur (on dit qu'elle est très exothermique). La plus grande difficulté du procédé, liée à la composition hétérogène des déchets, est de trouver le bon mélange combustible-air. L'enjeu : obtenir la

meilleure combustion, celle qui aboutira au minimum d'imbrûlés et générera une pollution atmosphérique minimale (LE GOUX et LE GOUCE., 1995).

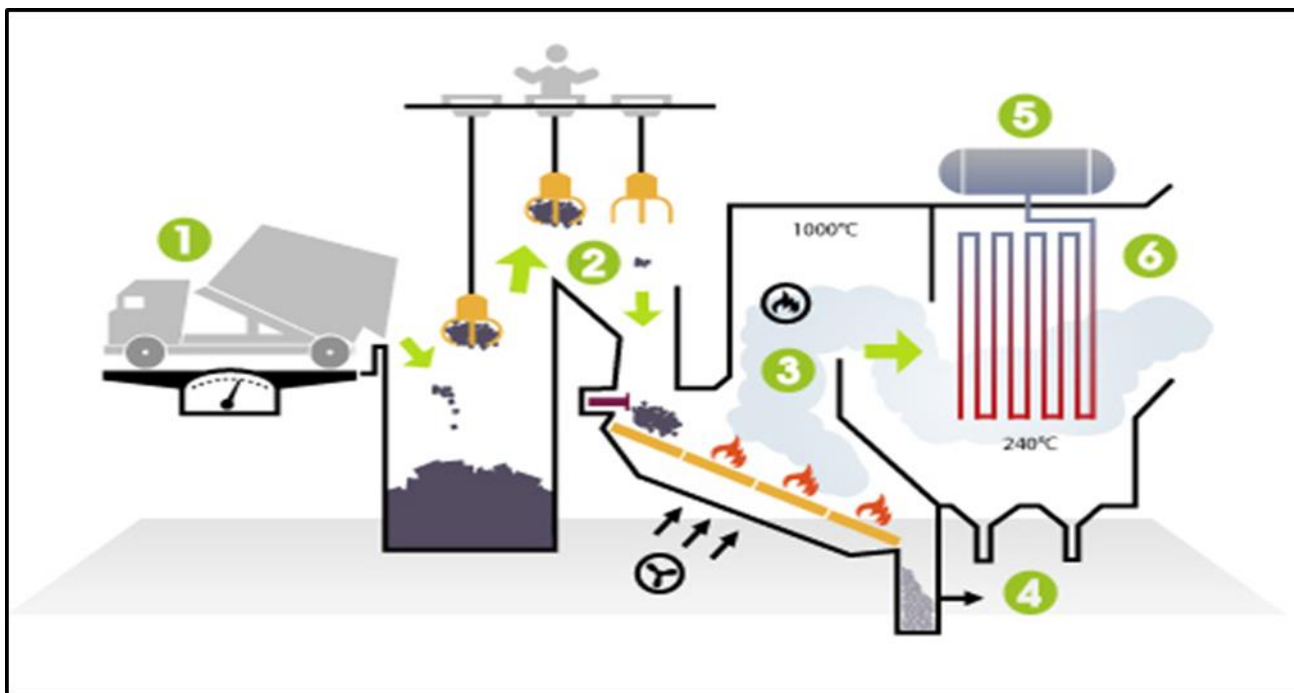


Figure 8 : Schéma du principe de l'incinération des déchets (9).

L'explication de la figure 8 :

- ❶ **La réception.** A son arrivée, chaque camion est pesé, puis déverse son contenu dans une immense fosse de 4000 m³.
- ❷ **L'enfournement.** En cabine, un opérateur pilote un grappin et prend régulièrement des déchets de la fosse pour les enfourner dans une trémie d'alimentation.
- ❸ **La combustion.** Les déchets sont poussés dans le four par un énorme piston. A l'intérieur, ils sont brassés par des grilles mobiles inclinées. Tout en brûlant, ils descendent vers l'extrémité du four et les extracteurs à mâchefers. Trois ventilateurs permettent le dosage et l'introduction de l'air (oxygène) de combustion dans le four où la température atteint plus de 1000°C.
- ❹ **Les mâchefers.** Les résidus solides issus de la combustion (minéraux, verre, ferrailles, aluminium) tombent dans une fosse remplie d'eau pour être refroidis. Ce sont les mâchefers.
- ❺ **Chaleur = Energie = Electricité.** La chaleur produite par la combustion des déchets est récupérée par une «chaudière». C'est le principe inverse d'un radiateur. Les fumées

chaudes vaporisent de l'eau introduite dans les faisceaux de la chaudière. Une grosse part de la vapeur produite est ensuite utilisée par un turboalternateur pour produire de l'électricité. De la vapeur est également utile au chauffage de locaux et d'équipements de procédés (réchauffeurs de l'air comburant, de fumées).

6 Les fumées. Les fumées refroidies à 240°C dans la chaudière.

II.3.1. Les types de four de l'incinération des déchets

Plusieurs formes de technologies peuvent être mises en œuvre. Elles diffèrent selon le type de four ou de chaudière utilisé. Le choix d'un four repose sur le rendement thermique recherché mais aussi sur la qualité des rejets atmosphériques. En effet, les rejets sont d'autant plus faibles que la combustion est bonne. Moins d'équipements périphériques sont alors requis pour le traitement des effluents. Le choix repose également sur d'autres éléments comme la capacité annuelle de l'installation, la quantité et la qualité des cendres et des mâchefers produits. On distingue ainsi :

- **Les fours à grille :** les déchets avancent dans le foyer du four sur une grille mobile au travers de laquelle circule l'air nécessaire à la combustion. C'est le four le plus répandu ;
- **Les fours tournants :** les déchets entrent dans un four cylindrique incliné dans lequel circule de l'air. Le four tourne et permet ainsi la progression des déchets dans le foyer, dans le même sens ou à contre-courant de l'air de combustion.
- **Les fours à lits fluidisés :** les déchets sont broyés puis mélangés à un lit de sable. L'air de combustion est insufflé vers le haut à travers le lit mis en mouvement et porté à température élevée. Ce procédé peut être rotatif ou circulant (LE GOUX et LE GOUCE., 1995).

II.4. Les rejets de l'incinération des déchets

L'incinération consiste à brûler les déchets à haute température (entre 850 et 1000°C). Ces derniers, du fait de leurs multiples origines, contiennent sous forme particulaire et gazeuse des polluants de natures très diverses (métaux, éléments traces organiques...). Si l'incinération réduit le volume des déchets elle ne détruit pas totalement leurs polluants. Au contraire, elle les concentre dans les gaz de combustion (fumées) et, dans une moindre mesure, dans les résidus incombustibles de fond de four appelés mâchefers. Le traitement des fumées avant leur sortie dans l'atmosphère permet de récupérer en grande partie les

poussières, les métaux lourds, les composés organiques et les gaz acides qu'elles contiennent. Ces éléments vont former ce qu'il est convenu d'appeler les résidus de fumées d'incinération des ordures ménagères (REFIOM), hautement toxiques (CAMARD et *al.*, 2006). Il peut diviser les rejets de l'incinération des déchets en trois selon la nature de ce dernier :

II.4.1. Rejets atmosphériques

Les rejets atmosphériques d'une usine d'incinération des déchets contiennent de nombreux composés chimiques présents en quantité et en qualité variables dans les fumées. Le type et la concentration des substances émises dépendent essentiellement du procédé d'incinération, du type de déchets brûlés, des conditions de combustion et du dispositif de traitement des fumées. Certaines substances sont inhérentes à la nature des déchets incinérés, d'autres sont formées au cours de la combustion incomplète des déchets, ou encore lors du refroidissement des gaz. Les principales substances concernées sont le CO, les NO_x, le SO₂, l'HCl, les dioxines, furanes et PCB, les poussières et certains métaux lourds. Une fois émis dans l'atmosphère, ces polluants sont susceptibles d'être inhalés ou de se déposer sur les sols, pouvant ainsi être à l'origine de problèmes sanitaires via la contamination de la chaîne alimentaire (ROSINE et *al.*, 2008) (Voir figure 9).



Figure 9: Les rejets atmosphériques d'une usine d'incinération des déchets (10).

II.4.2. Rejets liquides

Une usine d'incinération est susceptible de produire des effluents liquides de différentes natures :

- les eaux vannes qui proviennent des lavabos, douches, sanitaires, etc. sont habituellement collectées par le réseau d'assainissement et envoyées à la station d'épuration du quartier.
- les eaux pluviales, recueillies sur les voiries, sont envoyées vers le réseau d'eau pluviale.
- les eaux industrielles qui comprennent les eaux de lavage des sols, de rinçage des conteneurs,

de purges du réseau thermique et des chaudières, des égouttures des déchets, du dispositif d'extinction des mâchefers, du rejet de la déminéralisation de l'eau de chaudière,...etc. sont traitées avant envoi en station d'épuration ou recyclées au cours du processus pour le traitement des fumées ou l'extinction des mâchefers.-les eaux de processus recueillies après lavage des fumées doivent être traitées pour en extraire les polluants avant rejet (ROSINE et *al.*, 2008).

II.4.3. Résidus solides

Les mâchefers (partie non combustible des déchets) sont les résidus solides résultant de la combustion des déchets. Ces résidus contiennent d'une part, certains éléments métalliques qui peuvent être retirés dans un but de recyclage et d'autre part, un certain taux de minéraux (silice) leur permettant une utilisation comme matériau de substitution en techniques routières. En outre, la présence de polluants (métaux lourds) peut être relevée (HAFIANE et KHELFAOUI., 2011) (Voir figure 10).



Figure 10: Les mâchefers (11).

II.5. Les principaux polluants rejetés dans les fumées des incinérateurs des déchets

Les émissions de HCl, HF, SO₂, NO_x, et métaux lourds dépendent surtout de la structure des déchets et la qualité du nettoyage des gaz brûlés. Les émissions de CO et de COV sont déterminées principalement par les paramètres techniques du four et le degré d'hétérogénéité des déchets quand ils atteignent l'étape de combustion (CHARKAOUI., 1998).

II.5.1. Les dioxines et les furanes

Les dioxines et les furanes dans les gaz brûlés bruts des usines d'incinération des déchets sont le résultat d'une combinaison de réaction du carbone, de l'oxygène et du chlorure. Des substances précurseur appropriées (par ex. issues des chlorophénols) peuvent

réagir pour former des dioxines et des furannes. Dans la formation des substances, certains catalyseurs sous la forme de composés transitionnels de métaux (par ex. le cuivre) jouent aussi un rôle important (HAFIANE et KHELFAOUI., 2011).

II.5.2. Les Métaux

Les principaux métaux rejetés par l'usine de l'incinération des déchets sont nombreux : arsenic, cadmium, chrome, manganèse, mercure, nickel, cuivre, manganèse et plomb (SCHUHMACHER et *al.*, 2002).

II.5.3. Fluorure d'hydrogène (HF)

Le mécanisme de formation de l'HF dans les usines d'incinération correspond à celui du HCl. Les principales sources d'émissions d'HF dans les usines d'incinération de déchets urbains sont probablement du plastique fluoré ou des textiles fluorés et, dans des cas précis, la décomposition du CaF₂ au cours de l'incinération des boues.

II.5.4. Chlorure d'hydrogène (HCl)

Beaucoup de déchets contiennent des composés chlorés organiques ou des chlorures. Dans les déchets urbains, typiquement environ 50% des chlorures proviennent du PVC. Lors du processus d'incinération, le composant organique de ces composés est détruit et le chlorure est converti en HCl. Une partie du HCl peut réagir davantage avec les chlorures du métal sur les composés non organiques qui sont aussi contenus dans les déchets.

II.5.5. Oxydes de soufre (SO_x)

Si les déchets contiennent des composés de soufre, du SO₂ sera principalement créé lors de l'incinération des déchets. Dans des conditions de réaction appropriées, du SO₃ peut aussi être créé. Des sources courantes de soufre dans les flux de certains déchets sont: le papier usagé; les plaques de plâtre (sulfate de calcium) (PERRIN., 2005).

II.5.6. Monoxyde de carbone (CO)

Le CO est un gaz toxique sans odeur. Le monoxyde de carbone (CO) dans les gaz brûlés des usines d'incinération est le produit de la combustion incomplète de composés à base de carbone. Le CO est produit lorsqu'il y a assez d'oxygène localement et/ou une température de combustion insuffisamment élevée pour effectuer une oxydation complète pour devenir du dioxyde de carbone. Ceci peut se produire, en particulier, si des substances s'évaporent

spontanément ou brûlant rapidement sont présentes, ou lorsque le mélange du gaz de combustion à l'oxygène fourni est pauvre. Les mesures en continu du niveau de CO peuvent être utilisées pour vérifier l'efficacité du processus d'incinération. Le CO est une mesure de la qualité de la combustion. Si les émissions de CO sont très faibles alors la qualité de brûlage du gaz est très grande (CHARKAOUI., 1998).

II.5.7. Oxydes d'azote (NO_x)

Différents oxydes d'azote sont émis par les usines d'incinération. Ils peuvent avoir des effets toxiques, acides et de réchauffement de la planète selon l'oxyde concerné. Dans bien des cas, ils sont mesurés en utilisant des contrôles d'émissions en continu. Le NO et NO₂ émis par les usines d'incinération des déchets qui viennent de la conversion de l'azote contenu dans les déchets (appelés NO_x carburant) et de la conversion d'azote atmosphérique de l'air de combustion dans les oxydes d'azote (NO_x). Dans les usines d'incinération de déchets urbains, la proportion de NO_x est généralement très faible et elle est due aux faibles températures plus dans la chambre de postcombustion. La production de NO_x devient généralement plus importante à des températures supérieures à 1000°C. Dans les incinérateurs de déchets solides urbains, la quantité de NO_x peut aussi dépendre de manière critique de la quantité, et du type d'injection d'air secondaire dans la chambre de postcombustion - avec un NO_x plus élevé observé avec des températures de buse plus élevées (c.-à-d. supérieures à 1400°C) (HAFIANE et KHELFAOUI., 2011).

Les mécanismes de la formation de NO_x par l'azote contenu dans les déchets sont très compliqués. Parmi d'autres raisons, ceci est la raison pour laquelle l'azote peut être contenu dans les déchets sous des formes différentes, qui, selon l'environnement chimique, peut réagir soit en NO_x soit en azote élémentaire. Un taux de conversion d'environ 10 – 20% d'azote combustible est généralement présumé selon le type de déchets. Les concentrations élevées de chlore et de soufre, la teneur en O₂ et la température ont une grande influence. La proportion des NO/NO₂ dans les émissions totales en sortie de cheminée de NO_x est généralement d'environ 95% de NO et 5% de NO₂ (PERRIN., 2005). L'oxyde d'azote n'est généralement pas mesuré comme une partie de l'estimation de NO_x. L'oxyde nitreux (N₂O) peut être émis si une température insuffisante du processus de combustion est appliquée (par ex. inférieure à 850°C) et s'il y a une concentration insuffisante d'oxygène. Les émissions de N₂O par les processus d'incinération sont, par conséquent, souvent liées aux émissions de CO (OUZIR., 2008).

II.5.8. Poussière

Les émissions de poussière issues des usines d'incinération de déchets comprennent essentiellement des cendres fines provenant du processus d'incinération qui sont entraînées dans les gaz brûlés. Selon l'équilibre de réaction, l'autre élément et composés sont concentrés dans la poussière en suspension dans l'air. La séparation de la poussière des gaz brûlés utilisant des dispositifs de contrôles de la pollution de l'air retire la majorité de la poussière et substances non organiques et organiques (par ex. les chlorures du métal, PCDD/F, etc.). L'équipement de contrôle de la pollution de l'air réduit fortement les émissions de matière particulaire totale par les usines d'incinération des déchets. En commun avec tous les processus de combustion, le type d'équipement de contrôle de la pollution de l'air utilisé a un effet sur la distribution de la taille des particules de la poussière émise. L'équipement de filtration est généralement plus efficace pour les particules les plus grandes, et par conséquent, modifie la proportion des particules plus fines dans les émissions dans l'air qui en résultent, tout en réduisant l'émission particulaire totale (JHON., 2005).

II.5.9. Dioxyde de carbone (CO₂)

Si une tonne de déchets urbains est brûlé, environ 0,7 à 1,7 tonnes de CO₂ est générée. Ce CO₂ est rejeté directement dans l'atmosphère et, par conséquent, la part de CO₂ liée au climat, (d'origine fossile) contribue à l'effet de serre. Comme les déchets urbains sont un mélange hétérogène de biomasse et de matériaux fossiles, la portion de CO₂ des incinérateurs de déchets solides urbains d'origine fossile (par ex. le plastic) qui est considéré comme lié au changement climatique est généralement de l'ordre de 33 à 50% (PERRIN., 2005).

II.5.10. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont bien connus comme produits de combustion incomplète (WANG et *al.*, 2003)

II.6. L'incinération des déchets avec le traitement des rejets

L'incinération des déchets est un traitement thermique consistant à brûler les déchets et à les réduire en cendres au maximum par une combustion la plus complète possible. La récupération de l'énergie issue de la combustion permet sa valorisation sous forme de chaleur ou d'électricité (DRDIF., 2012).

La combustion des déchets génère des fumées qui contiennent des poussières appelées cendres volantes, des gaz acides, des métaux lourds, des dioxines et des oxydes d'azote. Ces polluants sont captés ou détruits dans des équipements industriels à la pointe de la technologie. Aucune fumée ne sort donc du four sans passer par un circuit complet de traitement. Il ne sort par la cheminée que quelques traces de polluants parfaitement contrôlés par des systèmes d'analyses extrêmement sophistiqués (9).

II.6.1. Le fonctionnement d'un incinérateur des déchets

L'incinération des déchets peut avoir lieu selon les étapes suivantes (des procédés divergents existent selon la technologie choisie) :

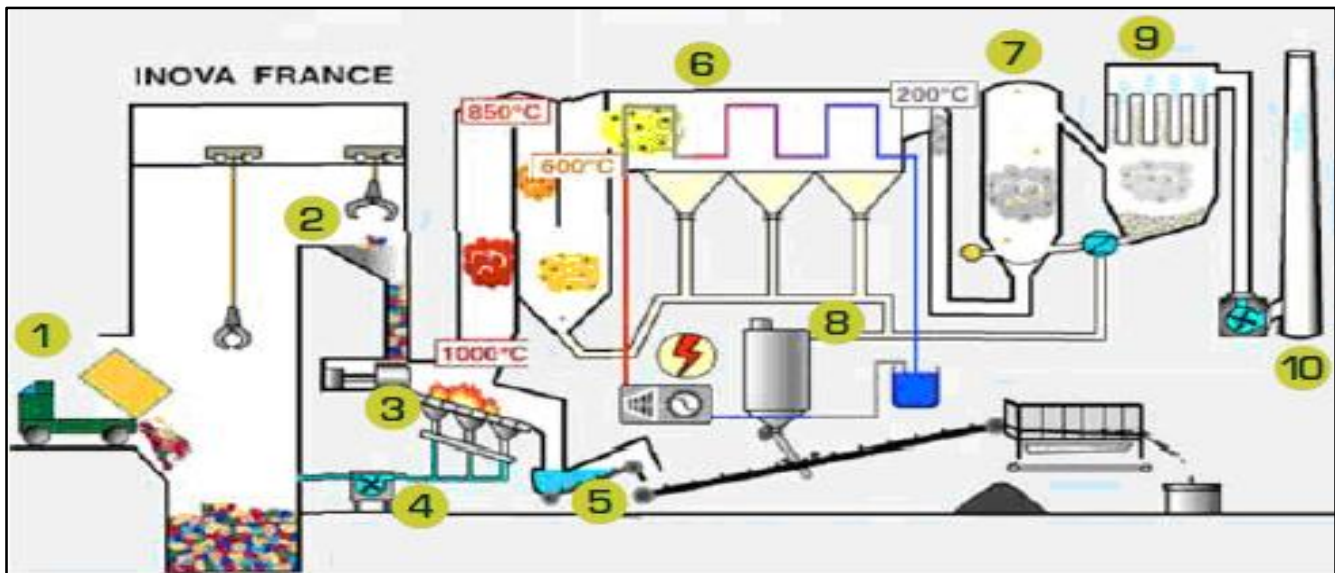


Figure 11 : Schéma de fonctionnement d'un incinérateur des déchets (DRDIF., 2012).

L'explication de schéma de fonctionnement d'un incinérateur des déchets (figure 11) :

1. **Une fosse de réception des déchets** : lieu étanche de déchargement des véhicules de collecte. La répartition homogène est effectuée par grappins.
2. **Un système d'alimentation** : (trémie, goulotte, tapis roulant..).
3. **Un four d'incinération** : les déchets y brûlent de 2 à 3 heures.
4. Après la dernière d'air de combustion. Les gaz de combustion sont portés à une température d'au moins 850°C pendant 2 secondes minimum en présence d'au moins 6% d'oxygène. A cette température, bactéries, microbes et virus sont détruits. Les principaux paramètres à prendre en considération dans le dimensionnement d'un four sont

le pouvoir calorifique inférieur (PCI) des déchets, et la capacité nécessaire en t/h de déchets (débit).

5. **Un stockage pour la récupération des mâchefers :** (déchets résiduels incombustibles) qui seront déferrés puis envoyés vers des filières de valorisation.
6. **Une chaudière de récupération d'énergie :** les fumées y sont refroidies par échange thermique qui produit, soit, de l'eau surchauffée, soit, de la vapeur (possibilité de production électrique par le biais d'une turbine).
7. **Un système de traitement des fumées :**
 - Des gaz acides (par ajout d'une base, par exemple l'hydroxyde de calcium).
 - Des dioxines et furanes (fixés sur charbon actif ou par pot catalytique) et oxydes d'azote (NOx).
8. un silo pour la récupération des REFIOM (cendres et autres) qui seront envoyés vers des filières de retraitement (installation de stockage de déchets dangereux)
9. **Des poussières :** dépoussiérage par des électrofiltres à manche (80 à 90% des métaux lourds plomb, cuivre, cadmium, mercure, nickel, arsenic) sont captés dans les poussières (le plomb et le mercure sont sublimés à relativement basse température).
10. **Une cheminée :** après épuration par lavage et dépoussiérage, les fumées sont dirigées vers la cheminée. Là, des analyseurs mesurent et contrôlent la qualité des rejets pour s'assurer de leur conformité.

II.6.2. Les 3 étapes principales de l'incinération des déchets ménagers

1. **Incinération :** la combustion des déchets est auto-alimentée, c'est-à-dire qu'aucun autre combustible n'est nécessaire au maintien de la combustion. Toutefois, un brûleur (alimenté au gaz ou au fioul la plupart du temps) est toujours nécessaire pour assurer 2 fonctions :

- démarrage et montée en température jusqu'aux conditions d'incinération (850° C pendant au moins 2 secondes après la dernière injection d'air) ;
- arrêt du four et descente en température (qui doit être progressive).

2. **Récupération d'énergie :** la chaleur des fumées issues de la combustion (température entre 850° C et 1 000° C) est transférée à un fluide caloporteur (en général de l'eau) dans une chaudière. Dans les UIDND, le plus souvent, l'eau est transformée en vapeur et distribuée à

un réseau de chaleur (chauffage urbain ou industriel) et/ou à une turbine pour générer de l'électricité.

3. Traitement des fumées : différents modes de traitements existent : humide, semi-humide, semi-sec, sec. Le choix du traitement dépend des réactifs disponibles et des technologies souhaitées. Des analyseurs mesurent en continu certains gaz (CO, HCl, SO₂, NO_x...) et permettent le contrôle de la combustion et la régulation du procédé de traitement (DRDIF., 2012).

II.6.3. Résidus générés

L'incinération ne fait cependant pas disparaître la totalité des déchets, elle en transforme une partie. On retrouve alors des :

➤ **REFIOM** (Résidus d'Épuration des Fumées d'Incinération d'Ordures Ménagères) : environ 3 % du poids des déchets (25 à 50 kg/t de déchets entrants). Leur toxicité dépend du traitement des fumées choisi. Il s'agit de déchets dangereux qui sont généralement envoyés en installation de stockage

➤ **Fumées**, dont la composition dépend directement de la composition des déchets. On retrouve principalement les éléments suivants :

- H₂O, CO₂, comme dans toute combustion classique ;
- CO si la combustion est mal réglée (les gaz de combustion ne devront pas contenir plus de 100 mg/Nm³ de CO en moyenne horaire) ;
- Oxydes d'azote : NO, NO₂ (gaz notamment responsables des pluies acides) ;
- Gaz acides : HCl, SO₂, HF ;
- À l'état de trace : COV, dioxines/furanes, métaux lourds (plomb, mercure...).

Leurs seuils de rejets sont réglementés par arrêté ministériel, et peuvent être renforcés au cas par cas par des arrêtés préfectoraux (DRDIF., 2012).

II.6.4. Matériaux générés et récupérés

L'incinération produit également des matériaux valorisables, ainsi que de l'énergie récupérable :

➤ **Métaux ferreux** (acier), de l'ordre de 20 à 25 kg extraits et valorisés par tonne de déchets incinérés ;

➤ **Métaux non ferreux** (aluminium, cuivre...) de 0,5 à 1,5 kg, extraits et valorisés ;

➤ **Mâchefers** (tout solide qui ne brûle pas lors de la combustion dans le four, comme le verre, avec moins de 5 % d'imbrûlés (reste de papiers...)) : environ 230 à 250 kg (1/4 du poids des déchets entrants) et 10% du volume. Ils peuvent être valorisés en technique routière, ou être envoyés en ISDND

II.6.5. Récupération énergétique

L'énergie dégagée par la combustion des déchets est récupérée au moyen d'une chaudière qui a en outre comme fonction de refroidir les fumées. La récupération de l'énergie se fait sous forme de chaleur et/ou d'électricité selon trois modes différents :

➤ **L'eau ou la vapeur** sont directement utilisées pour chauffer des habitations ou des locaux d'activités ou pour des applications industrielles (« vapeur de process ») : on parle alors de récupération d'énergie sous forme de chaleur. Les rendements (énergie récupérée par rapport à l'énergie introduite (issue des déchets)) étant de 70 à 90 %, on peut ainsi produire environ 1 500 kWh thermiques par tonne d'ordures ménagères. Ce procédé nécessite un réseau de distribution de chaleur (donc une situation urbaine le plus souvent). Les utilisations en habitat se concentrent sur les mois d'hiver alors que la quantité de chaleur provenant de la combustion des déchets est constante. Il faut donc trouver des clients dont la consommation en été est plus constante (hôpitaux, piscines, industries).

➤ **La production de vapeur à haute pression** (30 bars et plus) permet de produire, via un turboalternateur, de l'électricité. C'est la récupération d'énergie sous forme d'électricité, qui est possible soit en remplacement total soit en complément de la récupération de chaleur. Elle est handicapée par des rendements faibles (de l'ordre de 20 %) permettant de produire 300 kWh électriques par tonne d'ordures ménagères. Par contre, elle permet de s'affranchir de la plupart des contraintes liées aux débouchés : possibilité d'installer une ligne EDF plus facile que pour un réseau, obligation pour EDF de rachat du courant produit. L'électricité produite est utilisée en premier lieu pour les besoins de l'usine et l'excédent est revendu à EDF.

➤ **La cogénération*** qui combine les deux modes de valorisation, chaleur et électricité, a un rendement de 80 % (300 kWh électriques = 100 kWh électriques + 1300 kWh thermiques) (DRDIF., 2012).

II.7. Les avantages et les inconvénients de l'incinération des déchets

II.7.1. Les avantages :

- **L'incinération permet une réduction des déchets à mettre en stockage (décharge) :**

Contrairement à la plupart des autres modes de traitement de déchets, l'incinération est adaptée à toutes sortes de déchets ménagers et assimilés. Elle permet de réduire en moyenne de 70 % la masse des déchets entrants et de 90 % leur volume et contribue donc à la réduction des quantités de déchets à stocker (mise en décharge). L'incinération permet également de réduire la nocivité des déchets. Par exemple, la combustion stérilise les déchets médicaux.

- **A travers la production d'énergie, elle participe à la réduction de l'utilisation de ressources fossiles :**

Après les collectes séparées des matériaux recyclables, les déchets restants contiennent encore une part significative de matériaux combustibles tels que :- des plastiques et des papiers, soit parce que difficilement recyclables (produits souillés, trop petits, objets composites...), soit du fait du non-respect des consignes de tri,- des matières organiques, du bois. L'incinération de ces déchets permet de tirer parti de leur potentiel énergétique en produisant de la chaleur, donc une énergie dite de récupération (ou énergie fatale). Cette source d'énergie est en partie assimilée aux énergies renouvelables dans les règlements européens, du fait qu'elle provient pour partie de biomasse et permet de réduire l'utilisation de ressources fossiles et les émissions de gaz à effet de serre induites. Ainsi, la valorisation d'une tonne de déchets peut permettre de produire jusqu'à 500 kWh d'électricité (en valorisation d'électricité seule) ou 1 700 kWh de chaleur (en valorisation thermique seule) (ADEME., 2012).

II.7.2. Les inconvénients :

- **L'incinération suscite des craintes en raison de mauvaises pratiques passées :**

Comme les autres modes de traitement des déchets, l'incinération génère des émissions et notamment des polluants atmosphériques (dioxines et furanes, métaux lourds, gaz acides, poussières) qui, à haute dose, peuvent avoir un impact sur la santé (certains cancers ou troubles de la reproduction) si ces émissions ne sont pas filtrées. Les niveaux de risques apparaissent très liés aux niveaux de performances de l'épuration des fumées (émissions de métaux lourds et de substances organiques) et sont très faibles pour les installations récentes.

- **L'incinération génère des craintes sur le fait qu'elle constituerait un obstacle au développement du recyclage et de la prévention :**

L'incinération demande des investissements lourds, dépendant notamment de la taille de l'installation et du taux d'occupation de l'incinérateur au regard de sa capacité. Certains craignent que le dimensionnement initial de l'installation puisse donc constituer, s'il est trop important, un frein ou une moindre incitation au développement de la prévention ou du recyclage des déchets. Il pourrait être en effet plus intéressant pour la collectivité de traiter un maximum de déchets pour amortir les coûts de l'installation par la revente d'énergie (ADEME., 2012).

Chapitre III

L'effet de l'incinération des déchets sur la santé humaine

III. L'effet de l'incinération des déchets sur la santé humaine

Les effets néfastes sur la santé humaine de la pollution générée par les usines d'incinération des déchets sont associés à la quantité et la qualité des déchets incinérés : les incinérateurs sont généralement alimentés avec des mélanges de déchets contenant des substances dangereuses telles que les métaux lourds et des produits chimiques chlorés organiques. Les substances incinérées peuvent, notamment lorsque la combustion est incomplète, se transformer en formes toxiques comme c'est le cas lorsque se forment des dioxines et des furanes (INVS., 2003). Plusieurs des produits chimiques émis par les incinérateurs sont connus pour être persistants dans l'organisme, bioaccumulatifs, cancérigènes ou perturbateurs endocriniens (CALLE et *al.*, 2002). Les populations vivant près des incinérateurs sont potentiellement exposées à des produits chimiques par l'inhalation d'air pollué, par la consommation d'aliments et d'eau pollués ou par contact cutané avec le sol (ALLSOPP et *al.*, 2001). Les employés des usines d'incinération peuvent également être exposés à ces substances pendant leur activité professionnelle.

La principale source de pollution des usines d'incinération des déchets correspond aux rejets canalisés des gaz de combustion issus des fours. Les substances suivantes peuvent y être présentes (CALLE et *al.*, 2002) :

- **Les métaux lourds** : arsenic, cadmium, chrome, manganèse, mercure, nickel et plomb principalement, mais également en quantité moindre : antimoine, baryum, cobalt, cuivre, étain, sélénium, argent, tellure, thallium, zinc et vanadium.
- **Les substances organiques**, réparties essentiellement en trois familles de composés : les dioxines et furanes, les polychlorobiphényles (PCB), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), et des composés organiques volatils (COV).
- **Les particules fines** d'un diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 microns (PM_{10}).
- du dioxyde de soufre (SO_2), des oxydes d'azote (NO_x) et de l'acide chlorhydrique (HCl) (FABRE et *al.*, 2008).

III.1. Les différentes voies d'exposition

Les polluants issus de l'incinération des déchets se dispersent dans l'atmosphère puis se déposent sur les sols et produits cultivés. L'exposition des personnes vivant aux alentours d'une unité d'incinération émettant des polluants dans l'atmosphère peut se produire par inhalation ou par ingestion de poussières (contacts mains-bouche). Il s'agit là d'une exposition directe. Elle peut être également indirecte par l'ingestion d'aliments cultivés et consommés localement (cultures maraîchères, potagers, jardins familiaux et ouvriers) contaminés par des retombées atmosphériques et par le transfert de polluants depuis le sol vers les végétaux. Les animaux peuvent également être atteints lorsqu'ils consomment les végétaux ou lorsqu'ils ingèrent de la terre en paissant (CAMARD et FRACONI., 2005).

La figure 12 montre les possibles voies d'exposition à la pollution engendrée par un émetteur, en l'occurrence une usine d'incinération.

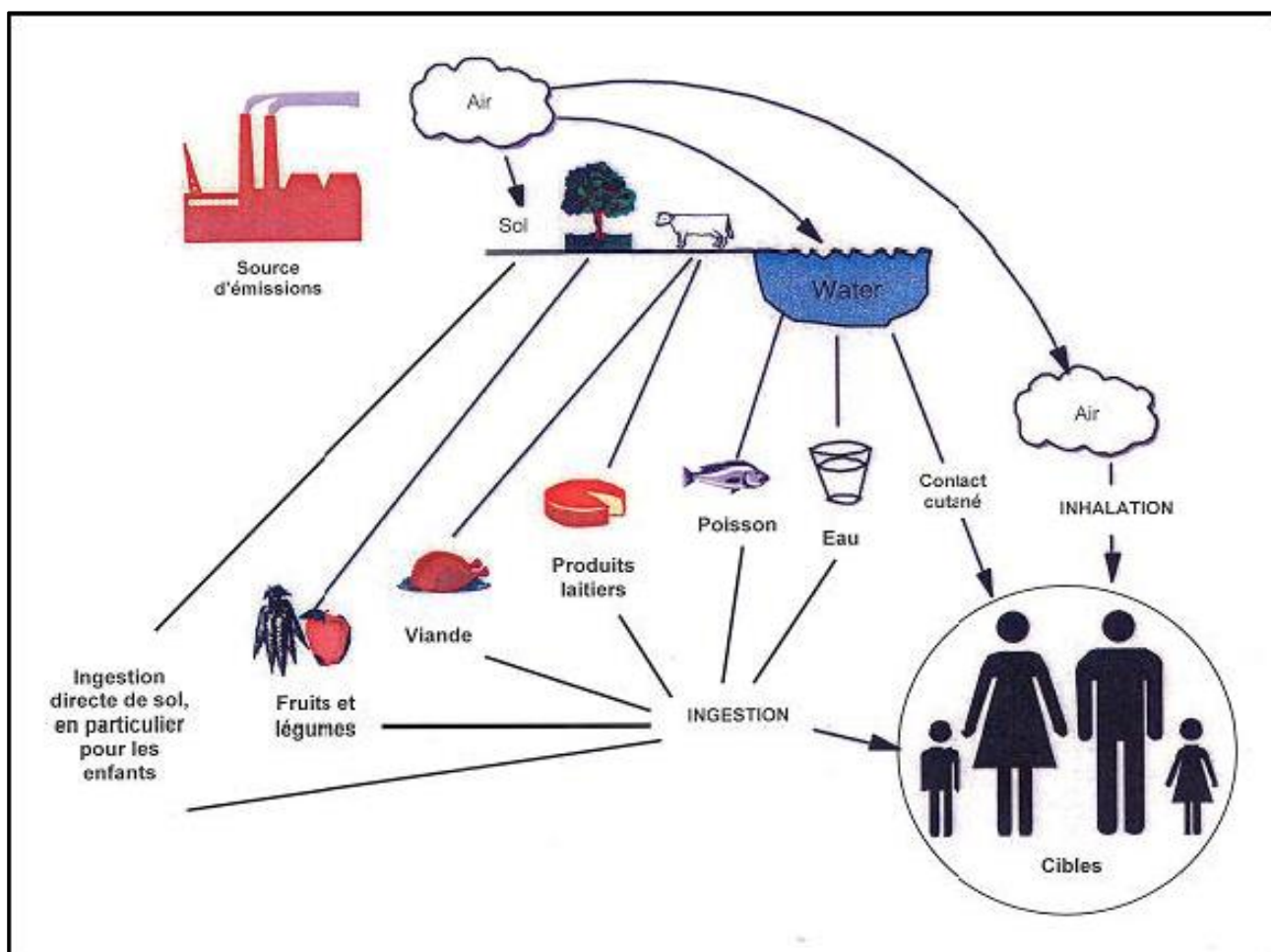


Figure 12 : Voies d'exposition aux émissions des incinérateurs (15).

III.1.1. Exposition par inhalation

Son ampleur pour les populations vivant autour du site émetteur varie en fonction de leur localisation par rapport aux vents dominants, selon l'hypothèse que si les émissions de l'installation ont un impact sur les populations, ces effets sont plus importants sous le ou les vents dominants et moins importants perpendiculairement à ces vents.

III.1.2. Exposition par ingestion

- **L'exposition directe**

Fait suite à l'ingestion de poussière ou de sol contenant des polluants s'y étant déposés. Elle concerne notamment les jeunes enfants qui mettent fréquemment les mains à la bouche et qui peuvent ainsi ingérer des poussières. Elle concerne aussi les personnes pratiquant des loisirs en extérieur sur des terrains où des particules de sol peuvent être mises en suspension.

- **L'exposition indirecte**

Se produit à travers la chaîne alimentaire, consommation d'animaux, de végétaux et d'eau. Par exemple pour le mercure, l'eau des rivières locales peut être touchée par les retombées atmosphériques. Les poissons vont stocker cet élément et contaminer ainsi leurs prédateurs et par conséquent la chaîne alimentaire. D'autres polluants tels que les dioxines contaminent les végétaux consommés localement par l'homme ou l'animal. Les animaux ainsi contaminés peuvent alors atteindre l'homme, par la consommation de viande, de lait ou d'œufs.

III.1.3. Exposition cutanée

En population générale, l'exposition cutanée est considérée comme négligeable (CAMARD et FRACONI., 2005).

III.2. Les effets des principaux polluants de l'incinération sur la santé et l'environnement

III.2.1. Les effets sur la santé

III.2.1.1. Les dioxines

Le terme « dioxines » désigne deux familles de composés : les dioxines (polychlorodibenzodioxines ou PCDD) et les furannes (polychlorodibenzofurannes ou PCDF). Ce sont des composés organochlorés, composés de deux cycles aromatiques, d'oxygène et de chlore. Ils se forment essentiellement lors de phénomènes de combustion mal maîtrisés ou dont l'efficacité n'est pas maximale, conditions que l'on peut rencontrer dans tous les secteurs mais plus particulièrement au cours de l'incinération des déchets et de la production d'agglomérés pour les hauts-fourneaux. Leur synthèse nécessite au minimum la présence de composés halogénés (généralement sous forme d'halogénures métalliques), d'un catalyseur (le cuivre, le fer ...) ou de précurseurs (molécules de structure chimique proche de celle des dioxines). Les dioxines sont au nombre de 75 et les furannes au nombre de 135, on parle de congénères. Ils présentent une grande stabilité chimique, qui augmente avec le nombre d'atomes de chlore.

➤ Les effets des dioxines sur la santé

Seuls 17 congénères, (substitués en 2, 3, 7,8) sont actuellement considérés comme toxiques et font l'objet de mesures et d'études. Les effets sur la santé les plus documentés concernent la survenue de cancers. La dioxine de Seveso (2, 3, 7,8-TCDD) est la seule dioxine reconnue cancérigène pour l'homme. Une exposition à court terme, à des teneurs élevées en dioxines peut être à l'origine de lésions cutanées (Chloracné), de formation de taches sombres sur la peau, voire d'une altération de la fonction hépatique. Une exposition prolongée (au moins sur plusieurs années) peut entraîner des perturbations du système immunitaire et du développement du système nerveux, des troubles du système endocrinien et de la fonction de reproduction.

On ne peut cependant pas considérer que ces effets soient formellement démontrés sur l'homme en l'état actuel des connaissances (ATMO., 2006).

III.2.1.2. Les métaux lourds

L'incinération libère des métaux lourds dans les gaz de combustion, dans les cendres volantes (REFIOMS) et dans les mâchefers. Leur mesure serait en continu dans les cheminées. Il n'y a pas de solution miracle aux rejets de métaux lourds par l'incinération car si la réduction des émissions de dioxine nécessite des hautes températures, la réduction des émissions de métaux lourds nécessite des températures pas trop élevées afin d'éviter leur vaporisation.

-Le fer, le cuivre et l'aluminium se retrouvent essentiellement dans les mâchefers (plus de 90 %).

-Le zinc et le plomb se répartissent entre les mâchefers et les REFIOMS.

-Le cadmium et mercure se retrouvent essentiellement dans les REFIOMS.

➤ Les effets du mercure sur la santé

Le mercure est un élément toxique, particulièrement néphrotoxique (agissant sur les reins) et neurologique (agissant sur le système nerveux). Les symptômes sont des troubles mentaux plus ou moins graves, une salivation excessive, des douleurs abdominales, des vomissements, une insuffisance de la fonction rénale (13).

➤ Les effets du plomb sur la santé

Les effets pathologiques d'une intoxication au Pb sont nombreux et peuvent être séparés en deux catégories : effets physiologiques et neurologiques. Les premiers produisent une augmentation de la tension artérielle et l'apparition de dommages vasculaires et intestinaux, ainsi que des troubles au niveau des reins (néphropathie saturnine). Chez l'enfant le plomb peut remplacer Ca dans les os, ce qui est facilement détectable à travers les radiographies. Enfin, des cas de stérilité ont été aussi détectés quand l'exposition a été prolongée au Pb. Finalement chez la femme quand elle est enceinte, Pb peut entraîner de très sérieux problèmes pour le fœtus.

Les troubles neurologiques sont des affections des systèmes central et périphérique, les symptômes le plus fréquents sont les pertes de mémoire et des perturbations des fonctions cognitives et comportementales, ces troubles sont la conséquence des changements produits dans le cerveau par l'empoisonnement au Pb. Les enfants sont plus affectés par ces effets du Pb que les adultes (ARANGUREN., 2008).

➤ **Les effets du cadmium sur la santé**

L'absorption d'une faible quantité de cadmium est suivie de troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements, diarrhées). Ces troubles peuvent, dans les cas sévères, se compliquer d'une déshydratation grave. Le cadmium s'accumule principalement dans les reins. Il ne peut pas franchir la barrière placentaire. Comme pour le mercure, c'est l'alimentation et surtout les fruits de mer qui est la principale source de contamination.

Les reins sont l'organe cible du cadmium et les maladies rénales sont donc un des principaux effets d'une exposition au cadmium. A long terme, elle entraîne l'apparition d'une néphropathie irréversible pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. Ces résultats sont observés en milieu professionnel mais aussi pour des expositions environnementales pour des populations vivantes à proximité de sites émetteurs telle que la fabrication de batterie.

Pour des niveaux d'exposition faibles, les effets rénaux semblent faibles et réversibles. L'atteinte rénale causée par le cadmium permet (par des mécanismes non clairement identifiés) une fuite de calcium et de phosphore par les urines. Les conséquences sont l'apparition d'atteintes osseuses (ostéoporose, ostéomalacie). Celles-ci furent observées pour la première fois au Japon chez des individus ayant consommés du riz contaminé par le cadmium apporté par des eaux d'irrigation polluées (rivière Jinzu). Les femmes enceintes, qui allaitent ou ménopausées sont beaucoup plus sensibles à ce phénomène (CAMARD et FRACONI., 2005).

III.2.1.3. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

La dénomination générique « hydrocarbures aromatiques polycycliques » ou HAP désigne un large groupe de composés constitués de deux ou plusieurs cycles aromatiques juxtaposés, générés lors de combustions incomplètes. Dans l'environnement, les HAP se présentent presque toujours sous la forme de mélanges complexes regroupant plusieurs centaines de composés chimiques difficiles à caractériser et à mesurer. Leur composition est liée au processus qui leur a donné naissance (GUILLOSSOU et LAMBROZO., 2007).

➤ **Les effets des HAP sur la santé**

L'exposition à des mélanges de polluants contenant de fortes concentrations de HAP, tels que les émissions des fours à coke et le tabagisme actif, peut induire des cancers du poumon, de la vessie, de la peau et des lymphomes. Parmi les cancérogènes probables pour l'homme.

L'exposition aux HAP est en général le fait de mélanges complexes regroupant, selon les circonstances, différents congénères dans des proportions et à des concentrations très variables. Il est en conséquence difficile d'estimer un risque générique de cancer résultant de l'exposition environnementale aux HAP (FABRE *et al.*, 2008).

III.2.1.4. Oxydes d'azote (NOx)

Sous la dénomination d'oxydes d'azote (NOx) se retrouvent essentiellement (au niveau des mesures à l'émission) le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Les oxydes d'azote sont produits par l'oxydation de l'azote de l'air lors de tout processus de combustion à haute température. Cette émission de NOx a lieu principalement sous forme de NO (~90%) et, dans une moindre mesure, de NO₂ (~10%) (DE VILLERS., 2005).

➤ Les effets de NOx sur la santé

Le NO₂ est un gaz irritant pour les bronches. Chez les personnes sensibles, il peut favoriser les infections pulmonaires et augmenter la fréquence des crises d'asthme (HAFIANE et KHELFAOUI., 2011).

III.2.1.5. Monoxyde de carbone

Le CO est un gaz toxique qui provient d'une combustion incomplète. Il est difficilement décelable car c'est un gaz incolore, inodore et sans saveur. Avec sa densité de 0,97 (diffusion rapide dans l'atmosphère), il forme avec l'air un mélange très toxique (APPA N-PG., 2010).

➤ Les effets de monoxyde de carbone sur la santé

Dans le sang, le monoxyde de carbone se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine, ce qui conduit à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. À des taux importants et selon des doses répétées, il peut être à l'origine d'une intoxication chronique avec céphalées, vertiges, asthénies et vomissements (KECK., 2002).

III.2.1.6. Les Poussières

Par convention, on appelle PM_{10} les particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 10 μm , et $PM_{2,5}$ les particules fines inférieures à 2,5 μm (ROSINE *et al.*, 2008).

➤ Les effets des poussières sur la santé

La toxicité dépend de la nature, de la dimension (les particules les plus fines pénètrent plus profondément dans l'arbre pulmonaire) et de l'association à d'autres polluants. Elles

peuvent entraîner une irritation des voies respiratoires, une altération de la fonction respiratoire. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes (HAFIANE et KHELFAOUI., 2011).

III.2.1.7. Dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est issu principalement de la combustion des combustibles fossiles contenant du soufre (fuel, charbon). Le soufre (S) contenu dans ces combustibles réagit avec l'oxygène de l'air (O₂) pour former du SO₂. C'est un gaz incolore très soluble dans l'eau (AIRFOBEP., 2003).

➤ Les effets de SO₂ sur la santé

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant. Le mélange acidoparticulaire peut déclencher, selon les concentrations des différents polluants, des effets bronchopathiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire) et altérer la fonction chez l'enfant (baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme) (KECK., 2002).

III.2.1.8. Le chlorure d'hydrogène (HCl)

Le chlorure d'hydrogène (HCl) est un gaz fortement toxique et dangereux pour l'organisme. Le chlorure d'hydrogène est surtout employé pour fabriquer du PVC. Il est émis dans l'atmosphère par de très nombreuses usines. Incolore, il peut toutefois être détecté en présence d'humidité : de la fumée blanche se forme alors (14).

➤ Les effets de HCl sur la santé

L'exposition à des fumées de chlore entraîne une irritation des muqueuses, des yeux et des voies respiratoires. À fortes doses, les vapeurs d'acide chlorhydrique entraînent de graves lésions respiratoires (KECK., 2002).

III.2.2. Les effets sur l'environnement**Tableau 3 :** Les effets des polluants de l'incinération sur l'environnement (HAFIANE et KHELFAOUI., 2011).

Polluants	Effets sur l'environnement
Dioxyde de soufre (SO₂)	Au contact de l'eau, il se transforme en acide sulfurique et contribue aux phénomènes des pluies acides et à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.
Oxydes d'azote (NO_x)	Le NO ₂ participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique (O ₃), à la destruction de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.
Oxyde de Carbone	Le CO participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, il se transforme en CO ₂ (dioxyde de carbone) et contribue à l'effet de serre.
Les poussières	Elles ont un effet nocif sur la végétation (étouffement physique de la surface des feuilles qui réduit l'apport en lumière et diminue l'efficacité de la photosynthèse, plantes plus sensibles aux maladies...). Les poussières provoquent également la formation de salissures sur les bâtiments et les monuments.
Les polluants organiques persistants (POPs : incluant les dioxines, les HAP)	Les POPs persistent dans l'environnement et le contamine durablement. Ils constituent une source de contamination continue et progressive. En outre, du fait de leurs propriétés de bioaccumulation, ils s'accumulent dans la chaîne alimentaire (à travers les graisses animales par exemple) et nuisent à la santé humaine.

III.3. Les effets de l'incinération des déchets sur la santé humaine

A partir des connaissances sur les principaux polluants émis par l'incinération, de leurs effets sanitaires associés et des voies d'exposition des populations, les études menées autour d'usine de l'incinération des déchets concernent principalement les maladies de l'appareil respiratoire, les cancers et les altérations de la reproduction et du développement.

III.3.1. L'impact de l'incinération sur les maladies respiratoires et cardiovasculaire

La revue des études indique que peu de preuves solides existent concernant un lien entre le fait de résider près d'un incinérateur et le développement ou l'aggravation de pathologies respiratoires aiguës ou chroniques (CAMARD *et al.*, 2006).

1. L'asthme

Est une maladie inflammatoire chronique caractérisée par une obstruction épisodique et réversible des voies aériennes et une hyperréactivité bronchique. Les manifestations cliniques incluent la respiration sifflante, la toux, la gêne respiratoire et l'oppression thoracique. Les symptômes apparaissent particulièrement la nuit ou au petit matin. L'asthme est aussi caractérisé par la survenue de « crises », épisodes d'essoufflement sévère, entre lesquelles la respiration est normale. La prise en charge de l'asthme repose sur une approche globale associant le traitement médicamenteux, l'évitement des facteurs déclenchant les crises et l'autogestion des soins par l'éducation thérapeutique du patient.

2. La maladie pulmonaire obstructive chronique

Le terme « maladie pulmonaire obstructive chronique » (MPOC) désigne un groupe d'affections chroniques caractérisées par une obstruction des voies aériennes partiellement réversible et des symptômes respiratoires. La limitation des voies respiratoires est habituellement progressive et associée à une réponse inflammatoire anormale des poumons à des particules ou gaz nocifs (GBAYA., 2011).

3. Les troubles cardiovasculaires

Les maladies cardiovasculaires (MCV) se définissent comme l'ensemble des troubles affectant le cœur et les vaisseaux sanguins. Elles regroupent toutes les maladies cardiaques, hypertensives et vasculaires (cérébrales et périphériques). Les plus importantes sont les cardiopathies ischémiques, les accidents vasculaires cérébraux, l'hypertension, les

artériopathies périphériques, les cardiopathies rhumatismales, les malformations cardiaques congénitales et l'insuffisance cardiaque (SIMONEAU., 2011).

III.3.2. L'impact de l'incinération sur la reproduction et le développement

Les effets de l'incinération sur la reproduction sont évalués, notamment, par la probabilité de naissances multiples (de jumeaux en particulier) ou par celle d'une proportion plus élevée de naissances féminines (baisse du ratio des sexes en faveur des filles) (CAMARD et *al.*, 2006).

1. Troubles de la reproduction

Altérations des fonctions de reproduction chez l'homme : baisse de la qualité du sperme ; Chez la femme, anomalies de la fonction ovarienne, de la fertilité, de l'implantation utérine après fécondation et de la gestation.

Malformations du système reproducteur : cryptorchidie (absence de descente testiculaire), hypospadias (malformation de l'urètre).

Inversement de la "sex-ratio" : naissance d'un plus grand nombre de filles que de garçons dans les populations exposées à certaines de ces substances.

Troubles de la maturation sexuelle.

Augmentation de la fréquence de certaines tumeurs : cancers du testicule ou du sein (MEDD., 2003).

2. Les malformations congénitales

Malformation (dysgénèse, malformation primaire) (formation anormale) : anomalie irréversible de la conformation d'un tissu ou d'un organe ou d'une partie plus étendue de l'organisme, résultant d'un trouble intrinsèque du développement. Elles sont qualifiées de congénitales ou constitutionnelles car présentes à la naissance (répétition inutile mais consacrée par l'usage toute malformation étant par définition congénitale, qu'elle soit ou non constatée à la naissance).

Toutes les anomalies congénitales ne sont pas des malformations stricto sensu : en effet à côté des malformations qualifiées de vraies (ou primaires), il existe d'autres affections qui peuvent mimer parfaitement une malformation (phénocopies) : les malformations secondaires.

Cette distinction est importante en raison de ses implications pour le conseil génétique (DECHELOTTE et DELEZOÏDE., 2005).

II.3.3. L'impact de l'incinération sur les cancers

Globalement, l'association entre certains cancers et l'exposition à des incinérateurs n'est pas formellement admise du fait de résultats discordants dans les études épidémiologiques. Des augmentations significatives de risques sont cependant parfois observées pour les cancers du poumon, du larynx, du foie et plus rarement de l'estomac, de la vessie et colorectal (CAMARD et *al.*, 2006).

Qu'est-ce que le cancer?

Le mot «cancer» est un terme générique qui désigne l'ensemble des tumeurs malignes. Une tumeur est une excroissance pathologique due à une prolifération de cellules. On distingue les tumeurs bénignes et les tumeurs malignes. Les premières se développent sur place, en se bornant à refouler les cellules saines, alors que les secondes envahissent les tissus voisins, qu'elles détruisent; elles peuvent aussi se disséminer à distance par le biais de la circulation lymphatique ou sanguine et former des foyers cancéreux secondaires dans d'autres organes: les métastases (PHIL et LANZ., 2007).

1. Cancer du poumon

Le cancer du poumon se forme dans les cellules du poumon. Les poumons sont situés dans la poitrine, de chaque côté du cœur. Le poumon droit est constitué de trois sections principales, appelées lobes. Le poumon gauche, un peu plus petit, en comporte deux. Les poumons sont tapissés d'une fine membrane protectrice, la plèvre. Celle-ci est constituée de deux couches de tissus ou « feuillets » : un recouvrant la surface des poumons et l'autre bordant la paroi interne de la cavité thoracique. Une petite quantité de liquide (le liquide pleural) est emprisonnée entre les deux feuillets de la plèvre (SCC., 2008).

2. Cancer du foie

Le cancer du foie correspond à la formation d'une tumeur dans les tissus du foie. Il existe différents types de cancers du foie selon la nature des cellules cancéreuses. Le carcinome hépatocellulaire en est la forme la plus fréquente et représente 90 % de tous les cancers du foie. Le carcinome hépatocellulaire apparaît dans les hépatocytes, les principales cellules du foie (ESMO., 2014).

3. Cancer du sein

Il s'agit d'un cancer qui se développe dans le sein, généralement dans les canaux galactophores (conduits qui transportent le lait jusqu'au mamelon) et dans les lobules (glandes qui produisent le lait). Il touche les femmes et les hommes, même si le cancer du sein masculin est rare (ESMO., 2013).

4. Cancer d'estomac

Le cancer de l'estomac est un cancer qui se forme dans les tissus qui tapissent l'estomac. La plupart des cancers de l'estomac se développent à partir de cellules de la couche interne de l'estomac (la muqueuse) qui sécrètent et libèrent du mucus et d'autres liquides. Ces cancers sont appelés adénocarcinomes et représentent environ 90 % des cancers de l'estomac (ESMO., 2012).

5. Leucémie

La leucémie est un cancer qui se forme dans les globules blancs (également appelés leucocytes). Le sang est composé de plusieurs types de cellules (globules blancs, globules rouges et plaquettes) qui circulent dans un liquide appelé plasma. Les globules blancs aident à prévenir et à combattre les infections en détruisant les bactéries, les virus et autres cellules étrangères. Les globules rouges (érythrocytes ou hématies) servent à transporter l'oxygène dans toutes les parties du corps. Les plaquettes aident à maîtriser les saignements après une blessure. Les cellules qui constituent le sang (cellules souches) sont fabriquées par la moelle osseuse ainsi que par la rate, les ganglions lymphatiques et d'autres organes.

La forme de leucémie diagnostiquée dépend du type de globule blanc atteint (lymphoïde ou myéloïde) et de la rapidité à se multiplier des cellules cancéreuses : une leucémie est chronique si elle évolue lentement, aiguë si elle évolue rapidement (SCC., 2005).

Conclusion

Des efforts considérables ont été fournis, afin de traiter un sujet d'actualité qui est l'incinération des déchets et leur impact sur la santé humaine et environnementale, ce qui nous ont permis de déduire ce qui suit :

Malgré La valorisation énergétique des déchets, par incinération avec récupération d'énergie, entraîne une économie significative de combustibles fossiles (gaz, fioul, charbon...)

Elle permet, par la vente de l'énergie, de diminuer d'au moins 20 % le prix de traitement des déchets urbains. Elle réduit de 90 % le volume et de 70 % la masse des déchets.

Elle détruit les microbes, les virus, les germes infectieux propagateurs d'épidémies (combustion à 850°). Environ 4/5 des résidus solides sont utilisés sous la forme de sous-couches routières, et l'essentiel des ferrailles et autres métaux issus de déchets est récupéré et recyclé. Mais l'incinération reste polluante et nocive pour la santé :

Elle produit des centaines de substances toxiques qui s'échappent dans l'atmosphère" tel que Les émanations de gaz toxiques Dioxine Oxydes d'azote, Oxydes de soufre, Métaux lourds. Pour cela nous suggérons :

- Le renforcement du cadre législatif et réglementaire .
- La réduction des déchets à la source et la maîtrise de procédé de traitement.
- La formation, l'encadrement et sensibilisation des techniciens, des responsables et de tous les intervenants dans la gestion des déchets.

A la fin, nous espérons que ce modeste travail qui compte le premier dans la région sera une plate forme pour les avenir études, qui vont enrichir nos connaissances.

Références bibliographiques

- ABDERREZAK S., 2000-Gestion des déchets solides en Algérie. Séminaire sur la gestion intégrée des déchets solide, Alger. pp31-34.
- ADEME., 2010- La composition des ordures ménagères et assimilées en France. Ed. A.D.E.M.E, France, 31 p.
- ADEME., 2012- L'incinération des déchets ménagers et assimilés, Ed. A.D.E.M.E, 6p.
- AIRFOBEP., 2003- Mesure des niveaux moyens de dioxyde de soufre de la région de l'ouest des Bouches-du-Rhône. Ed. A.I.R.F.O.B.E.P, France, 36p.
- ALLSOPP M., COSTNER P., JOHNSTON P., 2001-Incineration and human health (Greenpeace), pp1-84.
- APPA Nord-Pas de Calais., 2010- Intoxications au monoxyde de carbone. Ed. A.P.P.A N.P.G, France, 18p.
- ARANGUREN MMS., 2008- Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du Val de Milluni (Andes Boliviennes) par des déchets miniers. Approches géochimique, minéralogique et hydrochimique. Thèse doctorat, UT. Toulouse, 489p.
- ATMO PC., 2006- Caractérisation de l'impact environnemental de l'usine d'incinération des ordures ménagères d'angoulême et de la cimenterie lafarge sur la couronne, Ed. ATMO Poitou-Charentes, France, 30p.
- BENNADIR S., FENTIZ S., 2013- La gestion des déchets ménagers : cas d'étude du centre d'enfouissement technique de « Bamendil » Ouargla. Master académique : analyse et contrôle de la qualité. UKM : Ouargla ,79 p.
- CALLE EE., FRUMKIN H., HENLEY SJ., SAVITZ DA., THUN MJ., 2002-Organochlorines and breast cancer risk. *CA Cancer J Clin*, Vol.52(5): pp 301-9.
- CAMARD J-P et FRANCONI A., 2005- L'incinération des déchets en Île-de-France : Considérations environnementales et sanitaires. Ed. I.A.U.R.I.F, Paris, 264 p.
- CAMARD J-P., LEFRANC A., GREMY I., FRANCONI A., THIBAUT C., 2006- Incinération et santé en Île-de-France : Etat des connaissances. Ed. I.A.U.R.I.F, Paris, 8p.
- CAMARD J-P., SAINT-OUEN M., HOST S., 2007- Le traitement des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France : Considérations environnementales et sanitaires. Ed. L'ORS d'Ile-de-France, France, 210 p.
- CANSELL F., MOLETTA R., 2003- Méthanisation des déchets organiques : Etude bibliographique. Etude n°01-0408/1A. Ed. R.E.O.R.D, France, 194 p.

CHARKAOUI O., 1998- "Rôle des professionnels de santé dans la gestion des déchets médicaux", Bulletin S.M.S.M, Tome IX, Numéro 6, pp. 7-10.

CLARK J.F.M., 2003- The burning issue: historical reflections on municipal waste incineration, University of St Andrews.

CNRACL., 2013-Collecte et tri des déchets ménagers : Prévention des risques professionnels dans la fonction territoriale : dossier n°11.Ed.CNRACL : France, 24 p.

DECHELOTTE P et DELEZOÏDE AL., 2005- Pathologie du développement - Malformations congénitales (chapitre 5). Ed. A.F.E.C.A.P, France, 14p.

DE VILLERS J., SQUILBIN M., VANDERSTRAETEN P., 2005- Les données de l'IBGE : "Air – données de base pour le plan", Ed. I.B.G.E, France, 17p.

DRDIF (Observation Régional des Déchets d'Ile-de-France), 2012-Atlas des installations de traitement des déchets 2011, Ed. D.R.D.I.F, France ,186p.

ELYAZGHI M., 2001- Rapport sur l'Etat de l'environnement du Maroc, chapitre 4 : Milieux Humaine : déchets. Ed. M.D.M.E.M.E.E.C.E, Maroc, 292 p.

ESMO., 2012- Cancer de l'estomac : un guide pour les patients – Basé sur les recommandations de l'ESMO, Ed. E.S.M.O, 30p.

ESMO., 2013- Cancer du sein : un guide pour les patientes- Basé sur les recommandations de l'ESMO., Ed. E.S.M.O, 44p.

ESMO., 2014- Cancer du foie: un guide pour les patients – Basé sur les recommandations de l'ESMO, Ed. E.S.M.O, 40p.

FABRE P., DANIAU C., GORIA S., DE CROUY-CHANEL P., EMPEREUR-BISSONNET P., 2008- Étude d'incidence des cancers à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères. Ed. I.N.V.S, Paris, 136 p.

GBAYA AA et GARAND., 2011- Les maladies respiratoires. Les maladies chroniques dans Lanaudière, Ed. Q.U.E.B.E.C, Canada, 32p.

HAFIANE M R et KHELFAOUI A., 2011- Le traitement des déchets hospitaliers et son impact sur l'environnement. Thèse master, UKMO : Ouargla, 81 p.

INVS., 2003- Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM. État des connaissances et protocole d'une étude d'exposition.

ISERE., 2008- Plan révisé d'élimination des déchets ménagers et assimilés d'Isère. Ed. Conseil Général de l'Isère : France, 78 p.

JHON K., 2005-Graves de recyclage graves recyclées de démolition et de mâchefer, guide d'utilisation en travaux publics Rhône-Alpes, magazine « la recherche ».

JOUBERT N., 2012- Compost de déchets verts. Ed. A.D.E.M.E, France, 4 p.

KECK G., 2002- Toxicité associée aux déchets ménagers et à leurs filières de traitement, *Toxicologie - Pathologie professionnelle*, 16-001-M-10, 13p.

KEHILA Y., 2014- Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie. Ed. SWEEP-NET : Tunisie, 46 p.

LAMBROZO J et GUILLOSSOU G., 2007- Pollution atmosphérique. *Toxicologie - Pathologie professionnelle*, 16-001-C-10, 25p.

LE GOUX J-Y et LE GOUCE C., 1995- L'incinération des déchets ménagers. Ed. E.C.O.N.O.M.I.C.A.

LOUDJANI F., 2008- guide des techniciens communaux pour la gestion des déchets ménagers et assimilés. PUND : Algérie, 54 p.

Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement(MATE),2006-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, *Journal Officiel de la République Algérienne* N° 13, 9-10 p.

MEDD., 2003- Les perturbateurs endocriniens : quels risques ?, Ed. M.E.D.D, France, 15p.

NAGHEL M., 2003. La gestion des déchets solide urbains : cas d'étude : ville de Msila. Mémoire de magistère en gestion écologique de l'environnement urbain .université Mohamed Boudiaf. 202 p.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2005- Gestion des déchets solides d'activité de soins dans les centres de santé primaires : Guide l'aide à la décision. Ed. O.M.S : Suisse, 58 p.

ORS Nord - Pas-de-Calais (ORSNPC), 2010- Les déchets et la santé. Ed.ORS Nord - Pas-de-Calais : France, 24 p.

OUZIR M., 2008-“Gestion Ecologique des Déchets Solides Industriels : Cas d'étude la ville d'Arzew“, Mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère, Spécialité en Gestion des Techniques Urbaines, pp 42-43.

PERRIN PH., 2005-“Exposé sur les déchets et la santé“, Centre d'Hygiène et de Salubrité Publique de Belgique.

PHIL NB et LANZ S., 2007- Le cancer du poumon Carcinome bronchique. Ed. Ligue suisse contre le cancer, Suisse, 28p.

PILLET A., 2012- Tri des déchets d'activité de soins des professionnels de santé du secteur diffus. Ed. A.D.E.M.E : France, 18 p.

ROSINE J., MALON A., BOUDAN V., BLATEAU A., QUENEL A., 2008- Étude des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de la Cacem (Martinique). Ed. I.N.V.S, Paris, 32 p.

RUSHROOK P., ZGHONDI R., 2005- Une meilleure gestion des déchets d'activité de soins : Une composante intégrale de l'investissement dans la santé. Ed. O.M.S : Amman, 61 p.

SAADANI S., 2008- Comportement des bétons à base de granulats recyclés. Magister : Génie Civile, UM : Constantine, 132 p.

SCC., 2005- Leucémie : Ce que vous devez savoir. Ed. Société canadienne du cancer, Canada, 11p.

SCC., 2008- Cancer du poumon : Comprendre le diagnostic. Ed. Société canadienne du cancer, Canada, 15p.

SCHUHMACHER M., BOCIO A., AGRAMUNT MC., DOMINGO JL., DE KOK HA., 2002- PCDD/F and metal concentrations in soil and herbage samples collected in the vicinity of a cement plant. *Chemosphere*, Vol.48(2): pp209-17.

SIMONEAU M-E., GARAND C., PAYETTE J., 2011- Les maladies cardiovasculaires. Les maladies chroniques dans Lanaudière. Ed. Q.U.E.B.E.C, Canada, 40p.

TCHIER A., BOUJAAFAR H., HAICHOUB B., 2011-La gestion écologique des ordures ménagères de la ville de Sétif. Technicien supérieur : environnement et propreté, INSFP-El hidhab : Sétif, 57 p.

WANG LC., LEE WJ., LEE WS., CHANG-CHIEN GP., TSAI PJ., 2003-Effect of chlorine content in feedingwastes of incineration on the emission of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans. *Sci Total Environ*, Vol.302 (1-3): pp185-98.

- (1) FORBACH. Objets encombrants [en ligne] (page consultée le 17/02/2015). http://www.mairie-forbach.fr/2012_objets_encombrants.html#header
- (2) SYDEME. déchets vert [en ligne] (page consultée le 23/02/2015). http://www.sydeme.fr/site/dechets_verts.php
- (3) AMSN. Symboles d'étiquetage des produits chimiques [en ligne] (page consultée le 23/02/2015). <http://www.amsn.fr/Symboles-etiquetage-produits-chimiques.asp>
- (4) OPTIGEDE et ADEME. Déchèteries [en ligne] (page consultée le 23/02/2015). <http://www.optigede.ademe.fr/decheteries>
- (5) SYTEVOM. Collecte des déchets d'activité de soins [en ligne] (page consultée le 29/01/2015). <http://www.sytevom.org/rubrique.php?id=589>
- (6) BENGOURIN. Les toxi-infections alimentaires [en ligne] (page consultée le 17/02/2015). <http://www.mincommerce.gov.dz/seminaire/semintoxalim/inftoxalim.htm>
- (7) PAUL . Médicaments – Les mariages explosifs ! [en ligne] (page consultée le 27/03/2015). <http://www.guide-assurance.com/assurances/medicaments-les-mariages-explosifs.php>
- (8) RAY. Les poisons dans l'histoire [en ligne] (page consultée le 17/02/2015). <http://www.futura-sciences.com/magazines/sante/infos/dossiers/d/biologie-poisons-histoire-1676/page/13/>

- (9) Chambre de Métiers et de l'Artisanat de la Gironde. L'incinération [en ligne] (page consultée le 17/02/2015).
http://www.dechetsaquitaine.fr/automne_modules_files/medias/public/r121_121_internal_lincineration.pdf
- (10) Communauté Grand Dijon Urbaine. L'unité de valorisation énergétique [en ligne] (page consultée le 17/02/2015). <http://www.trionsnosdechets-dijon.fr/recyclage-et-traitement/1-unite-de-valorisation-energetique.html>
- (11) DRERAL Rhône –Alpes. Contrôles inopinés des rejets atmosphériques [en ligne] (page consultée le 23/04/2015). <http://www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/controles-inopines-des-rejets-atmospheriques-a2585.html>
- (12) VALTOM. Valorisation énergétique [en ligne] (page consultée le 23/04/2015).
<http://www.valtom63.fr/Valorisation-energetique.html>
- (13) CALUT. Santé et l'incinération [en ligne] (page consultée le 10/04/2015).http://www.airpur.org/index.php?option=com_rokdownloads&view=file&task=download&id=399%3Asante-et-incineration&Itemid=81
- (14) HORDE. Chlorure d'hydrogène - définition [en ligne] (page consultée le 02/05/2015).<http://sante-medecine.commentcamarche.net/faq/17656-chlorure-d-hydrogene-definition>
- (15) BEIERE. Étude de l'implantation d'une unité d'incinération des ordures ménagères en Guadeloupe (UIOM) [en ligne] (page consultée le 10/05/2015)
http://hmf.enseiht.fr/travaux/CD0708/beiere/5/html/Projet%20binome%201/impactenvironnemental_partie2.html

Résumé

La croissance démographique, le développement industriel entraînent une augmentation de la production des différents types de déchets responsables d'une menace sérieuse pour l'homme et l'environnement tel que les maladies respiratoire, les troubles de reproduction, le cancer, l'effet de serre et la pollution (sol, air, eau). Parmi ces déchets, on compte : les déchets ménagers, les déchets industriels et les déchets d'activité de soins. Il existe plusieurs voies d'élimination des déchets, mais dans notre travail, nous avons opté pour l'incinération. Elle est avantageuse car elle permet la réduction du volume des déchets, néanmoins elle s'accompagne toujours d'émissions de fumée et des gaz toxiques. Notre étude vise à l'effet de l'incinération des déchets sur la santé humaine.

Mots clés : déchets, incinération, toxicité, polluant, santé, impact.

ملخص

النمو السكاني، التنمية الصناعية يؤدي إلى زيادة إنتاج أنواع مختلفة من النفايات مسؤولة عن تشكيل تهديد خطير للإنسان و البيئة مثل الأمراض التنفسية، اضطرابات في التكاثر، السرطان، الغازات الدفيئة و التلوث (الأرض، الجو، الماء) من بين هذه الفضلات: الفضلات المنزلية، الفضلات الصناعية و نفايات الرعاية الصحية. هناك عدة طرق للقضاء على النفايات لكن في عملنا هذا اخترنا الحرق. و هي ميزة لأنها تسمح بتقليل حجم النفايات و مع ذلك يترافق دائما مع انبعاث الدخان و الغازات السامة. دراستنا حول اثر حرق الفضلات على صحة الإنسان.

الكلمات المفتاحية : الفضلات، الحرق، السمية، الملوث، الصحة، اثر.