



Université Abbas LAGHROUR Khenchela  
Faculté de Sciences & de Technologie  
Département de Sciences & Techniques  
جامعة عباس لغرور خنشلة  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
قسم العلوم والتقنيات



N° Série :.....

## Mémoire de fin d'études

*Pour l'obtention du diplôme de Master (LMD)*

**Spécialité: Génie des procédés**

**Option: Génie de l'environnement**

*Procédés de traitement de déchets industriels  
dangereux (Amiante)*

*Dirigé par: M<sup>lle</sup> KIHAL Rafiaa*

**Réalisé par:**

**- MESSAI ASMAI**

**-CHENAKER FAIZA**

Présenté le /06/2016



## *Remerciements*

*Nous remercions notre encadreur de thèse, Mlle( kihal Rafiaa )*

*Donne nous avoir donne opportunité de faire cette thèse donne de bonnes condition et de nous avoir transmis ses connaissances dans le domaine, elle nous a également, transmit son Intérêt et sa motivation pour accomplir cette étude.*

*Nous aimerons remercier tout l ensemble professeure de spécialité et a tout l enseignement de département de la de science et technique qui nous ont enseigne.*

*Pendant notre formation :*

*Nous remercions touts ceux que ont participes et nous aidée de prêt ou de loin*

*Que ce soit physiquement ou moralement dans l élaboration de ce Travail.*

## *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce modeste travail a mon père qui m a tout*

*Donne sans hésitation ni relâche*

*Je le dédie aussi a ma chère mère qui nous a donne de la*

*Tenders'etsacrificesa jeunesse, sa sante sa vie pour nous.*

*Que dieu les gardent et nous donne la force de lui rendr Au moins le peu de ce  
que nous ont donne il est dédie également:*

*A mes chères frées:Karim, Aymen, Ali,*

*Ames sœurs :chadia,chams ,ikram,charifa(chouchou),*

*Ames tres cheres copines,jimi,*

*Hande,affesiham,Asma,Rachida,Amina,Dounia,Salwa,*

*Chahra ,hayet,hanena ,nawel,nawel, souhila,ghazala,houda,nadhira,baidha,*

*Rokia,Farida,chamai ,Razika,Amele,Nour Hanne*

*A tout la famille chenakre*

*Enfin, a tout personne qui m a prête main foret a la réalisation de ce travail.*

# *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce modeste travail a mon père qui m a tout*

*Donne sans hésitation ni relâche*

*Je le dédie aussi a ma chère mère qui nous a donne de la*

*Tenders'etsacrificesa jeunesse, sa sante sa vie pour nous.*

*Que dieu les gardent et nous donne la force de lui rendr Au moins le peu de ce  
que nous ont donne il est dédie également:*

*A mes chères frées: Karim, Aymen, Ali,*

*Ames sœurs : chadia, chams , ikram, charifa (chouchou),*

*Ames tres cheres copines, jimi,*

*Hande, affesiham, Asma, Rachida, Amina, Dounia, Salwa,*

*Chahra , hayet, hanena , nawel, nawel, souhila, ghazala, houda, nadhira, baidha,*

*Rokia, Farida, chamai , Razika, Amele, Nour Hanne*

*A tout la famille chenakre*

*Enfin, a tout personne qui m a prête main foret a la réalisation de ce travail.*

*FAIZA*



## **LISTE D ABRIVIATION**

**CET** : Centre d'enfouissement technique.

**TBM** : Le traitement biologique et mécanique

**TMB** : le traitement mécanique et biologique

**DID** : déchets industriels dangereux

**DI** : déchet inertie

**ONU** : numéro transporte dangereuses

**CNAM** : conservatoire national des arêtes et métiers

**CSDU** : centre de stockage de dangereuses

**BSDD** : ultime bordereau de suivi des déchets dangereux

**DIB** : déchets industriels banals

**PCB**: Polychoro Biphényles

**Epi** : équipement de protect individuelle

**GRV** : grands récipients pour le vrac

**BSDA** : bordereau de suivi des déchets amiantés

**EDF** : électricité de France

**SIRET** : système d'identification du répertoire des établissement

**BTP** : bâtimentaires et travaux publics

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure. I.1</b> : les déchets industriels.....	<b>06</b>
<b>Figure. I.2</b> : les déchets ménagers.....	<b>06</b>
<b>Figure. I.3</b> : les déchets agricoles. ....	<b>07</b>
<b>Figure. I.4</b> : les déchets ultimes.....	<b>07</b>
<b>Figure .I.5:</b> les déchets des hôpitaux .....	<b>08</b>
<b>Figure. I.6.</b> la station de l'incinération .....	<b>14</b>
<b>Figure .I.7.</b> Le compostage de déchet.....	<b>15</b>
<b>Figure.II.1.</b> le dechet inertes.....	<b>20</b>
<b>Figure. II.2 .</b> Les pourcentages des types des déchets banals.....	<b>20</b>
<b>Figure II.3 .</b> déchet dangereux .....	<b>21</b>
<b>Figure III.1.</b> le roche de l'amiante.....	<b>29</b>
<b>Figure III .2.</b> L'image visuelle et naturelle de l'amiante friable.....	<b>31</b>
<b>Figure III.3.</b> Fibres d'amphiboles vues en microscopie électronique à balayage	<b>33</b>
<b>Figure III.4.</b> Utilisation de l'amiante comme de faux plafond et panneaux légers amian-tifère .....	<b>34</b>
<b>Figure III .5.</b> Amiante en vrac .....	<b>35</b>
<b>Figure III.6.</b> Cancer de poumon .....	<b>37</b>
<b>Figure.III.7.</b> Étiquetage des matières contenant de l'amiante .....	<b>38</b>
<b>Figure III.8.</b> Station de traitement de l'amiante .....	<b>39</b>
<b>Figure III .9.</b> Stockage de l'amiante .....	<b>40</b>

## LISTE DE TABLAUX

<b>Tableaux .I.1.</b> La durée de vie des quelques déchets .....	<b>09</b>
<b>Tableaux.II.1 :</b> Principaux secteurs d'activité producteurs de DID .....	<b>22</b>

## Table des matières

<i>Liste des tableaux</i> .....	
<i>Listes des figures</i> .....	
<i>Liste des d abréviation</i> .....	
<i>Résumé</i> .....	
<i>Introduction Générale</i> .....	01

### Chapitre I:

#### Généralités sur les déchets

I.1.Introduction.....	05
I.2.Qu'est ce qu'un déchet.....	05
I.3. Classification des déchets.....	05
I.3.1. Déchets industriels.....	05
I.3.2. Déchets ménagers.....	06
I.3.3. Déchets agricoles.....	07
I.3.4. Déchets ultimes.....	07
I.3.5. Déchets des hôpitaux.....	08
I.3.6. Déchets des marches de commerce.....	08
I.4. Caractéristiques des déchets.....	08
I.4.1. Densité. ....	08
I.4.2. Degré d'humidité.....	08
I.4.3. Pouvoir calorifique.....	09
I.4.4. Rapport des teneures en carbone-azote.....	09



I.5. Durée de vie des déchets dans la nature .....	09
I.6. Impacts de déchets sur la santé et l'environnement.....	10
I.7. Gestion de déchets.....	11
I.7.1. Principe de gestion des déchets.....	12
I.7.2. Techniques de gestion des déchets.....	12
I.7.2.1. Collecte des déchets.....	12
I.7.2.2. Décharge.....	13
I.7.3.3. Incinérations.....	13
II.7.2.4. Compostages et fermentation.....	14
II.7.3.5. Traitement biologique et mécanique.....	15
I.7.2.6. Pyrolyse et gazéification.....	16
I.8. Conclusion.....	17
I.9. Références bibliographiques.....	18

## Chapitre II:

### *Techniques de traitement de déchets industriels dangereux*

II.1. Introduction.....	19
II.2. Définition d'un déchet industriel.....	19
II.3. Classification des déchets industriels.....	19
II.3.1. Déchets industriels non dangereux.....	19
II.3.1.1. Déchets industriels inertes (DI).....	19
II.3.1.2. Déchets industriels banals (DIB).....	20
II.3.2. Déchets industriels dangereux (DID).....	21
II.4. Propriétés dangereuses des déchets industriels dangereux.....	21

II.5. Principaux secteurs d'activité producteurs de DID.....	22
II.6. Réglementation applicable aux DID.....	23
II.8. Techniques de traitement de déchets industriels dangereux.....	23
II.8.1. Traitement thermique.....	23
II.8.2. Traitement physico-chimique.....	24
II.8.3. Enfouissement.....	24
II.8.4. Régénération et la purification de solvants.....	25
II.8.5. Décontamination de transformateurs à PCB.....	25
II.9. Bonnes pratiques pour la gestion de DID.....	25
II.10. Conclusion.....	26
II.11. Références bibliographiques.....	27

### Chapitre III:

#### *Gestion de déchets amiantés*

III.1. Introduction.....	29
III.2. Définition de l'amiante.....	29
III.3. Histoire de l'amiante.....	29
III.4. Propriétés de l'amiante.....	30
III.5. Types de déchets d'amiante.....	31
III.5.1. Déchets d'amiante libre.....	31
III.5.2. Déchets d'amiante liée.....	31
III.6. Caractéristiques de l'amiante.....	32
III.6.1. Structure cristalline.....	32
III.6.2. Propriétés de surface.....	33

III.7. Utilisation de l'amiante .....	33
III.7.1. Amiante-ciment .....	33
III.7.2. Amiante en vrac.....	34
III.7.3. Amiante en feuilles ou en plaques.....	35
III.7.4. Amiante tressé ou tissé .....	35
III.7.5. Amiante incorporé dans des liants.....	35
III.8. Impacts de l'amiante sur la santé et l'environnement.....	36
III.8.1. Impact de l'amiante sur la santé.....	36
III.8.2. Impact environnemental.....	37
III.9. Gestion de déchets amiantés.....	38
III.9.1. Conditionnement et emballage.....	38
III.9.2. Étiquetage.....	38
III.9.3. Traitement de déchets amiantés par le procédé de vitrification.....	39
III.9.4. Stockage.....	40
III.9.5. Conditions de réception de déchets amiantés .....	41
. III.9.5.1. vérification des déchets.....	41
III.10. Conclusion.....	41
II.11. Références bibliographiques.....	42
<i>Conclusion Générale</i> .....	43

# **Introduction générale**

# Introduction générale

---

## Introduction générale

La révolution industrielle moderne a conduit à un large développement scientifique, économique, sociale, technologique et surtout en matière d'activité industrielle de production, de transport et de sécurité. Par contre, ce développement était la cause de plusieurs problèmes dans différents secteurs parmi lesquels le secteur écologique d'où l'augmentation du rythme de pollution et de la quantité des déchets produite, en effet ce problème présente aujourd'hui un grand danger sur le globe terrestre et sur la vie humaine, ainsi il constitue un défi à relever par les écologistes et les experts de l'hygiène et de la sécurité de l'environnement.

Dans ce contexte, La protection de l'environnement devient de plus en plus une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque être humain tant sur le plan professionnel que familial. En qualité de consommateur, producteur, usager du ramassage des ordures et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets.

Dans une vision intégrée de développement durable, la problématique de déchets industriels dangereux ne peut pas être traitée comme un objet isolé, ni même se limiter aux seuls aspects de valorisation et d'élimination. Elle doit être placée dans une perspective holistique de gestion des risques et des ressources, qui couvre tout le cycle de vie du déchet, depuis sa génération jusqu'au traitement ultime. Elle anticipe le déchet dès le stade projet, inclut les stratégies de réduction à la source, de valorisation et d'élimination et vise à la maîtrise des flux tout au long du procédé aboutissant au déchet.

La connaissance de propriétés dangereuses des déchets industriels favorise un meilleur choix de procédé de traitement et permet d'adapter les techniques de prévention organisationnelles pour le conditionnement, le stockage et de transport de déchets. Pour faire face aux problèmes posés par l'amiante. Notre objectif est basé sur la réduction et l'élimination de déchets amianté par le procédé de vitrification des dans des conditions saines et écologiquement rationnelles.

Ce manuscrit se compose de trois chapitres dans lesquels sont présentés successivement:

Le premier chapitre est constitué d'une étude bibliographique donnant brièvement une présentation générale sur les déchets.

## Introduction générale

---

Le deuxième chapitre décrit la classification des déchets industriels et la réglementation applicable aux DID. Dans le cadre du même chapitre, un aperçu sur les techniques de traitement de déchets industriels dangereux et les bonnes pratiques pour la gestion de DID seront données.

Le troisième chapitre est consacré à la gestion de déchets amiantés.

Ces chapitres sont à la fin clôturés par une conclusion générale.

**CHAPITRE I:**  
**Généralités sur les déchets**

## **I.1. Introduction**

L'activité humaine a, de tout temps, été génératrice de déchets et chaque époque a eu son mode de traitement et... ses problèmes spécifiques. Bien sûr, ce qui subsiste des déchets de nos ancêtres préhistoriques fait aujourd'hui le bonheur des archéologues, mais le peuplement humain était alors peu important et l'incidence sur l'environnement probablement très mineure [1]. Dans ce contexte, nous avons mentionnée des généralitéssur les déchets et son impact sur la santé et l'environnement. Enfin, la gestion de déchets est également décrite.

## **I.2. Qu'est ce qu'un déchet**

Un déchet est défini comme: « Tout résidu d'un processus de production, de transformation, ou d'utilisation, toute substance, matériau produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destiné à l'abandon et qui sont de nature à produire des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune, à dégrader les sites ou les paysages, à polluer l'air ou les eaux, à engendrer des bruits ou des odeurs, et d'une façon générale, à porter atteinte à la santé del'homme et à l'environnement » [2].

## **I.3. Classification des déchets**

On distingue principalement cinq types de déchets, parmi eux:

### **I.3.1. Déchets industriels**

Les déchets d'industries (**Figure. I.1**): Déchets industriels, tels que les produits chimiques eaux usées, huiles, etc., peuvent contenir des composants dangereux qui doivent être manipulés, stockés transportés et évacués à l'aide de traitements procédés spéciaux. Ce type de déchet solide nécessite des accords institutionnalisés du type de ceux passés pour les déchets d'hôpitaux [3].

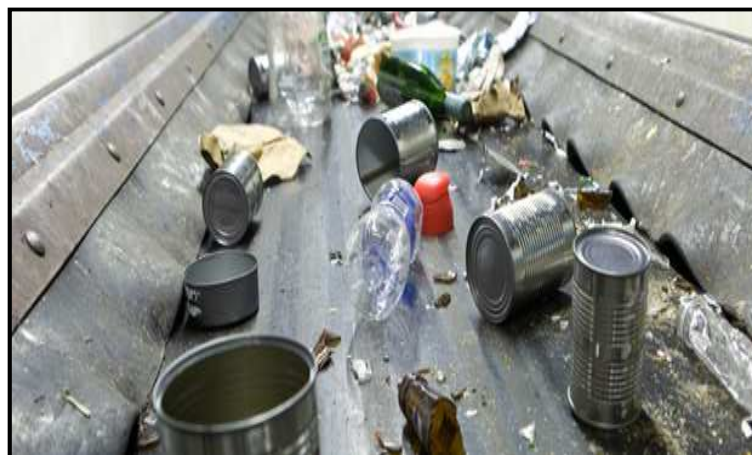




**Figure. I.1:** Déchets industriels [3].

### **I.3.2. Déchets ménagers**

Les déchets ménagers (**Figure. I.2.**) proviennent des activités de préparation des repas et de nettoyage des foyers, cantines, hôtels, etc. Ils peuvent contenir des matières inorganiques, comme du vieux papier, des matériaux d'emballage, des bouteilles, des faïences, des tissus d'ameublement, des feuillages, etc. et des matières organiques telles que des restes de légumes, des miettes, des huiles comestibles [3].



**Figure. I.2.** Déchets ménagers [3].

### I.3.3. Déchets agricoles

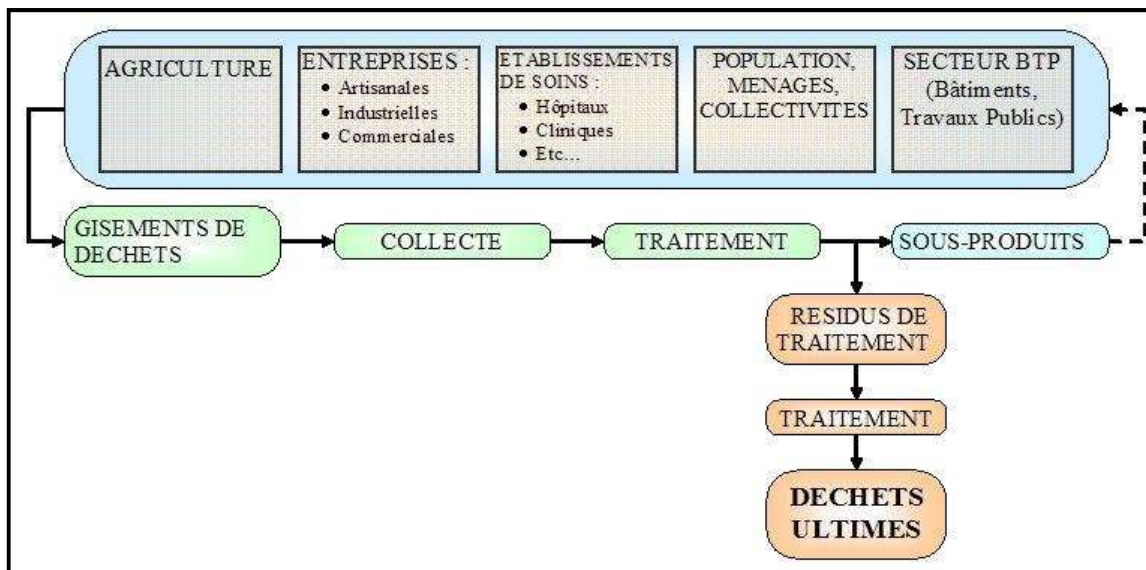
Tous déchets provenant des activités de l'agriculture (**Figure. I.3.**) comprenant les métiers d'agriculteurs, arboriculteurs, horticulteurs, maraîchers, viticulteurs et éleveurs. Les pépiniéristes-paysagistes ne sont pas compris dans cette catégorie mais appartiennent à la catégorie des entreprises.



**Figure. I.3.** Déchets agricoles [3].

### I.3.4. Déchets ultimes

Les opérations de traitement produisent de nouveaux déchets : les déchets des déchets en quelque sorte. Ceux-ci seront traités et fournissent encore des déchets. Il arrive un moment où l'opération (**Figure. I.4.**) ne devient plus rentable et l'on obtient ainsi le déchet ultime [3].



**Figure. I.4.** Déchets ultimes [3].

### **I.3.5. Déchets des hôpitaux**

Les déchets d'hôpitaux (**Figure. I.5**) sont souvent toxiques et contiennent des matières infectieuses et dangereuses [3].



**Figure. I.5.** Déchets des hôpitaux [3] .

### **I.3.6. Déchets des marchés de commerce**

Ils sont produits à proximité des activités économiques, bureaux, magasins, escaliers et grandes surfaces. Ils comprennent du papier, des matériaux d'emballage, des invendus et objets abîmés, des matières organiques et inorganiques, qui pourraient parfois être dangereuses et contenir des produits chimiques [3].

## **I.4. Caractéristiques des déchets**

On caractérise les déchets par quatre paramètres essentiels: la densité, le degré d'humidité, le pouvoir calorifique, le rapport des teneurs en carbone-azote (C/N) [4].

### **I.4.1. Densité**

La connaissance de la densité est d'une grande importance pour le choix des moyens de collecte et de stockage. Toute fois comme les déchets sont compressibles, la densité n'a un sens que si on définit les conditions dans les quelles on la détermine. C'est pourquoi on peut avoir une densité en production [4].

### **I.4.2. Degré d'humidité**

Les ordures renferment une suffisante quantité d'eau variant en fonction des saisons et le milieu environnemental. Cette eau à un grade influence sur la rapidité de la décomposition des matières qu'elles renferment et sur le pouvoir calorifique des déchets [4].

### I.4.3. Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique est défini comme la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en ordures brutes. Il s'exprime en millithermie par kilogramme d'ordures (mth/Kg)[4].

### I.4.4. Rapport des teneurs en carbone et azote

Le rapport C/N a été choisi comme critère de qualité des produits obtenus par le compostage des déchets. Il est d'une grande importance pour retraitement biologique des déchets, car l'évolution des déchets en fermentation peut être suivie par la détermination régulière de ce rapport[4].

### I.5. Durée de vie des déchets dans la nature

Les déchets, c'est une véritable marée qui va finir par nous noyer. Leur recyclage nous coûte 10 milliards d'euros chaque année. Voici la liste la plus complète de la durée de vie des déchets dans la nature (**Tableaux I.1**). le temps qu'il faut aux objets pour se biodégrader, de un an à un milliard d'années. Jeter les déchets dans la nature, ce n'est pas sans conséquence. Ils y restent longtemps, parfois très longtemps. Les milieux naturels sont pleins de ces déchets qui mettent des années à être dégradés, les océans souffrent[5].

**Tableaux I.1.** Durée de vie de quelques déchets [5].

Déchets	Durée de vie
Déchets végétaux	De quelques jours à quelques mois
Pelures de fruits	De 3 à 6 mois
Mouchoir en papier	3 mois
Journal	De 3 à 12 mois
Allumette	6 mois
mégot de cigarette	2ans
Chewing-gum	5ans
Papier de bonbon	5 ans
Boite de conserve	10-100 ans

## **I.6. Impacts de déchet sur la santé et l'environnement**

Les citoyens posent de plus en plus des questions concernant les impacts sanitaires et environnementaux des déchets appartenant à plusieurs types qui s'accumulent sur les trottoirs et dans plusieurs rues, causant la détérioration du milieu naturel et affectant la santé humaine, l'économie, la production alimentaire, la flore et la faune. L'élimination inconsidérée des ordures aboutit à la contamination de l'air, de l'eau et du sol. A noter que certains polluants peuvent être échappés lors du traitement et de l'élimination des ordures. En effet, l'incinération et les décharges, peuvent émettre des gaz à effet de serre et des produits chimiques toxiques qui sont relâchés dans l'atmosphère, le sol et les cours d'eau. En outre, il existe de types de déchets qui peuvent prendre des années à se décomposer et viennent s'ajouter à l'accumulation des matières et produits chimiques non naturels dans l'environnement [6].

Par exemple les risques liés aux déchets organiques, celles-ci jetés par terre et laissés à pourrir dans les rues sont une sérieuse menace à la santé car ils attirent les rats et autres porteurs de maladies. De plus, des cours d'eau pollués rendent les communautés vulnérables aux maladies hydriques et la contamination des sols, à son tour peut réduire leur viabilité pour les besoins de la production alimentaire. Les substances toxiques rejetées dans l'atmosphère contribuent à la pollution de l'air et à l'incidence accrue des maladies respiratoires chez les gens, en particulier dans les zones urbaines. Les déchets liés aux soins de santé constituent un réservoir de micro-organismes susceptibles d'infecter les patients hospitalisés, les personnels de santé et le grand public [6].

## **I.7. Gestion des déchets**

La gestion des déchets est la collecte, le transport, le traitement, la réutilisation ou l'élimination des déchets, habituellement ceux produits par l'activité humaine, afin de réduire leurs effets sur la santé humaine, l'environnement, l'esthétique ou l'agrément local. L'accent a été mis, ces dernières décennies, sur la réduction de l'effet des déchets sur la nature et l'environnement et sur leur valorisation. La gestion des déchets concerne tout les types de déchets, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, chacun possédant sa filière spécifique. Les manières de gérer les déchets diffèrent selon qu'on se trouve dans un pays développé ou en voie de développement, dans une ville ou dans une zone rurale, que l'on ait affaire à un particulier, un industriel ou un commerçant. La gestion des déchets non toxiques pour les particuliers ou les institutions dans les agglomérations est habituellement

sous la responsabilité des autorités locales, alors que la gestion des déchets des commerçants et industriels est sous leur propre responsabilité[7].

### 1.7.1. Principe de gestion des déchets

Il y a plusieurs principes de gestion des déchets dont l'usage varie selon les pays ou les régions. Dont, la hiérarchie des stratégies de gestion sont les suivant[8] :

- Réduire
- Réutiliser
- Recycler

La hiérarchie des stratégies a plusieurs fois changé d'aspect ces dix dernières années, mais le concept sous-jacent est demeuré la pierre angulaire de la plupart des stratégies de gestion des déchets : l'objectif est d'utiliser au maximum les matériaux et de générer le minimum de rebuts. Certains experts en gestion des déchets ont récemment ajouté un « quatrième R » : « Repenser », qui implique que le système actuel a des faiblesses et qu'un système parfaitement efficace exigerait qu'un regard totalement différent soit porté sur les déchets. Certaines solutions "repensées" sont parfois peu intuitives. On peut prendre par exemple un cas dans l'industrie textile. Afin de réduire la quantité de papier utilisée pour les patrons, il a été conseillé de les découper dans de plus grandes feuilles, afin de pouvoir utiliser les chutes pour découper les petites pièces du patron. Ainsi, il y a une réduction du résidu global. Ce type de solution n'est bien entendu pas limité à l'industrie textile. La réduction à la source nécessite des efforts pour réduire les déchets toxiques et autres résidus en modifiant la production industrielle. Les méthodes de réduction à la source impliquent des changements dans les processus de fabrication, les apports de matières premières et la composition des produits. Parfois le principe de « prévention de la pollution » indique en fait la mise en œuvre d'une politique de réduction à la source.

Une autre méthode de réduction des déchets à la source est d'accroître les incitations au recyclage. Plusieurs villes aux États-Unis ont mis en place des taxes dont le montant est fonction des quantités d'ordures déposées (Paye quand tu jettes : Paye As You Throw-PAYT) qui se sont révélées efficaces pour réduire le volume des déchets urbains.

L'efficacité des politiques de réduction à la source se mesure à l'importance de la réduction de la production de déchets. Une autre approche, plus controversée, est de considérer la réduction de l'utilisation de substances toxiques. On s'intéresse ici à réduire l'utilisation de substances toxiques, alors même que la tendance est plutôt à la hausse. Cette

approche, dans laquelle c'est le principe de précaution qui est mis en avant, rencontre une vive opposition des industries chimiques. Ils accusent cette démarche de stigmatiser les produits chimiques. Certains états américains, comme le New Jersey et l'Oregon ont mis en place des politiques de réduction des déchets toxiques [8].

### **I.7.2. Techniques de gestion des déchets**

La gestion des déchets consiste à les récupérer puis à les stocker. Certains matériels permettent d'en faciliter le stockage et le transport. Une fois collectés, divers traitements peuvent leur être appliqués. Le but de ces traitements peut être de réduire leur dangerosité, de valoriser les matériaux qu'ils contiennent (métaux, par exemple) par le recyclage, de produire de l'énergie ou encore de réduire leur volume, pour pouvoir en disposer plus facilement. Nous citons les techniques de gestion des déchets les plus appliqués [9] :

#### **I.7.2.1. Collecte des déchets**

Les opérations de recyclage des déchets commencent par la collecte des déchets. Les déchets non recyclables sont incinérés ou enfouis en centres d'enfouissement techniques. Les déchets collectés pour le recyclage sont destinés à la transformation. La collecte s'organise en conséquence. La collecte sélective et souvent appelée tri sélectif, est la forme la plus répandue pour les déchets à recycler. Le principe de la collecte sélective est le suivant : celui qui crée le déchet le trie lui-même. À la suite de la collecte, les déchets, triés ou non, sont envoyés dans un centre de tri où différentes opérations permettent de les trier de manière à optimiser les opérations de transformation [9].

#### **I.7.2.2. Décharge**

C'est la méthode la plus traditionnelle de stocker les déchets dans une décharge, et reste la pratique la plus courante dans la plupart des pays. Historiquement, les décharges étaient souvent établies dans des carrières, des mines ou des trous d'excavation désaffectés. Utiliser une décharge qui minimise les impacts sur l'environnement peut être une solution saine et à moindre coût pour stocker les déchets ; néanmoins une méthode plus efficace sera sans aucun doute requise lorsque les espaces libres appropriés diminueront [9].

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

gaz installés après le recouvrement pour extraire le gaz produit par la décomposition des déchets. Ce biogaz est souvent brûlé dans une chaudière pour produire de l'électricité. Il est même préférable pour l'environnement de brûler ce gaz que de le laisser s'échapper dans l'atmosphère, ce qui permet de consommer le méthane, un gaz à effet de serre encore plus nocif que le dioxyde de carbone. Une partie de ce biogaz peut aussi être utilisé comme carburant [9].

### **I.7.3.3. Incinération**

L'incinération est le processus de destruction d'un matériau en le brûlant. L'incinération est souvent appelée « Énergie à partir des déchets » ou « des déchets vers l'énergie »; ces appellations sont trompeuses puisqu'il y a d'autres façons de récupérer de l'énergie à partir de déchets sans directement les brûler (voir fermentation, pyrolyse et gazéification). Elle est connue pour être une méthode pratique pour se débarrasser des déchets contaminés, comme les déchets médicaux biologiques. Beaucoup d'organisations utilisent aujourd'hui l'exposition des déchets à haute température pour les traiter thermiquement (cela inclut aussi la gazéification et la pyrolyse). Cette technique inclut la récupération du métal et de l'énergie des déchets solides municipaux comme le stockage adapté des résidus solides (mâchefers) et la réduction du volume des déchets (**Figure I.6**) [8].

L'incinération est une technique éprouvée et répandue, en Europe comme dans les pays en voie de développement, même si elle est soumise à controverse pour plusieurs raisons. Les controverses concernent généralement les problèmes environnementaux et sanitaires liés aux incinérateurs qui ont fonctionné dans le passé, avant l'application des normes actuelles [8].

En premier lieu, il s'agit d'un mode d'élimination de déchets qui a un taux de valorisation limité. L'incinération détruit les ressources naturelles contenues dans les déchets et ne permet pas de récupérer 100% du pouvoir calorifique des déchets. L'énergie récupérée, sous la forme de chaleur ou d'électricité, provient du refroidissement des fumées de combustion dans une chaudière, qui permet de récupérer de la chaleur, qui peut être utilisée directement ou à son tour entraîner une turbine pour produire de l'électricité. La deuxième source d'énergie renouvelable pour la production d'électricité (après l'hydraulique) et pour la production de chaleur (après la biomasse) [8].

Deuxièmement, l'incinération des déchets solides des villes produit une certaine quantité de polluants atmosphériques (dioxines et furannes, métaux lourds, gaz acides, poussières), dont les valeurs limites d'émissions sont fixées par la réglementation. Au cours



des années 1990, des avancées dans le domaine du contrôle des rejets et de nouveaux règlements gouvernementaux ont permis une réduction massive de la quantité des différents polluants atmosphériques, y compris les dioxines et de furannes. L'Union européenne et l'Agence américaine de protection de l'environnement ont pris la décision de créer des normes très strictes concernant l'incinération des déchets[8].



**Figure I.6.** Station de l'incinération [8].

#### **II.7.2.4. Compostages et fermentation**

Les déchets organiques, comme les végétaux, les restes alimentaires ou le papier, sont de plus en plus valorisés en compost et/ou en biogaz. Ces déchets sont déposés dans un bac à compost ou un digesteur pour contrôler le processus biologique de décomposition des matières organiques et neutraliser les agents pathogènes [9].

La pratique du compostage varie du simple tas de compost végétaux dans le cas du compostage domestique à un processus automatisé dans le cas de plateforme industriel. C'est un processus biologique aérobie (en présence d'oxygène). Sous l'action des bactéries et organismes du sol, les bio-déchets sont transformés en compost, utilisable en agriculture et pour le jardinage (**Figure I.7**). La méthanisation est quant à elle un processus anaérobie. La dégradation de la matière organique par des bactéries en absence d'oxygène, produit du biogaz qui peut être ensuite utilisé pour produire de l'électricité, de la chaleur, du carburant ou être directement injecté dans le réseau[9].



**Figure I.7.** Compostage des déchets [9].

#### **I1.7.3.5. Traitement biologique et mécanique**

Le traitement biologique et mécanique (TBM) est une technique qui combine un traitement mécanique et un traitement biologique de la partie organique des déchets municipaux.

La partie « mécanique » est souvent une étape de tri du vrac. Cela permet de retirer les éléments recyclables du flux de déchets (tels les métaux, plastiques et verre) ou de les traiter de manière à produire un carburant à haute valeur calorifique nommé combustible, dérivé des déchets qui peut être utilisé dans les fours des cimenteries ou les centrales électriques [8].

La partie « biologique » réfère quant à elle à une fermentation anaérobie ou au compostage. La fermentation anaérobie détruit les éléments biodégradables des déchets pour produire du biogaz et du terreau. Le biogaz peut être utilisé pour créer de l'énergie renouvelable. La partie « biologique » peut aussi faire référence à une étape de compostage. Dans ce cas les composants organiques sont traités par des micro-organismes à l'air libre. Ils détruisent les déchets en les transformant en dioxyde de carbone et en compost. Il n'y a aucune énergie produite par le compostage. TBM est de plus en plus reconnu comme une méthode efficace dans les pays où les techniques de gestion des déchets évoluent comme le Royaume-Uni ou l'Australie, pays où la compagnie WSN Environmental solutions a pris une position majeure dans le développement des usines de type TBM [8].

#### **I.7.2.6. Pyrolyse et gazéification**

La pyrolyse et la gazéification sont deux méthodes liées de traitements thermiques où les matériaux sont chauffés à très haute température et avec peu d'oxygène. Ce processus

est typiquement réalisé dans une cuve étanche sous haute pression, transformant les matériaux en énergie. Cette méthode est plus efficace que l'incinération directe, plus d'énergie pouvant être récupérée et utilisée.

La pyrolyse des déchets solides transforme les matériaux en produits solides, liquides ou gazeux. L'huile pyrolytique et les gaz peuvent être brûlés pour produire de l'énergie ou être raffinés en d'autres produits. Les résidus solides comme le charbon peuvent être transformés plus tard en produits tels les charbons actifs.

La gazéification est utilisée pour transformer directement des matières organiques en un gaz de synthèse appelé syngaz composé de monoxyde de carbone et d'hydrogène. Ce gaz est ensuite brûlé pour produire de l'électricité et de la vapeur. La gazéification est utilisée dans les centrales produisant de l'énergie à partir de la biomasse pour produire de l'énergie renouvelable et de la chaleur [8].

### **I.8. Conclusion**

Avec l'évolution considérable des déchets ces dernières années, le traitement de ceux-ci apporte de nombreux enjeux environnementaux et économiques à l'échelle mondiale. Au niveau environnemental et donc écologique, il faut cependant favoriser la réduction de déchets, afin de sensibiliser la population et donc l'impact sur l'environnement. Au niveau économique, il est nécessaire de valoriser les déchets à leurs avantages. Il ne faut donc pas les détruire sans valorisation mais les utiliser pour fabriquer et créer en les recyclant. Cette démarche permet alors de multiples bénéfices économiques. Donc, le traitement des déchets est un véritable enjeu économique et écologique.

### **I.9. Références bibliographiques**

[1], S. MINOUCHEA, Thème de mémoire (gestion des déchets produits par les laboratoires de la faculté de chimie (U, S, T, O) universitaire Mohamed Boudiaf –Oran -2013-2014

[2], [www.entreprise.cci-ingenieur.fr](http://www.entreprise.cci-ingenieur.fr)

[3], <http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dico/d/developpement-durable-dechet-ultime-5727/>

[4], B. AHLEM, thèse de mémoire, étude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organiques générés par le restaurant universitaire aïcha Oum elmoumine (wilaya de Constantine). Université de Mentouri Constantine. 2011-2012.

[5], <file:///C:/Users/karim/Pictures/La%20dur%C3%A9e%20de%20vie%20des%20d%C3%A9chets%20dans%20la%20nature.htm>

[6], <https://www.google.dz/search?q=d%C3%A9chet+ultime&client=firefox-b&biw=1366&bih=631&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=x&ved=0ahukewiaxcoxynrmahutrrqkhuqpauuq7akirw&dpr=1#i>

[7], <http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dico/d/developpement-durable-dechet-ultime-5727/>

[9], S. SABRINA thèse de mémoire, comportement des bétons à base de granulats recyclés. Université mentouri constantino.

## **CHAPITRE II:**

**Techniques de traitement des déchets**

**Industriels dangereux**

## **II.1. Introduction**

Les déchets industriels dangereux constituent une source potentielle de pollution importante. Se titre il est nécessaire de les traiter en vue d'aboutir soit à une valorisation soit à un rejet éco compatible et au stockage d'un déchet ultime. La mise en œuvre pratique de ces traitements fait intervenir une grande variété de filière e de procédés suivant la nature et les caractéristiques du déchet. Le choix d'une solution de traitement est une opération délicate qui implique la connaissance de toutes les options disponibles et de leurs critères de choix. Pour aider les producteurs de déchets, nous avons identifié dans deux contextes différents, les raisonnements et les données qui permettent d'aboutir à la liste des solutions applicables :Centres et filières de traitement dans le cas du traitement externe, procédés de traitement et Position dans l'unité productrice du déchet pour le traitement interne[10].

## **II.2. Définition d'un déchet industriel**

Les déchets industriels sont typiquement les déchets générés par les entreprises appartenant à différents secteurs d'activités économiques tels que les industries manufacturières, la construction, les services et l'agriculture. Pour les industriels, le caractère de déchet est bien souvent lié à une valeur commerciale nulle ou négative, le déchet à valeur commerciale positive n'étant plus considéré comme déchet[10].

## **II.3. Classification des déchets industriels**

Selon les lois relatives à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. Les déchets industriels regroupent:Les déchets dangereux et non dangereux:

### **II.3.1. Déchets industriels non dangereux**

Sont des déchets produitspar les entreprises et diverses activités de services importantes, dont les déchets ne sont pas à la charge des municipalités: ce sont les déchets industriels banals (DIB),on peut par extension y inclure les déchets inertes(DI) [11].

#### **II.3.1.1. Déchets industriels inertes (DI)**

Déchet qui ne subi aucune modification physique, chimique ou biologique importante; ne se décompose pas, ne brûle pas, et ne produit aucune réaction physique ou chimique ,ne sont pas biodégradable et ne détériore 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

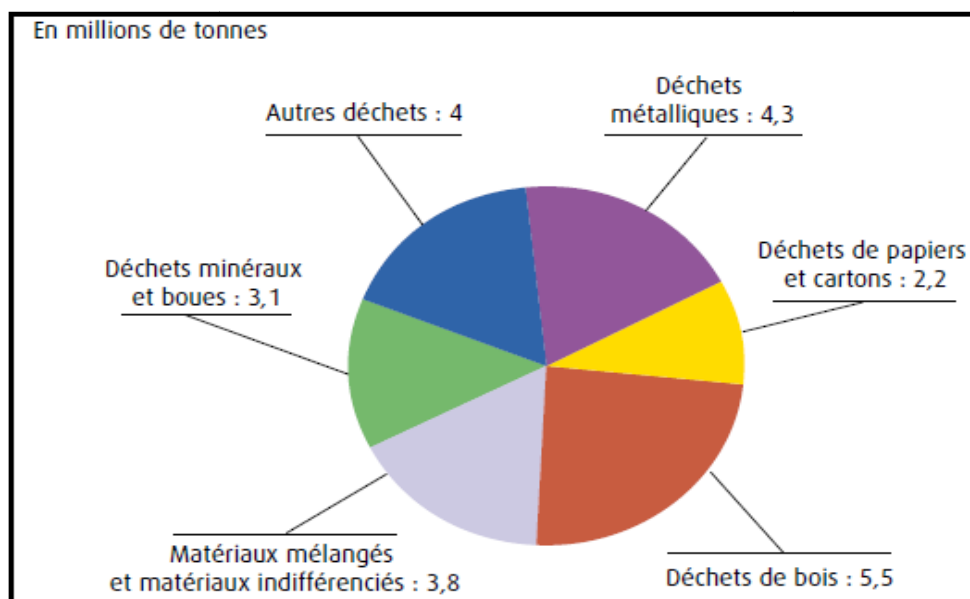
essentiellement des chantiers de bâtiment et de travaux publics ou d'industries de fabrication de matériaux de construction (**Figure.II.1**). Ce sont notamment les déchets suivants: Les bétons, les tuiles, les céramiques, les briques, les déchets de verre, les terres et les enrobés bitumeux[11].



**Figure.II.1.** Déchets inertes [11].

### II.3.1.2. Déchets industriels Banals (DIB)

Ils regroupent l'ensemble des déchets non dangereux produits par les industriels et par les entreprises du commerce, de l'artisanat, des services et de l'administration, de la métallurgie, la peinture, la chimie et la pétrochimie. Ce sont des déchets d'emballage, des déchets d'entretien et les matériels en fin de vie [11].(**Figure. II.2**) présente les pourcentages des déchets banals.



**Figure. II.2.** Pourcentages des déchets banals [11].

### II.3.2. Déchets industriels dangereux (DID)

Les DID, anciennement appelés «spéciaux» (DIS). Ils présentent une ou plusieurs propriétés dangereuses et nécessitent un traitement particulier. Ils sont signalés par un astérisque dans la nomenclature des déchets. Ils sont constituée des déchets organiques : (hydrocarbures, goudrons, boues, solvants ...) des minéraux liquides (acides, bases...) ou solides (sables de fonderie, sels de trempe cyanurés, cendres...). Les DID peuvent présenter des risques pour la santé et génèrent souvent des nuisances pour l'environnement (**Figure. II.3**) [12].



**Figure.II.3.** Déchets industriels dangereux [12].

### II.4. Propriétés dangereuses des déchets industriels dangereux

Les propriétés dangereuses des déchets industriels prises en compte, sont les suivantes [13]:

- **Explosif:** Fournissant une importante quantité d'énergie en un laps de temps très court (Nitrates d'ammonium, perchlorates.....)
- **Comburant:** Pouvant entrer en réaction avec des produits avides d'oxygène (peroxydes, peracides, etc.)
- **Facilement inflammable:** Comme les solvants, combustibles divers, GPL)
- **Irritant ou Nocif:** Comme les produits lacrymogènes, en général.
- **Corrosif:** Acides et bases
- **Toxique pour la reproduction cancérigène :** pesticides chlorés, dioxines, furanes...par exemple



- **Mutagène/Cancérogène:** Certains produits nitrés, pesticides...

### II.5. Principaux secteurs d'activité producteurs de DID

Les principaux secteurs d'activité producteurs de DID sont classés généralement suivant le (tableau II.1).

**Tableau II.1:** Principaux secteurs d'activité producteurs de DID [14].

Secteurs	Exemple de déchet dangereux produit
Collectivités et particuliers (déchet des ménages est assimilé)	-Accumulateur cadmium -nickel D contenant du mercure ( piles, tubes fluorescences, lampes) -Huiles de vidange -Autres déchets ménagers (solvants usagés)
Industries diverses	-Goudrons acides -Sels contenant des cyanures -Cendres volantes -Solvant -Déchet dangereux diffus
Agriculture	-Déchet agrochimique -Farines animale -Flux plastique souillés -Produites phytosanitaires non utilisés -Emballages vides de produites phytosanitaires
Constations et démolitions	-Déchets de peinture -Fibres libres d'amiantes
Equipements électriques et électroniques (incluant ceux produites par les particulière)	-Piles accumulateurs -Tubes cathodiques -Plastiques bornés -Verres spéciaux -Cartes électroniques
Activés de soins	-Déchet à risque infectieuse -Produits vétérinaire

	-Médicament
Automobiles (professionnels et particulière)	-Batteries -Fluides -Air bag -Véhicules hors d'usage

## II.6. Réglementation applicable aux DID

Les industriels sont soumis à différentes réglementations applicables aux DID :

- **Code du travail**, lorsque le déchet est stocké sur un lieu de travail. Bien qu'exclus du champ d'application des dispositions relatives aux substances et préparations dangereuses, les risques liés à la présence de déchets doivent être évalués et signalés. Les mesures de prévention et de protection adaptées doivent être définies et mises en œuvre. Ceci implique la connaissance des dangers physico-chimiques et toxicologiques présentés par le déchet [15].

- **Réglementation relative au transport des marchandises dangereuses**, lorsque le déchet est transporté sur la voie publique. La nature du déchet ainsi que ses propriétés physico-chimiques, toxicologiques et éco-toxicologiques doivent être caractérisées, de façon à lui affecter un « code matière » (également appelé « numéro ONU ») et un « code danger ». Des dispositions précises s'appliquent notamment en ce qui concerne la signalisation et l'agrément du conteneur et/ou du véhicule [15],

- **Code de l'environnement**, dans tous les cas. Il prévoit en particulier des dispositions concernant la caractérisation des propriétés dangereuses des déchets, la réduction de la quantité et de la nocivité des déchets produits et l'organisation de leur transport et de leur traitement, au moyen notamment du bordereau de suivi des déchets dangereux (BSDD).

## II.7. Techniques de traitement des déchets industriels dangereux

Les différents procédés de traitement de déchets industriels dangereux sont évoqués comme [16] :

### II.7.1. Traitement thermique

C'est une oxydation des matières organiques; lors de cette réaction les composés libèrent de l'énergie qui est ensuite récupérée pour produire de la vapeur et dans certains cas de l'électricité.

On trouve différents types de fours:

- Statiques (déchets liquides)
- Rotatifs (déchets solides et liquides)
- A grille (déchets emballages)

Les déchets préalablement analysés sont stockés, broyés et préparés avant injection dans le four en fonction de leur pouvoir calorifique et des polluants qui le composent.

Les fumées générées par la combustion sont refroidies, dépoussiérées, lavées et neutralisées, des analyses en continu permettent de contrôler que les différentes étapes ont bien fonctionné. Les effluents générés par le traitement de fumées sont récupérés puis orientés vers un traitement physico-chimique. Les mâchefers sont déshydratés puis récupérés pour être enfouis.

Le traitement thermique permet une réduction des volumes de déchets bruts de 80% [16].

### **II.7.2. Traitement physico-chimique**

Ce procédé s'appuie sur les propriétés chimiques des déchets, ce traitement ne peut être mis en œuvre que si le déchet ne contient pas de matière organique.

- La neutralisation est utilisée pour les effluents à pH extrêmes acide ou basique
- La « déchromation » permet de réduire le chrome 6 très toxique pour l'environnement en chrome ce lui-ci pourra être extrait de l'effluent sous forme de précipité.
- La « des cyanuration » permet d'extraire le cyanure présent dans un effluent liquide pour ensuite le mettre sous une forme solide en vue d'une préparation pour un enfouissement en classe 0.
- La précipitation de métaux permet d'extraire les métaux sous forme d'un précipité pour ensuite soit une valorisation du métal soit une mise en enfouissement.
- Les déchets issus de ce traitement sont soit rejetés dans le milieu naturel (liquide) soit enfouis [16].

### **II.7.3. Enfouissement**

Déchets industriels dangereux se fait sur les CSDU de classe 1 et classe 0, cesont des déchets dits ultimes qui gardent un niveau de toxicité élevé.

- **Classe 1**

Les déchets qui ne rejettent pas d'éléments polluants dans le temps et les autres. Les autres font l'objet d'une stabilisation, le déchet est mélangé avec un liant qui piège les polluants dans une masse solide inerte.

- **Classe 0**

Reçoit les déchets qui ont un niveau de toxicité très élevé (cyanure arsenic...), les déchets acceptés sont préalablement préparés en fûts de 200 litres métalliques spéciaux et le principe est similaire de la stabilisation. Les installations existantes sont généralement des anciennes mines de sels[16].

#### **II.7.4. Régénération des solvants**

Un procédé qui permet le réemploi des solvants des industries très consommatrices d'effluents de nettoyage comme l'industrie de la peinture, la pharmacie, l'automobile. Le solvant usagé est par un procédé d'évaporation, soit blanchi soit purifié. Le solvant à l'issue du traitement peut de nouveau être utilisé [16].

#### **II.7.5. Traitement des transformateurs au PCB**

Les transformateurs sont vidangés et démontés, puis les parties métalliques sont nettoyées dans un autoclave, puis valorisées. Les parties imprégnées (papiers, cartons, bois), l'huile et les résidus de nettoyage sont ensuite incinérées, le four d'incinération a la faculté de refroidir brutalement les fumées pour éviter la formation de dioxines [16].

#### **II.8. Bonnes pratiques pour la gestion de DID**

La maîtrise des risques associés à la production, au stockage et au traitement des DID nécessite de prendre en compte leurs propriétés dangereuses au travers de dispositions spécifiques. Plusieurs documents définissent des bonnes pratiques pour la gestion des DID. En particulier, la brochure ED 824 de l'INRS propose des principes des sécurités permettant de réduire les risques liés aux DID. De même, la recommandation CNAM R288 préconise et détaille les six principes Listés ci-dessous [17] :

- Réduire la production des déchets
- Récupérer les déchets
- Caractériser les déchets
- Prévoir les méthodes d'élimination
- Assurer un échange d'informations avec les sociétés spécialisées dans L'élimination.
- Informer les utilisateurs des produits fabriqués et de leurs méthodes D'élimination[17].

### **II.9. Conclusion**

Le traitement des déchets industriels dangereux génère des risques d'accidents plus importants que dans le cas des déchets non dangereux. Ceci est lié au comportement particulier de ces déchets, dont les propriétés dangereuses ne sont pas toujours identifiées. La connaissance des dangers présentés par les déchets favorise un meilleur tri et permet d'adapter les mesures de prévention techniques et organisationnelles pour la manipulation ou le stockage des déchets, puis de choisir une méthode de traitement ou d'élimination appropriée. Ceci contribue également à informer l'ensemble des personnes exposées aux risques, chez le producteur mais aussi tout au long de la chaîne de collecte et de traitement et ou d'élimination [18].

C'est pourquoi l'identification et la caractérisation des déchets dès leur production sont des éléments essentiels pour la maîtrise des risques sur l'ensemble de la filière. Le rôle du producteur des déchets apparaît donc particulièrement important. Dans ce cadre, la caractérisation et les bonnes pratiques de gestion des déchets, sont favorisées par les dispositions réglementaires spécifiques aux déchets industriels dangereux.

**II.11. Références bibliographiques**

[10], B. AHLEM.thème mémoire étude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organiques génèrent par le restaurant universitaire Aicha Oum Imouminine (willaya de Constantine). Université de mentouri Constantine 2011/2012

[11],[http://www.anged.nat.tn/files/Guide\\_Pratique\\_Detenteurs.pdf](http://www.anged.nat.tn/files/Guide_Pratique_Detenteurs.pdf)

[12],[www.fntp.fr/.../travaux.../decouvrez-le-guide-des-dechets-des-travaux](http://www.fntp.fr/.../travaux.../decouvrez-le-guide-des-dechets-des-travaux)

[13],[http://www.ain.cci.fr/sites/default/files/actualites/guide\\_dechets\\_2015.pdf](http://www.ain.cci.fr/sites/default/files/actualites/guide_dechets_2015.pdf)

[14], [http://ge.ch/dechets/media/dechets/files/fichiers/documents/pgd14\\_version-finale-25-03-15.pdf](http://ge.ch/dechets/media/dechets/files/fichiers/documents/pgd14_version-finale-25-03-15.pdf)

[15], [<http://laws.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2002-301/page-1.html>]

[16],[http://www.rudologia.fr/medias/colloque\\_maroc/17decembre2009/intervention/SECHE.d](http://www.rudologia.fr/medias/colloque_maroc/17decembre2009/intervention/SECHE.d)

[17],[http://www.rudologia.fr/medias/colloque\\_maroc/17decembre2009/intervention/SECHE.d](http://www.rudologia.fr/medias/colloque_maroc/17decembre2009/intervention/SECHE.d)

[18], A.YAZID MUSTAPHA, thème de mémoire, la gestion des déchets D'activité de soins a risque infectieux (D.A.S.R.I), université des sciences et de la technologie d'Oran - Mohamed-Boudiaf 20132014.

## **CHAPITRE. III.**

### **Gestion des déchets amiantés**

### III.1. Introduction

L'amiante est une famille de minéraux fibreux et cristallins très répandue à la surface du globe et largement utilisée dans l'industrie et le bâtiment pour ses propriétés physiques, chimiques et son faible coût. L'utilisation d'amiante fut interdite en France à partir de 1997, mais nous la retrouvons encore aujourd'hui dans de nombreux produits commercialisés avant cette date. On le trouve aussi bien dans les produits d'isolation que dans la bijouterie ou des produits domestiques dérivés (joints, revêtements...) [19].

### III.2. Définition de l'amiante

Le terme amiante "asbeste" qui vient du latin «Asbestos», sert à désigner une série de substances minérales naturelles cristallisée set fibreuses contenant de la silice, et résistantes au feu (**Figure III.1**). Deux groupes minéralogiques d'amiante, les serpentines et les amphiboles, sont ou ont été exploitées industriellement et commercialement:

- Serpentes ne comportent qu'une variété d'amiante le chrysolite ou amiante blanc, qui représente 90 % de l'amiante que l'on trouve dans les divers produits.
- Amphiboles comportent cinq variétés d'amiante: l'anthophyllite, la crocidolite, l'amosite, la trémolite et l'actioniste [20].



**Figure III.1:**Roches de l'amiante [21].

### III.3. Histoire de l'amiante

L'histoire de l'amiante est d'une certaine façon attachée à celle du XXème siècle. Celui-ci débute, en effet, en donnant à l'amiante les prémisses de sa place dans notre environnement, notamment industriel. Si l'on doit brosser à très grands traits son histoire au cours de ce siècle, on peut écrire qu'elle se déroule en quatre grandes périodes.

- La **première** est celle de sa montée en puissance du début des années 1900 au lendemain de la deuxième guerre mondiale, en raison de ses qualités exceptionnelles. On trouvait sa principale utilisation dans les chantiers navals et l'industrie textile.



- **La deuxième** est celle de son apogée qui correspond aux « Trente Glorieuses », c'est-à-dire le développement industriel des années 1950, 1960, et 1970. La diffusion de l'amiante s'est effectuée en méconnaissant toutes ses conséquences sur la santé de l'homme et en reléguant au second plan des préoccupations pourtant légitimes de santé publique.

- **La troisième** commence au début des années 1980, elle est celle d'une utilisation contrôlée, réduite, c'est-à-dire plus réfléchie. Cependant s'annonce un face-à-face avec les enjeux de la santé de l'homme qui peut devenir redoutable.

- **La quatrième période**, qui prend naissance avec la décision d'interdire l'amiante au 1er janvier 1997, pourrait être, malgré tout, celle de la confiance retrouvée dans une politique affirmée de gestion du risque.

### III.4. Propriétés de l'amiante

Les fibres d'amiante sont des minéraux aux propriétés physiques et chimiques exceptionnelles. Ces propriétés ont favorisé le développement de l'utilisation des fibres d'amiantes sous de multiples formes [21]. En effet, les principales propriétés de l'amiante sont:

- Résiste à la chaleur et au feu : les fibres résistent à de hautes températures et d'incombustibilité jusqu'à 1000° C.

- Résistance mécanique élevée à la traction et à la fraction: cette propriété varie selon les espèces.

- Résistance chimique: résistance aux micro-organismes et aux agressions chimiques. Toutes les fibres résistent aux bases fortes, ce qui permet leur emploi en association avec le ciment.

- Faible conductivité thermique, acoustique et électrique.

- Imputrescibilité : ne se détériore pas par la pourriture.

- Flexibilité et élasticité.

- Possibilité d'être filé et tissé, ainsi que résister à l'usure. C'est pourquoi les fibres de chrysotile, plus soyeuses donc plus aptes au tissage ont été préférées dans l'industrie textile [22].

- Avantageux en termes de coûts.

### III.5. Types de l'amiante

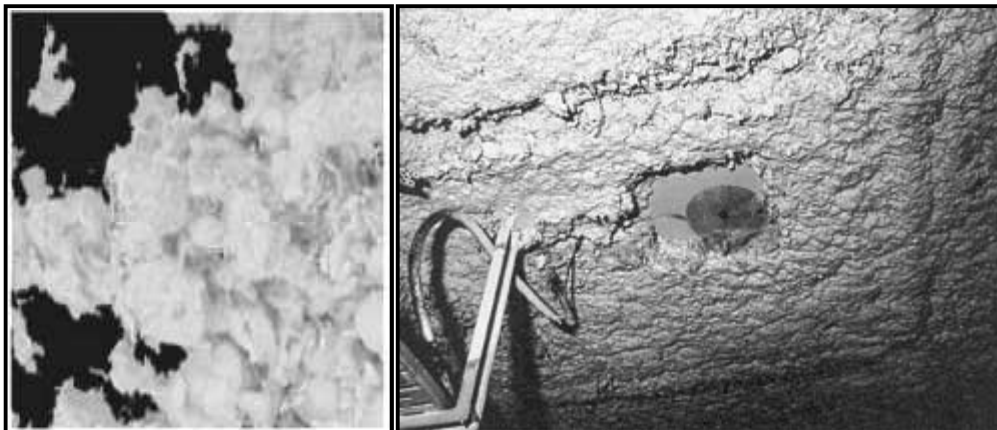
Une décision du 23 juillet 2001 du conseil Européen a classé tous les matériaux de construction contenant de l'amiante comme « Déchets Dangereux ». Le décret n° 2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets transpose cette décision en droit français. La réglementation française différencie deux catégories de déchets contenant de l'amiante, prenant en compte deux niveaux très différents de risque [22].

#### II.5.1. Déchets d'amiante libre

Les déchets d'amiante libre : ce sont notamment les déchets de matériaux friables (**Figure III .2**), seuls ou mélangés, les déchets de matériels et d'équipements (sacs d'aspirateurs, bâches, films, chiffons, EPI), les poussières, débris, boues pouvant contenir de l'amiante.

- Mesures à prévoir pour le conditionnement de déchets d'amiante libre:

Ces déchets doivent être enfermés dans un double sac étanche lui-même placé dans un emballage supplémentaire (big-bag), scellé et numéroté. L'intervention de professionnels est quasi systématique pour le retrait de ce type d'amiante, très dangereux pour la santé [22].



**Figure III .2:** Amiante libre [22].

#### III.5.2. Déchets d'amiante lié

Ce sont essentiellement les matériaux de construction dans lesquels les fibres d'amiante sont intégrées à une matrice solide. Cependant, les risques de dispersion des fibres ne peuvent intervenir qu'à l'occasion de travaux de perçage, sciage, casse, démolition ou lors de la manipulation de ces déchets liée à leur élimination. Les déchets d'amiante liés sont répartis en trois catégories:

- Déchets de matériaux: Plaques ondulées, plaques supports de tuiles, ardoises en Amiante-ciment, produits plans, tuyaux et canalisations....
- Déchets de matériels et d'équipements: Equipement de protection individuels jetables, filtres de dépoussiéreurs....
- Déchets issus du nettoyage : Débris et poussières...

Les déchets de matériels et d'équipements et les résidus de nettoyage qui peuvent libérer des fibres d'amiante doivent être éliminés comme les déchets issus des travaux relatifs aux flocages et aux calorifugeages: stockage dans les installations de déchets dangereux ou vitrification [23].

Mesures à prévoir pour le conditionnement de déchets d'amiante lié:

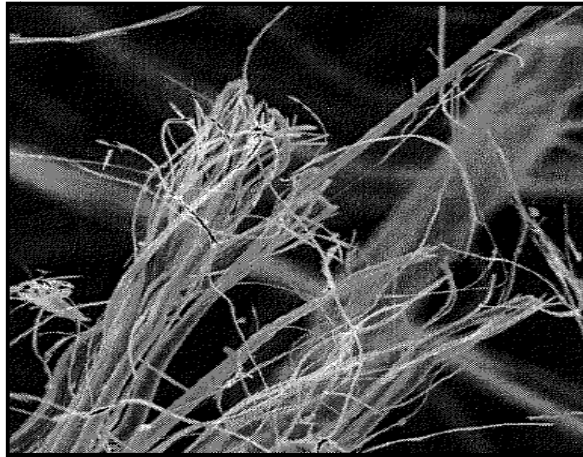
- Canalisations: Conditionnées en racks (de taille supérieure ou égale aux canalisations), filmées et scotchées
- Plaques : Palettisées (sur des palettes plus grandes que les plaques à stocker) et filmées de façon étanche
- Vrac : Mise en big-bag avec double sac étanche [23].

### III.6. Caractéristiques de l'amiante

Après avoir rappelé les principales propriétés physico-chimiques de l'amiante, nous avons présenté ses principales caractéristiques qui sont:

#### III.6.1. Structure cristalline

La structure cristalline (**Figure III.3**), qui détermine la forme et la taille des fibres, est un élément de différenciation important entre la chrysolite et les amphiboles. La structure cristalline de la chrysolite se présente à l'état naturel en couches ou feuilles superposées. Celles-ci peuvent former des fibrilles, d'un diamètre compris entre (0,02 et 0,03 $\mu\text{m}$ ). Les rapports longueur sur diamètre des fibres peuvent atteindre l'ordre de 100:1. Contrairement auchrysolite, les amphiboles ne présentent pas une fibrille unique comme unité structurale. Toutes les fibres d'amphibole sont droites et ne présentent pas la courbure typique de certaines fibres de chrysolite. En ce qui concerne la taille des fibres, les diamètres des amphiboles sont dans un ordre de grandeur dix fois plus grand que celui de la chrysolite, avec des variations importantes d'une variété à l'autre et, dans la même variété, d'un gisement à l'autre (crocidolite: 0,06 à 1,2  $\mu\text{m}$ , amosite: 0,15 à 1,5  $\mu\text{m}$  et anthophyllite : 0,25 à 2,5  $\mu\text{m}$ ) [24].



**Figure III.3:** Fibres d'amphiboles vues par MEB [23].

### **III.6.2. Propriétés de surface**

Les propriétés de surface des fibres d'amiante sont importantes à considérer. Les fibres de chrysolite ont une charge de surface positive et de ce fait, présentent un taux de sédimentation relativement faible. Ceci a notamment conduit les industriels à mélanger le chrysolite avec jusqu'à 40 % d'amphiboles, qui possèdent une charge de surface négative, pour la fabrication de l'amiante-ciment. Des agents tensioactifs sont désormais utilisés dans le processus industriel du chrysolite afin de remplacer les amphiboles, depuis l'interdiction de ces dernières [25].

### **III.7. Utilisations de l'amiante**

L'amiante a souvent été utilisé dans une variété de matériaux de construction pour l'isolation et comme retardateur de flammes. Aujourd'hui, il se trouve plus souvent dans les vieilles maisons dans les tuyaux, fours, bardeaux de toiture, cartons, peintures texturées, matériaux de revêtement, et carreaux de sol. Les utilisations de l'amiante, dont les propriétés en font un bon isolant thermique, phonique et électrique ont été multiples et massives dans les années 1960 et 1970. Ces fibres entraient dans la composition de plus de 3000 produits [25]. Dans cette étude, nous avons évoqué les principales utilisations de l'amiante, qui sont:

#### **III.7.1. Amiante-ciment**

L'amiante-ciment est le matériau à base d'amiante le plus utilisé, obtenu lorsqu'on mélange 90 % de ciment et 10 % d'amiante à de l'eau. Ce matériau breveté dès 1901, est utilisé à partir des années 1960. En 1991, les huit usines françaises ont produit 540 000 tonnes d'amiante-ciment (**Figure III.4**).

De nombreux produits en contenant ont été commercialisés, notamment:

- Des plaques planes ou ondulées,
- Des tuiles et d'autres panneaux de toiture;
- Des appuis de fenêtres, des plaques de façade;
- Des plaques et panneaux de cloisons intérieures et de faux plafonds;
- Des conduits de cheminées, des gaines de ventilation, des descentes pluviales;
- Des tuyaux et des canalisations d'adduction et d'évacuation d'eau;
- Des clapets coupe-feu et des panneaux ignifuges;
- Des bas de culture et d'éléments de jardin [25].



**Figure III.4.** Utilisation de l'amiante comme de faux plafond et panneaux légers amentifères [25].

### III.7.2. Amiante en vrac

La bourre d'amiante était utilisée pour le calorifugeage de fours, de chaudières, de tuyaux, de gaines électriques, de chauffe-eau, de portes et cloisons coupe-feu, de matériels frigorifiques, de navires, de véhicules automobiles ou ferroviaires, d'équipements industriels ou de laboratoire divers. Les flocages d'amiante recouvraient les structures métalliques et étaient appliqués en sous face de dalles en béton, afin de protéger les bâtiments contre l'incendie et contre le bruit (**Figure III .5**) [25].



**Figure III .5.** Amiante en vrac [26].

### **III.7.3. Amiante en feuilles ou en plaques**

Les emplois des papiers et cartons d'amiante étaient variés: isolation thermique des cheminées, fours appareils de chauffage à gaz ou convecteurs électriques, appareils de laboratoire et appareils électroménagers chauffants tels que les fers à repasser ou les cuisinières, réalisation de joints, de chauffage ou les échappements protection thermique des surfaces lors de la réalisation de soudures (plomberie, métallurgie,..). Les plaques d'amiante constituaient les faux plafonds, les parements ignifuges, les portes ou clapets coupe-feu [25].

### **III.7.4. Amiante tressé ou tissé**

Cette forme était utilisée essentiellement pour assurer l'étanchéité thermique, sous forme de corde ou tresse d'amiante (pour les portes de fours ou de chaudière par exemple) et de joints ou de bourrelets (pour les canalisations de moteurs...). L'amiante était aussi utilisé dans le secteur textile, le plus souvent à usage professionnel (chaudronniers, pompiers...) sous forme des garnitures de friction (freins et vêtements de protection, couvertures de protection anti-feu) [25].

### **III.7.5. Amiante incorporé dans des liants**

Ce type d'amiante est mélangé à de nombreux matériaux pour améliorer les performances technologiques,

- Du vinyle (vinyle-amiante): pour la fabrication de dalles de revêtements de sol.
- Du caoutchouc, des métaux ou de matières plastiques : pour la fabrication de joints de plomberie, de chauffage, de moteur...
- Des résines: pour la fabrication de pièces d'isolement électrique.
- Des enduits de ragréages ou de lissage des sols et cloisons intérieures, des mortiers-collés à carrelage, des colles-enduits, du plâtre, du mastic...

- Des peintures embrayages de véhicules automobiles[25].

### III.8. Impacts de l'amiante sur la santé et l'environnement

Les soupçons concernant les dangers de l'amiante ont commencé à émerger au début du XXème siècle, et c'est en 1931 qu'apparaît la première réglementation pour la protection des travailleurs, au Royaume-Uni.

#### III.8.1. Impact de l'amiante sur la santé

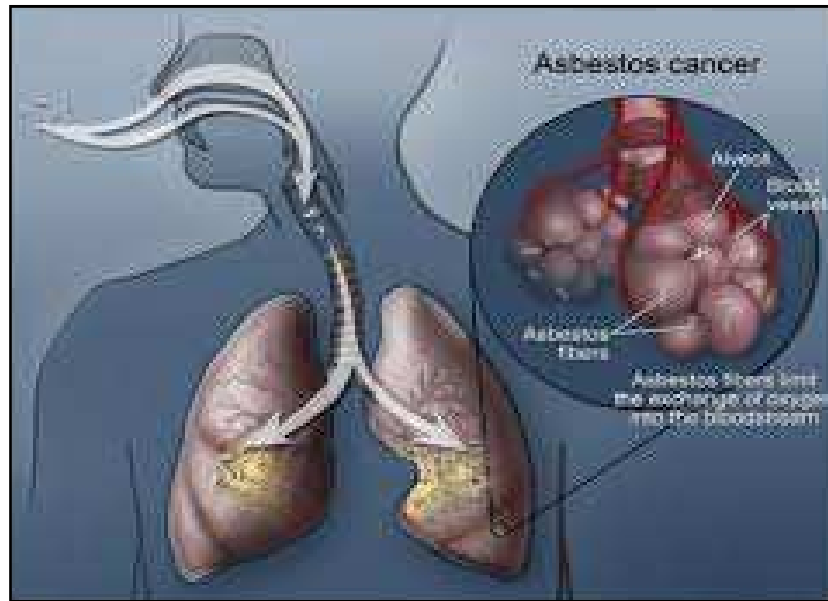
L'amiante et ses dérivés industriels représentent un danger réel pour la santé: Les fibres d'amiante lorsqu'elles sont inhalées sont, compte tenu de leur dimension, de leur forme et de leur persistance, très difficiles à éliminer par l'organisme. Leur forme en crochet favorise leur implantation dans les tissus. Ces fibres peuvent engendrer des maladies diverses telles que l'asbestose, le cancer du poumon ou de la plèvre (mésothéliome pleural malin). La prévention des risques liés à l'amiante est donc primordiale. Donc, il faut réduire au minimum l'exposition aux fibres d'amiante présentes dans l'air [27].

- **Asbestose**, est une sclérose du tissu pulmonaire, qui entraîne souvent une insuffisance respiratoire chronique grave. Elle s'observe chez des travailleurs soumis à des expositions fortes (**Figure III.7**).

- **Cancer broncho-pulmonaire**, voit son risque amplifié lorsqu'il est associé au tabagisme. Le risque pour les non-fumeurs n'est important que pour les fortes expositions aux fibres. Le temps d'apparition de la maladie est de 15 à 20 ans.

- **Mésothéliome** est une transformation cancéreuse de la plèvre, considéré comme une maladie spécifique de l'amiante, dont le pronostic actuel moyen est le décès dans les 2 ans. Le temps d'apparition de la maladie est très long (de 20 à 40 ans). Le tabac ne joue aucun rôle dans le risque d'apparition du mésothéliome.

- **Plaques pleurales**, qui sont des épaissements localisés de la plèvre, témoignent de l'exposition à l'amiante. Elles sont en général sans conséquence mais il arrive qu'elles entraînent des douleurs, voire une légère diminution de la capacité respiratoire [28].



**Figure III.6.** Cancer de poumon [28].

### III.8.2. Impact environnementales

L'exposition environnementale est définie comme une exposition à la pollution de l'air extérieur (environnement extérieur) et à celle de l'air intérieur (environnement ambiant) par des fibres d'amiante à l'exclusion des expositions professionnelles liées à un travail au contact de matériaux contenant de l'amiante[29].

- **Pollution de l'environnement extérieur**

Site géologique d'affleurement de roches amantifères qui conduisent à la libération de fibres pouvant migrer à distance du site de zone urbaine et/ou rurale polluée

- 1) lors d'opérations de démolition ou d'enlèvement d'installations contenant de l'amiante.
- 2) dans l'environnement de mines d'amiante ou d'usine de broyage d'amiante.
- 3) liée au trafic routier (freins, embrayages, usure du revêtement routier contenant de l'amiante [29].

- **Pollution de l'environnement intérieur**

Exposition para-professionnelle passive ou exposition « intra murale » à de l'amiante en suspension dans l'air, soit du fait de la dégradation de bâtiments qui en contenaient(exemple : flochage), soit du fait d'interventions sur ceux-ci [29].



### III.9. Gestion des déchets amiantés

#### III.9.1. Conditionnement et emballage

Les déchets sont conditionnés conformément aux règlements en vigueur et aux règles imposées par les cahiers des charges des centres d'élimination. Le type de conditionnement sera adapté à la nature des déchets :

- Friables, EPI, Non friables, Films en matière plastique, Produits palettisables.

Les produits comportant de l'amiante liée comme dans le cas où l'amiante est immergée ou fixée par un liant naturel ou artificiel (ciment, bitume, asphalte, matière plastique, résine, colle, etc.) sont conditionnés par colis de taille adaptée aux conditions et matériels choisis pour la manutention, recouverts d'un film en matière plastique. Les fragments et les petits éléments sont conditionnés dans des grands récipients pour le vrac (GRV) ou des conteneurs fermés [29].

#### III.9.2. Etiquetage

Quel que soit le conditionnement étanche choisi (**Figure.III.8**), doit figurer l'étiquetage « amiante » impose par le décret du 28 avril 1988 relatif aux produits contenant de l'amiante sur chaque conditionnement unitaire de déchets contenant de l'amiante [29].



**Figure.III.7.** Étiquetage des matières contenant de l'amiante [29].

Cette étiquette, il sera également apposé sur les emballages extérieurs de transport des déchets contenant de l'amiante libre (poussières, fibres), une étiquette de transport « Classe 9 » visible lors de l'ouverture du conteneur ou du véhicule [29].

### III.9.3. Traitement des déchets d'amiante par le procédé de vitrification

Le procédé de vitrification utilise la technologie de la torche à plasma. Les déchets d'amiante sont injectés dans le four de vitrification chauffé à l'aide de la torche à plasma. Les très hautes températures produites (1600°C) permettent de fondre les déchets pour former un verre et de détruire totalement les fibres d'amiante (**Figure III.9**). Les déchets sont transformés en un matériau inerte de verre : le **vitriifié**. Non dangereux, il peut être concassé et réutilisé dans le BTP (en sous-couche routière par exemple). De façon générale, l'élimination de ces déchets doit se faire dans des conditions permettant d'assurer la protection des travailleurs lors des différentes phases: conditionnement, transport et stockage des déchets. Circulaire 96/60 du 19 juillet 1996 modifiée relative à l'élimination des déchets générés lors des travaux relatifs aux flocages s et calorifugeages[29].

#### Avantages de procédé de vitrification

- Procédé de vitrification se présente comme une alternative séduisante aux méthodes de stockage traditionnelles des déchets.
- Conduisant à la destruction totale des fibres d'amiante
- Ne nécessite pas l'ajout d'une autre matière.
- Les résidus des vitrifiées peuvent être réutilisés comme matière première, à l'origine d'un nouveau cycle de production
- Un coût assez élevé



**Figure III.8.** Station de traitement de l'amiante [29].

### III.9.4. Stockage

Les déchets contenant de l'amiante admissibles dans les installations de stockage de déchets dangereux sont (**Figure III .10**):

- Les déchets de matériaux (flocages, calorifugeages, faux plafonds seuls ou en mélange avec d'autres matériaux et d'autres déchets non décontaminés sur place sortant de la zone confinée ...),
- Les déchets issus du nettoyage (résidus de traitement des eaux, poussières collectées par aspiration, boues, débris et poussières ...),
- Les déchets de matériels et d'équipements (sacs d'aspirateurs, outils et accessoires non décontaminés, filtres usagés du système de ventilation, bâches, chiffons, matériel de sécurité, masques, gants, vêtements jetables ...).

Les déchets contenant de l'amiante « lié » sont constitués des déchets de matériaux non friables à l'exclusion des poussières et des débris. Ils sont éliminés soit par inertage soit par enfouissement en installation de stockage des déchets dont la classe est déterminée par la nature du matériau lié à l'amiante:

- **Installation de stockage de déchets inertes (classe 3)** pour l'amiante-ciment, les bitumes...
  - **Installation de stockage de déchets non dangereux (classe 2)** pour les dalles vinyle-amiante, les joints en caoutchouc, les matières plastiques, les mastics, les matériaux de friction...
  - **Installation de stockage des déchets dangereux (classe 1)** pour les pots de peinture...
- Les adresses des installations de stockage des déchets peuvent être obtenues auprès des préfectures [29].



**Figure III .9.** Stockage de l'amiante [29].

### **III.9.5. Conditions de réception de déchets amiantés**

#### **III.9.5.1. Vérification des déchets**

L'exploitant vérifie que les déchets contenant de l'amiante arrivent sur son site en double conditionnement étanche et étiqueté "amiante". Tout conditionnement devra être identifié et fermé au moyen d'un scellé numéroté.

L'exploitant vérifie également que le chargement est accompagné d'un bordereau de suivi des déchets amiantés (BSDA) sur lequel sont indiqués les numéros des scellés et qui précise:

- L'identité du maître d'ouvrage qui a commandé les travaux de désamiantage,
- L'identité de l'entreprise qui a effectué les travaux de désamiantage,
- L'identité du transporteur ayant apporté les déchets jusqu'à l'installation de stockage.

Information du producteur sur l'acceptation ou le refus des déchets [29].

#### **Acceptation des déchets**

Lorsque le déchet est définitivement accepté sur le site de stockage, un accusé de réception écrit est délivré au producteur ou détenteur du déchet[29].

#### **Refus des déchets**

Le chargement peut être refusé en cas de :

- Non présentation de l'exemplaire original d'un des documents de suivi,
- Non conformité du déchet reçu avec le déchet annoncé

L'exploitant du centre de stockage adresse dans les meilleurs délais, et au plus tard 12 heures après le refus, une copie de la notification motivée du refus de chargement :

- Au préfet du département du centre de stockage,
- Au préfet du département du producteur du déchet,
- Au producteur (ou détenteur) du déchet[29].

### **III.10. Conclusion**

L'accroissement considérable de la production et des utilisations industrielles de d'amiante qui a commencé au début du siècle a été accompagné dans les décennies suivantes d'une « épidémie » majeure de fibroses pulmonaires, de cancers du poumon et de mésothéliomes parmi les travailleurs directement exposés. Il est également à l'origine d'une pollution du

voisinage immédiat des sites industriels de production et de transformation de L'amiante. Le niveau général des fibres dans l'air, l'eau et les aliments est probablement plus élevé qu'il ne l'était avant cette période et croît peut-être encore du fait de la démolition des structures contenant des fibres d'amiante (navires, bâtiments, véhicules, canalisations d'eau, etc.), de la proximité d'installations industrielles polluantes, de l'accumulation de matériaux contenant de l'amiante et se détériorant. Il est donc légitime de chercher à évaluer les risques pour la santé dans diverses populations exposées à l'amiante, dans des conditions qui peuvent être très différentes [30].

**III.10. Liste des Références**

- [19], H, P, J, marge le plan de gestion des déchets chimiques, universités virtuelle environnements et développement durable ,2011-2012
- [20], [www.inrs.fr/risques/amiante.html](http://www.inrs.fr/risques/amiante.html).
- [21], <http://www.dechets-amiante.com/page/accueil.html>
- [22], AMIANTE&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b#q=utilistion+de+l%27amainte
- [23] <https://www.google.com/search?q=STOCKAGE+DE+L%27AMIANTE&client=firefox>
- [24], <https://www.google.com/search?q=BROYAGE+DE+L%27AMIANTE&client=firefox>
- [25], groupe de l'INSERM? Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante.
- [26], santé et sécurité au travail, INRS ; 2005
- [27], dossier technique, la gestion des déchets amiantés en France ,2005
- [28], guide de caractéristiques physico-chimiques, utilisation, métrologie, circonstances et niveaux d'expositions, 2015
- [29], Réaliser dans le cadre des actions de service publique de BRGM-96-G-185 mémento roches et minéraux industriels amiante, 1997R 39406
- [30], le centre de cancer, les risques, les dangers de l'amiante

# **Conclusion générale**

# CONCLUSION GENERALE

---

## Conclusion générale

L'élimination inconsidérée des déchets industriels a pour conséquence la contamination de l'air, de l'eau et du sol. Donc, la pollution de l'environnement par ce type de déchets est un problème préoccupant qui est devenu un sujet d'actualité. Cette situation trouve ces racines dans les menaces visibles sur la santé de la population et le cadre de vie, ainsi que dans les risques imminents sur les ressources naturelles de l'environnement en générale. Les stratégies de gestion des déchets, y compris les procédés de traitement de déchets, peuvent émettre des gaz à effet de serre et des produits chimiques toxiques qui sont relâchés dans l'atmosphère, le sol et les cours d'eau.

Dans ce contexte, la gestion des déchets industriels consiste à les récupérer puis à les stocker. Certains matériels permettent d'en faciliter le stockage et le transport. Une fois collectés, divers traitements peuvent leur être appliqués. Le but de ces traitements peut être de réduire leur dangerosité, de valoriser les matériaux qu'ils contiennent par le recyclage, de produire de l'énergie ou encore de réduire leur volume, pour pouvoir en disposer plus facilement. Beaucoup de régions, surtout dans les pays les moins développés, n'ont pas de système structuré de récupération des déchets.

Parmi des déchets industriels dangereux, notre choix s'est basé sur la gestion de déchets amiantés par le procédé de vitrification dans des conditions saines et écologiquement rationnelles.. Dont, la connaissance de propriétés dangereuses des déchets industriels nous a permis de choisir le procédé de traitement appropriée. C'est pourquoi l'identification et la caractérisation des déchets dès leur production sont des éléments essentiels pour la maîtrise des risques sur l'ensemble de la filière. Le rôle du producteur des déchets apparaît donc particulièrement important. Dans ce cadre, la caractérisation et les bonnes pratiques de gestion des déchets, sont favorisées par les dispositions réglementaires spécifiques aux déchets industriels dangereux.



## Résumé

La révolution industrielle moderne a conduit à un large développement scientifique, économique, sociale et technologique. Ce développement était la cause de plusieurs problèmes parmi les: La pollution de l'air, de l'eau et du sol. En plus, l'élimination inconsidérée des déchets industriels est un problème préoccupant qui est devenu un sujet d'actualité.

Dans ce contexte, la gestion des déchets industriels consiste à traiter, récupérer puis à les stocker. Le but de ces traitements est de réduire leur dangerosité, de valoriser les matériaux qu'ils contiennent par le recyclage, de produire de l'énergie ou encore de réduire leur volume, pour pouvoir en disposer plus facilement.

Dans cette étude, notre choix s'est basé sur la gestion de déchets amiantés par le procédé de vitrification dans des conditions saines et écologiquement rationnelles. Dont, la connaissance de propriétés dangereuses des déchets industriels nous a permis de choisir le procédé de traitement appropriée.

**Mots clés:** Déchets industriels dangereux, déchets amianté, vitrification, gestion, élimination

## الملخص

من خلال التطورات الصناعية الحاصلة في العالم نتجت مشاكل عديدة و متنوعة أثرت سلبية علي الإنسان و البيئة و أهم مشكل هو النفايات و تسربها. قامت التشريعات القانونية في العالم بتصنيف هذه النفايات إلي أنواع وهذا من خلال طبيعتها و خطورتها. فمنها النفايات العادية و النفايات الخطيرة.

في مذكرتنا. قمنا باختيار النفايات الصناعية الخطيرة ومنها الاسبست كمثل علي درجة خطورتها علي صحة الانسان و البيئة. وذكرنا خصائصها و أهم مميزاتها و تأثيراتها الجانبية علي الإنسان و المحيط الذي يعيش فيه. من خلال دراستنا . ذكرنا أهم تقنية لمعالجة المادة الخطيرة (الاسبست) في النفايات. ومن بين مراحلها الاساسية: الفرز. التخزين و النقل.

التقنيات المعالجة لنفايات المصانع أنقصت من نسبة الخطورة علي صحة الإنسان و البيئة ويتم تطويرها و توفير المواد و الأدوات و كذا المصانع المختصة في هذا المجال.

**كلمات مفتاحيه:** نفايات صناعية خطيرة، نفايات الاسبست، تسير، تزجيج، إزالة.